

# **Maataloustieteen Päivät 2022**

**ESITELMÄ- JA POSTERI-  
TIIVISTELMÄT**

**SUOMEN MAATALOUSTIETEELLISEN SEURAN TIEDOTE NO 39**

# **Maataloustieteen Päivät 2022**

**14.–15.6.2022 Viikki, Helsinki**

## **ESITELMÄ- JA POSTERI- TIIVISTELMÄT**

**Toim. Tuula Puhakainen ja Venla Jokela**

**ISSN 0358-5220**

**ISBN 978-951-9041-70-4 (online)**

# Sisällysluettelo

Esitelmät.....	15
1 Improving soil health and mitigating climate change: soil improving cropping systems and verification of soil carbon sequestration in Finland and Sweden.....	16
1.1 How to verify soil carbon – reflections from the Svensk Kolinlagring pilot program 2020-2022.....	16
1.2 Carbon Action verification method for carbon sequestration.....	17
1.3 Sequestering carbon into mineral agricultural soils – importance and processes.....	18
1.4 How carbon farming impacts soil health?.....	19
1.5 Practices in the field; regenerative carbon farming in Finland as part of Carbon Action Project.....	20
1.6 Nudging farmers to climate friendly choices: possibilities and constraints.....	21
2 Suomalainen ruokaturva.....	22
2.1 Long term review of food security in Finland.....	22
2.2. Suomalaisen ruokajärjestelmän pitkän aikavälin transiiodynamiikka.....	23
2.3 Maatalouden tuotantopanosten saatavuuden riskit.....	24
2.4 The South Ostrobothnian model to establish food innovation systems.....	25
2.5 Muutosjoustava ruokajärjestelmä edellyttää hyviä aloitteita, kaikkien toimijoiden yhteistyötä ja toimintaympäristön, joka mahdollistaa vakautta.....	26
2.6 Muutosjoustavan ruokajärjestelmän tekijät ja sitä edistävät toimet – Delfoi-menetelmään perustuva tulevaisuusarviointi ruokajärjestelmän kehittämistarpeista 2020-luvulla.....	27
3 Hiilineutraali maatalous 2035.....	28
3.1 Viljelijöille tarjottavat sopimusmallit ympäristön tilan parantamisessa ja maaperän hiilensidonnan lisäämisessä.....	28
3.2 Plant roots in model-based studies of climate-smart agriculture.....	29
3.3 Sokerijuurikkaan viljelykierron vaikutus hiilensidontaan.....	30
3.4 Pelto hiilinieluksi suorakylvöllä.....	31
3.5 Orgaanisten lannoitteiden hiilisyöte ja lannoitusvaikutus nurmen perustamis- ja satovuosina.....	32
3.6 Viljelytekniset ratkaisut säilörehunurmen juuribiomassan hiilisyötteen määrän ja kemiallisen koostumuksen hallinnassa.....	33
4 Naudan jalostus.....	34
4.1 Genomivalinnan vaikutus sukusiitosasteen nousuun suomalaisessa ayrshire-rodussa.....	34
4.2 Metabolisen elopainon, teuraspainon ja rakenneominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut lypsykarjalla.....	35

4.3 Mittausjakson pituuden ja elopainopunnitusten määrän vaikutus residuaalisen syönnin määrittämisen luotettavuuteen nuorilla loppukasvatettavilla sonneilla.....	36
4.4 Regression on expected feed intake – a more robust model for estimating genomic breeding values for feed efficiency in dairy cattle.....	37
4.5 RP1-geenin ilmentyminen länsisuomenkarjalla.....	38
4.6 Pohjoissuomenkarja lihantuottajana.....	39
5 Älymaatalous.....	40
5.1 Herukan perhostuholaisten tarkkailu etäluettavilla ansoilla.....	40
5.2 Robotic strawberry harvester for Finnish fields.....	41
5.3 Yleiskäyttöisen peltorobotiikan tiedonhallinta-alustan pilotointi.....	42
5.4 Peltodatan demystifointi: Esimerkkejä keinokastelusta maanalaisen anturidatan perusteella.....	43
5.5 Peltolohkon analyysiraportin tekeminen avoimista datalähteistä.....	44
5.6 Uutta tietoa ja tekniikkaa kestorikkakasvien mekaaniseen torjuntaan.....	45
6 Märehtijöiden hyvinvointi.....	46
6.1 Sertifioitu Nasevan terveydenhuoltojärjestelmä osana Ruokaketjua.....	46
6.2 Naseva Dairy-Well on kustannustehokas mittaristo eläinten hyvinvoinnin mittaamiseen lypsykarjatilalla.....	47
6.3 Different perspectives of providing outdoor access on the welfare of dairy cows: A review.....	48
6.4 Kahden osa-aikaisen ulkoilumenetelmän vaikutukset lypsylehmien hyvinvointiin.....	49
6.5 Nuorten lihanautojen kuivikemieltymykset: vertailussa olki, ruokohelpi ja hevosen kuivikelanta.....	50
6.6 Antimikrobialliset peptidit vedinkaston tehoaineena.....	51
7 Kehittyvä puutarhatuotanto.....	52
7.1 Puutarhatuotantoa kannattavasti.....	52
7.2 Puutarhatuotannon eri menetelmien ympäristövaikutuksia tutkitaan.....	53
7.3 Asiakaslogiikalla parempaa tulevaisuutta kotimaiselle tomaatille.....	54
7.4 Puutarha-alan työhyvinvointi ja tuottavuus.....	55
7.5 Viljelypilottit kerrostaloissa – kaupunkiviljelyn uudet tuulet.....	56
7.6 Finding new methodologies for shaping national germplasm collections.....	57
8 Ilmastoviisas maatalous.....	58
8.1 Global trends in grassland carrying capacities and relative stocking densities of livestock.....	58
8.2 Systeemirajausten vaikutukset proteiinipitoisten ruokien elinkaaristen ympäristövaikutuksien arvioinnin tuloksiin.....	59

8.3 Suomalaisten viljelijöiden arvot – pohja maatalouden ilmastomurrokselle.....	60
9 Maatilayritysten menestystekijät.....	61
9.1 Menestyvien maatalousyrittäjien tunnuspiirteitä.....	61
9.2 Mitä menestyneet maatilayrittäjät tekevät toisin?.....	62
9.3 Päätöksenteko suomalaisissa maatilayrityksissä.....	63
9.4 Typologiasta työkalu johtamiseen – liikesuhteen johtaminen suomalaisessa lihaketjussa.....	64
10 Maatilayritysten kilpailukyky.....	65
10.1 Käytännön tarpeista lähtevä soveltava taloudellinen tutkimus – maitotilayrittäjännäkökulma.....	65
10.2 Agribusiness – kansainvälinen kirjallisuuskatsaus ja alan koulutus Pohjois-Euroopassa.....	66
10.3 Maatalouden tuottavuuskehitys.....	67
10.4 Maatalousyrittäjien tulokehitys.....	68
11 Tuotanto- ja tilusrakenteen kehittäminen.....	69
11.1 Maatalousinvestointien talousvaikutukset.....	69
11.2 Kotieläintilojen investointitukien vaikuttavuuden arviointi.....	70
11.3 Tavoitteet ja motivaatio pellonomistukselle – mihin viljelijät ja peltonsa vuokranneet pyrkivät?.....	71
11.4 Viljelijöiden ja peltonsa vuokranneiden maanomistajien suhtautuminen maatalouden tilusrakenteen kehittämisen keinoihin.....	72
12 Maatalousalueiden vesienhallinta.....	73
12.1 Ikuisuuskysymyksen äärellä – sadettaako vai eikö sadettaa?.....	73
12.2 Pellon vesitalouden hallinta säättösalaojituksen ja salaojakastelun avulla - Sievin koekentän tuloksia.....	74
12.3 Säättösalaojituksen vaikutus pohjavedenpinnan syvyyteen ja vesitaseeseen tasaisella peltoalueella muuttuvassa ilmastossa.....	75
13 Kotieläintuotannon tulevaisuus.....	76
13.1 Suomen maatalouden tuotanto- ja tulokehitys erilaisissa tulevaisuuskuuissa vuoteen 2050.....	76
13.2 Resurssitehokkaan nurmiviljelyn pilotointi 50 maitotilalla.....	77
13.3 Säilörehuvaltaisen lihanautojen ruokinnan tuotanto- ja ympäristövaikutukset.....	78
13.4 Mykotoksiinien esiintyminen suomalaisissa tilasäilörehuissa.....	79
14 Maatalouden vesiensuojelu.....	80
14.1 Maanparannuskuitu maatalouden vesiensuojelussa.....	80
14.2 Rakennekalkki ja ravinnekuitu – vaikutukset maatalouden vesiensuojelutoimina.....	81
14.3 High-resolution data for improving the agricultural erosion management in Finland.....	82

14.4 Sustainable forestry and agricultural production and effect on aquatic ecology.....	83
15 Maidontuotanto.....	84
15.1 Effect of potato by-product on production responses of dairy cows (Perunakuorimon sivuvirta soveltuu lypsylehmien rehuksi).....	84
15.2 Evaluating the effect of inoculum collection site from dairy cows and processing methods on <i>in vitro</i> diet digestion.....	85
15.3 Hindgut acidosis in early lactating dairy cows: effects of postruminal starch infusion on milk yield, energy and nitrogen balance, and intestinal permeability.....	86
15.4 Ennen vieroitusta vasikalle annostellun pötsinesteen vaikutukset pötsimikrobiston toimintaan ja ensikoiden maitotuotokseen.....	87
16 Kestävä maatalous 1.....	88
16.1 Rakennekalkituksen mahdollisuudet.....	88
16.2 Sään ääri-ilmiöiden aiheuttama stressi näkyy timotein ja nurminadan rehuarvoissa ja kivennäispitoisuuksissa.....	89
16.3 Säätekijöiden vaikutus viljojen ja herneen kylvösiemenen itävyyteen.....	90
17 Kestävä maatalous 2.....	91
17.1 Intercropping supports stable pollination.....	91
17.2 Insektisidiruiskutusten vaikutuksista pölyttäjiin ja vesieliöihin.....	92
17.3 Peltojen maankäytön tehostaminen: viljelyoloiltaan epäedullisten peltojen metsittämisen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen.....	93
17.4 Viljelyjärjestelmän ja ilmastollisten tekijöiden vaikutukset eurooppalaisten vehnäpeltojen sieniyhteisöihin.....	94
18 Tutkimus, neuvonta ja käytäntö.....	95
18.1 Tutkimuksen ja neuvonnan uusia ratkaisuja tilojen kannattavuuden parantamiseen.....	95
18.2 Kuinka soveltaa tiedettä käytäntöön? Soveltamisen hienoudet ja haasteet tuotekohtaisen hiilijalanjäljen arvioinnissa.....	96
18.3 Kokemuspohjaista puhetta maatilakokeista.....	97
18.4 Tuplaruutu-koetoimintamalli tilakokeisiin.....	98
19 Tulevaisuuden maatalouspolitiikka.....	99
19.1 CAP-uudistus ja maataloustuotannon kehitysnäkymät Suomessa vuoteen 2027.....	99
19.2 Contingent allocation of agri-food budget: comparison of farmer and non-farmer preferences.....	100
19.3 Kuinka maatalouden riskejä tulisi hallita: viljelijöiden ja muiden kansalaisten näkemykset.....	101
19.4 Future images of agriculture and legitimate agricultural policy: a citizen-farmer discrepancy?.....	102
20 Yksimahaisten hyvinvointi.....	103

20.1 Sikavan tuotantotapa edistää eläinten terveyttä ja hyvinvointia.....	103
20.2 Broilereiden jalkapohjaterveys hyvinvoinnin mittarina.....	104
20.3.a Tiedon voimalla vapaaporsitukseen – Tulevaisuuden vapaaporsitus Suomessa.....	105
20.3.b Vapaaporsituksella parempaa hyvinvointia -hanke.....	106
21 Maissista rehuksvi suomeen?.....	107
21.1 Korjuuajankohdan, typpilannoituksen ja katekalvon käytön vaikutus maissisäilörehun satoon ja laatuun Etelä-Suomessa.....	107
21.2 Säilörehumaissin tuotannon ympäristövaikutukset.....	108
21.3 Effect of maize maturity and additive treatment on silage fermentation quality.....	109
21.4 Nurmisäilörehun osittainen korvaaminen maissisäilörehulla lypsylehmien ruokinnassa.....	110
22 Vaihtoehtoiset rehuvalkuaisen lähteet.....	111
22.1 Säilörehumehu lihasikojen rehuna.....	111
22.2 Kotimainen camelina on lypsylehmien metaanin tuotantoa vähentävä rasvan ja valkuaisen lähde	112
22.3 Prosessoitu härkäpapu rypsin korvaajana lypsylehmien ruokinnassa ja pötsisuojuattu metioniini sen täydentäjänä.....	113
22.4 Härkäpapusäilörehu nurmisäilörehun korvaajana lypsylehmien ruokinnassa.....	114
23 Kasvitaudit.....	115
23.1 Torajyvän esiintymistä edistävät tekijät.....	115
23.2 Uutta tietoa torajyvien ergotalkaloidipitoisuuksista.....	116
23.3 <i>Fusarium graminearum</i> molecular chemotypes in Finland, Norway and Russia and they differ in the infection of wheat and oat grains.....	117
23.4 Perunantuotannon virustilanne Suomessa.....	118
24 Maatalouden energiamurros.....	119
24.1 Vertikaalisen tuulivoiman mahdollisuudet maatilamittakaavassa.....	119
24.2 Maatalous Etelä-Pohjanmaan energiatiekartassa 2030.....	120
24.3 Energianhallintajärjestelmien mahdollisuudet tulevaisuuden älymaatilan näkökulmasta.....	121
25 Turvepeltojen ilmastopäästöjen hallinta.....	122
25.1 Action oriented knowledge for the Finnish food system to sustainably manage organic soils in agriculture.....	122
25.2 Turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen alentaminen maajärjestelyin.....	123
25.3 Viljelyn siirtäminen turvemailta kivennäismaille voi tuottaa kohtuuhintaisia kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä.....	124
25.4 Viljelijöiden näkemyksiä turvepeltojen kasvihuonekaasujen vähentämisestä.....	125

26 Älykäs nautakarjatila.....	126
26.1 Tulevaisuuden älymaatila tarvitsee toimivaa tiedonsiirtoa.....	126
26.2 Nurmen määrän ja laadun estimointi dronikaukokartoituksella.....	127
26.3 Kohti automaattista tutkimusnavetta.....	128
26.4 Kokemuksia ja tuloksia lämpötilan mittaussauvan käytöstä säilörehun laadun ennakoinnissa.....	129
27 Kotieläinten jalostus.....	130
27.1 Mihin maidot syksyllä häviävät? Tuotosseurantalehmien maitomäärien kuukausittaiset vaihtelut vuosina 2017–2019.....	130
27.2 Koiran jalostuksen ongelmat ja puuttumiskeinot.....	131
27.3 Monen rodun jalostusarvomallit suomalaiselle lihakarjalle.....	132
27.4 Valinnan tuloksen ennustaminen eläimen kasvun emävaikutuksen osuudelle.....	133
28 Tuotantoeläinten hyvinvointitekniologia.....	134
28.1 Lämpökuvantaminen sorkkasairauksien havainnoinnissa.....	134
28.2 Lämpökuvantaminen ja lypsylehmän hypokalsemia.....	135
28.3 Sensors for pigs and dairy cattle welfare assessment – usefulness of commercially available technologies.....	136
29 Tuotantoeläinten hyvinvointi ja elintarvikemarkkinat.....	137
29.1 Barriers and levers of enhancing animal welfare in organic and low-input outdoor production: Insights from a supply chain survey.....	137
29.2 Consumer expectations on animal welfare in organic and low-input outdoor production: Insights from a consumer survey.....	138
29.3 Consumer Perceptions of precision livestock farming technologies in Finland, Spain and the Netherlands.....	139
29.4 Eläinten hyvinvointimerkinnän konseptointi Suomen ruokamarkkinoille.....	140
30 Luomutuotanto pelloilta pöytään 1.....	141
30.1 Shifting towards more organic cereal production: estimation of expected GHG emissions in Southeast Finland and South Savo using EX-ACT.....	141
30.2 Soil organic carbon and nitrate leaching loss in organic and conventional farming systems for the current and near future climate.....	142
30.3 Miten pohjoisen luomutuotannon ympäristökestävyyttä tulisi arvioida?.....	143
30.4 Motivoiko ilmastohuoli kuluttajia luomuruokaostoksille?.....	144
31 Luomutuotanto pelloilta pöytään 2.....	145



31.1 Luomunurmissa palkokasvit ovat välttämättömiä.....	145
31.2 Kierrätyslannoitteet toimivat luomuvehnan viljelyssä.....	146
31.3 Hautomokuori on uusi luomuviljelyyn soveltuva maanparannusaine.....	147
31.4 Luomukoetoinnalla parempia satoja ja päästösäästöjä.....	148
32 Verkkopedagogiikka maatalousalalla.....	149
32.1 Virtuaalinen navetta- ja sikalavierailu kotieläintieteen verkko-opetuksessa.....	149
32.2 Navettalivekonsepti vuorovaikutteisena oppimistapana.....	150
32.3 Mikrokurssit jatkuvan oppimisen välineenä.....	151
33 Palkokasvien tuotanto, käyttö ja kulutus.....	152
33.1 Policies and pathways to increase legume production and consumption in Finland: a backcasting exercise.....	152
33.2 Palkokasvibiomassojen potentiaali proteiinijakeen tuottamisessa.....	153
33.3 Onko palkokasvituotannossa potentiaalia? – tuottajien ja kuluttajien näkemysten vertailua.....	154
33.4 Härkäpupupiilokas - hankalasti hallittava uusi härkäpavun tuhoeläin Suomessa.....	155
34 Kestävä ja ilmastoviisas maatalous.....	156
34.1 Sekaviljelystä kestävyyttä ruuan tuotantoon.....	156
34.2 Comparison of long-time carbon sequestration in Notill vs. Inversion tillage.....	157
34.3 Fosforilannoituksen merkitys sokerijuurikkaalla.....	158
34.4 Syksyllä maahan lisätyn kuitulietteen ja ravinnekuidun vaikutus nitraatin huuhtoutumiseen.....	159
35 Kehittyvä hevoselinkeino.....	160
35.1 Tutkimus työläinsäädännön toteutumisesta hevosalalla.....	160
35.2 Hevosyritysten tuottavuuden, kannattavuuden ja työhyvinvoinnin kehittäminen.....	161
35.3 Ammattiravivalmentajat Suomessa.....	162
35.4 Turvetta korvaavien kuivikemateriaalien hiilijalanjälki.....	163
Posterit.....	164
1 Talous, politiikka ja ruokajärjestelmät.....	165
1-1 Luomuun siirtymisen kannattavuus kasvinviljelytilalla.....	165
1-2 Maitotilayrityksen kehittäminen sopimustuotannossa.....	166
1-3 Tukialueen ja suuren jalostuslaitoksen vaikutus tuotannon lopettamiseen ja tuotantosuunnan vaihtamiseen suomalaisilla tiloilla.....	167

1-4 Liha-alan murrosaika 1985–1991 ja TLK:n hajoaminen - Miksi ei toisen asteen lihaosuuskunta menestynyt?.....	168
1-5 Sukupolvenvaihdoksen talousvaikutukset.....	169
1-6 Yhteistyöllä yritysosaamista kehittämässä.....	170
1-7 Kumppanuusmaatalous monipuolistaa ruoantuotantoa ja -jakelua.....	171
1-8 Elintarvikemarkkinoiden tuontiriippuvuus Suomessa.....	172
1-9 Mitä, miten ja miksi Suomi tuottaa vuonna 2040? – Visio Suomen ruokajärjestelmän tulevaisuudesta.....	173
1-10 Partial substitution of red or processed meat with legumes, vegetables, fruits or cereals and the risk of type 2 diabetes.....	174
1-11 Partial replacement of red and processed meat with legumes – changes in macronutrient and fibre intake and achievement of nutrition recommendations on the population level.....	175
1-12 Development of the index based on the EAT-Lancet Planetary Health Diet for Finnish food culture.....	176
1-13 Kuluttajatutkimus suhtautumisesta ruoan hiilijalanjälkeen Hiilijalanjälkilaskuri broileritiloille - hankkeessa.....	177
1-14 Tilatason hiilijalanjälkilaskurin kehittäminen broilerituotantoon.....	178
1-15 Työvoima ja sen johtaminen maa- ja puutarhatiloilla.....	179
1-16 Synergiakartta maatalousteknologian tutkimukseen ja koulutukseen.....	180
1-17 Maatalouden työturvallisuuskulttuuri Suomessa.....	181
1-18 Maa- ja metsätilojen työturvallisuuden kehittäminen (Matuke-hanke).....	182
1-19 Holistinen riskienhallinta luonnonvara-aloilla.....	183
1-20 Maatilojen paloriskit.....	184
1-21 Tuottajien välisen yhteistyön hyödyt ja mahdollisuudet viljanviljelyssä.....	185
1-22 Tutkimuksesta käytäntöön – maitotilayrityksen kokonaisvaltainen johtaminen.....	186
1-23 Maatilayrittäjien strategiset kehittämissuunnitelmat vuoteen 2027.....	187
1-24 Toimivat konseptit ja työkalut uuden tutkimustiedon jalkauttamisessa maatilayritysten johtamiseen.....	188
1-25 Puutarhatuotannon työllistävyyskehitys.....	189
2 Ympäristö, maaperä ja ravinteet.....	190
2-1 LIFE Carbon Farming Scheme -hanke kehittää kannustimia hiilensidontaan Euroopan maa- ja metsätaloudessa.....	190
2-2 EJP SOIL -ohjelma edistää Euroopan laajuista maaperätutkimusta.....	191

2-3 Bioeväät -hankkeella parannusta maan kasvukuntoon ja vesitalouteen.....	192
2-4 Mitigating N <sub>2</sub> O emissions from cultivated acid sulfate soil by improved pH management.....	193
2-5 Härkäpapu ja herne kasvinvuorotuksessa - vaikutukset satovakioituihin N <sub>2</sub> O-päästöihin hietasavimaalla.....	194
2-6 Cover crops and trade-offs between soil carbon sequestration and greenhouse gas emissions, and N leaching losses.....	195
2-7 Viljelymenetelmien vaikutus eloperäisten maatalousmaiden kasvihuonekaasu-päästöihin: vertailussa kosteikkoviljely nurmi, yksivuotiset viljat suorakylvöllä, kynnöllä ja kerääjäkasvilla.....	196
2-8 Response of a clay soil to ten years of no-till management – erosion, SOC and soil properties.....	197
2-9 Greenhouse gas exchange in a grassland ecosystem in eastern Finland.....	198
2-10 Peltomaan prosessit hiilensidontatoimien kohdentamisen pohjana (HiiletIn).....	199
2-11 Biovalse – peltomaiden mikrobiomi ja hiilen pysyvyys suomalaisessa maatalousmaassa.....	200
2-12 Orgaanisten maiden ilmastopäästöjen hillintä nautakarjatiljoilla (OMAIHKA) –hanke.....	201
2-13 Rakennekalkki maatalouden ravinnepäästöjen vähentäjänä.....	202
2-14 Maanparannuskuitujen syyslevitys pidättää typpeä peltomaan mikrobistoon.....	203
2-15 Orgaanisten lannoitteiden ja täydennyslannoitettujen metsäteollisuuden kuitulietteiden vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen nurmen perustamisen yhteydessä.....	204
2-16 Maan fosforivarantojen ja lannoituksen tutkimiseen kehitettiin uusi tutkimusalusta – mihin lannoitefosfori maassa päättyy?.....	205
2-17 Turvepeltojen hiilipäästöt kuriin innovatiivisella vesienhallinnalla (VESIHIISI) - Hanke-esittely.....	206
2-18 Maatalousmaiden turvetieto.....	207
2-19 Vähempipäästöiset nurmikierrot turvepelloilla (VÄPÄ).....	208
2-20 Turvemaiden eri maankäyttömuotojen ympäristövaikutukset.....	209
2-21 Maa- ja metsätalouden turvemaiden vesitalouden yhteishallinta.....	210
2-22 Maaningan uudistettu huuhtoumamittauskenttä vahvistaa maatalouden vesitutkimusta.....	211
2-23 Peltoalueen valunnan ja fosforin huuhtoumisen mallintaminen Gårdskullan kartanon tutkimusalueella ICECREAM-mallilla.....	212
2-24 Case study: Building a probabilistic soil water model during a crop field subirrigation experiment..	213
2-25 Kosteikkoviljelyä edistetään viljelijöiden ehdoilla.....	214
2-26 Kosteikkoviljelyllä pienempiin ilmastopäästöihin turvepelloilla – alustavia tuloksia.....	215
2-27 Vesistövaikutukset työpaketti.....	216
2-28 Peltomaiden kasvinsuojeluainejäämät Suomessa – PesResValse.....	217

2-29 Mikromuovit maatalousmaassa – Maatalousmuovien käyttäjien kokemuksia ja arvio maatalouden muovivirroista.....	218
2-30 Mikromuovien vaikutus maaperässä – tarkastelussa perinteinen ja biohajoava muovi.....	219
3 Teknologia, energia ja data.....	220
3-1 Towards smart solutions for remote farming, forestry and rural areas.....	220
3-2 Creating the Tarvaala Smart Farm Living Lab concept.....	221
3-3 Chasing the taste of tomato: implementing instruments and methods of data-steered production in the Digitomkku EIP project (Österbottens Svenska Producentförbund).....	222
3-4 Increasing the positioning accuracy of agricultural and forest vehicles by a movable RTK-station.....	223
3-5 Field mapping and virtualization.....	224
3-6 Weed detection using data fusion and deep learning.....	225
3-7 Field parcel zoning using multi-year remote sensing images for identifying field inspection sites.....	226
3-8 Maissikasvuston ominaisuuksien määrittäminen ilmakuvien avulla.....	227
3-9 Ohrien paikantaminen dronilla gluteeniton kauraviljelyksillä.....	228
3-10 Drone-tutkimus nurmituotannon kehityksen tukena.....	229
3-11 Proximal soil sensing for assessing soil spatial heterogeneity in Southern Finland.....	230
3-12 Monitoring and tracking of the fields in organic production.....	231
3-13 Utilizing real-time mobility measurement of agricultural tractors.....	232
3-14 Konsepti tunnistejärjestelmästä viljatilan sisäiseen jäljitettävyyteen.....	233
3-15 Digimaatalous.fi – Maatalouden uusien teknologioiden esittelysivusto.....	234
3-16 Lypsy- ja lihakarjan terveystietoa keräävät tietokannat Ruotsissa, Saksassa, Suomessa ja Virossa – yhtäläisyyksiä, eroja ja kehitysmahdollisuuksia.....	235
3-17 Sähköntuotannon ja -kulutuksen yhteensovittaminen sikalassa – case study.....	236
3-18 Hygrothermal properties of bio-based insulation materials for building industry.....	237
3-19 Ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuslaki ja sen vaikutus biokaasuntuotannossa.....	238
3-20 Hajautettu biokaasuntuotanto tukemaan liikenteen siirtymää fossiilisesta uusiutuvaan.....	239
3-21 Taipuvapohjainen leikkuupöytä ja erityyppiset laonnostimet herneen puinnissa.....	240
4 Kotieläimet.....	241
4-1 Umpilehmien kivennäisruokinta: kyselytutkimus maidontuottajille.....	241
4-2 Herne rypsin korvaajana lypsylehmien karkearehuvaltaisessa ruokinnassa.....	242

4-3 Tuoresäilötty ohra kasvavien sonnien seosrehuruokinnassa.....	243
4-4 Propionihappopitoinen säilöntäaine hidastaa vastapuidun viljan lämpenemistä.....	244
4-5 Lyhyellä kasvuajalla korjatun nurmen jälkisadon maidontuotantovaikutus.....	245
4-6 Terästysrehu - aikaisin korjattu ensimmäinen sato vastapoikineiden energiataseen ylläpitäjänä.....	246
4-7 Lajikkeen, korjuuajan ja katekalvon vaikutus säilörehumaissin satoon Pohjois-Savossa.....	247
4-8 Orgaaniset hapot parantavat kuivahkon murskeviljan säilönnällistä laatua.....	248
4-9 Murskeviljan kosteuspitoisuus ja säilöntäaineet vaikuttavat säilönnälliseen laatuun.....	249
4-10 Säilörehun laatuun vaikuttavat monet tekijät.....	250
4-11 Oljen irtosäilöntä.....	251
4-12 Murskesäilötyn viljan säilönnällinen ja mikrobiologinen laatu tilänäytteissä.....	252
4-13 Ruokohelpi kasvavien lihanautojen kuivikemateriaalina.....	253
4-14 Kuivikemateriaaleja vertailussa kasvavilla lihanautoilla.....	254
4-15 Turvetta korvaavien kuivikemateriaalien vertailu broilereilla.....	255
4-16 Kuiviketurpeen korvaajat broilerituotannossa.....	256
4-17 Esiselvitys kuitupuristeen kuivikeominaisuuksista.....	257
4-18 Kuiviketurpeen vaihtoehtoja hevosella.....	258
4-19 Turvetta korvaavien kuivikkeiden tyypin käyttökelpoisuus astiakokeessa.....	259
4-20 Umpikauden pituuden vaikutus lypsylehmien maitotuotokseen ja hyvinvointiin.....	260
4-21 Farmer views about cattle grazing in Finland.....	261
4-22 Lämpökuvantaminen: utaretulehdus vaikuttaa vain vähän lypsylehmien utareen pintalämpötilaan.....	262
4-23 Lämpökuvaus sorkkaterveyden ja poikimahalvausten havainnoinnissa.....	263
4-24 SenseHub-anturilla mitatun lypsylehmiensyöntiajan validointi.....	264
4-25 Karitsoiden neljän kuukauden arvosteluiden ja teurastulosten muutokset vuosina 2010–2020.....	265
4-26 Maito-liharoturisteytyksien tiineyden pituuteen vaikuttavat tekijät.....	266
4-27 Hyönteiset lemmikkieläinten ja kotieläinten rehuna.....	267
5 Kasvintuotanto.....	268
5-1 Maan mikrobiyhteisöt porkkanapelloilla.....	268
5-2 Vihannesten fosforilannoitustarve odotettua pienempi.....	269
5-3 Viljakasvien tyypin lisälannoitustarpeen selvittäminen lehtivihreämittauksella.....	270

5-4 Kaliumilla turvemaat tuottamaan – kestävyttä tasapainoisella kasvinravitsemuksella.....	271
5-5 Uudistavat viljelymenetelmät luomutuotannossa.....	272
5-6 Effects of mixed pulp mill sludges on crop yields and quality.....	273
5-7 Metsäteollisuuden kuitulietteiden peltoviljelykäyttö karkeilla kivennäismailla.....	274
5-8 Jätteet ja tähteet käyttökelpoisiksi luomulannoitteiksi – Kasimir -hanke.....	275
5-9 Vesiruton hyödyntäminen peltoviljelyssä.....	276
5-10 The use of Bioraiser as a fertilizer and soil water retention capacity improver on field.....	277
5-11 The use of the Bioraiser -growing medium in potting mixtures, and with greenhouse peat.....	278
5-12 Ammoniakkiliuos ja hapotettu ammoniakkiliuos typpilannoitteena.....	279
5-13 Kuitulietettä ja ravinnekuitua peltoon ravinteiden välittäjäksi syksystä seuraavalle kasvukaudelle.....	280
5-14 Typpi-inhibiittori naudanlietteessä – koetuloksia kuivissa kasvuoloissa.....	281
5-15 Matala sängenkorkeus alensi kasvukauden kokonaissatoa laidundemossa.....	282
5-16 Kaupallisten nurmiseosten sadontuotto ja rehuarvo erilaisilla viljelystrategioilla.....	283
5-17 Nurmipalkokasvilajien vaikutus säilörehunurmien viljelyvarmuuteen kahden tai kolmen korjuun strategiasa.....	284
5-18 Hukka-hanke - Herneen, härkäpavun ja makealupiinin tuotanto ja uudet korjuumenetelmät.....	285
5-19 Nurmien täydennyskylvö ei näy aina sadossa.....	286
5-20 Remote sensing, crop growth models, and artificial intelligence assisted silage production.....	287
5-21 Kipsi, uhka vai mahdollisuus.....	288
5-22 Älykäs mekaaninen rikkakasvintorjunta sokerijuurikkaalla.....	289
5-23 Sokerijuurikkaan parhaat viljelykierrot -koulutushanke.....	290
5-24 Biologinen tuholistorjunta sokerijuurikkaalla.....	291
5-25 Kukkakaistat sokerijuurikkaan tuholaiden torjunnassa.....	292
5-26 Annual flower strips for supporting natural enemies and pollinators in vegetable production.....	293
5-27 Kukkia ja mehiläisiä – pölytyspalveluiden tuotteistaminen.....	294
5-28 Improved <i>Fusarium</i> management on cereals with new biocontrol concepts.....	295
5-29 Soijapavun kääpiökasvuviruksen (SbDV) ensihavainto Suomessa.....	296
5-30 Perunan kuorirokko kuriin.....	297
5-31 Perunan kuoppataudin syyt ja seuraukset.....	298
5-32 Perunateollisuuden sivuvirtojen kasvinterveysriskit.....	299

5-33 Kevätviljapeltojen rikkaäestys vähentää rikkakasvipainetta.....	300
5-34 Juolavehnan ja öljykasvien tuhoeläinten vaihtoehtoiset hallintamenetelmät -projekti.....	301
5-35 Microsatellites - a valuable tool in studying and conserving horticultural plant genetic resources.	302
5-36 Kotipelargonin vanhojen kantojen monimuotoisuus ja kasvien kulkureitit.....	303
5-37 Kryosäilytyksen hyödyntäminen perunaydinkokoelman toteutuksessa.....	304
5-38 Suomalaisen humalan viljelykokeet ovat alkaneet.....	305
5-39 Kasvivärien tuotanto uudistaa kasvinviljelyä.....	306
5-40 Management options for <i>Drosophila suzukii</i> in berry production.....	307
5-41 Kasvutunneli paransi pensasmustikka 'Arton' talvenkestävyyttä.....	308
5-42 Sadonkorjuun jälkeisen LED-valokäsittelyn vaikutus tomaatin laatuun.....	309
5-43 $\mu$ CT-kuvaus kauralajikkeiden 3D-kuvantamiseen ja mallintamiseen.....	310
5-44 Vertikaaliviljelystä uusi business maatalouteen.....	311
5-45 Tutkimuksesta liiketoimintaa – Korkeiden tuotantokasvien vertikaaliviljelyn konsepti.....	312
5-46 Vertikaalipilotti tuottaa tietoa tuotantomittakaavan kerrosviljelystä.....	313
5-47 Monimuotoisuutta luomupeltoon maataisviljoilla.....	314
5-48 Creation of conditions that promote efficient organic potato production.....	315
6 Opetus ja tiedottaminen.....	316
6-1 Ilmastonmuutoksen koordinaatiohanke tukee maatalouden ilmastotyötä.....	316
6-2 Tulevaisuuden ilmastoviisas maataloustuotanto Etelä-Pohjanmaalla.....	317
6-3 Maatilojen hiilikartoitus.....	318
6-4 Turvepelto-opas opastaa käytännönläheisesti ilmastotoimiin.....	319
6-5 Tukea ravinnekierätyksen ja biokaasun tuotannon innovaatioihin.....	320
6-6 Vertaisoppiminen ja demonstraatiot maatalouden innovaatioiden edistäjänä – NEFERTITI H2020...321	
6-7 EIP-ryhmät maaseudun kehittäjinä -esimerkkihankkeena "Tuorehakekonsepti maatilamittakaavassa".....	322
6-8 Maitotilayrittäjät verkostoituvat ja hakevat tietoa kansainvälisesti.....	323
6-9 Oppimisen iloa kosteikolla: kosteikkokohteen havainnointi ja oppimateriaalin suunnittelu lapsille..324	

# Esitelmät



## 1 IMPROVING SOIL HEALTH AND MITIGATING CLIMATE CHANGE: SOIL IMPROVING CROPPING SYSTEMS AND VERIFICATION OF SOIL CARBON SEQUESTRATION IN FINLAND AND SWEDEN

### **1.1 How to verify soil carbon - reflections from the Svensk Kolinlagring pilot program 2020-2022**

**Gusten Brodin**

Svensk Kolinlagring

#### **ABSTRACT**

The Svensk Kolinlagring initiative, started in 2018, gathers several stakeholders from the food industry, academia, private companies and NGOs and of course, farmers, around the mutual goal of promoting soil carbon sequestration in agricultural soils in Sweden. Through the pilot program, different agricultural management methods are tried at real life farms while different methods for quantifying sequestered carbon are evaluated and developed together with researchers. Currently, 40 farmers and 11 development partners participate in the three-year pilot program, covering 2020–2022. The goal with the pilot is to launch a platform, connecting the food industry, farmers and researchers and providing verified carbon sequestration. In this presentation, Gusten Brodin will talk about key findings of the project so far, regarding issues that needs to be solved in order to build a stable and effective quantification model for carbon sequestration in agricultural land.

## **1.2 Carbon Action verification method for carbon sequestration**

**Jari Liski**

FMI

### 1.3 Sequestering carbon into mineral agricultural soils – importance and processes

**Helena Soinne**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **ABSTRACT**

In mineral soils, organic matter is highly important in supporting soil functions like aggregation, nitrogen mineralization, and water and nutrient retention. The relative importance of organic matter in supporting these functions may vary depending on soil texture and the quality of organic matter. The role of organic matter in cation binding and thus in retention of plant nutrients is higher in coarser soils than in soils with higher clay content, where a large share of the cation binding capacity originates from the negatively charged clay-sized particles and the share of organic matter in providing binding sites for cations is smaller. On the other hand, in clay soils, organic matter is crucial in stabilization of aggregate structure and in reducing dispersion of clay-sized particles and erosion. For clay soils, the higher the clay content, the more organic carbon is needed to produce reasonable yields and to ensure efficient use of nutrients. Advancing sequestration of organic carbon in mineral agricultural soils serves the climate change mitigation and importantly, the resilience of cultivated soils in changing climate conditions.

**KEYWORDS:** organic matter, soil productivity, clay

## 1.4 How carbon farming impacts soil health?

**Tuomas Mattila**

SYKE

### **ABSTRACT**

Carbon farming involves changing agricultural practices to increase soil carbon stocks. As carbon cycling is a central process of soil health and ecosystem functioning, carbon farming is likely to influence soil health in multiple ways, but how does this play out in practice? On actual fields?

This presentation will look at the connection between soil health and soil carbon in two ways: in theory and in practice. The theoretical approach will look at published definitions of soil health and connections described in the literature. The practical approach will present the observed changes in soil health on 20 farms over three years, when the farms have pilot-tested different carbon farming practices (cover crops, intercrop leys, subsoiling, soil amendments and improved grazing).

We have been monitoring 20 carbon farming sites from the Carbon Action platform using a combination of soil analyses (nutrients, OM, microbial activity), on-site sensors (moisture, temperature), remote sensing (green cover), and annual soil quality and vegetation measurements. This gives an overall picture of the condition of the field and can be compared to published norms to identify anomalies ("soil health problems"). Repeated annually, we can monitor if the fields improve (i.e. lose soil health problems). Each site has a split-plot design, where one field has carbon farming practices and the other follows farming-as-usual. The difference in the field development over time represents the impact of carbon farming on soil health.

Based on the preliminary results, some carbon farming practices can have considerable effects on soil health, especially improved grazing. On the other hand, many of the soil health problems on the fields (compaction, drainage, etc.) are not directly related to carbon farming and are influenced only slightly. In some cases, the carbon farming practice may even result in deterioration of soil structure, if the causes behind structure loss are not managed. For example, reducing tillage on a poorly drained field will result in a compact soil structure.

Overall, carbon farming can be a tool in the toolbox for improving soil health and productivity. However, soil improvement should start with an overview of the actual soil condition, identification of soil health problems and their causes. This would better ensure that the management actions match the problems that are addressed.

## 1.5 Practices in the field; regenerative carbon farming in Finland as part of Carbon Action Project

Eliisa Malin

BSAG

### ABSTRACT

#### Regenerative agriculture and carbon farming

Regenerative agriculture, carbon farming and the management of soil health can be summarized in three principles: 1) the maximization of photosynthesis by plants and 2) the activity of the micro-organisms in soil, and 3) the minimization of mechanical and chemical disturbance of soil. In addition, regenerative agriculture considers the well-being of the farmer, community and animals, energy use, the biodiversity of the environment and the economics of production. Regenerative agriculture is not a set of individual cultivation practices but a holistic production system. In carbon farming, the objective is to sequester carbon dioxide from the air in the form of organic carbon to soil and thus to grow the carbon storage of soil.

#### The Carbon Action platform

Carbon Action is a project introduced in 2017 by Baltic Sea Action Group (BSAG), with initial funding from Sitra. The Finnish Meteorological Institute is responsible for the research cooperation. BSAG bears overall responsibility in the pilot and coordinates cooperation with businesses and farmers. The Carbon Action platform involves researchers from various research institutions and universities, more than a hundred Finnish farmers, several funders, projects, and corporate partners.

#### Change happens only with co-operation

Regenerative farming provides tools to improve soil health. In best case, the field produces better yields and is becomes more resilient against changing climate conditions. Regenerative methods increase soil carbon sequestration and nutrient cycling and so fight the climate change. We want to help farmers make their work more profitable, interesting and valued.

Carbon Action works together with the farmers and supports them in the transition towards regenerative agriculture. Change is not easy, and it is important to face new farming methods as a heterogenic group of farmers, advisors, and researchers. In Carbon Action the aim is to make the change as interesting and safe as possible. Here we need the co-operation between actors to be reliable and supporting.

#### Description of the cultivation practices in regenerative carbon farming

- Plant cover as catch crops, cover crops and under sown crops.
- Deep-rooted crops, mixed intercropping
- Sufficiently high cutting height of grasses and rotational grazing
- Sufficient and balanced fertilization
- Use of organic fertilizers and organic soil amendments, minimal use of industrial artificial fertilizers
- Integrated pest management (IPM)
- Minimum tilling, direct seeding, and sub-soiling to break up compacted soil
- Avoiding autumn ploughing
- Correcting problems in the water economy of the field
- Functioning surface and field drainage
- Surface shaping and prevention of erosion

**KEYWORDS:** carbon farming, regenerative farming, carbon sequestration, carbon action

## **1.6 Nudging farmers to climate friendly choices: possibilities and constraints**

**Olli-Pekka Ruuskanen**

Pellervo Economic Research, University of Vaasa

### **ABSTRACT**

Behavioral nudges have become a possible alternative policy instrument to taxes and regulation. Recently nudges have also been studied in the context of climate change. A climate nudge can be defined as any intentional modification of the choice architecture that aims to alter citizen behaviour towards climate-friendly actions while maintaining their earlier alternatives. This paper presents the latest theoretical developments in regard to feasibility and limits of nudges. It also reviews how successful has various climate nudges been and what are the main constraints to be tackled when constructing nudges that have been targeted to farming practices.

## 2 SUOMALAINEN RUOKATURVA

### **2.1 Long term review of food security in Finland**

**Noora Kovalainen, Jyrki Niemi**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **ABSTRACT**

The study reviews the history of food security as well as general security of supply policies in Finland from the 1600s onwards, focusing on the period since independence in 1917. The historic roots of food security in Finland are in Crown magazines and later parish granaries which were used to store grains and ideally could have and locally did protect the surrounding community against annual fluctuations in yields. However, Finland's location at the northern edge of the boreal zone has throughout the years created a disadvantage in plant cultivation and consecutive years of crop failure resulted in severe famines in the 1690s and the 1860s. The two world wars also caused food insecurity in Finland mainly as a result of decreasing opportunities to import foodstuffs due to trade embargoes. After the wars Finland has increasingly created institutions to ensure security of supply by stockpiling as well as improving general crisis preparedness which has included food security as a key component. Finnish agricultural policy has also been an important aspect in supporting and increasing self-sufficiency in food production. Society's understanding of food security and attitudes towards the states' role in ensuring food security has changed. In the Great Famine of the 1860s still people did not expect the state to act which is evident from the fact that while the famine caused attacks on private property, there were essentially no attacks on the government. Furthermore, the government and the church believed that people should work to earn their bread even in a crisis such as a famine or during the Depression of the 1930s. As Finland developed quickly after the WWII and with the rise of the Nordic welfare state people believed that the government would take care of its population's basic needs at all times. Thus, the charitable food aid institutions that were established in the 1990s and became normalised since then, have raised concerns about how the contemporary Finnish society is able to provide food security to its most vulnerable population in everyday circumstances. All in all, Finnish food security can be seen to have developed massively under the years and in the most recent evaluation by Economist Intelligence Unit (2020), Finland was found to have the highest level of food security in the world. Through legislation, policy efforts and the work of National Emergency Supply Agency (NESA) and its predecessors, Finland is constantly improving its crisis preparedness through planning, stockpiling and running drills. A key component of NESA's work has been to cooperate and coordinate crisis preparedness together with the private sector.

**KEYWORDS:** food security, Finland, crisis preparedness, famine

## 2.2 Suomalaisen ruokajärjestelmän pitkän aikavälin transiitodynamiikka

Irene Kuhmonen<sup>1</sup>, Tuomas Kuhmonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jyväskylän yliopiston Kauppakorkeakoulu

<sup>2</sup>Turun yliopisto, Tulevaisuuden tutkimuskeskus

### TIIVISTELMÄ

Ruokajärjestelmän lukuisten kestävyysaasteiden ratkaiseminen edellyttää systeemistä, eri järjestelmätasot läpäisevää muutosta. Tällaisen muutoksen myötä ruokajärjestelmä siirtyy uuteen tasapainotilaan, ja kiinnittyy nykyisestä poikkeaviin attraktoripisteisiin. Tässä tutkimuksessa tavoitteenamme oli Suomen ruokajärjestelmän historiaa tarkastelemalla tunnistaa menneitä tasapainotilan muutoksia, ja sitä kautta ymmärtää paremmin nyt käynnissä olevia systeemiä muutosprosesseja. Hyödynsimme tutkimuksessa resilienssiteoriaan kytkeytyvää adaptiivisen uusiutumisen kehän käsitettä (adaptive renewal cycle), jonka avulla kuvasimme muutoksen syklistä ja radikaalien ja vähittäisten muutosjaksojen vaihtelua. Analysoimme laadullisesti monipuolista, ruokajärjestelmän kehitystä kuvaavaa historiallista kirjallisuutta. Tunnistimme 1300-luvulta lähtien kuusi valtaregiimiä: laajentumisregiimin (1334–1721), edistysregiimin (1722–1868), karjatalousregiimin (1869–1918), esimodernin regiimin (1919–1944), modernisaatioregiimin (1945–1994) sekä globalisaatioregiimin (1995 eteenpäin). Kukin regiimi kiinnittyy toisistaan poikkeaviin attraktoreihin, jotka toisaalta alussa luovat kosolti uusia mahdollisuuksia järjestelmän toimijoille, toisaalta regiimin jäykistyessä kasvavan polkuriippuvuuden myötä samat attraktorit alkavat rajoittaa toimijoiden liikkumatilaa sekä luovat erilaisia kestävyysongelmia. Tällainen järjestelmä on haavoittuva ulkoisille shokeille, kuten äärimmäisille sääolosuhteille, taloudelliselle epävakaudesta tai sodille. Kun suuri ulkoinen paine yhdistyy järjestelmän sisäiseen jäykkyyteen, valtaregiimi purkautuu ja mahdollistaa radikaalin, systeemisen muutoksen. Tällaiset radikaalit, systeemiset muutokset ovat kuitenkin samalla tarkoittaneet resilienssin menetystä, mikä on tarkoittanut pahimmillaan laajamittaisia nälänhätiiä, lievimmillään leipäjonojen kasvamista. Nykyisen globalisaatioregiimin indikaattorit osoittavat merkittävää jäykkyyttä ja polkuriippuvuutta. Fossiilitaloudesta irtaantuminen tarkoittaa radikaalia järjestelmätason metabolista murrosta. Historiassa tällaiset murrokset ovat tapahtuneet kriisien saattamana. Tämän vuoksi olisi tärkeää toisaalta kiinnittää huomiota ruokajärjestelmän resilienssiin kriisin kohdatessa, ja toisaalta pohtia sitä, miltä ruokajärjestelmä voisi näyttää fossiilitalouden jälkeisessä maailmassa.

**AVAINSANAT:** ruokajärjestelmä, resilienssi, historia, transiitot, adaptiiviset uusiutumisen kehät



## 2.3 Maatalouden tuotantopanosten saatavuuden riskit

**Csaba Jansik, Marjo Keskitalo, Jarkko Leppälä, Olli Niskanen, Sini Perttilä, Marketta Rinne, Jyrki Niemi**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Vuoden 2019 aikana alkanut COVID-19-pandemia ja sen aiheuttama kriisitilanne nosti esiin huolen huoltovarmuudesta kansantalouden eri sektoreilla. Yksi strategisista hyödykkeistä on ruoka, jonka saatavuus nousi parrasvaloihin. Suomalainen maatalous kykenee normaalioloissa vastaamaan kotimaisten kuluttajien tarpeisiin hyvin. Suomi on täysin tai lähes omavarainen viljojen, lihan ja maidon tuotannossa, puutarhatuotteissa tilanne on vaihteleva, mutta öljy- ja valkuaiskasvien tuotanto on reilusti alijäämäinen. Omavaraisuus maataloustuotannossa ei ole kuitenkaan yksinään riittävä ruokaturvan mittari. Maatalouden tarvitsemia tuotantopanoksia tuodaan merkittäviä määriä Suomeen, joten tuotannon taso on riippuvainen tuontipanosten saatavuudesta. Tässä selvityksessä pureuduttiin seuraavien tuotantopanosten saatavuuteen: (1) kylvösiemenet, (2) väkilannoitteet, (3) kasvinsuojeluaineet, (4) koneet, laitteet ja varaosat, (5) kotieläintuotannon panokset kuten rehut ja muut tarvikkeet, sekä (6) energia. Elinkeinon toimijoiden ja sidosryhmien edustajien kanssa toteutettiin yli 50 syvähaastattelua, joiden tavoitteena oli selvittää edellä mainittujen tuoteryhmien tuontiriippuvuus, kotimainen ja kansainvälinen markkinatilanne, logistiikka ja varastointi, ja ennen kaikkea mahdollisten kriisien vaikutus näiden panosten saatavuuteen. Lisäksi tutkimuksessa kerättiin arvioita kunkin panoksen saatavuuskatkon tai viivästyksen vaikutuksista maataloustuotannon määrään ja laatuun. Konkreettisenä esimerkkinä tutkittiin COVID-19-pandemian vaikutuksia. Edellä listattujen tuotantopanosten lisäksi selvityksessä on käsitelty työvoiman merkitystä ja sen saatavuutta erityisesti ulkomaisen työvoiman näkökulmasta. COVID-19-pandemia vaikutti lyhytaikaisen sesonkityövoiman liikkuvuuteen aiheuttaen vaikeuksia etenkin puutarhatiloille ja marjapöimintää harjoittaville yrityksille. Tutkimustulosten mukaan maataloustuotanto on riippuvainen tuontipanoksista eri tavoin. Täydellisen ja pitkäaikaisen katkon riski on erittäin pieni, mutta yksittäisen panoksen pitkäkestoinen puute vaikuttaisi yksittäisten maataloustuotteiden tuotantoon merkittävästi. Vaikka COVID-19-pandemian aiheuttama kriisi ei ole suurestikaan vaikuttanut tuontituotantopanosten saatavuuteen, on se silti osoittanut, että huoltovarmuuden kehittäminen myös tuotantopanosten osalta on perusteltua. Tämä pitää sisällään sekä riskien vähentämisen keskeisten tuotantopanosten saatavuudessa että maatalouden viljelyjärjestelmien ja tuotantoteknologioiden kriisitilannevalmiuden kehittämisen. Koska valtaosa tuontipanosten tuonnista tulee meriteitse satamien kautta, Suomen on tuontinsa turvatakseen oltava aktiivisesti mukana myös monenkeskisessä kauppaa- ja kuljetuspoliittisessa yhteistyössä. Tuontipanosten saatavuus edellyttää hyvin toimivia kansainvälisiä kauppasuhteita ja hankintaketjuja.

**AVAINSANAT:** huoltovarmuus, tuontiaste, kriisi, resilienssi

## 2.4 The South Ostrobothnian model to establish food innovation systems

**Silvia Gaiani, Sami Kurki**

Ruralia-instituutti, Seinäjoki

### **ABSTRACT**

In recent times, South Ostrobothnia (SO), a predominantly rural, landlocked region located in the southwest of Finland, has been able to build its identity as Food Province of Finland and as the best Finnish business environment. In 2018, 34% of the local enterprises were engaged in agriculture, forestry, or fishing, contributing to 10,5 % of the whole country's increment value. In 2020, 20 % of the Finnish foodstuff industry was located in SO when measured by turnover. Statistics show that although the number of food businesses as proportion of population is high here, the regional companies are smaller than average, and the turnover of the local company structure is slight. Furthermore, the number of growing food companies, as a proportion of the local company structure, is low and the local company structure is not internationally oriented. So, has SO been able to affirm itself as an innovative region- despite a number of evident challenges - and how has the region earned its reputation? In our presentation we provide insights on the South Ostrobothnian peculiar food innovation model, which can be described as a combination among a closed innovation approach (as the innovation process takes place mostly within the companies and know-how, technology, processes and intellectual property remain under companies' control) a strength-based approach, which is grounded on the enhancement of individual, cultural, organizational and regional strengths, and efficient regional policies. Our suggestion is that the SO model can be adapted elsewhere so to unlock bottlenecks and foster food systems innovation for localized impact.

**KEYWORDS:** South Ostrobothnia, food companies, innovation, sustainable food systems

## 2.5 Muutosjoustava ruokajärjestelmä edellyttää hyviä aloitteita, kaikkien toimijoiden yhteistyötä ja toimintaympäristön, joka mahdollistaa vakautta

**Karoliina Rimhanen, Pasi Rikkonen, Kalle Aro, Jyrki Aakkula**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Nykyiset ruokajärjestelmät ovat alttiita monille häiriöille, joiden on ennustettu lisääntyvän tulevaisuudessa. Viimeisimpänä koronaepidemia on lisännyt ymmärrystä tarpeesta edistää ruokajärjestelmien resilienssiä eli muutosjoustavuutta, ruoan saatavuuden turvaamiseksi myös häiriötilanteissa. Tutkimuksessa lisättiin ymmärrystä erilaisten häiriöiden vaikutuksista ruokajärjestelmän toimintoihin ja tunnistettiin resilienssiä edistävät kriittiset tekijät ja toimet, joiden kautta kansallista ennakoitijärjestelmää voidaan kehittää. Aineisto kerättiin kolmivaiheisen Delphi-arviointiprosessin ensimmäisessä vaiheessa, muodostuen Suomen huoltovarmuusorganisaatioon kuuluvien asiantuntijoiden haastatteluista. Asiantuntijat pitivät tarttuvien eläintautien vaikutuksia ruokajärjestelmän toimintoihin hyvin merkittävinä ja laajoina. Afrikkalaisen sikaruton ja koronaepidemian kaltaiset häiriöt voisivat aiheuttaa jopa lihantuotannon ja viennin romahtamisen ja huomattavia taloudellisia menetyksiä järjestelmän kaikilla tasoilla. Ruoan saatavuusongelmien heijastuminen kuluttajille asti sekä kuluttajien luottamuksen romahtaminen korostuivat todennäköisinä seurauksina. Alkutuotantoon kohdistuvien sään ääri-ilmiöiden vaikutuksia pidettiin hyvin vakavina, heijastuen kotimaisen raaka-aineen saatavuusongelmiin teollisuudessa, yritysten vientiin ja lopulta kuluttajahintoihin. Ruokajärjestelmän toiminnot ovat hyvin riippuvaisia sähkön, tuontipanosten, tietoverkkojen ja -järjestelmien sekä tietyillä aloilla ulkomaisen työvoiman saatavuudesta. Näihin kohdistuvia häiriöitä pidettiin vakavina, koska niihin ei ole kansallista ohjausvaltaa. Tutkimuksessa tunnistettiin kolme toiminnan tasoa, joiden kautta resilienssiä voidaan edistää: 1) toimijatason hyvät aloitteet; 2) sosiaaliset verkostot, jotka voivat mahdollistaa tiedonkulun kautta tilannekuvan muodostumisen, uusien innovaatioiden syntyminen ja yhteiskehittämisen; 3) yhteiskunnan huoltovarmuustoiminta, joka mahdollistaa politiikan, verotuksen ja säädösten kautta kannustavan toimintaympäristön resilienssin kehittämiseksi. Keskittynyt ruokajärjestelmä lisää järjestelmän haavoittuvaisuutta, kytkeytyen taloudellisiin, ekologisiin ja sosiaalisiin kestävyysaasteisiin, jotka linkittyvät vahvasti resilienssiin. Tuotannon hajauttaminen voisi vähentää sään ääri-ilmiöiden vaikutusta ruoan saatavuudelle, edistää biodiversiteettiä, vähentää tuotannon ilmastovaikutuksia, rikastuttaa ruokakulttuuria ja lisätä maaseudun elinvoimaisuutta. Monimuotoisuuden, erityisesti nurmi- öljy- ja valkuaiskasvien viljelyalojen, lisääminen Etelä-Suomessa voisi parantaa maatalouden sopeutumiskykyä ja turvata kotimaisen raaka-aineen saatavuutta teollisuuden tarpeisiin. Kotimaisten uusiutuvien energiamuotojen tuotannon kasvattaminen esimerkiksi maatalojen biokaasulaitosten kautta lisäisi energiaomavaraisuutta, tehostaen ravinteiden kierrätystä, voisi vähentää päästöjä ja parantaa alkutuotannon taloudellista kannattavuutta.

**AVAINSANAT:** COVID-19, Delphi-menetelmä, syvähaastattelu, resilienssi eli muutosjoustavuus, ruokajärjestelmä, ruokaturva

## 2.6 Muutosjoustavan ruokajärjestelmän tekijät ja sitä edistävät toimet – Delfoi-menetelmään perustuva tulevaisuusarviointi ruokajärjestelmän kehittämistarpeista 2020-luvulla

Pasi Rikkonen, Kalle Aro, Karoliina Rimhanen, Jyrki Aakkula

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Globaalisti yhteiskuntia kurittava koronapandemia on avannut silmät myös ruokajärjestelmän haavoittuvuudelle ja sen kriisivalmiuden ja huoltovarmuuden varmistamiselle. Tässä tutkimuksessa analysoitiin ruokajärjestelmän resilienssin eli muutosjoustavuuden keskeisiä tekijöitä ja ennakkoinnin painopisteitä Delfoi-arviointiprosessin avulla. Delfoin ensimmäinen vaihe toteutettiin asiantuntijahaastatteluina ja jatkui kahdella online-kyselykierroksella marraskuun 2020 ja kesäkuun 2021 välisenä aikana. Delfoi-kyselyssä arvioitiin: 1) ruokajärjestelmään vaikuttavat häiriöt ja shokit toteutumisen todennäköisyyden ja nykyisen varautumistason suhteen 2) väittämäkysymyspatteristo ruokajärjestelmän resilienssin tekijöistä ja toimista sekä 3) ruokajärjestelmän toivottava ja todennäköinen tulevaisuuskehitys 2020-luvulla. Kyselyn väittämöosio analysoitiin klusterianalyysillä. Se on tilastollinen tekniikka, jolla tunnistetaan, kuinka vastaajat voidaan ryhmitellä yhteen niiden yhteisten ominaisuuksien eli tässä tutkimuksessa annettujen väittämiin liittyvien näkemysten perusteella. Väittämässä käytettiin Likert-asteikkoa. Aineiston perusanalyysi osoitti asiantuntijoiden olevan eniten yksimielisiä siitä, että valkuaiskasvien tuotantoalan kasvattaminen sekä kotimaisen uusiutuvan energiantuotannon lisääminen nykyisestä tasosta parantaisi resilienssiä. Lisäksi kasvivalikoimaa ja viljelykiertoja tulisi monipuolistaa alkutuotannon resilienssin edistämiseksi. Eniten eri mieltä oltiin siitä, että riippumattomuus tuontituotantopanoksista on tällä hetkellä riittävää resilienssin kannalta, tuotantopanosten tuontiriippuvuus ei vaaranna ruokaturvaa kriisitilanteissa ja että kaupan heikko taloudellinen kannattavuus estää varautumistoimien toteuttamista. Asiantuntijat arvioivat resilienssin kannalta tärkeäksi uusiutuvan energiantuotannon lisäämisen, riippumattomuuden tuontituotantopanoksista, toimijoiden välisen yhteistyön sekä resilienssin edistämistä aiheutuvien kustannusten jakautumisen tasaisesti ruokajärjestelmän toimijoiden välillä. Tulevaisuudelta toivottiin, että alkutuotannon kannattavuus paranisi, yrittäjä rakenne monimuotoistuisi luoden enemmän vaihtelua koon, tuotantosuunnan, erikoistumisen ja monialaisuuden osalta. Vastaavasti ruokajärjestelmän toimijoiden lukumäärän ja kotimaisen alkutuotannon volyymin toivottiin kasvavan. Tätä kehitystä ei kuitenkaan pidetty todennäköisenä. Todennäköisenä sen sijaan pidettiin, että markkinahintojen heilahtelut lisääntyvät, häiriöistä ja shokeista toipumiseen liittyvät kustannukset kasvavat, tuontiriippuvuus kasvaa, ulkomainen työvoima lisääntyy ja elintarvikkeiden tuonti kasvaa. Ravinteiden tehokasta kierrätystä pidettiin sekä toivottavana että todennäköisenä tulevaisuudessa. Tutkimus osallisti ruokajärjestelmän toimijoita pohtimaan nykyistä järjestelmää ja sen kehittämistarpeita tulevaisuuteen 2020-luvulla. Tuloksia voidaan hyödyntää ruokajärjestelmien kokonaiskestävyyden lisäämiseen tähtäävässä kehitystyössä.

**AVAINSANAT:** COVID-19, Delfoi-menetelmä, resilienssi eli muutosjoustavuus, ruokajärjestelmä, skenaariomenetelmät

### 3 HIILINEUTRAALI MAATALOUS 2035

#### **3.1 Viljelijöille tarjottavat sopimusmallit ympäristön tilan parantamisessa ja maaperän hiilensidonnan lisäämisessä**

**Emmi Haltia, Katri Hamunen, Oili Tarvainen, Jussi Leppänen, Mikko Kurttila, Esa-Jussi Viitala, Artti Juutinen**

Luonnonvarakeskus (Luke)

##### **TIIVISTELMÄ**

Maatalouden merkitys kasvaa Suomen vuoteen 2035 asetetuissa hiilineutraalisuustavoitteissa. CAP27-uudistuksessa ympäristö- ja ilmastotoimia lisätään I pilarin ekojärjestelmien ja II pilarin ympäristö- ja ilmastotoimien kautta. Yhteiseurooppalaisessa CONSOLE-hankkeessa on tavoitteena parantaa maa- ja metsätalouden ympäristö- ja ilmastohyödykkeiden tarjontaa vapaaehtoisia sopimusjärjestelmiä kehittämällä (CONtract SOLutions for Effective and lasting delivery of agri-environmental-climate public goods by EU agriculture and forestry). Tutkimuksessa arvioitiin yleisesti neljää erilaista sopimustyyppiä: 1) tulosperusteissa sopimuksessa viljelijälle maksetaan aikaan saaduista, mitattavissa olevista parannuksista ympäristön tilassa; 2) yhteistoimintasopimuksessa viljelijä liittyy viljelijöiden ryhmään, joka hakee yhdessä korvausta toimenpiteiden toteuttamisesta; 3) arvoketjusopimuksessa viljelijä sitoutuu alkutuottajana ympäristön tilan parannuksiin ja saa niistä korvauksen arvoketjussa, johon kuuluvat jatkojalostus, jälleenmyynti ja jakelu; 4) ympäristöehtoja sisältävässä maanvuokrasopimuksessa viljelijä vuokraa toiselta maanomistajalta peltoja ympäristön tilaa parantavien toimien vuoksi alemmalla vuokratasolla kuin muutoin vuokramarkkinat edellyttäisivät. Näiden neljän yleisesti tarkastellun sopimustyyppin lisäksi arvioitiin yksityiskohtaisesti tulosperusteista sopimusta hiilensidonnan keinona. Aineisto (n=409) kerättiin keväällä 2021 viljelijöille lähetetyllä sähköisellä lomakkeella. Vastausten edustavuutta tarkasteltiin keskeisten taustatekijöiden kuten maatilojen alueellisuuden, tuotantosunnan ja tilakoon suhteen. Vastaajilta kysyttiin näkemyksiä siitä, kuinka erilaisten sopimustyyppien ominaisuudet vaikuttivat halukkuuteen tehdä ympäristön tilan parantamiseen tähtääviä sopimuksia. Ominaisuuksia ja niiden haluttavuuteen vaikuttavia tekijöitä tarkastellaan monityyppisen aineiston faktorianalyysillä (Factor Analysis of Mixed Data, FAMD). Kyselyn toisessa osiossa keskityttiin viljelijöiden korvausvaatimukseen peltomaan hiilensitomiseen kannustavasta tulosperustaisesta sopimuksesta. Tarkastelussa käytettiin valintakoe (Choice Experiment, CE) menetelmää, jonka valintatilanteissa sopimus määriteltiin mm. sopimuksen kestolla, alkukorvauksen suuruudella ja tulosperustaisen korvauksen suuruudella. Kukin vastaaja valitsi itselleen mieluisimman vaihtoehdon kuudessa peräkkäisessä valintatilanteessa. Valintakoeaineiston analyysissä käytettiin latenttien luokkien mallia (Latent Class, LC), joka tunnistaa valintakoevastausten perusteella toisistaan eroavia vastaajaryhmiä. Vapaaehtoisten sopimusten vaikuttavuus perustuu maanviljelijöiden halukkuuteen solmia sopimuksia. Tulosten perusteella voidaan suunnitella erilaisia sopimusmalleja maatalouden ympäristö- ja ilmastotoimien edistämiseksi siten, että ne sopivat viljelijöiden tarpeisiin ja kokemuksiin sopimusten onnistumismahdollisuuksista.

**AVAINSANAT:** vapaaehtoinen sopimus, ympäristö- ja ilmastotoimet, korvaus

### 3.2 Plant roots in model-based studies of climate-smart agriculture

**Panu Korhonen, Taru Palosuo, Sanna Kykkänen**

Natural Resources Institute Finland (Luke)

#### **ABSTRACT**

Climate-Smart Agriculture (CSA) as a management concept challenges the agricultural research as it requires thorough understanding of various processes in agroecosystems. CSA combines climate change adaptation and mitigation with sustainable intensification of production. It places new demands on the use of crop simulation models (CSMs) that synthesise the latest understanding of genetic, environmental and management factors affecting the systems. CSA-related model applications require both reliable estimates of crop responses to changing conditions and accurate estimates of rising number of variables and processes with variable management options. CSMs should cover carbon, water and nutrient cycles and their interconnections with sufficient accuracy. Plant roots are essential elements of crops that largely determine their environmental responses. Root profile determines crop water and nutrient uptake, and roots are a key source of carbon input to soil. Root growth and other root-related processes are thus central elements of CSMs. Due to the obvious challenges in observing roots and other below-ground processes, the knowledge on how they respond to environment and management is still very limited compared to what is known about the responses of above-ground biomass. It is important to identify and acknowledge the key limitations in the root descriptions in CSMs, how they affect the reliability of results of CSA studies and what are the most efficient ways to improve the models in this respect. We gathered crop simulation models from international crop model reviews and model ensemble and intercomparison studies and reviewed altogether more than 60 CSMs for the approaches they apply for describing the root systems and factors affecting them. Models ranged from detailed, site-specific agroecosystem models to large-area vegetation models. Models were reviewed for the variables and factors affecting root growth, root mortality, rooting depth, assumptions on root density distributions, root exudates and root quality parameters. Our results showed a wide range of approaches for root descriptions, which varied from very simple assumptions to detailed descriptions of root systems. Among the studied variables root biomass and rooting depth were explicit model variables driven by the crop status and environmental variables in most of the CSMs, whereas root mortality, root carbon inputs to soil and management impacts on roots were described in varying detail. Increasing importance of diverse cropping systems with high plant diversity and intercropping as well as more frequent and severe weather events have brought new demands to cover root processes effectively. Overall, development of CSMs is limited by the lack of detailed and long-term empirical information on roots. Development in methods for studying roots, such as root-image analyses and DNA-based root quantification methods, are hoped to provide new insights and useful data in near future.

**KEYWORDS:** climate-smart agriculture, crop simulation models, plant roots

### 3.3 Sokerijuurikkaan viljelykierron vaikutus hiilensidontaan

Susanna Muurinen, Marja Palomäki, Sakari Malmilehto, Ruska Kaipainen

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus

#### TIIVISTELMÄ

Tyypillisiä haasteita sokerijuurikkaan viljelylle Suomessa ovat intensiivinen kasvukausi, alhainen maaperän pH ja pitkä monokulttuuritausta. Nämä tekijät rajoittavat sokerijuurikkaan satotasoa voimakkaasti. Vuonna 2010 Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus toteutti yhdessä Sucros Oy:n kanssa kyselytutkimuksen sokerijuurikkaan viljelijöille, jossa selvitettiin sen hetkistä viljelykiertoa juurikaslohkoilla. Kyselyyn vastasi kolmasosa silloisista juurikkaanviljelijöistä. He kertoivat viljelykiertoista sekä viljelyn pullonkauloista. Viljelykierto nousi tutkimuksen suurimmaksi huolenaiheeksi. Vuonna 2011 perustettiin viljelykiertokoe, jossa vertaillaan 14 erilaista sokerijuurikkaskiertoa. Keväällä 2021 käynnistyi Maa ja Metsätalous Ministeriön rahoittama Hiilensidontan maksimointi sokerijuurikkaspelloilla, HiMa-hanke. Hankkeen ensimmäisessä vaiheessa tehtiin laajempi kartoitus nykyisestä sokerijuurikkaan viljelykiertotilanteesta. Ruokavirastolta saatujen lohkotietojen perusteella kartoitettiin kaikkien vuoden 2020 sokerijuurikkaslohkojen viljelyhistoriaa kuuden edellisen vuoden ajalta. Tiedoista selvitettiin sokerijuurikkaan viljelyintensiteetti ja sokerijuurikkaan yleisimmät esikasvit kyseisillä lohkoilla. Lohkojen viljelyhistorian vaikutus satotasoihin voidaan myös arvioida tilatasolla, kun satotiedot yhdistetään aineistoon. Viljelykiertojen vaikutusta sokerijuurikkasadon stabiilisuuteen voitiin arvioida myös pitkäaikaisesta viljelykiertokokeesta vuosilta 2011–2021. Kevätviljojen vaikutus sokerijuurikkasadon stabiilisuuteen oli huomattavasti parempi monokulttuuriin verrattuna. Syysviljat sokerijuurikkaan esikasveina viljelykierrossa ovat yleistymässä. Hiilen sidontan kannalta niiden viljelyn yleistyminen myös sokerijuurikkaan korjuun jälkeisinä viljelykasveina olisi suotavaa. Talviaikainen kasvupitteisyys nostetuilla juurikaslohkoilla on kuitenkin suuri haaste, myöhäisen sadonkorjuun takia. Osana HiMa-hanketta sokerijuurikkaan korjuun jälkeen perustetaan syksyllä 2021 syysviljakaistoja hyödyntäen sokerijuurikkaan naattia peitteenä kylvetylle kasvustolle. Samalla testataan syysviljan esi-idätystä avuksi kasvuajan nopeuttamiseen ja talvehtimisen parantamiseen.

**AVAINSANAT:** sokerijuurikas, viljelykierto, sadon stabiilisuus, hiilensidonta

### 3.4 Pelto hiilinieluksi suorakylvöllä

#### Ari Koutonen

Suomen CA-viljelyn yhdistys ry

#### TIIVISTELMÄ

Pelto hiilinieluksi suorakylvöllä Suomen CA-viljelyn / suorakylvöyhdistyksellä FiCA:lla on ollut vuosina 2019–2020 suorakylvön tiedonvälityshanke, jonka aikana on mitattu maan hiilidioksidipäästöjä ja hiilinieluja eri viljelymenetelmillä erilaisilla maalajeilla. Pääpaino mittauksissa on ollut multa- ja turvemailla. Hanketta on rahoittanut Maa- ja vesitekniikan tuki ry. Mittaukset on tehty maanviljelijöiden pelloilta, jotka ovat olleet pitkäaikaisesti 15–20 vuotta suorakylvössä ja kynnettyiltä / äestetyiltä pelloilta ja kevytmuokatuilta pelloilta. Mittaukset on tehty Vaisala Carbocab GM70 mittarilla, erilaisilla läpinäkyvillä ja läpinäkymättömillä kammioilla. FiCA:n projektin mittaukset osoittavat, että peltomaiden hiilidioksidipäästöt johtuvat pääasiassa eri viljelymenetelmien päästöeroista kasvukauden ulkopuolella. Perinteinen kyntö ja muokauspohjainen viljely vapauttaa kasvien kesän aikana sitomaa hiilidioksidia maasta, ja ilman muokkausta tapahtuva CA-viljely / suorakylvö lisää ja varastoi hiiltä maassa. Kevytmuokaus on niiden välimuoto. Maan hiilidioksidin päästömäärät ovat kynnessä verrannollisia maan muokausvyvyydestä ja maan hiilipitoisuudesta. Kynnetystä multamaasta vapautui + 1000–3000 ppm ja kynnetystä turvemaasta 3000–5000 ppm. Kynnön jälkeisestä äestyksestä vapautui 300–1000 ppm hiilidioksidia. Suurimmat päästöt tulivat ensimmäisten tuntien aikana. Suorakylvössä olleesta sänkimaasta hiilidioksidipäästöt olivat hyvin pieniä: Sänkipellosta +30 multamaalla, – 100 ppm turvemaalla. Kevytmuokatusta maasta vapautuu +100–200 ppm. Turvepeltojen suuret päästöt voidaan välttää suorakylvöllä, jolloin ne voidaan pitää viljelykäytössä. FiCA projektin kirkaskammioilla tehdyissä kasvustomittauksissa jo lyhyt 15 cm korkea kasvusto sitoi yhteyttämisen avulla maasta tulevan hiilidioksidin ja lisäksi vielä sitoi päiväaikaan kammion ilmasta hiilidioksidia kasvuston korkeudesta riippuen – 100–200 ppm. Peltojen päästölaskelmissa on otettu huomioon vain päästöt, mutta nieluja ei ole huomioitu. Maataloudessa tulisi jatkossa ottaa huomioon kasvien yhteyttämisen avulla saadut hiilinielut päästöjä vähentävästi, kun peltoja viljellään ympärivuotisesti kasvipeitteisesti suorakylvöllä. Päästölaskelmissa tulisi huomioida, että eri viljelymenetelmät päästävät ja sitovat hiilidioksidia eri tavalla. FiCA projekti mittasi myös orgaanisen hiilen karttumista peltomaahan hehkutushäviömittauksella. Yli 20 vuotta suorakylvössä olleilla pelloilla orgaaninen aine oli lisääntynyt 1–1.5 % verrattuna viereisiin perinteisesti viljeltyihin peltoihin. Viljavuusanalyysissä maan multavuus oli parantunut multavasta runsasmultaiseksi. Maan viljelyvarmuus, kasvukunto ja satotaso olivat parantuneet merkittävästi. Maa pidättää vettä ja ravinteita paremmin paikoilleen, jolloin myös ravinnepäästöt vesistöihin pienenevät. Lisätietoa: [www.suorakylvo.fi](http://www.suorakylvo.fi)

**AVAINSANAT:** hiilinielu, hiilivarasto, kasvipeitteinen, suorakylvö



### 3.5 Orgaanisten lannoitteiden hiilisyöte ja lannoitusvaikutus nurmen perustamis- ja satovuosina

Maarit Termonen<sup>1</sup>, Arja Mustonen<sup>1</sup>, Katja Alhonoja<sup>2</sup>, Kirsi Järvenranta<sup>1</sup>, Mari Rätty<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Gasum Oy

#### TIIVISTELMÄ

Orgaanista voimaa peltoon ja parteen (OrVo) -hanke toteutti Luke Kuopio Maaningan toimipaikassa 2020–2021 ruutukokeen, jossa tutkittiin Gasum Oy:n orgaanisten lannoitteiden hiilisyötettä ja lannoitusvaikutusta verrattuna Luke Maaningan biokaasulaitoksen (ainoa syöte naudnan liete) käsittelyjäännökseen sekä mineraalityyppeen. Vuonna 2020 koekasvina oli puitu ohra, ja vuonna 2021 ohran alle perustettu timotei-nurminataseos, joka korjattiin kaksi kertaa kesän aikana. Keväällä 2020 ohran lannoitteina käytettiin Vehmaan konsentraattia (4.8 t ha<sup>-1</sup>; liukoinen tyyppi 104 kg ha<sup>-1</sup>) sekä Turun konsentraattia, johon levityksen helpottamiseksi sekoitettiin 15 % vettä (10.4 t ha<sup>-1</sup>; liuk. N noin 68 kg ha<sup>-1</sup>). Luken käsittelyjäännöstä levitettiin 36.4 t ha<sup>-1</sup> (liuk. N 69 kg ha<sup>-1</sup>). Mineraalityppeä ei lisätty. Keväällä 2021 nurmen ensimmäiselle sadolle käytettiin uudelleen Vehmaan konsentraattia (3.7 t ha<sup>-1</sup>; liuk. N 81 kg ha<sup>-1</sup>) sekä Luken käsittelyjäännöstä (36.8 t ha<sup>-1</sup>; liuk. N 81 kg ha<sup>-1</sup>), mutta Turun konsentraatti korvattiin Honkajoen käsittelyjäännöksellä (15.9 t ha<sup>-1</sup>; liuk. N 73 kg ha<sup>-1</sup>). Orgaanisten lannoitteiden tyyppi täydennettiin mineraalityypellä (30 kg N ha<sup>-1</sup>) ja toinen sato lannoitettiin mineraalilannoitteilla (80 kg N ha<sup>-1</sup>). Vuonna 2020 käsittelyjä verrattiin 80 kg N ha<sup>-1</sup> mineraalityypilannoitukseen ja vuonna 2021 mineraalityypilannoitukseen, joka sai 100 kg N kummallekin sadolle. Viljasato (15 % kosteus) oli orgaanisilla lannoitteilla 3420–4470 kg ha<sup>-1</sup> ja mineraalityypellä 4040 kg ha<sup>-1</sup>. Vehmaan konsentraatti sisälsi n. 35 kg enemmän liukoista tyyppiä ja tuotti korkeamman sadon kuin muut orgaaniset lannoitteet. Ensimmäinen nurmisato oli orgaanisilla lannoitteilla 4780–4930 kg ka ha<sup>-1</sup> ja toinen 2910–2960 kg ka ha<sup>-1</sup>. Mineraalityypilannoitus tuotti 1. sadossa 4470 kg ka ha<sup>-1</sup> ja 2. sadossa 3100 kg ka ha<sup>-1</sup>. Orgaanisten lannoitteiden lannoitusvaikutus on mineraalilannoitusta pitkäkestoisempi maassa mineralisoituvan kokonaistypen vuoksi. Satomäärissä tämän suuntainen ilmiö oli nähtävissä, mutta sadot eivät nurmivuonna poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Luken käsittelyjäännöksen hiilisyöte oli molempina vuosina noin 600 kg ha<sup>-1</sup>. Turun konsentraatti sisälsi paljon hiiltä, ja sen hiilisyöte oli matalasta levitysmäärästä huolimatta 445 kg ha<sup>-1</sup>. Vehmaan konsentraatin hiilisyöte jäi selvästi alle sadan kilon, ja Honkajoen käsittelyjäännöksen alle 200 kilon. Kaikki käytetyt orgaaniset lannoitteet toimivat lannoitteina hyvin. Hiilisyötteen määrä vaihteli. Näin lyhyessä kokeessa hiilen kertymistä maahan on epätodennäköistä todentaa maanäytteistä. Konsentraattien kuljettaminen pitempiä matkoja on lietteen kuljetusta kustannustehokkaampaa. Käytännössä niitä ei ole useinkaan tarkoituksenmukaista levittää yksinään matalan levitysmäärän ja mahdollisten juoksevuusongelmien vuoksi, vaan ne kannattaa sekoittaa lietteeseen tai toiseen orgaaniseen valmisteseeseen. Kokeessa tutkittiin myös vesistökuormitusvaikutuksia läpivaluntakokeessa, jonka tulokset on raportoitu toisaalla tässä julkaisussa (Järvenranta ym.).

**AVAINSANAT:** käsittelyjäännös, nurmi, ohra, orgaaniset lannoitteet

### 3.6 Viljelytekniset ratkaisut säilörehunurmen juuribiomassan hiilisyötteen määrän ja kemiallisen koostumuksen hallinnassa

Sanna Kykkänen, Panu Korhonen, Saara Lind, Perttu Virkajärvi

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen ohella maaperän hiilivarastojen lisääminen on välttämätön keino ilmaston lämpenemistä hillittäessä. Monivuotiset nurmikasvit ovat avainasemassa maatalousmaiden hiilen sidonnassa ja hiilivarojen vähenemisen hillinnässä. Tämä perustuu sekä viljelytekniikkaan että nurmikasvien biologisiin ominaisuuksiin, erityisesti monivuotisuuden ja siihen liittyvään yksivuotisista kasveista poikkeavaan juuriston kasvudynamiikkaan. Myös orgaaniseen hiilisyötteeseen kiinteästi liittyvät maan biologinen, kemiallinen ja fysikaalinen viljavuus ovat keskeisiä tekijöitä peltomaiden hiilen kierron ja hiilen pysyvyyden näkökulmasta. Pohjoisilla lyhytkiertoisilla säilörehunurmilla juuristotutkimusta on tehty huomattavan vähän. Keskeisimpinä keinoina vaikuttaa juuribiomassan määrään ja profiiliin ovat nousseet esiin erityisesti typpilannoituksen määrä, kasvilajivalinta sekä nurmen niittokorkeuden nosto. Luonnonvarakeskuksen Kuopion Maaningan toimipaikassa on tutkittu näiden vaikutusta juuriston massaan, profiiliin, hiilipitoisuuteen, hiilen kemialliseen koostumukseen sekä verso/juuri-suhteeseen. Kolme säilörehunurmen juuristodynamiikkaa selvittävää kenttäkoetta toteutettiin Maaningalla vuosina 2018–2020 kivennäismaalla. Kokeessa 1 vertailtiin kahta juuristo-ominaisuuksiltaan poikkeavaa kasvilajia (ruokonata 'Retu' ja timotei 'Nuutti'). Analyysyjä varten kerätyt juuristo- ja satonäytteet otettiin kunkin niiton yhteydessä ensimmäisenä nurmivuotena. Kokeessa seurattiin myös juuristodynamiikkaa minirhitsotron-kuvauksilla 80 cm:n syvyyteen asti. Kokeessa 2 tutkittiin typpi (N) lannoituksen vaikutusta N-tasoilla 0, 150 ja 300 kg N ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup> jaettuna kolmelle sadolle. Kokeessa 3 koekäsittelyinä olivat niittokorkeudet 6 ja 12 cm. Kokeet 2 ja 3 toteutettiin timotei ('Nuutti') -nurminata ('Valtteri') -seoksilla. Juuristonäytteet otettiin toisena nurmivuotena kolmannen korjuun yhteydessä. Kaikissa kokeissa juuristonäytteet jaettiin neljään profiiliin (0–2, 2–10, 10–20, 20–40 cm). Juuristomassa, C- ja N-pitoisuus sekä hiilen kemiallinen koostumus (EWAN) selvitettiin profiileittain. Lisäksi laskettiin juuri/verso-suhde. Tulokset osoittavat, että kasvilajivalinta ja N-lannoitustaso vaikuttivat juuristonmäärään ja hiilisyötteeseen. Ruokonadan juuristomassa oli merkittävästi timotein juuristomassaa korkeampi kaikissa niitossa ja kasvilajien välinen ero kasvoi kesän edetessä (niitot 1,2 ja 3: ruokonata 5160, 5960, 6360 kg ka ha<sup>-1</sup> vs timotei: 3990, 4360, 4620 kg ka ha<sup>-1</sup>). Kokeessa 2 N-lannoitustaso 150 kg N ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup> tuotti merkitsevästi suuremman juuribiomassan (6860 kg ka ha<sup>-1</sup>) kuin lannoitustasot 0 ja 300 kg N ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup> (4760 ja 4050 kg ka ha<sup>-1</sup>). Niittokorkeus ei vaikuttanut juurimassaan tai hiilisyötteeseen. Sadon ja juuristomassan välillä ei havaittu korrelaatiota. Tulokset osoittivat kasvilajivalinnan ja typpilannoituksen säädön vaikuttavan juuristomassaan ja siitä tulevan hiilisyötteen määrään nurmenviljelyssä.

**AVAINSANAT:** juuristo, nurmi, timotei, ruokonata, hiili

## 4 NAUDAN JALOSTUS

### **4.1 Genomivalinnan vaikutus sukusiitosasteen nousuun suomalaisessa ayrshire-rodussa**

**Katri Sarviaho, Katja Martikainen, Pekka Uimari**

Maataloustieteiden laitos, Helsingin yliopisto

#### **TIIVISTELMÄ**

Genomivalinnan käyttö lypsykarjan jalostuksessa on yleistynyt Suomessa 2010-luvulta alkaen. Sen avulla voidaan nopeuttaa perinnöllistä edistymistä, kun eläimen jalostusarvo saadaan kohtuullisesti arvioitua heti syntymän jälkeen. Genomivalinnan käyttö voi kuitenkin johtaa sukusiitosasteen nousuun ja tehollisen populaatiokoon pienenemiseen sekä sukusiitostaantumaa. Perinnöllisen vaihtelun säilyttäminen on erityisen tärkeää suomalaisessa ayrshire-rodussa, joka lukuisista vahvuuksistaan huolimatta on hiljalleen jäänyt suosiotaan kasvattaneen holstein-rodun jalkoihin. Perinnöllisen vaihtelun tilaa voidaan arvioida sukusiitosasteen ja keskimääräisen sukulaisuusasteen sekä tehollisen populaatiokokoon muutoksien avulla. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli arvioida genomivalinnan vaikutuksia suomalaisen ayrshire-rodun perinnölliseen monimuotoisuuteen. Aineistona käytettiin vuosina 1971–2020 syntyneiden, 76933 eläimen genotyyppisiä, jotka käsittivät 46914 SNP-merkkiä. Genomivalinnan oletettiin alkaneen vuonna 2010, joten aineisto jaettiin ennen ja jälkeen vuoden 2010 syntyneisiin eläimiin. Genotyyppitetyiltä eläimiltä tunnistettiin genomissa homotsygotiajaksoja, joiden perusteella arvioitiin eläinten genomisen sukusiitosaste. Sitä kuvasi yksilöltä löydettyjen homotsygotiajaksojen sisältämien SNP-merkkien osuus kaikista SNP-merkeistä. Tehollista populaatiokokoa arvioitiin genomitiedon avulla perustuen keskimääräiseen sukusiitosasteen muutokseen. Käytetyillä algoritmilla löydettyjen homotsygotiajaksojen mediaanipituus oli 5,48 Mbp ja lukumäärä eläintä kohden keskimäärin 18. Homotsygotiajaksoihin kuuluvien SNP-merkkien suhteellisten osuukien perusteella arvioitu sukusiitosaste oli ennen vuotta 2010 syntyneillä eläimillä keskimäärin 0.06 ja vastaavasti vuoden 2010 jälkeen syntyneillä 0.06. Keskimääräinen sukusiitosasteen muutos ennen vuotta 2010 syntyneillä eläimillä oli 0.03 % vuodessa ja 0.14 % sukupolvea kohden. Tehollinen populaatiokokoko oli ennen vuotta 2010 351 yksilöä. Vastaavasti vuoden 2010 jälkeen syntyneillä eläimillä keskimääräinen sukusiitosasteen muutos oli 0.04 % vuodessa ja 0.15 % sukupolvea kohden. Tehollinen populaatiokokoko oli vuoden 2010 jälkeen 339 yksilöä. Vaikka keskimääräinen sukusiitosaste on pysynyt samana, tehollinen populaatiokokoko on pienentynyt genomivalinnan käyttöönoton jälkeen.

**AVAINSANAT:** nauta, sukusiitos, tehollinen populaatiokokoko, perinnöllinen vaihtelu

## 4.2 Metabolisen elopainon, teuraspainon ja rakenneominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut lypsykarjalla

**Terhi Mehtiö, Timo Pitkänen, Anna-Maria Leino, Esa Mäntysaari, Riitta Kempe, Enyew Negussie, Martin Lidauer**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Rehunkäyttökyvyn parantaminen eläinjalostuksen avulla alkoi Suomessa, Tanskassa ja Ruotsissa vuonna 2019, kun Rehunsäästö-indeksi otettiin käyttöön. Indeksistä koostuu kahdesta osasta: varsinaisesta rehunkäyttökyvystä, joka kertoo miten tehokkaasti lehmä käyttää rehusta saamansa energian sekä ylläpidosta, joka perustuu eläimen metaboliseen painoon. Lehmän teuraspainon hyödyntäminen elopainon arvioinnissa on kiinnostuksen kohteena, koska lehmien elopainon mittaaminen rinnan ympärysmittaan perustuen vähenee ja lypsyroboteilta saatavien vaakapainomittausten määrä kasvaa hitaasti. Arvioimme tässä tutkimuksessa perinnöllistä vaihtelua ja perinnöllisiä yhteyksiä kahdeksan ominaisuuden välillä: rinnan ympärysmittaan perustuva metabolinen paino ensimmäisellä, toisella ja kolmannella poikimakerralla, ensikoiden takakorkeus, rinnan leveys ja rungon syvyys, teuraspaino ja teuraspainosta ennustettu elopaino. Elopaino teurastushetkellä ennustettiin teuraspainon, ruhon rasvaluokan, poikimakerran, rodun ja teuraan lypsykauden vaiheen avulla. Tutkimusaineistossa oli 21329 ayrshire-lehmää ja 9780 holstein-lehmää. Periytymisasteet ensimmäisen, toisen ja kolmannen poikimakerran metabolisilla elopainoilla, teuraspainolla, ennustetulla elopainolla, takakorkeudella, rinnan leveydellä ja rungon syvyydellä olivat 0.44, 0.53, 0.56, 0.52, 0.54, 0.60, 0.17 ja 0.26. Geneettiset korrelaatiot elopaino-ominaisuuksien välillä olivat vahvoja (> 0.95). Geneettiset korrelaatiot teuraspainon ja ennustetun elopainon sekä elopaino-ominaisuuksien välillä olivat korkeampia (0.77–0.90) kuin rakenne- ja elopaino-ominaisuuksien välillä (0.47–0.70). Rakenneominaisuuksista korkein geneettinen korrelaatio oli elopaino-ominaisuuksien ja takakorkeuden välillä (0.65–0.70). Tulosten mukaan teuraspainon tai ennustetun elopainon ja takakorkeuden lisääminen ylläpitoindeksiin korreloituneina ominaisuuksina on hyödyllistä, jos suoria elopainomittauksia ei ole käytettävissä. Lisäksi tutkimuksessa kehittämämme yhtälöä elopainon ennustamiseksi teuraspainosta ja ruhon rasvaluokasta voi hyödyntää esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen inventaarioissa eläinten elopainojen arvioinnissa.

**AVAINSANAT:** ylläpito, rehunkäyttökyky, takakorkeus, periytymisaste

### 4.3 Mittausjakson pituuden ja elopainopunnitusten määrän vaikutus residuaalisen syönnin määrittämisen luotettavuuteen nuorilla loppukasvatettavilla sonneilla

Jaakko Mononen, Joel Kostensalo, Maiju Pesonen, Arto Huuskonen, Katariina Manni

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Residuaalinen syönti (RFI) on lihanaudoilla keskinkertaisesti periytyvä rehuhyötysuhdetta kuvaava ominaisuus, jonka käyttö jalostustyössä on yleistynyt. Haasteena RFI:n hyödyntämisessä on, että se on hankala ja kallis määrittää, koska tarvitaan suhteellisen pitkä rehun syönnin ja kasvun mittausjakso. Selvitimme mittausjakson lyhentämisen ja/tai eläinten punnituskertojen vähentämisen vaikutusta RFI:n määrittämisen luotettavuuteen. Koe-eläiminä oli 52 aberdeen angus- ja 52 simmental -sonnia (ikä kokeen alussa keskimäärin 211 päivää), jotka kasvatettiin viiden eläimen sekaroturyhmissä. Kokeen kesto oli 9 viikkoa. Sonnit ruokittiin koko kokeen ajan vapaasti seosrehulla, joka koostui nurmisäilörehusta, rehuviljasta (40 % seoksen kuiva-aineesta) ja kivennäis-vitamiiniseoksesta. Eläinten päivittäinen syönti mitattiin GrowSafe-järjestelmällä. Eläimet punnittiin viikon välein. Punnituskertoja oli 10. Yksilökohtainen RFI määritettiin kunkin yksilön kuiva-aineen syönnin (DMI) ja regressioyhtälöllä kaikkien eläinten perusteella lasketun syönnin erotuksena. Regressioyhtälö oli:  $DMI (kg) = a + b \times \text{päiväkasvu (kg/d)} + c \times \text{metabolinen elopaino (kg potenssiin 0.75)}$ . Kultaisena standardina käytettiin RFI-tuloksia, jotka saatiin käyttämällä kaikkea mittautietoa. Tähän verrattiin 12 eri vaihtoehtoa, joissa punnituskertoja oli karsittu ja osassa myös mittausjaksoa lyhennetty. Luottavuuden mittareina käytettiin Spearmanin korrelaatiokerrointa ( $r_s$ ) ja siirtymätodennäköisyyksiä tertiilien rajaamien luokkien (ala-, keski- ja yläkolmannes) välillä. Siirtymätodennäköisyydet ja niiden epävarmuudet laskettiin käyttäen bootstrap-menetelmää, jossa otantajakaumaa siirtymille kolmannesten välillä simuloitiin laskemalla residuaalit bootstrap-otoksiin perustuen. Punnituskertojen vähentäminen yhdeksästä viiteen (RFI-5/9vk) tai kolmeen (RFI-3/9vk) mittausjaksoa lyhentämättä vaikutti vain hyvin vähän tulosten luotettavuuteen:  $r_s$  0.99 ja 0.98. RFI-5/9vk:lle siirtymätodennäköisyydet vierekkäisten kolmannesten välillä (STDK1) olivat 4.4–6.7 % ja siirtymätodennäköisyydet yli keskikolmanneksen (STDK2) alle 0,1 %. Vastaavat luvut RFI-3/9vk:lle olivat 5.6–9.3 % ja alle 0.1 %. Mittausjakson lyhentäminen jommastakummasta tai molemmista päistä viisi- (punnituksia 6) tai kuusiviikkoiseksi (punnituksia 7) huononsi tulosten luotettavuutta merkittävästi:  $r_s$  0.74–0.94; STDK1 1.2–33.9 % ja STDK2 <0.1–10.6 %. Koejakson lyhentäminen viikolla (punnituksia 9) tai kahdella (punnituksia 8) kokeen alusta tai lopusta vaikutti tuloksiin hyvin vaihtelevasti:  $r_s$  0.67–0.98, STDK1 9.7–32.8 ja STDK2 <0.1–12.0 %. Tulokset osoittivat, että jos käytössä on automaattinen, yksilökohtaista rehunkulutusta mittaava järjestelmä, RFI:n määrittämiseen vaadittavaa työmäärää voidaan vähentää tehokkaimmin harventamalla punnitusväliä, mutta pitämällä mittausjakso riittävän pitkänä. Tulosten luotettavuus ei juurikaan kärsi, vaikka punnitusväliä harvennetaan yhdestä viikosta neljään tai viiteen viikkoon.

**AVAINSANAT:** rehuhyötysuhde, lihanauta

## 4.4 Regression on expected feed intake – a more robust model for estimating genomic breeding values for feed efficiency in dairy cattle

Martin H. Lidauer<sup>1</sup>, Enyew Negussie<sup>1</sup>, Esa A. Mäntysaari<sup>1</sup>, Päivi Mäntysaari<sup>1</sup>, Sari Kajava<sup>1</sup>, Tuomo Kokkonen<sup>2</sup>, Terhi Mehtiö<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>2</sup>University of Helsinki

### ABSTRACT

Best modelling of feed efficiency in dairy cattle can be achieved by including different traits at the same time. Among those traits one is residual feed intake (RFI) that is the difference between observed feed intake and expected feed intake, and which is used in the NAV routine genetic evaluation for Saved feed since 2020. However, RFI cannot account for the multiplicative effect of efficiency as ratio traits do. Furthermore, when predicting genomic breeding values (GEBV) for RFI, simultaneously also the partial regression coefficients for the energy sinks energy corrected milk (ECM), metabolic body weight (MBW), body weight (BW) loss and BW gain are estimated, which is difficult and may result in unreliable GEBV. We studied a new measure (ReFI) where dry matter intake (DMI) is regressed on expected DMI (eDMI) that is calculated using energy requirement norms developed by nutritionists and realized production. The ReFI model was tested on feed efficiency data that included 20533 weekly records from 731 primiparous Nordic Red cows from four Finnish research farms. The ReFI model comprised of a fixed regression on eDMI nested within herd-feed-year, a random herd-year-month effect and two random regressions on eDMI nested within permanent environmental and additive genetic effects as well as random residual effects nested within lactation stages. The model was compared to a standard RFI model where DMI was regressed on the energy sinks ECM, MBW, BW loss and BW gain that were nested within herd-feed-year. The standard RFI model included also fixed herd-year-month and lactation stage effects, random permanent environmental and additive genetic effects, and residuals modelled as in ReFI. Estimated heritability was 0.31 and 0.27 for the ReFI and RFI model, respectively. Single-step GEBV from both models were compared to GEBVs for energy conversion efficiency (ECE) and ECM that were estimated from the same data. The ECE ratio observations were formed by dividing ECM observations by the corresponding metabolizable energy intake. Fixed regression coefficients from the ReFI model varied between 0.79 and 1.05 and agreed with the differences in energy content of the diets fed. Partial regression coefficients from the RFI model were biologically not meaningful. The ReFI GEBVs were favorably (−0.63) correlated with ECE GEBVs and moderately favorably (−0.22) with ECM GEBVs. In contrast, the RFI GEBVs had a lower favorably correlation (−0.56) with ECE GEBVs but a slight unfavorably correlation (0.16) with ECM GEBVs. The correlation between ReFI and RFI GEBVs was only 0.70, which shows significant re-ranking of animals when applying ReFI. The GEBVs for ReFI were validated by a leave-one-out cross-validation study that resulted a cross-validation reliability of 0.31. Even leave-one-out cross-validation tends to over-predict the reliability, results indicate that the new ReFI measure is a suitable feed efficiency trait for genomic prediction in dairy cattle.

**KEYWORDS:** feed efficiency, energy requirements, cross-validation, ranking of animals

## 4.5 RP1-geenin ilmentyminen länsisuomenkarjalla

**Kaisa Peura, Teija Rönkä**

Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy

### TIIVISTELMÄ

RP1-geeni on resessiivisesti eli peittyvästi periytyvä yhden geenin aiheuttama sairaus. RP1-geeniä on löydetty useista roduista, ja sen määrittäminen nykyisin kaikille nautaroduille genomitestauksen yhteydessä SNP-sirulla. RP1 eli Retinitis pigmentosa-sairaus aiheuttaa silmän verkkokalvon etenevää rappeutumista. Rappeutuminen alkaa silmänpohjan tappisolujen tuhoutumisella. Tämän seurauksena hämäränäkö heikentyy ja sairaus etenee lopulta sokeutumiseen asti. RP1 etenee vähitellen, eikä se välttämättä ehdi näkyä yksilön ilmiänsä koko elinaikana, vaikka yksilö olisi tautigeenin homotsygoottikantaja. Tautigeenin heterotsygoottikantajilla ei ole havaittu vikaa näössä. Sukusiitoksen lisääntyessä myös resessiivisesti periytyvien geenien sairaudet yleistyvät. Sukusiitos on silmälläpidettävä asia useissa lypsykarjaroduissa. Länsisuomenkarjan genotyypityshankkeen yhteydessä testatuista eläimistä noin 2 % havaittiin RP1-geenin homotsygoottikantajiksi. 27 % testatuissa oli heterotsygoottikantajia ja 71 % vapaita RP1-geenistä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kerätä havaintoja mahdollisista oireista länsisuomenkarjan homotsygoottikantajilla ja näin kartoittaa RP1-geenin vaikutusta ja ilmentymistä. Karjanomistajille, joiden karjasta oli länsisuomenkarjan genotyypityshankkeessa tehdyissä genomitesteissä löydetty RP1-geenin homotsygoottikantajia, lähetettiin kysely. Kysymyksiin vastasi 15 tilaa, ja havainnot saatiin 17 naudasta, joiden keski-ikä oli 3.8 vuotta. 15 yksilön kohdalla ei havaittu sokeuteen viittaavia oireita tai muutosta käytöksessä. Tämä tulos vahvisti aiempaa tutkimustietoa siitä, että näkökyvyn heikkeneminen tapahtuu etenevästi eikä esiinny normaalisti alle 4-vuotiailla homotsygoottikantajilla. Kahdella lehmällä oli näkökyvyn heikentymiseen viittaavia oireita. Nämä lehmät olivat 4- ja 10-vuotiaita. 4-vuotiaan lehmän havaittiin olevan arka ja osittain aggressiivinen uusissa tilanteissa. 10-vuotiaan lehmän hämäränäkö oli heikentynyt selvästi, ja sillä oli vaikeuksia liikkua hämärässä ja havaita edessään olevat esteet. RP1-geenin vaikutusta näköhäiriöiden esiintymiseen ei tiedetä kyselyn perusteella varmasti. Tämä vaatisi asiaan perehtyneen eläinlääkärin tutkimuksen. Näiden lehmien oireissa oli kuitenkin yhtäläisyyksiä ranskalaisella normande-rodulla havaittuihin oireisiin, kuten arkuuteen ja hämäränäön heikentymiseen. Tarkemmissa tutkimuksissa näiden normande-nautojen silmänpohjissa havaittiin viitteitä alkavasta rappeutumisesta. Geenitason tutkimus ja sen tulosten hyödyntäminen jalostuksessa on tärkeää, jotta yhden geenin aiheuttamien sairauksien lisääntyminen populaatiossa saadaan hidastumaan tai pysähtymään. Länsisuomenkarjan kohdalla on tärkeää genomitesta jokainen yksilö, jotta RP1-geenin suhteen pystytään tekemään linjauksia ja hallitsemaan geeniä karja- ja populaatiossa.

**AVAINSANAT:** RP1-geeni, länsisuomenkarja, homotsygootti, LSK-genomihanke

## 4.6 Pohjoissuomenkarja lihantuottajana

**Liisa Keto<sup>1</sup>, Katariina Manni<sup>1</sup>, Heidi Leskinen<sup>1</sup>, Mazzullo Nuccio<sup>2</sup>, Anne Tuomivaara<sup>2</sup>, Päivi Soppela<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Lapin yliopisto, Arktinen keskus

### TIIVISTELMÄ

Pohjoissuomenkarja on Lapin maakunnan alkuperäinen nautarotu, joka on hyvin sopeutunut arktisiin olosuhteisiin, mutta jonka kestävyyttä ja monia hyviä ominaisuuksia hyödynnetään vielä hyvin vähän sen tarjoamiin mahdollisuuksiin nähden. Vuonna 2020 pohjoissuomenkarjan lehmiä (lisääntyviä naaraita) oli koko Suomessa noin 864 yksilöä ja rotu onkin luokiteltu uhanalaiseksi. Pohjoissuomenkarjan määrä kaksinkertaistuu Lapin alueella tämän hankkeen toiminta-aikana, kun valtion omistama lapinlehmien geenipankkikarja siirtyy Tervolan Louelle Ammattiopisto Lappian hoitoon. Tämä yhdessä pohjoissuomenkarjatilallisten ja yrittäjien lisääntyneen kiinnostuksen kanssa luo hyvät lähtökohdat kehittää pohjoissuomenkarjaan perustuvaa liiketoimintaa, joka on tämän hankkeen tavoitteena. Lapin yliopiston Arktinen keskus vastaa hankkeen toteutuksesta yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen ja Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappian kanssa. Yksi hankkeen osatavoitteista on tuottaa tietoa pohjoissuomenkarjan lihantuotanto-ominaisuuksista sekä lihan koostumuksesta, laadusta ja aistinvaraisista ominaisuuksista. Näistä tiedoista kootaan mm. maatila-, matkailu- ja lihayrittäjille sekä kuluttajille tietopaketteja. Samalla tavoitellaan pohjoissuomenkarjan tuotantoon liittyvien maatalous- ja elintarvikeyritysten verkostojen ja yhteistyön tiivistymistä. Naudanlihantuotanto Suomessa perustuu pääasiassa maidontuotantoon, jonka valtarotu Suomessa on holstein. Pohjoissuomenkarjan lihan erityislaadun selvittäminen voi tuoda sille uusia markkinoita erikoislihana, jolloin lihaa voitaisiin hyödyntää erikoistuotteena ja sille saataisiin lisäarvoa. Tässä hankkeessa toteutettavassa tutkimuksessa verrataan pohjoissuomenkarjan härkien lihan laatuominaisuuksia holstein-rotuisiin härkiin. Kokeessa on 12 pohjoissuomenkarja-rodun ja 12 holstein-rodun härkää, jotka kasvatetaan koko kokeen ajan yksityisellä maatilalla Tervolassa. Eläimet ruokitaan seosrehulla, joka koostuu nurmisäilörehusta ja rehuviljasta. Teurasikätaavoite molempien rotujen eläimille on 19 kk. Eläimet teurastetaan useammassa teuraserässä normaalin teurastuskäytännön mukaisesti ja ruhojen painot punnitaan. Teurastuksen yhteydessä kustakin ruhosta otetaan ulkofilenäytteet, joista analysoidaan happamuus, väri, painotappio sekä lihan syöntilaatu ja kemiallinen koostumus. Koe alkoi keväällä 2021 ja se päättyy vuoden 2022 lopussa. Hankkeessa tuotetaan uutta tutkimustietoa ja käytännön osaamista pohjoissuomenkarjarotuisten eläinten kestävästä ja lisäarvoa tuottavasta hyödyntämisestä, ja pohjoissuomenkarjan lihan ominaisuuksista. Nämä lisäävät valmiuksia mm. pohjoissuomenkarjan lihan hyödyntämiseen ja pohjoissuomenkarjatuotteiden saamiseen markkinoille paikallisina erikoistuotteina.

**AVAINSANAT:** lapinlehmä, kasvatus, liha, laatu



## 5 ÄLYMAATALOUS

### 5.1 Herukan perhostuholaisten tarkkailu etäluettavilla ansoilla

**Marja Rantanen<sup>1</sup>, Saara Tuohimetsä<sup>1</sup>, Marjo Marttinen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>ProAgria Keski-Suomi ry

#### **TIIVISTELMÄ**

Integroidun viljelyn periaate edellyttää tuhoojien säännölliseen seurantaan perustuvaa kasvinsuojelua. Tarkkailu ajoittuu kuitenkin kasvukauden kiireisimpään ajankohtaan. Tarkkailussa käytetään mm. liima-ansoja, jotka käydään tarkastamassa päivittäin mahdollisen torjuntatarpeen arvioimiseksi. Esineiden internet, internet of things (IoT), avaa lukuisia mahdollisuuksia kasvintuhoojien automaattiseen ja etäluettavaan seurantaan. Tietojen kerääminen hyönteisten etätarkkailusta on ensimmäinen vaihe kohti niiden hahmontunnistusta. Herukkakoi, herukansilmukoi ja herukkalasisiipi ovat yleisiä herukan tuholaista, mutta niille ei ole vielä kehitetty automaattista kuvantunnistuksen algoritmia. Herukkakoilla on hyvin erottuva siipikuvio, joten sen oletettiin soveltuvan etätarkkailun kohdelajiksi hyvin. Herukkakoin lentoa tarkkailtiin valokuvaa lähettävällä, etäluettavalla ansalla (Trapview, Slovenia) kolmen keskisuomalaisen tilan mustaherukkalohkoilla kukinnan alusta heinäkuun alkuun kesällä 2021. Kaksi tiloista oli tavanomaisia ja yksi luomutila. Vertailuna käytettiin manuaalista delta-ansaa. Molemmissa ansoissa kohdelaji houkuteltiin ansaan lajispesifisellä feromonilla (Biotus Oy). Ansat sijoitettiin lohkolle cross over -mallin mukaisesti, ja niiden paikkoja vaihdettiin viikon välein. Saman tilan toisella lohkolle tarkkailtiin herukkakoin lentoa manuaalisilla feromoniansoilla (4 kpl/ lohko). Testattu etäluettava laite lähettää ajastetusti kuvia ansan liimapaperista verkkosovellukseen puhelinverkon datasiirron kautta ja saa virtansa aurinkopaneelin avulla latautuvasta akusta. Koe osoitti, että laitteen aurinkopaneeli riitti takaamaan häiriöttömän toiminnan. Sen sijaan datasiirto oli osassa koepaikoista hidasta puhelinverkon heikon kentän vuoksi. Kesällä 2021 tutkituilla tiloilla herukkakoita esiintyi hyvin vähän, ja esiintyvyys oli viljelijöiltä saadun tiedon mukaan muutamaa edeltävää kasvukautta vähäisempää. Saatua dataa voidaan kuitenkin hyödyntää tuhoojan kuvantamisessa ja konetunnistuksen kehityksessä. Laitteen ohjelmisto pystyi jo muutamien varmistettujen havaintojen perusteella esitunnistamaan herukkakoin. Tarkkailua jatketaan kesällä 2022.

**AVAINSANAT:** herukkakoi, IoT, kasvinsuojelu

## 5.2 Robotic strawberry harvester for Finnish fields

**Victor Bloch, Madis Lemsalu, Matti Pastell, Juha Backman, Raimo Linkolehto, Marja Rantanen**

Natural Resources Institute Finland (Luke)

### **ABSTRACT**

Strawberry harvest requires thousands of seasonal workers at Finnish fields. For the strawberry production, availability of the work force and the picking cost are among major profitability issues that could be solved by robotization. Existing commercial robotic systems for strawberry harvesting were designed mainly for large farms and are impractical for the Finnish family farms because of their high cost and limited availability. The goal of our project was to develop and build a prototype of a small low-cost robot fitted for Finnish fields which was able to relax the pressure during high harvesting season. The robot consists of the following systems. A machine vision system including a CNN based object detection algorithm YOLOv5, was trained on about 2000 images and used for detection of berries and their peduncle. A 3D camera (RealSense D435) provided RGB images for the detection and depth maps for calculating exact berry position in the robot coordinates. The image processing was performed on a microcomputer with GPU (Jetson Xavier). A berry detaching system consisted of a two-fingers minimalistic mechanism grasping the peduncle of a detected berry. Grasping by the peduncle was chosen as a least destructible method, which enables approaching the berry in all variability of growing directions possible for the field plants. The vision and grasping systems were carried by a PPPR robotic arm assembled manually from industrial electrical actuators, decreasing its cost by factor 3-5 relative to industrial robotics arms with similar performance. The arm and boxes for picked berries were carried by a self-designed robotic platform fitted for typical Finnish strawberry fields. The platform had an electrical driving with batteries for 20 hours constant work and a high accuracy navigation system. All robot systems were tested during field experiments conducted on the 2021 harvesting season on a research and two commercial farms. The berry detection system was able to detect and track berries for all light conditions, though, detection of peduncles was challenging in high density plant canopies. Hence, the rate of successfully picked berries was still impractical. Further data collection and improvement of the detection system is required. The detaching system was able to grasp and detach berries successfully. Further development of the detaching system will enable to simplify the robotic arm by cancelling the prismatic joint. The robotic arm was able to perform all manipulations. Further improvement of the robot-world coordinate transformation and testing of multiple arms is required. The platform was able to navigate along rows, and tested continuous working time was 8 hours. Further development of a leaf-moving mechanism is required. The robot is currently on the development stage after the first field testing. Necessary data collection and field testing will be performed in further development.

**KEYWORDS:** strawberry, harvesting, robot

### 5.3 Yleiskäyttöisen peltorobotiikan tiedonhallinta-alustan pilotointi

**Jere Kaivosoja<sup>1</sup>, Juha Backman<sup>1</sup>, Mikko Hakojärvi<sup>2</sup>, Johanna Häggman<sup>2</sup>, Kari Kolehmainen<sup>3</sup>,  
Tapio Heikkilä<sup>3</sup>, Matti Tikanmäki<sup>4</sup>, Liisa Pesonen<sup>1</sup>, Juha-Pekka Soininen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Mtech Digital Solutions Oy

<sup>3</sup>VTT

<sup>4</sup>Probot Oy

#### TIIVISTELMÄ

Peltoviljelyssä käytettävät koneet ja laitteet ovat saavuttaneet tason, jolla monet yksittäiset toiminnot tai eri toimintojen sarjat voidaan toteuttaa lähes automaattisesti ihmisen valvonnassa. Autonomia-asteen lähestyessä robotisaatiota ja toimenpiteiden hyödyntäessä yhä enemmän älykkäitä menetelmiä, kasvaa tarve tiedon saamiselle, käytölle ja taltioimiselle. Eri toimenpiteiden tekemisessä tai suunnittelussa tarvitaan usein erilaista tietoa ja siksi kehitystyö, käyttöönotto ja käytettävyys hyötyisivät yhtenevistä käytännöistä tiedonhallinnassa. EU-rahoitteisessa Flexigrobots -hankkeessa kehitetään vuosien 2021–2023 aikana tällaista erilaisten autonomisten laitteiden yhteistoiminnan mahdollistavaa yleisalustaa. Keskityimme hankkeessa Suomen olosuhteisiin sopiviin peltorobotiikan käyttötapausesimerkkeihin, joiden avulla alustaa ja sen arkkitehtuuria kehitetään mahdollisimman monikäyttöiseksi. Alusta hyödyntää yleisiä tekoälyratkaisuja ja yhtenäistä robotiikan tehtävöohjausta sekä hyödyntää ja samalla ohjaa tulevaisuuden Data Space -ratkaisuja. Tapaustutkimuksemme sisälsivät nurmenkorjuuketjun tehtävien suunnittelun ja osittaisen robotisoinnin, rapsin kasvinsuojelun tarpeen kartoituksen ja teknisen testauksen ruiskudronella, sekä hierakan (Rumex) kitkennän nurmilohkolta peltorobotin avulla. Kaikki pilotoinnit käynnistyivät vuoden 2021 aikana. Näissä käytännön pilotoinneissa hyödynnämme erilaisia droneja, kahta peltorobottia sekä robottitraktoria tiedonhallinnan standardirajapinnalla. Tutkimuksessa määrittelimme käyttötapaukset IEC 62559-2 (Use Case Methodology) standardin mukaan sekä koostimme alustan toiminnalliset ja arkkitehtuurilliset vaatimukset käyttötapaustemme perusteella. Käyttötapauksemme korostavat erityisesti maatalon tiedonhallintajärjestelmän roolia, droneteknologioiden hyödyntämistä sekä maatalouskoneautomaation ympärille kehitettyjä standardeja. Todellisissa olosuhteissa kerätty data antaa suuntaviivat pilotointien jatkokehitykselle teknologian valmiusasteelle (TRL) 6-7 asti hankkeessa.

**AVAINSANAT:** Data Space, tiedonhallinta, UAV, robotiikka

## 5.4 Peltodatan demystifointi: Esimerkkejä keinokastelusta maanalaisen anturidatan perusteella

Johannes Tiusanen

Soil Scout Oy

### TIIVISTELMÄ

Peltoviljelyn tulevaisuutta kuvataan usein hightech termeillä kuten smart farming, älymaatalous ja digiloikka. Termeillä voidaan tuoda maatalouteen trendikästä imua, mutta käytännön viljelijän kannalta ne ovat pahimmillaan vieraannuttavia. Toisaalta on aina ollut selvää, että vain jatkuvasti menetelmiään uudistavat viljelijät voivat ajan oloon menestyä tuottajina. Uuden teknologian adaptaation tärkein kriteeri onkin helppokäyttöisyys. Uuden teknologian käyttöönottoon liittyy kolme investointia: 1) laitteiston hankinta, 2) käytön opettelu, ja 3) muun tuotantoprosessin mukauttaminen yhteensopivaksi. Hyvä esimerkki on satokartoitus, sillä ostettua laitteistoa on myös käytettävä ja kalibroitava, ja lopulta satokarttoja pitää tulkita ja niiden perusteella säätää tulevia peltotöitä. Tämä on raskas prosessi, ja kahta toisiaan leikkaavaa teknologiaa on vaikea ottaa samanaikaisesti käyttöön. Usein ehdotettu toimintamalli on vuosittain ottaa käyttöön yksi uusi teknologia, jatkaa tai hylätä edellisenä vuonna käyttöön otettu menetelmä ja samalla kartoittaa, mikä teknologia olisi vuorossa seuraavana vuonna. Tätä kautta kokonaisuus pysyy hallittavana ja digiloikan sijaan käynnistyy luonnollinen digisiirtymä. Maanviljelijän työ on reagointia näkymättömiin ilmiöihin, kuten maan kosteuteen. Kaksi satakuntaa viihannviljelijää asensi sadetettaviin lohkoihinsa useaan eri kohtaan ja syvyyteen maahan haudattavia langattomia maan kosteus- ja lämpötila-antureita. Viljelijöille tarjottiin liikennevalo-koodattu vesitaseen kuvaaja kasveille käyttökelpoisesta hyötykapasiteetista, jonka vesitaloudellinen periaate esiteltiin SMTS päivillä 2020. Reaaliaikainen 3D-näkymä toi monenlaisia yllätyksiä porkkana- ja perunapenkin kosteuden pidätyskyvystä, sadetuksen aloitusajankohdasta, kertasadetuksen annostuksesta ja lohkonsisäisestä vaihtelusta. Esityksessä vieritetään päätyneen poikkeuksellisen kuivan kesän näkymä uusintana pikakelauksella maan alta. Pelloilla nähtiin mm. seuraavia tapahtumia: - Porkkanan juurten saavutettua penkin pohjan, sitkeästi pysynyt kosteus katosi yllättäen noin viikossa eikä kastelua ehditty aloittaa ajoissa - Reilu sadetusannos ei nostanut maan kosteutta, ja osoittautui että tuuli painoi pääosan vedestä viereiselle kaistalle - Normaalina ensimmäisenä annoksena käytetty n. 20 mm sadetus ei imeytynyt edes perunan istutussyvyydelle ja vaati heti uusintakastelun - Yhden lohkonosan jankko pysyi kosteana koko kesän, vaikka 50 m etäisyydellä toinen ei pidättänyt vettä juuri lainkaan, eikä kaistoja voitu sadettaa samalla strategialla - Kun jankon kosteus aleni aineistosta tunnistetulle lakastumisrajalle, perunan varret veltostuivat - Runsaaksi luullut sateet eivät nostaneet penkin kosteutta olennaisesti ja kastelua oli näppituntuman vastaisesti jatkettava Monimutkainen monitorointitekniikka onnistuttiin yksinkertaistamaan helposti omaksuttavaksi työkaluksi, joka osoittautui hyödylliseksi jo asennusvuonna.

**AVAINSANAT:** kastelu, digisiirtymä, langattomat anturit

## 5.5 Peltolohkon analyysiraportin tekeminen avoimista datalähteistä

Petri Linna, Antti Halla, Nathaniel Narra

Tampereen yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Viljelijöillä on lähtökohtaisesti hyvä näkemys peltolohkojensa kunnosta. Tilanne muuttuu kuitenkin haastavammaksi, kun kyseessä on suuremmat tilakoot tai mukaan tulee vuokramaita tai jos halutaan tietää lohkon muutosta pitkällä aikavälillä tai tila vaihtaa omistajaa. Avoimet datalähteet antavat hyvät lähtökohdat kerätä kattavan perusaineiston mistä tahansa suomen peltolohkosta. Kaukokartoitusta on toteutettu jo vuosikymmeniä ja sen aineisto on todella massiivista. Maanmittauslaitoksen koordinoimat lentokoneilla tehdyt ortokuvat mahdollistavat silmämääräisen peltolohkon arvioinnin eri vuosilta. Syvempää analyysia hankaloittaa avoimen koneluettavan metatiedon puuttuminen. Laserkeilausdata puolestaan antaa hyvän kuvan peltolohkon pinnanmuodoista. Automatisoidulla analyysilla saadaan selville mm. valumariskit ja painanteet, sekä suuntaa antavat arviot peltolohkon lanaustarpeista. Peltolohkon maaperän lajista saadaan karkea arvio GTK:n aineistosta ja maaperän aineiston kerääminen ja julkaiseminen laajenee muiltakin osin yhä tarkemmaksi. Ilmatieteen laitoksen säädätällä saadaan pitkän ajan arviot kasvukauden muutoksista, lämpökertymistä ja sademääristä. Nämä antavat rajoittavat tekijät viljelykasvin valinnalle. Uutena avoimena lähteenä on Ruokaviraston ylläpitämä lajiketieto eri vuosilta. Tämän avulla pystytään esim. tarkistelemaan peltolohkon viljelykiertoa ja kasvipeitteisyyttä sekä työn jakautumista. Kaikista suurin tietolähde on kuitenkin satelliitit kuten Sentinel. Tämän avulla peltolohkosta saadaan jatkuvaa aikasarjadataa parin päivän välein. Tämä data ei ole tarkinta mahdollista, mutta määränsä takia sillä saadaan esim. analysoitua satokauden onnistumista, kosteuden muutosta sekä arvioitua peltolohkojen sisäistä vaihtelua. Näitä analyysejä on kehitetty jo aiemmassa MIKÄ DATA -hankkeessa ja meneillään olevissa PeltoAI ja BioEväät-hankkeissa. Osa analyyseista on saatavana raporttina ja tilakohtaisina karttatasoina Peltodata-palvelussa, joka on viljelijälle ilmainen palvelu. Ladattava raportti on viljelijälle mutta myös neuvonnan asiantuntijalle apuväline, jolla pystytään tehokkaasti arvioimaan datalähtöisesti peltolohkon kuntoa ja kehitysmahdollisuuksia, sekä löytämään mahdollisia ongelma-alueita.

**AVAINSANAT:** ortokuva, laserkeilaus, maaperä, satelliitti

## 5.6 Uutta tietoa ja tekniikkaa kestorikkakasvien mekaaniseen torjuntaan

Jukka Salonen<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Jokioinen

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus, Ruukki/Oulu

### TIIVISTELMÄ

Kestorikkakasvien torjunta on haasteellista sekä luomuviljelyssä että tavanomaisessa viljelyssä. Juolavehnä, pelto-ohdake ja peltovalvatti ovat viljapeltojen yleisimmät kestorikkalajit. Niiden runsastuminen perustuu pääosin juurista ja juurakoista taimettuviin yksilöihin ja niistä muodostuviin laikkuihin pellossa. Kaukolevintä tapahtuu siementen avulla. Onnistunut mekaaninen torjunta edellyttää lajien kasvurytmin tuntemista ja toimien ajoitusta kasvin heikoimpaan hetkeen. Kyntö kurittaa kestorikkakasveja, mutta kestävä viljelyn periaatteet tavoittelevat kevyempiä menetelmiä maan muokkaukseen ja kasvukunnon ylläpitoon. Luken kenttäkokeissa on vertailtu näitä tavoitteita tukevaa muokkauksetä ja mekaanisen torjunnan ajoitusta. Juolavehnän juurakoita voi nostaa maan pintaan juolannostimella (esim. Kvik-Finn ja Tiustech). Maan pintakerroksessa n. 10 cm syvyydellä kasvavia juurakoita nousee pintaan noin 40 % yhdellä ajokerralla. Kuiva sää nopeuttaa juurakoiden nääntymistä, joten yleensä suositellaan kevätkäsittelyä. Luken kokeissa on nyt testattu syyskäsittelyä juolan ja valvatin torjuntaan. Kaksoiskäsittely (syys+kevät) vähensi kaurapellon runsasta kestorikkakasvien massaa noin 50 %. Maan pinnan ehjäksi jättävä Kvernelandin Root Cutter -muokkainta on testattu kevätiljan kestorikkakasveihin. Laitteen leikkaavat terät kulkevat säädetyllä syvyydellä maan pinnan alla ja katkovat kestorikkakasvien juuria ja juurakoita. Alustavat tulokset meiltä ja Norjasta osoittavat, että ohdakkeen ja valvatin juurten katkominen heikentää niiden kasvua merkittävästi; Luken kokeissa oli valvattimassaa n. 50 % vähemmän kuin kontrolliruuduilla. Kestorikkakasvin elintavat poikkeavat toisistaan, mikä hankaloittaa niiden mekaanista torjuntaa. Torjuntäkäsittelyjä on suositeltu varhaiseen kasvuvaiheeseen, jolloin juurista ja juurakkopaloista kasvuun lähtevien kasvien vararavinto on niukimmillaan (kompensaatiopiste). Uusimmat ruotsalaiset selvitykset tukevat aikaisempaa muokkausta kuin oppaissa nykyään mainitut kasvuasteet, esim. juolavehnälle uusi suositus on muokkaus ja sen toistot 2–3-lehtiasteella, aiemman 3–4 lehden sijaan. Syyskäsittelyjen tehossa on myös lajikohtaista eroa, koska valvatti siirtyy lepotilaan aiemmin kuin juolavehnä, eikä syysmuokkaus herätä valvatin taimia kasvuun kuten juolavehnän oraita. Valvatin lepotilaan siirtymisen ajoittumista tutkimme astiakokeissa Suomessa, Norjassa ja Saksassa. ERA-NET/SusCrop-ohjelman “AC/DC-weeds”-projektissa (<http://acdc-weeds.info>) on mukana seitsemän partneria viidestä maasta. EU-tason vaikuttimina ovat intensiivisen maanmuokkauksen vähentäminen ja glyfosaattia korvaavat torjuntamenetelmät. Mekaanisen torjunnan ohella perehdymme kestorikkakasvilajien toisistaan poikkeavaan kasvurytmiin ja sen havainnollistamiseen mallien kautta. Drooniavusteinen kasvien havaitseminen tarkoittaa torjuntaa pellolla. Hankkeen kansallinen rahoitus tulee MMM:n MAKERA-määrärahoista.

**AVAINSANAT:** juolavehnä, pelto-ohdake, peltovalvatti, mekaaninen torjunta

## 6 MÄREHTIJÖIDEN HYVINVOINTI

### **6.1 Sertifioitu Nasevan terveydenhuoltojärjestelmä osana Ruokaketjua**

**Erja Tuunainen, Hertta Pirkkalainen, Kati Kastinen**

Eläinten terveys ETT ry

#### **TIIVISTELMÄ**

Eläinten terveys ETT ry:n alaisuudessa toimiva nautatilojen terveydenhuollon seurantajärjestelmä Naseva otettiin käyttöön vuonna 2006. Nasevaan kuuluvat tilat tuottavat noin 95 % suomalaisesta maidosta ja naudanlihasta. Nasevan avulla seurataan eläinlääkäreiden ja tuottajien nautatiloilla tekemää terveydenhuoltotyötä ja kerätään tietoa elintarvikeketjun tarpeisiin. Näitä ovat mm. eläinten hyvinvointi, vapaus tarttuvista taudeista, vastuullinen eläinlääkkeiden käyttö, tilatason tautisuojaus ja terveysturvallinen eläinkauppa. Nasevaan kertyy monipuolisesti tietoa terveydenhuoltokäynneiltä, utareterveystutkimuksista, sorkkahoidoista, lääkityksistä, tutkimustuloksista ja tilan eläinvirroista. Nasevassa tuottaja voi verrata oman tilansa eläinten hoito- ja kuolleisuustietoja koko maan tilanteeseen. Utareterveystuloksia on saatavilla vuodesta 2011 lähtien. Suomessa tutkitaan yli 170 000 maitonäytettä vuosittain, mikä on kansainvälisesti vertailtuna merkittävä asia. Tutkimustulos auttaa antibioottihoidon valinnassa, jolloin vastuullinen antibioottien käyttö ja jäämähallinta korostuu. Tartuntojen leviämiskäynnin välityksellä on kasvanut. Nasevaan kehitettiin vuoden 2019 lopulla automaattinen, pitopaikkakohtainen tautisuojausluokitus. Luokituksen tavoitteena on ohjata eläinliikennettä siten, ettei eläinainesta siirtyisi alemman tautisuojausluokituksen tason tilalta ylemmän tason tilalle. Tilan tietojen pohjalta lasketaan kullekin tilalle luokituskriteereitä, joiden toteutumisen pohjalta määrittyy päivittäinen tilaluokitus. Osana kansallista tautien torjuntaa on Nasevaan toteutettu Biocheck.UGent® riskiperusteinen tautisuojausluokituksen arviointimenetelmä, joka otettiin käyttöön keväällä 2021. Tautisuojausarviointeja on Suomessa tallennettu 25 vasikkakasvattamolle, 32 lihanautatilalle ja 112 lypsykarjatilalle. Maailmanlaajuisesti nautatilojen Biocheck.UGent® -tautisuojauskäyntejä on tehty 1591. Ulkoisen tautisuojausluokituksen osalta Naseva-tiloilla on selkeästi panostettu tautisulkuun ja kävijöiden ohjeistamiseen. Myös haittaeläimiltä suojautumisessa olemme globaalia keskiarvoa korkeammalla. Eläinostojen ja terveystodistusten käytön osalta Naseva-tiloilla on kehitettävää. Sisäisessä tautisuojausluokituksessa korkeimmalle kohoavat vasikoiden hoitoon, työjärjestykseen ja lypsyhygieniaan liittyvät osa-alueet. Näillä sektoreilla on tehty pitkäjänteistä kehitystyötä. Kehityskohteina näyttävät aikuisten nautojen hoitoon ja ryhmittelyyn liittyvät asiat. Tiedon laadun varmistamiseksi on Nasevan laatu- ja turvallisuusjärjestelmätöihin myönnetty Ruokavirastolta ruokaketjun kehittämisavustusta. ETT:lle myönnetty ISO 9001 -sertifikaatti osoittaa Naseva- ja Sikava- järjestelmien toimivan tavoitteidensa – tuotantoeläinten terveyden, hyvinvoinnin ja elintarviketurvallisuuden edistämisen – mukaisesti. Sertifiointi edellyttää toiminnan ja sen laadun jatkuvaa kehittämistä.

**AVAINSANAT:** Naseva, terveydenhuolto, ruokaturva

## 6.2 Naseva Dairy-Well on kustannustehokas mittaristo eläinten hyvinvoinnin mittaamiseen lypsykarjatilalla

Tarja Koistinen<sup>1</sup>, Mikaela Mughal<sup>1</sup>, Lilli Frondelius<sup>1</sup>, Laura Hänninen<sup>2</sup>, Heidi Härtel<sup>3</sup>, Erja Tuunainen<sup>4</sup>, Kristiina Sarjokari<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

<sup>3</sup>HKScan

<sup>4</sup>Eläinten terveys ETT ry

<sup>5</sup>Valio

### TIIVISTELMÄ

Eläinten hyvinvoinnin turvaaminen kiinnostaa tuottajia, viranomaisia ja kansalaisia. Kansallisen nautatilojen terveydenhuollon seurantajärjestelmä Nasevan terveydenhuoltokäynnillä mitataan lypsykarjatilalla eläinten hyvinvointia nopeasti, mutta yleisluonteisesti. Welfare Quality -arviointi mittaa lehmien hyvinvointia kattavasti ja tarkasti, mutta ei huomioi kunnolla vasikoita ja nuorkarjaa, ja on erittäin aikaa vievä ja työläs toteuttaa. Koska lypsykarjatilalle ei siis ole olemassa suomalaisiin olosuhteisiin soveltuva, kustannustehokasta ja kattavaa mittaristoa lypsykarjan hyvinvoinnin arvioimiseksi, kehitimme sellaisen. Naseva Dairy-Well-mittaristossa olevat, Suomen olosuhteisiin soveltuvat, mittarit on valittu elinkeinon edustajista ja tutkijoista koostuvan asiantuntijapaneelin avulla, niiden yli 400 naudan hyvinvoinnin mittarin joukosta, jotka löytyivät tieteellisestä kirjallisuudesta, erilaisista hyvinvoinnin arvioimisen työkaluista ja suomalaisista nautojen terveys- ja hyvinvointitietoja rekisteröivistä tietokannoista. Mittareiden valinnassa priorisoitiin eläinperusteisia mittareita, koska ne kertovat eläimen hyvinvoinnista suoremmin kuin resurssi- ja managementperusteiset mittarit, jotka kuvaavat eläimen lähiympäristön potentiaalia mahdollistaa hyvää hyvinvointia. Resurssi- ja managementperusteisia mittareita on kuitenkin käytetty silloin kun kustannustehokasta eläinperusteista mittaria ei ole tai kun tutkimuksella on voitu osoittaa yksinkertaisen resurssiperusteisen mittarin suora kytkös eläinten hyvinvointiin. Valitut mittarit on luokiteltu kuvaamaan neljää hyvinvoinnin osa-alueetta: 1) ravitsemus, 2) kasvatusympäristö, 3) terveys sekä 4) käyttäytyminen ja tunnetila. Kokonaisuus sisältää 57 hyvinvoinnin mittaria, joista 17 on Nasevan ja tuotosseurannan tietokannoista kerättäviä muuttujia, 16 kysymyksiä tuottajalle ja loput 24 mitataan 2–3 tuntia kestävässä tiläkäynnin aikana. Mittaristo huomioi kaikki lypsykarjatilalla eläinryhmät; vasikat (pikkuvasikat, juottovasikat ja vierotetut vasikat omina ryhminään), nuorkarjan ja lehmät. Useammalta eläinryhmältä mitattavien mittareiden mittaustapoja tai luokituksia on sovellettu eläinryhmäkohtaisesti. Mahdollisuudet Naseva Dairy-Well-mittariston jatkokehitykseen ovat moninaiset. Validoimalla ja testaamalla siitä saadaan oivallinen työkalu sekä tilalla tapahtuvaa täsmällistä neuvontaa, että kuluttaja- ja kansalaisviestintää varten.

**AVAINSANAT:** hyvinvointi, lypsykarja, mittaaminen



## 6.3 Different perspectives of providing outdoor access on the welfare of dairy cows: A review

Peter Krawczel, Aino Pietikäinen, Tuomo Kokkonen, Irina Herzon, Aila Vanhatalo

University of Helsinki, Department of Agricultural Sciences

### ABSTRACT

The trend towards utilizing freestall housing has provided cows increased freedom of movement within indoor housing compared to tie-stalls. However, access to pasture or an exercise yard is required only for cows housed in tie-stalls. This may be resulting in a reduced number of cows consistently being moved on to pasture or other outdoor space. This maybe contrary to the growing public interest in pasture or outdoor access, which is evident in the increasing availability of values-based products with guarantees of specific cow management factors, including the provision of grazing and has led to a growing interest in requiring outdoor access through the use of animal welfare legislation. All of these trends are evident within the Finnish dairy production. The goal of this review will be to compare and contrast the positive and negative outcomes on dairy cow welfare stemming from the provision of pasture or outdoor access. The assessment of this management strategy will be conducted by defining animal welfare with three factors: 1) natural living; 2) biological function; and 3) affective state. The aspect of natural living is focused on addressing the question of how well a cow is able to express her inherent behavioral motivations and is generally the most commonly evaluated. For example, it is often assumed that cows always prefer to be outside, yet when given the choice will remain indoors during warm weather or to avoid direct sun. As the climate continues to change, this is likely to become more problematic in areas, such as Finland, that have not had to typical manage this. This suggests external factors can affect the motivation of cows to use outdoor space. Beyond behavior, there is contrasting evidence on the effect of pasture access on biological function. Management of the outdoor space can influence if the health of the animals will improve. For example, using outdoor housing may reduce lameness or mastitis, but these can also be influenced by the quality of the transfer lane or stocking-rate of the pasture. Furthermore, grazing cows likely face more problems coming from the parasite load, which they are not generally exposed on to indoors. Lastly, as milk production is an energy-intensive process, it can be heavily influenced by the quality of the pasture provided and the methods utilized to provide access. Overall, this suggests understanding the effects of pasture access across conditions found in Finland is needed to ensure that the expected welfare gains are achieved.

**KEYWORDS:** dairy cow, welfare, outdoor access, grazing

## 6.4 Kahden osa-aikaisen ulkoilumenetelmän vaikutukset lypsylehmien hyvinvointiin

**Aino Pietikäinen, Tuomo Kokkonen, Paula Rissanen, Aila Vanhatalo, Irina Herzon, Peter Krawczel**

Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden osasto

### TIIVISTELMÄ

Maidontuotannon tehokkuuden kasvaminen on kasvattanut tilakokoja ja vähentänyt lypsylehmien laiduntamista. Suurin osa lypsylehmistä elää nykyisin pihatoissa, vaikka parsinavetoita on edelleen enemmän kuin pihattoja. Koska vain parsinavetassa eläville lehmille on tarjottava vuosittain tietty määrä ulkoilua, säännöllisesti ulkoilevien lypsylehmien määrä on todennäköisesti vähentynyt. Pihattonavetoiden yleistymisen on lisännyt yleisön kiinnostusta lypsylehmien laidunnusta ja eläinten hyvinvointia koskevan lainsäädännön muutoksia kohtaan. Myös kiinnostus arvopohjaisia, tuotantoeläinten vapaata liikkumista takaavia tuotteita kohtaan on kasvanut. Ulkoilun hyvinvointiin vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen voi helpottaa ulkoilun tarjoamista lypsylehmille. Laidunnuksen roolia lypsylehmien hyvinvoinnissa on tarvetta tutkia, koska sillä voi olla sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Eläinten hyvinvointi voidaan määritellä kolmen tekijän kautta: 1) lajinmukainen elämä ja ympäristö; 2) terveys ja toimintakyky; sekä 3) kokemukset ja tunteet. Tavoitteenamme oli verrata osa-aikaisen (6 tuntia/päivä) ulkoilun ja kokoaikaisen sisäruokinnan vaikutuksia pihatossa pidettävien lypsylehmien hyvinvointiin. Ulkoilua tutkittiin laitumella, jossa oli syötävää nurmea ja tarhassa ilman syötävää nurmea. Kokeessa oli 27 kerran tai useita kertoja poikinutta ay-lypsylehmää Helsingin yliopiston Viikin tutkimustilalla. Pihatossa lehmillä oli saatavilla purukuivitetut makuuparret, seosrehua rehukupeissa sekä pääsy lypsyrobotille. Navetan viereiset laidunalueet (4.5 ha) oli jaettu 7 osioon, joista yhtä käytettiin ulkotarhana niittämällä syötävä nurmi pois säännöllisesti. Loput 6 osiota olivat käytössä laidunkäsittelyssä. Seosrehua oli vapaasti saatavilla pihatossa ja ulkotarhassa. Koe toteutettiin 3x3 latinalaisen neliön koemallilla kolmen viikon jaksoissa. Arvioimme käyttäytymistä (makuukäyttäytyminen, syöti-, laidunnus- ja märehtimisaika ja vuorokausirytm), terveyttä, toimintakykyä ja tuotosta (ontuminen, puhtaus, vammat, kuiva-aineensyöti, maitotuotos ja maidon koostumus) sekä kokemuksia (sosiaalinen käyttäytyminen) saadaksemme kokonaiskuvan käsittelyiden vaikutuksesta lehmien hyvinvointiin. Arvioimalla laiduntamisen merkitystä suhteessa pelkkään ulkoilumahdollisuuteen voimme kehittää suosituksia lypsylehmien ulkoilukäytännöistä, jotka johtavat merkittäviin hyvinvointihyötyihin. Ymmärrys siitä, miten lypsylehmät hyötyvät ulkoilusta voi lisätä maitotilojen kiinnostusta järjestää lypsylehmille mahdollisuus ulkoiluun.

**AVAINSANAT:** hyvinvointi, ulkotarha, laidunnus, jaloittelu

## 6.5 Nuorten lihanautojen kuivikemieltymykset: vertailussa olki, ruokohelvi ja hevosen kuivikelanta

**Leena Tuomisto, Jaakko Mononen, Juha Hyvönen, Katariina Manni, Lilli Frondelius, Arto Huuskonen**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tutkimme nuorten sonnien mieltymyksiä (preferenssiä) kuivikkeena käytettyjen ohran oljen, ruokohelven ja hevosen kuivikelannan välillä. Preferenssin mittarina käytettiin eri kuivikepohjilla vietettyä aikaa ja erityisesti makuulla olon todennäköisyyttä eri materiaaleilla. Kahdeksan viikon pituisessa kokeessa oli 40 maitorotuista sonnia neljässä 10 eläimen ryhmässä. Koe tehtiin eristämättömässä tutkimuspihatossa lokajoulukuussa (vuorokauden keskilämpötila  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $+9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Kokeen alkaessa sonnit olivat keskimäärin 5.4 kk:n ikäisiä ja painoivat keskimäärin 225 kg. Jokaisessa koekarsinassa (kukin 15 m x 10 m) oli kolme erillistä makuualluetta (kukin 5 m x 5 m), joista yksi kuivitettiin olkisilpulla, toinen ruokohelpisilpulla ja kolmas hevosen kuivikelannalla. Hevosen kuivikelanta sisälsi hevosen lantaa, turvetta, purua ja vähäisiä määriä heinää. Eläimillä ei ollut aiempaa kokemusta koekuivikemateriaaleista. Kokeen aikana eläimillä oli jatkuvasti vapaa pääsy kaikille kolmelle kuivikemateriaalille. Eläinten käyttäytymistä karsinoissa videokuvattiin kokeen ajan. Käyttäytymisanalyysiin valittiin kolme 24 tunnin pituista jaksoa, yksi kokeen alusta, yksi keskivaiheelta ja yksi lopusta. Jokaisen eläimen toiminto ja sijainti karsinassa havainnointiin 15 minuutin välein. Kuivikepatjojen lämpötilaa ja kosteutta sekä haitallisten kaasujen ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) pitoisuuksia kuivikepatjojen pinnassa mitattiin säännöllisesti. Sonnien makuuhavainnoista 51 % oli ruokohelpipatjalla, 38 % olkipatjalla, 11 % hevosen kuivikelantapatjalla ja 0 % betonipohjaisella lantakäytävällä. Eläimen todennäköisyys olla makuulla oli suurempi oljella ja ruokohelvellä kuin hevosen kuivikelannalla kokeen kaikissa vaiheissa ( $p < 0.0001$ ). Hevosen kuivikelannalla makuulla olon todennäköisyys oli suurempi kokeen keskivaiheessa ja lopussa kuin alussa ( $p < 0.05$ ). Kuivikepatjojen pinnoilta ei yleensä mitattu ohjeelliset raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia haitallisia kaasuja. Kaikissa kuivikepatjoissa tapahtui palamista. Ruokohelvi ja olki osoittautuivat nuorten lihanautojen kuivikemateriaaleina lähes samanveroisiksi ja mieluisiksi makuualustoiksi. Hevosen kuivikelanta oli sonnien käyttäytymisen perusteella selkeästi muita kuivikkeita epäsuositumpi alusta makaamiselle. Syynä tähän saattoi olla materiaalin matalampi kuiva-ainepitoisuus (hevosen kuivikelanta 35 %, ruokohelvi 69 %, olki 53 %). Lisäksi kokeen alkupuolella hevosen kuivikelantapatjojen keskilämpötila oli selkeästi muita materiaaleja alhaisempi. Erot kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa eri materiaalien välillä tasoittuivat kokeen edetessä, ja samalla hevosen kuivikelannan suosio makuualustana lisääntyi. Hevosen kuivikelanta saattoi myös materiaalina vaatia eläimiltä totuttelua. Jatkopohdittavaksi jää, voisiko hevosen kuivikelanta toimia kuivikkeena paremmin yhdessä jonkin muun kuivikemateriaalin kanssa kuin yksinään. Koe olisi lisäksi hyvä toistaa eri vuodenaikoina, koska vallitseva lämpötila voi vaikuttaa eläinten tekemään valintaan.

**AVAINSANAT:** sonnit, kuivikemateriaali, preferenssi, käyttäytyminen

## 6.6 Antimikrobialliset peptidit vedinkaston tehoaineena

Tuija Kallio, Merja Prittinen, Elisa Tikkanen, Pekka Kilpeläinen, Vesa Virtanen

Oulun yliopisto, Kajaanin yliopistokeskus, Mittaustekniikan yksikkö

### TIIVISTELMÄ

Utaretulehdus on taloudellisesti merkittävin lehmien hyvinvointiin ja maidontuotantoon vaikuttavista tartuntataudeista. Sillä voi olla vakavia kliinisiä oireita, mutta taloudellisesti isoimmat tappiot tulevat kuitenkin usein oireettomasta tai lähes oireettomasta subkliinisestä utaretulehduksesta, jota on vaikea havaita, mutta joka vähentää utareiden maitoa tuottavien solujen määrää ja maidon tuotantoa. Suomessa lähes puolet utaretulehduksista on koagulaasinegatiivisten stafylokokkien aiheuttamia. Yleisimmin lääkitystä vaativa tai lehmän poistoon johtava tulehdus on kuitenkin *Staphylococcus aureus* -bakteerin aiheuttama. Laajoissa *S. aureus* -infektioissa tilan kaikki lehmät saatetaan hoitaa antibiooteilla. Lisäksi jos tulehdus on krooninen ja aiheuttaja penisilliinille vastustuskykyinen, lehmän hävittäminen on suositeltavin ratkaisu. Hyvä hygienia ja utareterveys ovat tärkeitä utaretulehduksen ennaltaehkäisyssä. Yleisesti infektioiden ehkäisyssä käytetään vedinkastoa tai -suihketta, joilla vetimet käsitellään jokaisen lypsyn jälkeen. Suomessa valtaosa maitotiloista käyttää vedinkastoa säännöllisesti. Nykyiset vedinkaston tehoaineet eivät kuitenkaan ole ongelmattomia. Ne voivat olla silmiä tai ihoa ärsyttäviä, ja klooripohjaiset yhdisteet voivat muodostaa myrkyllisiä kaasuja. Lisäksi jodipitoiset yhdisteet ovat myrkyllisiä vesieliöille. Hyvää karjalle EIP-hankkeessa on kokeiltu uusien antimikrobiallisten peptidien tehoa utaretulehdusmikrobeihin. Peptidit on alun perin löydetty variksenmarjan solukon sisällä elävistä bakteereista. Viiden eri peptidin vaikutusta on testattu yleisimpiin utaretulehdusbakteereihin (*S. aureus*, *S. haemolyticus*, *S. simulans*, *S. epidermis*, *S. chromogenes*, *S. uberis*, *S. dysgalactiae*) sekä hiivoihin (*Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*). Lisäksi peptidien säilyvyyttä ja tehoa erilaisissa vedinkastokoostumuksissa on tutkittu kuuden kuukauden ajan. Myös peptidien yhteisvaikutusta keskenään ja yleisen tehoaineen, klooriheksidiinin kanssa on tutkittu. Tutkituista peptideistä kaksi olivat tehokkaimpia ja toimivat laaja-alaisimmin testattuja mikrobeja vastaan. Niiden MIC-arvot olivat  $1 \mu\text{g ml}^{-1}$ – $8 \mu\text{g ml}^{-1}$ , mikä vastaa samaa tasoa kuin WHO:n tärkeimpien lääkkeiden listalla olevalla gentamisiinilla. Peptidit myös säilyttivät hyvin aktiivisuutensa erilaisissa vedinkastokoostumuksissa. Parhaiten teho säilyi peptidin ja klooriheksidiinin yhteisliuoksessa, ja niillä havaittiin synergististä yhteisvaikutusta.

**AVAINSANAT:** antimikrobialliset peptidit, utaretulehdus, vedinkasto, eläinterveys

## 7 KEHITTYVÄ PUUTARHATUOTANTO

### 7.1 Puutarhatuotantoa kannattavasti

Anu Koivisto<sup>1</sup>, Nina Sevelius<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tmi Anu Koivisto

<sup>2</sup>Svenska Lantbrukssällskapens förbund

#### TIIVISTELMÄ

Kannattava toiminta on kaiken tuotantotoiminnan edellytys. Puutarhatuotannon kannattavuuden tarkasteluun haasteita tuo se, ettei kerättyä todellisten tilojen talousaineistoa juurikaan ole. Kannattavuuskirjanpitoaineistossa on alle 20 avomaan puutarhatuotantoa harjoittavaa tilaa. Näiden tilojen tietojen perusteella ei pystytä määrittämään tuotekohtaisia tuotantokustannuksia, koska nuo 20 tilaa edustavat niin vihanneksia, marjoja, omenaa, kuin taimituotantokin. Puutarhataloudessa on tehty kannattavuuden tarkastelun tueksi mallilaskelmia jo 1990-luvulta lähtien. Mallilaskelmat on paljon käytetty työkalu neuvojien, viljelijöiden ja alan opiskelijoiden keskuudessa. Mallilaskelmat tulisi aika ajoin päivittää, jotta ne kuvaisivat vallitsevaa viljelykäytäntöä ja hintatasoa. Tällä hetkellä osa puutarhatalouden mallilaskelmista on peräisin vuodelta 2004, kuten omenan ja herukan. Joidenkin vihannesten, kuten sipulin ja porkkana, laskelmia löytyy vuoden 2018 hintatasoon laadittuna. Joka tapauksessa laskelmien päivitystarve on akuutti ja ilmeinen. Tämän hankkeen tarkoituksena on päivittää ja ajantasaistaa avomaan puutarhatuotannon kannattavuuslaskelmia. Päivitettäviä ja laadittavia laskelmia olisivat muun muassa: porkkana, kaali, sipuli, mansikka avomaalla ja tunnelissa, vadelma avomaalla ja tunnelissa, pensasmustikka, herukka, omena, vihannesten taimituotanto, varastointitapojen vertailu ja jakelutapojen vertailu. Laadittavat mallilaskelmat kuvaavat hyvää ja edustavasta tuotantotapaa vuonna 2021. Mallilaskelmien laskelmaoletusten määrittämisessä hyödynnetään alan asiantuntijoita monipuolisesti. Laadittujen mallilaskelmien oikeellisuus / hyvyys testataan pilotoimalla laskelmat todellisilla tiloilla, ja tehdään tarvittavat parannukset. Päivitystyön yhteydessä parannetaan lisäksi laskelmin ulkoasua ja käytettävyyttä. Laskelmat laaditaan excel-muodossa, jolloin kaikkien on mahdollista niitä käyttää, ja haluamallaan tavalla muokata. Laskelmat tulevat olemaan vapaasti ja ilmaiseksi saatavilla kaikille niitä tarvitseville. Laskelmat julkaistaan ProAgrian internetsivustoilla sekä puutarhaekonomia.fi sivuilla.

**AVAINSANAT:** kannattavuuslaskelmat, avomaanvihannestuotanto, puutarhatuotanto

## 7.2 Puutarhatuotannon eri menetelmien ympäristövaikutuksia tutkitaan

Kati Räsänen, Katri Joensuu, Frans Silvenius, Kati Hoppula, Titta Kotilainen, Marja Rantanen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Puutarhatuotannossa teknologian kehitys ja rakennemuutos ovat olleet nopeita. Marjojen tunneliviljely on yleistynyt nopeasti ja ensimmäisissä yrityksissä on alkanut mm. yrttien vertikaaliviljely. Uudet tuotantomenetelmät pidentävät tuotantoaika ja mahdollistavat avomaata tarkemmin ohjatun kastelun ja lannoituksen. Biologiset kasvinsuojelumenetelmät korvaavat usein kemikaalien käytön. Luonnon omia tuotantopanoksia (aurionvalo, sade, maaperän ekosysteemit) voidaan kuitenkin hyödyntää vähemmän. Työssä tutkitaan mansikan, vadelman, salaatin ja yrttien ympäristövaikutuksia eri tuotantomenetelmillä tuotettuna. Viljelijöiltä kerättävien tietojen perusteella tehdään elinkaariarvioinnin standardeihin (mm. ISO 14040- ja ISO 14044) perustuvat ympäristövaikutusarvioinnit. Tuotteille lasketaan useita eri ympäristövaikutuksia: ilmasto- (hiilijalanjälki, CO<sub>2</sub> -ekvivalentti), rehevöittävä (PO<sub>4</sub>-ekvivalentti) ja ekotoksinen vaikutus (CTU eli comparative toxic unit) sekä energiankulutus (MJ), uusiutumattomien raaka-aineiden käyttö (kg), maankäyttö (m<sup>2</sup>), ravinnejalanjälki (ravinteiden käyttö- ja hyödyntämisprosentti), hävikin määrä (kg) ja vesijalanjälki (vesiniukkuusvaikutus, m<sup>3</sup>-ekvivalentti). Tietoja saatiin viideltä marjatilalta ja kahdelta salaatti- ja yrttilialta vuosina 2017–2020. Tiedonkeruun perusteella satotasot voivat marjojen tunneliviljelyssä olla jopa kymmenkertaisia avomaanviljelyyn verrattuna. Vastaavasti myös lannoitteiden ja kasteluveden käyttö suhteessa viljelypinta-alaan on suurempaa tunneliviljelyssä. Tunneliviljelyssä käytetään myös enemmän taimimateriaalia, koska kasvustot vaihdetaan yleensä vuosittain. Tutkimuksen kasvihuone- ja vertikaaliviljelyllä käytettiin biologista torjuntaa salaateilla ja yrteillä. Biologista torjuntaa käytettiin myös kaikilla tunnelituotantotiloilla, joilla viljeltiin marjoja. Vain yhden marjatilalla tunnelissa käytettiin biologisen torjunnan lisäksi myös kemiallista torjuntaa. Neljä marjatilaa viidestä käytti kemiallisia kasvinsuojeluaineita avomaalla. Avomaamansikalla kasvinsuojeluaineiden käyttö oli runsaampaa kuin vadelmalla. Mansikalla ruiskutuksia tehtiin noin 5.5 kertaa kasvukaudessa (62 % kokonaiskäyttömäärästä) ja vadelmalla ruiskutuksia oli noin 2.2 kertaa kasvukaudessa (1.5 % kokonaiskäyttömäärästä). Kasvitauteina käytettiin eniten ja rikkakasviaineita toiseksi eniten molemmilla marjoilla. Yhteensä käytössä oli 26 tehoainetta, joita levitettiin pelloille n. 0.55 kg ha<sup>-1</sup>. Ensimmäiset tulokset eri tuotantomenetelmien ympäristövaikutuksista julkaistaan Maataloustieteen päivillä 2022 ja lopulliset tulokset valmistuvat hankkeen päättymiseen eli vuoden 2022 loppuun mennessä.

**AVAINSANAT:** elinkaariarviointi, tunneliviljely, vertikaaliviljely, ympäristövaikutus

## 7.3 Asiakaslogiikalla parempaa tulevaisuutta kotimaiselle tomaatille

Irene Vänninen, Moa Sunabacka

Österbottens Svenska Producentförbund

### TIIVISTELMÄ

Asiakaslogiikka tarkoittaa perusteita, joiden mukaisesti tuotteita ostavat asiakkaat järjestävät elämänsä, jossa tuotteilla on oma paikkansa. Jos toimitusketjun eri osapuolet ajattelevat loppu-asiakasta enemmän kuin itseään, on kyseessä yhteen toimiva liiketoimintaverkosto tai -ekosysteemi perinteisen ketjun asemesta. Pohjanmaan tomaatintuottajat ovat ottaneet käyttöön makuraadin asiakasymmärryksensä kehittämiseksi saadakseen suoraa palautetta kuluttajilta ohi ketjun muiden toimijoiden ja heidän laatukriteeriensä. Lyftkraft-hankkeessa v. 2010–21 (<https://vakra.fi/lyftkraft>) kehitettiin protokolla ja liiketoimintamalli makuraadille ja pisteytysmenetelmä tomaatteihin kohdistuvan ostohalukkuuden laskemiselle. Makutestit osoittivat kiistatta kuluttajien mieltymyksen tiettyihin lajikkeisiin ja hyvin matalan ostohalukkuuden eräille muille lajikkeille. Makuraatia täydennettiin yli 1000 vastaajan kuluttajakyselyllä. Tärkeää on ymmärtää, mikä osa asiakkaista on tyytyväisiä nykylaatuun ja mikä osa haluaa parempaa. Noin 70 % suomalaisista on tyytyväisiä tai melko tyytyväisiä, loput haluavat paremman makuisia pyöreitä tomaatteja – etenkin talvella. Kuluttajaymmärryksen lisäämiseksi Lyftkraftissa demonstroitiin myös muita proaktiivista tuotekehitystä tukevia menetelmiä: tulevaisuuskenaarioita vihannesten kuluttajatyypeistä, pyöreän tomaatin erilaistamista esim. maun ja lajikkeen perusteella ja kuluttajien fokusryhmähaastatteluja. Hankenin, Vaasan yliopiston ja Hämeen ammattikorkean opiskelijaprojekteina selvitettiin myös tomaatin toimitusketjun asiakaslogiikan nykytilaa ja millaiset tomaatin laatukriteerit ohjaavat eri osapuolten liiketoimintapäätöksiä. Kriteerit voivat etenkin pitkissä toimitusketjuissa olla ristiriidassa sekä keskenään että hyvän asiakaslogiikan suhteen. Lyftkraftin kyselytutkimusten perusteella enemmistö viljelijöistä on valmis panostamaan tomaatin laadun parantamiseen, kunhan todistetusti paremmasta laadusta saisi paremman hinnan. Laadun vaihtelua (vuodenaika, viljelmät) täytyisi myös saada tasoitettua. Kauppanormien ulkopuolelle jäävän aistinvaraisen laadun tuottaminen maksaa – se on asiakassuhteiden jatkuvuuteen tehty investointi. Asiakaslogiikan käyttöä tuotekehityksen pohjana hankaloittavat tuottajatahon ja kaupan tahon erilaiset näkemykset kuluttajien kyvystä erotella pyöreän tomaatin makueroja sekä yhteistyön puute asiakaslogiikkaa koskevan tiedon keräämisessä ja hyödyntämisessä. ”Yhteinen vihannespöytä” -työpajoissa osallistujat päätyivät siihen tulokseen, että koko toimitusketjun tulisi yhdessä pystyä näkemään asiakkaiden logiikan tulevaisuuskehitykseen proaktiivista tuotekehitystä varten. Keskiössä on iso kysymys: Millä edellytyksillä Suomessa voidaan tuottaa ympärivuotisesti tomaatteja, joilla on riittävästi kysyntää jatkossakin? Asiakasymmärrys ei yksin riitä. Kehitys riippuu myös tomaattien jalostajista ja viljelytekniikoista, joilla korjataan selvimpiä makupuutteita kuluttajien antaman palautteen perusteella.

**AVAINSANAT:** kasvihuonetomaatti, aistinvarainen laatu, asiakasymmärrys

## 7.4 Puutarha-alan työhyvinvointi ja tuottavuus

Veli-Matti Tuure<sup>1</sup>, Tea Elstob<sup>1</sup>, Anna-Maija Heikkilä<sup>2</sup>, Marjo Hokka<sup>3</sup>, Tiina Mattila<sup>2</sup>, Ulla Ovaska<sup>2</sup>, Irene Vänninen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Työtehoseura ry

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus

<sup>3</sup>Perunantuotannon tutkimus- ja kehityssäätiö

### TIIVISTELMÄ

Hankkeen lähtökohtana olivat puutarha-alan fyysinen kuormittavuus, voimakas sesonkiluonteisuus, ulkomaisen työvoiman suuri osuus ja alan ikääntyminen. Yksittäisistä puutarha-alan yritysten kehittämiprojekteista muodostuneeseen ”Puutarha-alan työhyvinvointi ja tuottavuus” -hankkeeseen osallistui 25 yritystä eri puolilta Suomea. Sektoreista edustettuina olivat kasvihuonetilat, taimitarhat, marja- ja hedelmätilat, perunatilat sekä viherala. Hankkeen tavoitteena oli käynnistää työhyvinvointia ja tuottavuutta edistäviä toimenpiteitä näissä yrityksissä ja tuoda näiden case-yritysten kautta tietoa alan haasteista ja ratkaisuista alan muidenkin toimijoiden hyödynnettäviksi. Lähestymistapa yritysten toiminnan kehittämiseen oli osallistava ja kokonaisvaltainen. Case-yrityksissä tunnistettiin kehittämiskohteita ja hyviä käytäntöjä prosessianalyysin ja yksilöhaastattelujen avulla sekä etsittiin tunnistettuihin kehittämiskohteisiin ratkaisuja yhteistyössä yrittäjien ja työntekijöiden kanssa. Lisäksi yritysten välisissä työpajoissa etsittiin ratkaisuja laajoihin, yhteisiin kehittämisteemoihin ja kannustettiin yrityksiä verkostoitumiseen kehittämistyössä. Kehittämisprosessi tuotti yrityksille identifioituja kehittämisen mahdollisuuksia ja niihin ideoituja ratkaisuja, joilla jaksamista ja työhyvinvointia pystytään parantamaan. Ratkaisut liittyivät tyypillisesti työkuormitukseen, tiedon hallintaan ja kulkuun sekä ympäristöön ja olosuhteisiin. Monia ratkaisuja löydettiin myös töiden ajoituksen, sujuvuuden ja tekniikan haasteisiin. Case-aineistossa nousi selkeästi esiin, miten tiiviisti työhyvinvointi ja tuottavuus liittyvät kokonaisuuden hallintaan mikro- ja pienyrityksissä. Yrityskoon kasvaessa esimiestyöskentely nousee erityisen tärkeäksi. Myös talouteen, liiketoiminnan kehittämiseen ja strategiseen suunnitteluun kaivattiin lisää osaamista ja tukea. Osallistuneilta case-yrityksiltä saatu palaute oli myönteistä sekä hankkeen toiminnan (4.3/5) että tulosten ja vaikutusten (4.1/5) osalta. Hankkeessa mukana olleet yrittäjät sitoutuvat vahvasti hankkeen tapaamisiin ja kehittämistoimiin. Monet yrittäjät kokivat, että keskustelu- ja sparrausapu toisten yrittäjien ja asiantuntijoiden kanssa oli parhainta antia. Yritysten kehittämiprojekteissa kertyneitä havaintoja hyödynnettiin tuottamalla materiaalia Maatalouden työterveyshuollon keskusyksikön koulutuksiin ja oheismateriaaliksi. Tiedon avulla vahvistetaan työterveyshuollon mahdollisuuksia auttaa näitä pienten sektoreiden yrityksiä. Tuloksia esiteltiin useissa tapahtumissa ja alan julkaisuissa. Luonnonvarakeskuksen, Työtehoseuran sekä Perunantuotannon tutkimus- ja kehityssäätiön yhteistyössä vuosina 2018–2020 toteuttamaa hanketta rahoittivat Euroopan sosiaalirahasto (ESR) ja Maatalousyrittäjien eläkelaitos (Mela). Hanketta koordinoi Luonnonvarakeskus.

**AVAINSANAT:** osallistava kehittäminen, puutarhayritys



## 7.5 Viljelypilotit kerrostaloissa – kaupunkiviljelyn uudet tuulet

**Marja Roitto, Julia Johansson, Laura Alakukku**

Maataloustieteiden osasto, Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Kaupunkiviljely on osa kestävästä ruokajärjestelmästä, jossa tuotanto on lähellä kuluttajaa. Tulevaisuudessa kaupunkiviljely täydentääkin maaseudun ruoantuotantoa. Kaupungeissa ruoantuotanto kilpailee maa-alan käytöstä muiden käyttötarkpeiden kanssa, jolloin uusien ratkaisujen tilatehokkuus korostuu. Vertikaaliviljelyllä tuotanto on mahdollista ympäri vuoden, mutta niiden soveltuvuudesta kerrostaloihin on vielä vähän tietoa. 6Aika: CircularHoodFood-kehittämishankkeen tavoitteena oli lisätä urbaania ruoantuotantoa, ruoan arvostusta sekä kehittää biojätteen kiertoa kaupungeissa. Tavoitteena oli lisäksi edistää urbaaniin ruoantuotantoon sekä ruuan kiertotalouteen liittyvän liiketoiminnan ja yhteistyön syntymistä. HSY:n koordinoimassa hankkeessa mukana ovat Metropolia ammattikorkeakoulu, Vantaan kaupunki ja Helsingin yliopisto. Hanke on osa Suomen kuuden suurimman kaupungin 6Aika-strategiaa. Hanketta rahoittaa Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR). Hankkeessa kerättiin viljelypilottien avulla oppeja ja toimivia ratkaisuja kaupunkiympäristössä tapahtuvaan ruoantuotantoon. Hankkeen viljelypilotit tehtiin kerrostaloympäristössä. Vantaan Hakunilassa sijaitseva VAV Asunnot Oy:n asukaskiinteistö on Suomen ensimmäinen Joutsenlippu-kriteerein rakennettu talo ja siten soveltui erinomaisesti kokeilualustaksi uudelle kaupunkiviljelylle. Toinen kokeiluympäristö oli asukasosakeyhtiö Lauttasaassa. Kokeilut tehtiin yhteistyössä taloyhtiöiden, asukkaiden ja kaupunkeihin viljelyratkaisuja kehittävien yritysten kanssa. Kokeilujen toteutus aina suunnittelusta viljelyyn asti toteutettiin yhteiskehittämisen periaatteella. Yritysten tarjoamissa viljelyratkaisuissa oli mukana erilaisia sisäviljelyratkaisuja, laatikkoviljelyä palvelumallilla sekä myös sieniviljelyä. Asukkaiden ja viljely-yritysten palaute koottiin haastatteluilla kokeilujen alussa ja lopussa. Hankkeen pilottikokeilujen avulla pyrittiin löytämään käyttökelpoisimmat ratkaisut kaupunkiviljelyn edistämiseksi suuremmissakin mittakaavassa. Viljelypilotit toivat onnistumisia, mutta kohtasivat myös haasteita esimerkiksi kuumien kesien muodossa. Tärkeimmät tulokset, kehittämisideat, kokeilujen vaikuttavuus sekä skaalautumisen mahdollisuudet arvioidaan. Viljelypilotteista saatuja kokemuksia voidaan käyttää kestävästä kaupunkikehittämisen tueksi. Yhteisöllisessä, taloyhtiön tiloissa toteutetussa viljelyhankkeessa on monia asioita, joita taloyhtiön tulee ottaa huomioon. Näitä ovat esimerkiksi hankintaan, talotekniikkaan, tilankäyttöön ja vastuualueisiin liittyvät kysymykset. Tulosten perusteella laaditaan opas kaupunkiviljelyn aloittamiseen kerrostaloissa.

**AVAINSANAT:** kaupunkiviljely, uudet viljelyratkaisut, taloyhtiöt

## 7.6 Finding new methodologies for shaping national germplasm collections

Merja Hartikainen<sup>1</sup>, Leena Lindén<sup>2</sup>, Lidija Bitz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Production Systems, Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>2</sup>Department of Agricultural Sciences, University of Helsinki

### ABSTRACT

Gene banks conserving plant genetic resources are crucial sources that are needed in plant breeding to meet the challenges arising from climate change, food security and nutritional issues. Plant germplasm collections are often created in such a way to represent maximal diversity in minimal number of plants in order to decrease maintenance costs. Traditionally, phenotyping was used as a methodological way to establish collections. Nowadays, with the emerge of new technologies and diverse datasets, a single method may not always be optimal for establishing or re-organizing the collection toward sustainable management and use. Morphological, phenological, agronomic, genetical and chemical studies are the most common methods. At the same time, various historical and traditional knowledge is available as well as oral history of heirloom accessions. It comes down to choose optimal combinations of methodologies and datasets that will be showing the most relevant properties of the accessions to be included in a national collection. We are searching new methods to combine and analyze various types of plant germplasm data using a complete set of perennial industrial and horticultural crop accessions from the Finnish gene bank, with hops, peonies, and rhubarbs as a case study. Abundant oral history has been collected about nearly 3000 accessions, in addition to morphological, genetic and chemical analyses and geographical datasets related to them. Integration of the available evaluations and especially the oral history data has not been considered optimally or not at all when shaping (peony) or re-organizing (rhubarb and hop) collections due to the lack of proper combined methodology. Our aim is to analyze and re-combine existing and novel methods and datasets into a novel multi-dimensional methodology for shaping local germplasm collections. We emphasize the evaluation of oral histories that contain huge amounts of rich, unexplored data about single accessions. Oral history of heirloom rhubarb, hop and peonies was collected from germplasm donators in 2014–2019 and the data were stored in the Kasvinpolku information system of Natural Resources Center Finland (Luke). The oral history data includes for example the estimated age of the plant individual and its cultivation and utilization history, sometimes photos, and knowledge about the origin. One proposed method to be developed and adapted is artificial intelligence, but other qualitative and quantitative methods will be considered as well. The multi-dimensional methodology will combine the oral history data with the results of genetic, morphological, phenological, agronomic and chemical analyses. We will finally analyze all candidates of the rhubarb, hop and peony collection by this multi-dimensional methodology to investigate the quality of the present collections and to reveal possible gaps to be fulfilled.

**KEYWORDS:** plant genetic resources, oral history, artificial intelligence (AI)

## 8 ILMASTOVIISAS MAATALOUS

### **8.1 Global trends in grassland carrying capacities and relative stocking densities of livestock**

**Johannes Piipponen<sup>1</sup>, Mika Jalava<sup>1</sup>, Jan De Leeuw<sup>2</sup>, Afag Rizayeva<sup>3</sup>, Cecile Godde<sup>4</sup>, Gabriel Cramer<sup>1</sup>, Mario Herrero<sup>4</sup>, Matti Kummu<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Aalto University

<sup>2</sup>Baku State University, Azerbaijan

<sup>3</sup>SILVIS Lab, Department of Forest and Wildlife Ecology, University of Wisconsin-M

<sup>4</sup>Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia

#### **ABSTRACT**

Although the role of livestock in future food systems is debated, animal proteins are unlikely to completely disappear from our diet. Grasslands yield a notable part of the world's animal protein production that is difficult, and often unnecessary to replace. While previous research has mainly examined the potential of sustainable grazing in restricted geographical areas, the few global studies addressing the issue fall short in assessing the long-term changes in grazing opportunities. Here we provide a novel framework and method to estimate trends in global livestock carrying capacity (number of grazing animals a piece of land can support) over 2001–2015 as well as relative stocking density (the reported livestock distribution relative to the estimated carrying capacity) in 2010. We first estimate the aboveground biomass that is available for grazers on grasslands and savannas based on the MODIS Net Primary Production product on a global scale. This information is then used to calculate livestock carrying capacities, using slopes, forest cover and animal forage requirements as restrictions. We show that globally carrying capacity decreased in 30% of all grasslands area, mostly in Europe and southeastern Brazil, while it increased in 14%, particularly in Sudano-Sahel and some parts of Southern America. We found that in 2010 the stocking rates exceeded the forage provided by grasslands in northwestern Europe, southern and eastern Asia and in Brazil. Although our findings imply some opportunities to increase grazing pressures in cold regions, Central Africa and Australia, the interannual variability or low biomass supply might prevent considerable increases in stocking densities. With the improved methods to estimate the carrying capacity, we provide relatively high spatial resolution (5 arc-min) global datasets over 15 years, which are useful for many researchers. Our results have implications for prospective global food system modelling as well as national agricultural and environmental policies. The derived dataset with our findings can assist with conservation efforts to reduce land degradation associated with overgrazing and help identify undergrazed areas for targeted sustainable intensification efforts or rewilding purposes.

**KEYWORDS:** carrying capacity, aboveground biomass, relative stocking density, overgrazing

## 8.2 Systemirajausten vaikutukset proteiinipitoisten ruokien elinkaaristen ympäristövaikutuksien arvioinnin tuloksiin

Venla Kyttä<sup>1</sup>, Marja Roitto<sup>1</sup>, Hanna Tuomisto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto, Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Elinkaariarviointia (life cycle assessment, LCA) käytetään yleisesti vertailtaessa tuotteiden ja prosessien ympäristövaikutuksia. Useita tuotteita tuottavien systeemien ympäristövaikutukset jaetaan tuotteiden kesken yleensä allokoidulla, jolloin tulokseksi saadaan yksittäisen tuotteen ympäristövaikutus. Esimerkiksi yhdistetyssä maidon- ja lihantuotannossa ympäristövaikutukset allokoidaan sekä maidolle että lihalle. Ruuantuotantosysteemit tuottavat usein myös useita syötäväksi kelpaamattomia sivutuotteita, joita käytetään esimerkiksi rehuina, lannoitteina ja energian lähteinä. Proteiinipitoisten elintarvikkeiden ympäristövaikutuksia on tutkittu laajasti, mutta tuotteita vertaillaan yleensä yksittäisten tuotteiden tasolla, jolloin tulokset ovat käytetystä allokointimenetelmästä riippuvaisia. Yksittäisten tuotteiden sijaan vertailemme naudanlihaa, sianlihaa, soluviljeltyä lihaa, tofua ja maidontuotantoa järjestelmätasolla, mukaan lukien järjestelmistä peräisin olevat syötäväksi kelpaamattomat tuotteet. Ensimmäisessä teoreettisessä taustan tutkimuksessa käytetyn LCA:n järjestelmän laajennusmenetelmälle, minkä jälkeen menetelmää hyödynnetään järjestelmätasoisessa tuotteiden vertailuun. Kokonaisten systeemien vertaaminen yksittäisten tuotteiden sijasta ei näin ollen ainoastaan välttä allokointimenetelmästä aiheutuvaa vaihtelua, vaan myös tarkemmin kuvastaa fyysistä todellisuutta. Järjestelmän laajennusmenetelmällä tehty elinkaariarviointi osoitti, että systeemitasoisessa vertailussa tulokset eroavat huomattavasti tuotetason tuloksista. Sivutuotteet huomioiva järjestelmän laajennus voi jopa kaksinkertaistaa yksittäiselle tuotteelle tavallisesti laskettavat vaikutukset. Myös systeemitasoisessa vertailussa ilmastonmuutoksen ja maankäytön vaikutukset olivat suurimmat naudanlihalla, ja viljellyn lihan fossiilisten resurssien käytön ja maankäytön havaittiin puolestaan olevan alhaisimmat. Maidon ja maitoa korvaavien tuotteiden tuotannon lisääminen vertailuun kuitenkin kavensi eri systeemien välisiä eroja. Vaikka systeemitasoinen vertailu mahdollistaakin sivutuotteiden ja niiden käytön paremman tarkastelun, huomattavaa epävarmuutta liittyy vertailtavien systeemien vertailukelpoiseen muodostamiseen.

**AVAINSANAT:** elinkaariarviointi, järjestelmän laajennus, allokointi

### 8.3 Suomalaisten viljelijöiden arvot – pohja maatalouden ilmastomurrokselle

Jaana Sorvali<sup>1</sup>, Janne Kaseva<sup>1</sup>, Annukka Vainio<sup>2</sup>, Markku Verkasalo<sup>2</sup>, Pirjo Peltonen-Sainio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

#### TIIVISTELMÄ

Ilmastonmuutoksen myötä maatalous joutuu sopeutumaan ääreviin sääilmiöihin ja uusiin riskeihin. Maatalouden rooli ilmastonmuutoksen hillintätyössä on kaksitahoinen: maatalous on toisaalta päästöjen lähde ja toisaalta potentiaalinen hiilen sitoja ja ilmastoratkaisujen tuottaja. Viljelijät ovat tärkein toimijajoukko suomalaisen maataloustuotannon ilmastomurroksessa, mikä vuoksi heidän näkemyksensä ja arvopohjansa ovat keskeisiä muutoksen suuntaajia. Arvot voidaan nähdä suhteellisen pysyvinä periaatteina taikka tavoitteina, jotka ohjaavat valintojamme ja toimintatapojamme. Tutkimme suomalaisten viljelijöiden arvoja Schwartzin uudistetulla 19 arvoon pohjautuvalla arvoteorialla. Teorian avulla voimme saada yksityiskohtaisen kuvan eritaustaisten viljelijöiden arvoista sekä verrata tuloksiamme muualla tehtyyn arvotutkimukseen. Arvotutkimuksen yhteydessä tutkittiin myös laajasti viljelijöiden ilmastonmuutokseen liittyviä näkemyksiä, mikä mahdollisti ilmastonäkemyksen peilaamisen arvoihin. Kaikille suomalaisille viljelijöille lähetettiin vuonna 2018 kysely, johon vastasi 4401 viljelijää ympäri Suomen, kaikista ikä-, koulutus- sekä tuotantosuunnista. Tutkimuksemme mukaan Schwartzin yleisten arvojen teoria sopi hyvin kuvaamaan viljelijöiden arvoja ja viljelijöiden arvot olivat hyvin moninaisia. Eri viljelijäryhmien välillä on selkeitä eroja eikä tavanomaisesti viljelijöihin liitetty perinteisyys tai sovinnaisuus olleetkaan niitä kaikista tärkeimpiä. Arvojen ja ilmastonäkemyksen välillä on olemassa selkeitä yhteyksiä, ja yleisesti ottaen suomalaisten viljelijöiden enemmistön arvopohjan voidaan tulkita tukevan maataloudessa tarvittavien ilmastotoimien toteuttamista, vaikkakin tarkempi tutkimus aiheesta on vielä tarpeen. Tutkimuksemme julkaistiin keväällä 2021 arvostetussa kansainvälisessä sosiaalipsykologiseen tutkimukseen keskittyvässä Journal of Community & Applied Social Psychology julkaisussa. Tutkimus toteutettiin osana laajaa ilmastonmuutoksen hillintään maataloudessa keskittyvää OPAL-Life hanketta.

**AVAINSANAT:** arvot, ilmastonmuutos, viljelijä, maatalous

## 9 MAATILAYRITYSTEN MENESTYSTEKIJÄT

### 9.1 Menestyvien maatalousyrittäjien tunnuspiirteitä

**Janne Karttunen, Veli-Matti Tuure**

TTS Työtehoseura

#### **TIIVISTELMÄ**

Menestyvät maataloustuottajat – Smart Farmers -tutkimuksessa selvitettiin maatalousyrittäjän menestymistä ja sitä selittäviä tekijöitä. Pellervon taloustutkimuksen, Luonnonvarakeskuksen ja Työtehoseuran yhteistutkimusta rahoitti maa- ja metsätalousministeriö. Tutkimuksessa toteutettiin loppuvuonna 2020 sähköinen, anonymi ja laaja kysely. Kyselyyn vastasi 1342 yrittäjää (vastausprosentti 6.7). Vastaajien peltoala oli keskimäärin 63 hehtaaria, kun maamme maatilojen keskikoko oli 50 hehtaaria vuonna 2020. Yrittäjä luokiteltiin menestyväksi seuraavien kolmen kriteerin toteutuessa korkeintaan vähäisin poikkeuksin: tilan tuli kuulua maataloustuotannon taloudellisen kannattavuuden suhteen parhaaseen viidennekseen, vastaajan tuli kokea menestyneensä yrittäjänä hyvin ja hänen tuli kokea työkykynsä hyväksi verrattuna työn asettamiin vaatimuksiin. Menestymisen suhteen kyettiin tarkastelemaan 861 vastaajaa. Heidän joukossaan oli menestyviä yrittäjiä 361 (42 %). Ei-menestyviä yrittäjiä, joilla oli vakavia haasteita kaikkien kolmen em. kriteerin kanssa, oli 159 (18 %). Loput 341 yrittäjää (40 %) sijoittuivat edellisten väliin. Menestyvien ja ei-menestyvien yrittäjien vastauksia verrattiin tilastollisesti toisiinsa ( $p < 0,05$ ; Fisherin eksakti testi). Menestyvät yrittäjät kokivat ei-menestyneitä yrittäjiä yleisemmin onnistuneensa hyvin johtamisessa (3 osa-aluetta). Lisäksi menestyjillä tilan talous (6 osa-aluetta) oli yleisemmin joko pysynyt ennallaan tai parantunut viiden viime vuoden aikana. Nämä tulokset todettiin neljässä eri vastaajaryhmässä: peltoalaltaan korkeintaan keskikokoiset ( $\leq 50$  ha) ja keskikokoista suuremmat kasvi- ja eläintilat. Menestyjät olivat myös motivoituneempia työssään (9 osa-aluetta) ja heidän osaamisensa (8 osa-aluetta) oli korkeammalla tasolla korkeintaan keskikokoisten eläintilojen ryhmää lukuun ottamatta. Myös viimeksi mainitussa ryhmässä tulokset olivat samansuuntaisia, mutta eivät tilastollisesti merkitseviä. Kasviviloilla menestyjät käyttivät yleisemmin erilaisia kirjallisia suunnitelmia ja sopimuksia, jotka liittyivät mm. talouden, riskien ja resurssien hallintaan. Myös eläintiloilla tämä tulos oli samansuuntainen, mutta ei tilastollisesti merkitsevää. Menestyvät ja ei-menestyvät yrittäjät eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi mm. yrittäjän iän tai koulutuksen, yritystoiminnan monialaisuuden, tilayhteistyön harjoittamisen tai urakointipalveluiden tai palkkatyövoiman käytön suhteen. Maatalousyrittäjänä menestymisestä voi saada luotettavamman kuvan, kun sitä mitataan usealla mittarilla. Tätä tukee myös se, että kaikki menestymisen suhteen tarkastellut vastaajat arvioivat tärkeimmiksi tavoitteikseen yrityksen hyvän tuloksen, yrittäjän toimeentulon turvaamisen ja ihmisten hyvinvoinnista huolehtimisen. Tulosten mukaan menestyviä yrittäjiä löytyy peltoalaltaan erikokoisilta tiloilta sekä kaikista tuotantosunnista ja maakunnista. Menestyvät yrittäjät ovat osaavia ja motivoituneita yrityskokonaisuuden johtajia.

**AVAINSANAT:** johtaminen, kannattavuus, menestyminen, työkyky

## 9.2 Mitä menestyneet maatilayrittäjät tekevät toisin?

Hanna Karikallio

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maatalouden rakennekehitys on mahdollistanut tuotantoa jatkavien maatalojen elinkelpoisuuden. Tilojen toimintaedellytyksiä ja osaamista muuttuvassa toimintaympäristössä on kuitenkin edelleen vahvistettava monilla tavoin. Suomen maatalouden kannattavuus on ollut pitkään laskussa. Heikko kannattavuus hidastaa innovaatioita ja uusien ratkaisujen käyttöönottoa esim. ympäristökysymyksissä. Vaikka hallittuun rakennemuutokseen pyrittäessä politiikalla on keskeinen rooli, myös maatilayrittäjien osaamisella, johtamistaidoilla, verkostoitumisella ja toiminnan suunnitelmallisella kehittämisellä on myös suuri merkitys. Maatilayrittäjien joukko on heterogeeninen niin kannattavuuden kuin muidenkin menestysmittareiden mukaan. Luonnonvarakeskuksen, Pellervon taloustutkimus PTT:n ja Työtehoseuran tutkimushankkeessa selvitetään, miten menestyvimpien yrittäjien noudattamat käytännöt poikkeavat heikosti menestyneiden yrittäjien toimintatavoista. Mitä menestyneet tilat tekevät toisin ja mistä muut voisivat ottaa oppia? Tutkimus perustuu vuoden 2020 marraskuussa toteutettuun maatilayrittäjäkyselyyn, johon saatiin 1342 vastausta. Aineisto kattaa monipuolisesti eri tuotantosuunnat, kokoluokat ja alueet. Tutkimuksessa tunnistetaan, että menestys voi tarkoittaa hyvinkin erilaisia asioita. Menestyminen määritelläänkin yhdistämällä kolme erilaista menestystä kuvaavaa muuttujaa: taloudellinen kannattavuus, yrittäjän oman kokemus menestymisestä sekä yrittäjän kokemus työkyvystään verrattuna työn asettamiin vaatimuksiin. Menestyneiksi on katsottu maatilayritykset, joilla kaikki kolme muuttujaa ovat hyvällä tasolla. Näillä kriteereillä vastaajien joukossa oli menestyviä yrittäjiä 361 (42 %) ja heikosti menestyviä yrittäjiä, joilla kaikki em. muuttujat olivat heikolla tasolla, oli vastaavasti 159 (18 %). Tulosten mukaan menestyneet maatilayrittäjät suunnittelevat toimintaansa, asettavat toiminnalleen päämääriä sekä laativat strategioita päämääriin pääsemiseksi useammin kuin heikommin menestyneet yrittäjät. Menestyneet maatilayrittäjät seuraavat tarkemmin yrityksen talouslukuja kuten tulokehitystä ja maksuvalmiutta sekä yleisesti maatalousmarkkinoiden kehitystä. Sekä tuotanto- että investointipäätöksissä korostuu riskien hallinta. Menestyneet yrittäjät tekevät lisäksi yhteistyötä muiden tilojen kanssa merkittävästi enemmän kuin heikommin menestyneet maatilayrittäjät. Suurimmat erot menestyneiden ja heikosti menestyneiden maatilayrittäjien välillä oli kuitenkin osaamisessa. Alle puolet heikosti menestyneistä yrittäjistä koki oman osaamisen olevan hyvällä tasolla tuotantoon, johtamiseen, teknologian hyödyntämiseen, myyntiin ja markkinointiin sekä riskienhallintaan liittyvissä osaamisissa. Menestyneillä yrittäjillä eniten kehittävää oli myynti- ja markkinointiosaamisessa, ihmisten johtamisessa sekä uuden teknologian hyödyntämisessä. Selkeistä eroista huolimatta tulokset osoittavat, että myös menestyneiden maatilayrittäjien toiminnassa on vielä paljon kehitettävää.

**AVAINSANAT:** maatilayritys, menestyminen, kyselytutkimus

## 9.3 Päätöksenteko suomalaisissa maatilayrityksissä

Leena Rantamäki-Lahtinen, Furkan Yigit, Timo Sipiläinen

Helsingin yliopisto, Taloustieteen osasto

### TIIVISTELMÄ

Toimintaympäristön suurista muutoksista huolimatta perheyrietyksillä on edelleen keskeinen rooli ruuantuotannon ja maatalouden harjoittamisessa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on kuvata perheyrietytyyden roolia ja päätöksentekoa maatalousyrietyksissä. Tutkimuksessa sovelletaan perheyrietytysten päätöksenteon teoreettisia lähestymistapoja. Tutkimuksen aineistona käytettiin vuoden 2021 keväällä kerättyä kyselyaineistoa (n=2052). Valtakunnallinen aineisto kuvaa kattavasti erilaisia maataloja. Analyysit tehtiin pääkomponenttianalyysiä ja ei-parametrisia testejä käyttäen. Aineiston maatalat luokiteltiin soveltaen perheyrietytyyden viitekehystä ja OECD:n määritelmää yksinyrietytyydestä. Luokiksi muodostuivat: 1) perheyrietytyt, joiden maatalalla toiminnasta vastasi ja/tai jolla työskenteli useampi saman perheen jäsen (n=1190). Osalla perheyrietytyä oli myös ulkopuolista työvoimaa, 2) yksinyrietytyt, joilla ei ollut lainkaan työntekijöitä eikä työhön osallistuvia perheenjäseniä (n=708), ja 3) yksinyrietytyt, joilla oli ulkopuolista työvoimaa mutta ei työhön osallistuvia perheenjäseniä (n=101). Perheyrietytykset ja niiden yksinyrietytyjen tilat, joilla oli työntekijöitä, olivat sekä peltoalalla että kokonaistuotolla mitattuna isompia ja toimivat usein kotieläin- tai puutarhatiloina. Tutkimuksessa tarkasteltiin vastaajien yrietytyyteen liittyviä arvoja, jotka tiivistettiin pääkomponenttianalyysin avulla kolmeen muuttuajaan. Perheyrietytyksissä ja työvoimaa palkanneilla yksinyrietytyillä korostuivat taloudellista kestävyyttä kuvaavat arvot suhteessa niihin yksinyrietytyihin, joilla ei ollut ulkopuolista työvoimaa. Ne olivat myös taloudellisilla mittareilla hieman paremmin menestyneitä ja niissä yrietytyt arvostivat enemmän yrietytyksen kasvua. Perheyrietytyksissä korostuivat jatkuvuuteen ja tilan säilymiseen suvun hallinnassa liittyvät arvot. Sekä perheyrietytyksissä, että ulkopuolisia työllistävien yksinyrietytyjen maatalayrietytyksissä vastuun jakaminen perheen ulkopuolisille työntekijöille on vähäistä. Strategisen ja taktisen tason päätökset tehtiin joko perheen kesken tai yksin. Työntekijöille annettiin vastuuta lähinnä selkeiden käytännön töiden osalta. Suuressa osassa perheyrietytyksiä pitkän ja keskipitkän aikavälin suunnittelu, tuotantomenetelmien valinta ja investointien toteutus tehtiin perheenjäsenten kesken. Perheenjäsenten kanssa yhdessä työskentely ja päätösten tekeminen olivat useimpien vastaajien mielestä melko tai erittäin tärkeitä ja ne korreloivat myös positiivisesti taloudellisen menestymisen ja kasvun kanssa. Perheyrietytyksen johtamisessa jatkuvuuden arvostaminen näkyy myös strategiavalinnoissa. Perhe on parhaimmillaan voimavara, joka tuo tukea, joustavuutta ja mahdollisuuksia tilan toiminnan kehittämiseen. Toisaalta kun kriittiset päätökset tehdään vain perheen kesken, perheen ulkopuolisten työntekijöiden ja asiantuntijoiden osaamista ei välttämättä pystytty hyödyntämään täysimääräisesti.

**AVAINSANAT:** maatalayrietyty, johtaminen, perheyrietytyyys, yksinyrietytyyys



## 9.4 Typologiasta työkalu johtamiseen – liikesuhteen johtaminen suomalaisessa lihaketjussa

Hannele Suvanto, Merja Lähdesmäki

Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti

### TIIVISTELMÄ

Elintarvikeketjun kilpailukyvyyn ylläpitäminen vaatii jatkuvaa kehittämistä ketjun kumppaneiden välisissä liikesuhteissa. Näiden liikesuhteiden johtamisessa tavoitellaan sitoutumista, jota mm. psykologinen omistajuus lisää. Kuitenkin liikesuhteissa, erityisesti tuottaja-jalostaja suhteessa, psykologista omistajuutta on tutkittu verrattain vähän. Psykologinen omistajuus on mielenkiintoinen teoreettinen viitekehys, joka sopii mainiosti läheisen liikesuhteen, pienen toimialan, sopimustuotannon ja osuuskuntalaisen toiminnan kontekstiin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli ymmärtää suomalaisen kalkkunaketjun toimijoiden välistä sitoutumista ja sitoutumisen vaikutuksia liikesuhteeseen. Psykologisen omistajuuden teorian mukaan henkinen omistajuus tyydyttää ihmisen sisäisiä motivaatioita ja sen on osoitettu olevan sidoksissa sitoutumiseen omistajuuden kohteeseen. Psykologinen omistajuus ilmenee kolmen tavan kautta 1) oma kontrollimahdollisuus, hallinta ja valta suhteessa, 2) perusteellinen tunteminen, informaation määrä sekä 3) omien voimavarojen ja resurssien käyttö, panostukset ja uhraukset. Haastatteluaineiston analyysin tuloksena kehitettiin typologia erilaisista tuottajatyypeistä ja heidän psykologisesta omistajuudestaan suhteessa jalostajaan sitoutumisessa: mukautuvat, pakotetut ja uusia mahdollisuuksia etsivät. Erilaisissa kriittisissä tilanteissa näiden kolmen tuottajatyypin kokemus, käyttäytyminen ja tyytyväisyys erosivat kontrollin kokemisessa, omien panostusten antamisessa ja syvällisen tiedon jakamisessa. Mukautuvat olivat tyytyväisempiä ja sopeutuvaisempia kuin muut tyypit ja halusivat kehittää ketjua erityisesti oman toiminnan kehittämisen kautta. Vaikka heillä oli myös negatiivisia tunteita, he uskoivat ja halusivat sitoutua. Pakotetut olivat voimakkaasti tyytymättömiä ja tunsivat itsensä petetyiksi. He kokivat kehittämistoimet enemmän uhrauksina ketjun yhteiseksi hyväksi kuin mukautajat. Sitoutuminen kuvasti lähinnä jatkuvuutta ja oli pakotettua. Uusia mahdollisuuksia etsivät olivat tyytymättömiä pakotettujen lailla, mutta he painottivat argumentoinnissaan molempien osapuolien taloudellisia näkökulmia. He halusivat vaikutusvaltaa ja siksi etsivät ja ideoivat uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Etsivien sitoutuminen oli vähäistä. He olivat valmiita tarttumaan nopeastikin uusiin, paremmin tuottaviin liiketoimintamahdollisuuksiin. Typologia on konkreettinen työkalu liikesuhteen johtamiseen, sillä se paljastaa ihmisten käytöksestä ja puhunnasta heidän asenteitaan, ajattelumallejaan ja toimintatapojaan. Täten se auttaa ymmärtämään erilaisia motiiveja ja etsimään keinoja kehittää liikesuhdetta, jotta kumppaneiden kilpailukyky parane. Pienen ja läheisen ketjun menestystekijät voivat olla sitoutuminen ja yhteistyö, mutta myös kumppaneiden yrittäjämäinen toimintatapa.

**AVAINSANAT:** psykologinen omistajuus, kotieläintuotanto, kilpailukyky, johtaminen, yrittäjäyys

## 10 MAATILAYRITYSTEN KILPAILUKYKY

### **10.1 Käytännön tarpeista lähtevä soveltava taloudellinen tutkimus – maitotilayrittäjän näkökulma**

**Matti Ryhänen<sup>1</sup>, Timo Sipiläinen<sup>2</sup>, Margit Närvä<sup>1</sup>, Jyrki Rajakorpi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto, Taloustieteen osasto

#### **TIIVISTELMÄ**

Tämän artikkelin tavoitteena oli selvittää maitotilayrittäjän näkökulmasta, miten tutkimusta tulisi suunnata tuottavan ja kannattavan yritystoiminnan edellytysten luomiseen. Lisäksi ennakoidaan tutkimuksen tarpeita tulevaisuudessa. Keskeiset indikaattorit tarkastelussa ovat tuottavuus ja kannattavuus. Taloudellisen kestävyuden kannalta pitkällä aikavälillä kannattavuus on keskeisin kysymys. Tuottavuutta parantavat toimenpiteet voivat vähentää ympäristökuormitusta ja parantaa ihmisten jaksamista sekä eläinten hyvinvointia. Artikkelin tavoitteisiin haettiin vastausta tarkastelemalla Suomessa toteutettujen tutkimus- ja kehittämishankkeiden tuloksia sekä maatalouspoliittisia päätöksiä. Tarkastelu kattaa EU-jäsenyyden ajan, jolloin maitotilayrittäjän toimintaympäristö on muuttunut olennaisesti. Tuottavuuden kasvusta huolimatta maitotilayritysten kannattavuus on ollut keskimäärin huono. Suomi epäonnistui maatalouspolitiikassaan EU-kaudelle asettamiensa edellytysten luonnissa kannattavuustavoitteen saavuttamisen osalta. Markkinaohjautuvuuden kasvun myötä tulevaisuuden ennustettavuus heikkeni. Tarvitaan uusia keinoja ennakoita tulevaisuuden toimintaympäristöä sekä strategista johtamistutkimusta, missä korostuu tehokkuuden, tuottavuuden ja kilpailukyvyn pitkäjänteinen parantaminen. Erikoistuminen, ydinosaamiseen panostaminen ja verkostoituminen ovat strategiatyön lähtökohtia monissa maitotilayrityksissä. Maitotilayritystä on johdettava kokonaisvaltaisesti niin, että strategisia tavoitteita toteutetaan myös operatiivisella johtamisella. On ilmeistä, että päätösten tueksi tarvitaan formaaleja menettelytapoja strategisia päätöksiä varten ja käytännöllisiä menettelytapoja operatiivisia päätöksiä varten. Kokonaisvaltaisen johtamisen avulla päästään eroon perinteisestä sirpalemaisesta päätöksenteosta ja kokonaistalouden kannalta haitallisista päätöksistä. Yhteistyöllä, yhteisyrityksillä ja verkostoitumalla on mahdollista hyödyntää osaamista aiempaa paremmin ja tehostaa tuotantoa ja lisätä tuottavuutta. Samalla työhyvinvointi ja motivaatio paranevat. Yhteistyöverkostossa resurssien hankinta helpottuu, johtaminen ja tuotantotoiminta tehostuvat ja käyttöön saadaan lisäosaamista, mikä mahdollistaa yksikkökustannusten alentamisen ja kannattavuuden parantamisen. Kunkin kannattaa keskittyä siihen, minkä parhaiten osaa. Niukkojen resurssien tehokas käyttö parantaa osaltaan tuotannon kokonaiskestävyyttä. Tutkimus- ja kehittämishankkeissa yhteissuunnittelun merkitys todennäköisesti kasvaa, sillä eri toimijat ja erityisesti maitotilayrittäjät ovat keskeisessä asemassa uusien käytäntöjen omaksumisessa. Soveltavassa tutkimuksessa maitotilayrittäjät kannattaa ottaa mukaan jo hankkeiden kehittämisvaiheessa. Maitotilayrittäjät tarvitsevat tietoa, mitkä keinot lisäävät tuottavuutta ja parantavat tehokkuutta juuri heidän yrityksissään. Lisäksi he tarvitsevat tietoa ja keinoja hintavaihteluilta suojautumiseen.

**AVAINSANAT:** maitotilayrittäjä, kannattavuus, tuottavuus, johtaminen

## 10.2 Agribusiness – kansainvälinen kirjallisuuskatsaus ja alan koulutus Pohjois-Euroopassa

Juho Valtiala

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Vaikka maatalous toimialana on monin tavoin erityislaatuinen, ei maatilayrityksen liikkeenjohto kuitenkaan pohjimmiltaan eroa liikkeenjohdosta muilla toimialoilla. Tämä voidaan huomata maatilayrityksen ja yleisesti maatalouteen liittyvän (agribusiness) yrityksen liikkeenjohdon oppikirjoista, jotka käsittelevät yrityksen keskeisiä toimintoja laaja-alaisesti. Liikkeenjohto jää tiloilla puutteelliseksi, mikäli yrittäjä keskittyy enimmäkseen käytännön maataloustöihin. Muuttunut toimintaympäristö kuitenkin vaatii johtamisosaamisen kasvattamista. Maatilayrityksen liikkeenjohdon koulutusta tarjoavat oppilaitokset ovat keskeisessä asemassa sen suhteen, ymmärtävätkö nykyiset ja tulevat johtajat yritystoiminnan kokonaisuutta ja onko johtaminen tavoitteellista ja ajanmukaista. Johtamisen kokonaisuuden hahmottaminen ja toiminnan kehittäminen vaatii yrityksen keskeisten toimintojen, kuten markkinoinnin, tuotannon, henkilöstön sekä talouden suunnittelua ja johtamista. Toisaalta tarvitaan strategista johtamista, dataan perustuvaa päätöksentekoa sekä riskien hallintaa, jotta yritystoiminta olisi resurssitehokasta ja pitkäjänteistä. Tutkimuksessa selvitettiin, kuinka johtamisen kokonaisuutta hahmotetaan alan kirjallisuudessa ja mitä pidetään erityisen tärkeänä. Lisäksi tarkasteltiin pohjoiseurooppalaista maatilayrityksen liikkeenjohdon koulutusta vertailemalla saksalaisten, isobritannialaisten, alankomaalaisten, tanskalaisten sekä ruotsalaisten korkeakoulujen tutkintojen sisältöjä toisiinsa. Kirjallisuuskatsaukseen perustuen maatilayrityksen ja agribusiness-liikkeenjohdon alemmat korkeakoulututkinnot tarjoavat kurssitarjonnan puolesta hyvät edellytykset toimia yrittäjänä tai työntekijänä maatalon liikkeenjohdollisissa tehtävissä. Tutkinnoissa on eroja siltä osin, profiloituuko tutkinto liikkeenjohtoon vai kuuluuko se yleisesti maatalousekonomian alaan. Jää kuitenkin avoimeksi pystyykö koulutus tuottamaan yhtenäisen ja kokonaisvaltaisen näkemyksen liikkeenjohdosta ja tarvitsevatko maatalousyritysten johtajat tulevaisuudessa syvällisempiä analyyttisiä taitoja, jotka puolestaan korostuvat alan ylemmissä korkeakoulututkinnoissa. Katsauksen tavoitteena on luoda pohjaa maatilayritysten liikkeenjohtoa tukevan tutkimuksen ja koulutuksen kehittämiseksi Suomessa. Jatkossa tutkimuksia maatilayritysten liikkeenjohdon eri osa-alueista on helpompi sijoittaa kansainväliseen viitekehykseen, ja parhaita ideoita ulkomaisista koulutusohjelmista voidaan hyödyntää alan suomalaisissa koulutusohjelmissa. Keskeiseksi tehtäväksi jää kansainvälisen tarjonnan suodattaminen ja soveltaminen Suomen olosuhteisiin ja suomalaisten maatilayritysten tarpeisiin.

**AVAINSANAT:** maatilayrityksen liikkeenjohto, agribusiness, maatilayrityksen liikkeenjohdon koulutus

## 10.3 Maatalouden tuottavuuskehitys

**Arto Latukka, Jukka Tauriainen, Jussi Iltanen**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tuottavuus kuvaa sitä, kuinka yritys kykenee muuttamaan tuotantopanokset tuotoksiksi. Tuottavuuden nousu parantaa yrityksen kannattavuutta. Tuottavuus lasketaan jakamalla tuotantomäärä panosmäärällä. Koska tuottavuuteen ei vaikuta usein yrityksen ulkopuolelta tulevat tuote- ja panoshinnat, tuottavuuden kohentaminen nähdäänkin keskeisenä maatalousyrittäjien käsissä olevana mahdollisuutena parantaa kannattavuutta. Mikäli tuottavuuden nousu ei kohenna kannattavuutta, on muut ruokaketjun toimijat ulosmitanneet kokonaisuudessaan maatalouden tuottavuuskehityksen. Luonnonvarakeskus Luken Taloustohtori-sivustolle julkistetaan 2021 Tuottavuuslaskenta -palvelu. Tuottavuustulosten laskenta perustuu indeksimenetelmään. Tulokset perustuvat Luken kannattavuuskirjanpitoaineistoon. Laskentaan sisältyy maksimissaan noin 90 tuottoerää ja 90 kustannuserää. Nämä muutetaan tuotos- ja panoseriksi Tilastokeskuksen maatalouden tuotantovälineiden ostohinta- sekä tuottajahintaindekseihin perustuen. Tuloksia voi tarkastella vuodesta 2000 lähtien. Tulokset saa Tuottavuuslaskenta -palvelusta myös kumulatiivisena valitun ajanjakson tuottavuuskehitystä kokonaisuutena kuvaavana. Koska tarkastelujakson valinta vaikuttaa tuloksiin, käyttöliittymässä voi helposti muuttaa tarkastelujaksoa. Kaikki tulokset on painotettu edustaviksi koko Suomen maatalousyrietykset sisältävällä perusaineistolla. Palvelu tarjoaa mahdollisuuden vertailla tuottavuuskehitystä alueittain, tuotantosunnittain ja tilakokoluokittain keskiarvotasolla. Tuottavuutta ei kuitenkaan lasketa ryhmittäin, vaan jokaiselle kannattavuuskirjanpitoon kuuluvalle yritykselle erikseen. Tämä tekee laskennan monin tavoin erittäin haastavaksi, mutta antaa mahdollisuuden tarjota yrityksille heidän tuottavuuskehityksensä ja mahdollisuuden vertailla tuottavuuskehitystä muihin yritysryhmiin. Alustavien tulosten mukaan eri tuotantosuintien tuottavuuden tasossa ja tuottavuuskehityksessä on suuria eroja. Myös tilakoko vaikuttaa tuottavuustuloksiin. Eri tuotos- ja panoserien vaikutusta tuottavuuteen voidaan analysoida vastaavasti kuin kannattavuudessa tuotto- ja kustannuserin vaikutusta. Tämä avaa mahdollisuudet etsiä syitä hyvään tai heikkoon tuottavuuteen, sekä yritystasolla että alue- ja tuotantosuuntatasolla.

**AVAINSANAT:** maatalous, tuottavuus, Taloustohtori

## 10.4 Maatalousyrittäjien tulokehitys

Jaana Kyyrä<sup>1</sup>, Arto Latukka<sup>1</sup>, Marja Vilja<sup>1</sup>, Juhapekka Kyllönen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Tilastokeskus

### TIIVISTELMÄ

Maatalousyrittäjäperheen tulot muodostuvat useista eri lähteistä. Maa- ja puutarhatalouden lisäksi tuloja voi tulla esimerkiksi metsätaloudesta, muusta yritystoiminnasta, palkkatyöstä ja tulonsiirtoina. Tilastokeskuksen maa- ja metsätalousyrittäjien taloustilasto tarjoaa hyvän aineistopohjan tulokehityksen tarkasteluun. Taloustilasto perustuu verotusaineistoihin ja sisältää Suomen kaikkien maatalousyrittäjien tulotiedot. Tilastokeskus täydentää aineistoa vuosittain omalla kyselyllä noin 4 000 tilalle. Näille tiloille saadaan vuositasolla verotustietoja tarkemmat maatalouden tulo- ja menotiedot. Tietojen perusteella painottamalla voidaan kohdentaa kaikkien maatalousyrittäjien tulot ja menot tarkempiin tulo- ja menoeriin. Tämä antaa mahdollisuuden tarkastella samalla tarkkuudella sekä keskiarvoja että alueellisia ja tuotantosunnittaisia summia. Maatalousyrittäjien tulokehitystä taloustilastoaineistoon perustuen sekä yrittäjien työnkäyttöä ja kannattavuutta selvitetään vuonna 2020 käynnistyneessä Tulokannattavuus -hankkeessa. Luonnonvarakeskus Luken, Taloustohtori-alustalle tuotetaan Maatalousyrittäjien tulokehitys -palvelu, joka julkistetaan tammikuussa 2022. Palveluun saadaan tulokset vuodesta 2004 lähtien. Eri tulolähteiden merkitys maatalousyrittäjäperheelle riippuu esimerkiksi tuotantosunnasta, tilakoosta ja sijainnista. Näitä luokittelijoita saadaan mm. Ruokaviraston rekistereistä. Verkkopalvelu tarjoaa mahdollisuuden esimerkiksi tarkastella mistä pienten viljatilallisten tulot muodostuvat? Onko tulokehitys kokonaisuutena ollut parempaa niillä yrittäjäperheillä, joilla maatalous on sivutoimista ja on ollut mahdollisuus hankkia tuloja myös maatalouden ulkopuolelta? Vai onko päätoiminen ja suuressa yrityskokonaisuudessa harjoitettu maatalous antanut paremman tulokehityksen? Onko tulokehityksessä ja tulotasossa alueittaisia eroja, ja miten nämä on kehittyneet viimeisen 15 vuoden aikana? Taloustilastoaineisto tarjoaa mahdollisuuden määrittää myös kannattavuustiedot Suomen kaikille maatalousyrittäjille muutamille vuosille. Maatalousyrittäjien maatalouden työnkäyttötiedot saadaan Luonnonvarakeskuksen maatalouslaskenta 2010 ja 2020 aineistoista, sekä osalle väliin jäävistä vuosista Luken rakennetutkimuksiin perustuen. Oman pääoman määrä lasketaan tase-erien avulla. Tähän saadaan peltoalat ja kotieläinmäärät Ruokaviraston rekistereistä. Taloustohtorin Maatalousyrittäjien tulokehitystä kuvaava palvelu julkistetaan tammikuussa 2022 ja kannattavuustuloksia tarjoava osio seuraavassa vaiheessa, tutkimushankkeen edetessä. Palvelu tulee tarjoamaan jo ensimmäisessä vaiheessa erittäin monipuolisen mahdollisuuden tarkastella maa- ja puutarhatalousyrittäjien tulokehitystä.

**AVAINSANAT:** maatalous, tulokehitys, Taloustohtori

## 11 TUOTANTO- JA TILUSRAKENTEEN KEHITTÄMINEN

### 11.1 Maatalousinvestointien talousvaikutukset

**Heikki Mäkinen, Arto Latukka**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Maatilojen investoinneilla on keskeinen vaikutus maatalouden rakennekehitykseen. Tuotanto voi jatkua jonkin aikaa ennallaan, vaikka korvausinvestointejakaan ei tehtäisi. Tilakoon kasvattaminen ja tuottavuuden parantaminen edellyttävät kuitenkin lähes poikkeuksetta laajennusinvestointeja. Suurempi tilakoko liittyy usein parempaan kannattavuuteen ja kilpailukykyyn. Rakennekehitykselle tärkeitä investointeja tehdään vain, mikäli näköpiirissä on kannattavuuden ja talouden kohentuminen. Investointien talousvaikutuksia tarkastellaan meneillään olevassa Pomarake-hankkeessa ja sen myötä mahdollisuus niiden talousvaikutusten tarkastelu lisätään Taloustohtorin Vaikutusanalyysi-palveluun. Palvelussa voi vertailla investointien maatilojen talouskehitystä siihen tilaryhmään, jossa ei ole tehty investointeja. Investointivaiheen jälkeen talustilanne voi aluksi heiketä, eikä suuremmasta tilakoosta välttämättä heti saada hyötyjä. Seuraavina vuosina talouden ja kannattavuuden toivotaan nousevan paremmaksi kuin ennen investoinnin tekemistä. Palvelussa voidaan tarkastella investointeja tehneiden yritysyriyhmien talouskehitystä ennen investointeja, investointivaiheen aikana ja sen jälkeen. Sen lisäksi voidaan vertailla, onko talouskehitys ollut investoinneilla yrityksillä parempaa kuin investoinneista pidättäytyneillä. Tulokset pohjautuvat Luken kannattavuuskirjanpitoaineistoon ja tarkasteluun saadaan tilivuodet 2000–2020 sekä tulevien vuosien aineisto vuosi kerrallaan. Tarkastelun tekee haasteelliseksi investointihetken määrittäminen. Investointiavustusten maksatus ja käyttö tuovat tähän osaltaan selkeyttä. Yrittäjät kuitenkin investoivat vuosittain ainakin jonkin verran, jolloin tulee tarpeelliseksi luokitella yrityksiä ”ei-investoineisiin”, korvausinvestointeja tehneisiin sekä kasvuun investoineisiin. Tarkastelussa selvitetään useita luokittelutapoja. Vertailtaessa investointien tilojen ryhmää ei-investointien ryhmään käytetään DID-menetelmää (Difference in Differences). Talousvaikutuksia tarkastellaan yhden indikaattorin perusteella kerrallaan. Käytettävissä ovat tuloslaskelma- ja tunnuslukuraportin keskeiset indikaattorit. Laskennassa otetaan huomioon mahdolliset erot ryhmien tunnuslukujen tasossa lähtötilanteessa. Lisäksi investointeja tehneille annetaan kolme vuotta aikaa sopeuttaa yrityksen toimintaa suurempaan tilakokoon ja saada investoinneista täysi hyöty. Varsinainen vertailuvaihe alkaa tämän jälkeen. Alustavien tulosten mukaan investoinneilla tiloilla talustilanne aluksi heikkenee, mutta kääntyy nousuun myöhemmin. Eri tuotantosuuntiin kuuluvien tilojen kesken on eroja siinä, miten nopeasti investoinneista kyetään hyötymään. Kiinnostavaa on tarkastella myös, kykenevätkö alun perin pienemmät yritykset hyötymään investoinneista paremmin vai heikommin kuin lähtötilanteessaan suuremmat yritykset. Tuloksista on hyötyä investointiavustuksia kohdennettaessa ja niiden vaikuttavuutta tarkasteltaessa. Tulokset tarkentuvat syksyn aikana.

**AVAINSANAT:** maatalous, investoinnit, Taloustohtori, rakennekehitys

## 11.2 Kotieläintilojen investointitukien vaikuttavuuden arviointi

Päivi Kujala, Olli Korhonen, Juuso Aalto-Setälä

Pellervon taloustutkimus PTT ry

### TIIVISTELMÄ

Suomalainen kotieläintalous on kokenut voimakkaan rakennemuutoksen viimeisten vuosikymmenten aikana. Kotieläintilojen lukumäärä on vähentynyt varsin nopeasti. Tuotannon kasvu näyttää keskittyvän samoille alueille, joissa sitä on ollut aiemminkin. Samaan aikaan maatalouden investointitukia uusia rakennushankkeita ja peruskorjauksia varten on ollut tarjolla kaikkialla Suomessa. Luonnonvarakeskuksen, Pellervon taloustutkimuksen ja Helsingin yliopiston yhteisen tutkimushankkeen osiossa tarkastellaan ekonometrisilla arviointimenetelmillä maatalouden tuettujen investointien vaikutusta tilakoon kasvuun ja alueellisesti kotieläintilojen kehitykseen. Lisäksi selvitetään investointitukien vaikutusta kotieläintalouden rakennekehitykseen. Tarkastelua tehdään vuosina 2015–2016 rakennusinvestoinnin tehneiden lypsy- ja nautakarjatilojen, sikaloiden sekä siipikarjatilojen tietojen perusteella. Kokonaisuudessaan tutkimuksessa tarkastelussa olevista tiloista tukea kotieläintuotannon rakentamisinvestointeihin vuosina 2015–2016 sai runsaat 550 tilaa. Tutkimuksen aineistona on Ruokaviraston rekisteritiedot investointitukea saaneista tiloista ja maatila-aineisto kaikista maataloustukia hakeneista tiloista vuosilta 2015–2019. Lisäksi Ruokaviraston tuottamaan maatila-aineistoon yhdistetään Tilastokeskuksen tuottamia ja avoimesti saatavilla olevia maatilan sijaintikuntaan liittyviä tietoja, kuten väestötiheys, maatilojen lukumäärä ja kotieläintuotteiden myyntitulo. Investointitukea saaneiden kotieläintilojen osalta arviointia täydennetään määrittämällä vertailuryhmät kotieläintiloista, jotka eivät ole saaneet investointitukia. Vertailuryhmän määrittämisessä käytetään apuna tilastollista vertaistamismenetelmää (Propensity Score Matching, PSM). Sen avulla vertailuryhmäksi muodostuu joukko, joka on valittujen muuttujien osalta mahdollisimman samankaltainen tila suhteessa investointitukea saaneiden tilojen kanssa. Näin investointitukea saaneiden kotieläintilojen kehitystä voidaan verrata suhteessa vertailuryhmiksi muodostuneita kotieläintiloja. Tutkimuksen toisessa vaiheessa vertaillaan verotusaineiston avulla investointitukia hyödyntäneiden tilojen taloudellista kehitystä suhteessa tiloihin, jotka eivät ole saaneet investointitukia. Tämän pohjalta arvioidaan maatalouden investointituista aiheutuvia taloudellisia kustannuksia saavutettuihin yhteiskunnallisiin etuihin hyödyntämällä kustannus-hyötyanalyysikehikkoa. Tuloksia voidaan hyödyntää investointitukien kohdentamisen suunnittelussa ja vaikuttavuuden seurannassa.

**AVAINSANAT:** investointituki, rakennekehitys, kotieläintila

### 11.3 Tavoitteet ja motivaatio pellonomistukselle – mihin viljelijät ja peltonsa vuokranneet pyrkivät?

Susanna Lahnamäki-Kivelä, Pasi Rikkinen, Jussi Leppänen

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Rakennekehityksen myötä tilakoko kasvaa ja viljeltävät peltoalat sijoittuvat aiempaa laajemmalle alueelle. Tilusrakenteen kehittäminen on keino parantaa maatilayritysten liiketoimintamahdollisuuksia ja vähentää pirstoutuneen tilusrakenteen haittoja. Osassa maata tilusrakenne on hyvin hajanainen ja se osaltaan hidastaa aktiivisten maatilojen kehittymistä sekä kustannusten hallintaa. Peltomaahan liittyy kuitenkin erilaisia tavoitteita ja motiiveja viljelevien ja viljelystä luopuneiden pellonomistajien näkökulmista tarkasteltuna. Peltomaahan liittyviä omistuksen, käyttämisen ja kunnossapitämisen motiiveja selvitettiin alkuvuonna 2021 haastattelemalla 251 keskipohjalaista pellonomistajaa, sekä viljelijöitä että viljelystä luopuneita ja peltonsa vuokranneita. Tutkimuskohteena olleessa Keski-Pohjanmaan maakunnassa tilusrakenteen kehittämisellä olisi saatavissa hyötyjä resurssitehokkaamman viljelyn kautta. Pellonomistukseen liittyy erilaisia arvoja sekä tavoitteita, toiset näistä edistävät ja toiset hidastavat tilusrakenteen kehittymistä. Peltomaa nähdään sekä viljelijöiden että viljelystä luopuneiden pellonomistajien näkökulmasta asuin ympäristön oleellisena osana eikä useinkaan ainoastaan liiketaloudellisena tuotantoresurssina. Omistukseen ja perhehistoriaan liittyvät arvot vaikuttavat pellonomistajien haluun luopua pellon omistuksesta. Omistaminen nähdään myös keinona arvostaa edellisten sukupolvien työtä. Viljelijät tarkastelevat pellonomistusta peltonsa vuokranneita selvästi vahvemmin myös taloudellisesta näkökulmasta: peltomaan vakuusarvo on merkittävä kahdelle kolmasosalle viljelijöistä. Mikäli pellostä luovuttaisiin, ensisijaisesti pyrittäisiin turvaamaan kanssaviilijöiden mahdollisuuksia maatalouden parissa myymällä tai vuokraamalla heille. Viljelijät tarkastelevat pelto-omaisuutta myös sijoitetun pääoman tuoton kautta, sillä alle puolet heistä ajattelisi omistavansa peltoja, mikäli ne eivät tuottaisi mitään. Viljelystä luopuneille pellonomistajille sen sijaan tuottamatonkin peltomaa on merkityksellistä, sillä kaksi kolmesta vastanneesta aikoo omistaa pellot edelleen, vaikka ne eivät rahallisesti tuottaisi hänelle itselleen mitään. Yleisesti liki puolet vastanneista arvottaa pellonomistamisen tärkeämmäksi kuin pellostä saadun tuoton. Peltojen vuokraus on yli kahdelle kolmesta peltonsa vuokranneista hyvä keino nauttia pellon tuotosta. Tarkasteltavilla ryhmillä on sekä yhteisiä että erottavia tavoitteita ja motiiveja pellonomistukseen. Näiden vaikuttimien tunnistaminen on tärkeää paitsi peltojen vuokrauksessa myös peltomarkkinoilla saavutettavien yhteisten etujen kannalta sekä viranomaislähtöisten tilusjärjestelyiden ja pellonomistajalähtöisten tilusvaihtojen käynnistämisessä ja loppuunsaattamisessa.

**AVAINSANAT:** pellonomistus, tilusrakenne, tilusvaihto



## 11.4 Viljelijöiden ja peltonsa vuokranneiden maanomistajien suhtautuminen maatalouden tilusrakenteen kehittämisen keinoihin

Pasi Rikkonen, Susanna Lahnamäki-Kivelä, Jussi Leppänen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maatalouden nopea rakennemuutos on vähentänyt viljelijöiden määrää jo vuosikymmeniä. Kun viljelyn lopettaneet ovat myynnin sijasta yleensä vuokranneet peltonsa viljelijöille, rakennemuutos on kasvattanut vuokrapellon osuutta. Suomen peltoalasta 34 % oli vuokrapeltoa vuonna 2020. Vuokrapellon merkittävällä määrällä on kuitenkin useita negatiivisia vaikutuksia viljelylle. Pellonvuokrauksen tunnistetut ongelmat ovat vuokrasopimusten lyhyt kesto, perus- ja tuottavuusparannusten lykkäytyminen sekä vuokra- ja tukioikeuksien hallintaan liittyvä byrokratia. Omalle pellolle on kannattavampaa tehdä perusparannuksia kuin vuokrapellolle. Toisaalta vuokrapelto mahdollistaa laajentavalle tilalle pääoman käyttöä muihin investointeihin kuin peltomaahan. Tilatasolla kannattavuuteen vaikuttavat kulkuetäisyydet, peltojen ja metsien tilusrakenne sekä taloudellinen käytettävyys. Tilusrakenteen kehittämisen keinovalikoima on moninainen. Viranomaisvetoiset peltotilusjärjestelyt sopivat suurelle joukolle pellonomistajia ja parhaiten yhtenäisille peltoalueille, sillä pelto- ja metsäalueiden samanaikaisia tilusjärjestelyjä ei juuri tehdä. Usein jää vähäiselle huomiolle, että myös maanomistajat voivat oma-aloitteisesti sopia järjestelyistä keskenään useilla eri tavoin, mikä onkin taittanut vuokrapellon määrän kasvun. Yleisin tapa muuttaa ja parantaa kiinteistörakennetta on kiinteistökauppa. Myös tilusvaihto olisi merkittävien verotuksellisten hyötyjen vuoksi harkinnanarvoinen vaihtoehto, jos osapuolilla on jo olemassa vaihdettavia maa-alueita tai niitä voidaan hankkia. Tilusvaihdossa voidaan vaihtaa peltoa peltoon, metsään tai vaikkapa tonttimaahan. Viljelijät ja pellonomistajat suhtautuvat tilusrakenteen kehittämisen keinoihin osittain eri tavoin. Keski-Pohjanmaalla alkuvuonna 2021 tehtyjen haastattelujen (n=251) perusteella peltojen tilusjärjestelyjä pitää hyvin tarpeellisina kaksi kolmasosaa ja tilusvaihtoja selvästi yli puolet viljelijöistä. Sen sijaan peltonsa vuokranneille tilusvaihdot ja tilusjärjestelyt ovat vieraampia, sillä noin kolmasosa ei ota tilusvaihto- ja tilusjärjestelykysymyksiin mitään kantaa ja noin viidesosalla kanta tilusvaihtoihin ja tilusjärjestelyihin on neutraali. Silti peltonsa vuokranneistakin peltojen tilusvaihtoja pitää hyvin tarpeellisina yli kolmasosa. Vahvin kannanotto liittyy peltojen myyntiin: noin puolella peltonsa vuokranneista ei ole halua myydä peltojaan, koska heillä ei ole tähän pakottavaa rahantarvetta. Jos pellot myydään, kolme neljästä myisi ne yksityiselle. Noin kolmasosa näkee tilusvaihtojen rajoitteena pelto- ja metsäalueiden oikeiden arvojen määrittämisen sekä tiedon puutteen vaihdettavista pelto- ja metsäalueista. Moninainen keinovalikoiman edistäminen on tärkeää, jotta voidaan edistää tilusrakenteen kehittämistä. Haasteena on tämän tutkimuksen mukaan vahva sitoutuminen sukupolvien jatkumoon: viljelystä luopuneet pitävät pelloistaan kiinni. Myös aiempien sukupolvien raivaustyön arvostaminen on taustalla.

**AVAINSANAT:** maatalous, pellonomistaja, viljelijä, tilusjärjestelyt, tilusrakenne, tilusvaihto

## 12 MAATALOUSALUEIDEN VESIENHALLINTA

### 12.1 Ikuisuuskysymyksen äärellä – sadettaako vai eikö sadetta?

**Pirjo Peltonen-Sainio<sup>1</sup>, Jaakko Juvonen<sup>2</sup>, Natalia Korhonen<sup>2</sup>, Pekka Parkkila<sup>3</sup>, Jaana Sorvali<sup>1</sup>, Hilppa Gregow<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Ilmatieteen laitos

<sup>3</sup>Varsinais-Suomen ELY-keskus

#### TIIVISTELMÄ

Suomessa alkukasvukauden kuivuus aiheuttaa toistuvia satotappioita osuessaan useiden peltoviljelykasvien kriittisimpään sadonmääräytymisen ajankohtaan. Ilmastonmuutoksen ja sään ääri-ilmiöissä tapahtuvien muutosten myötä niin kuivuuden kuin liikasadannan riskit muuttuvat. Sopeutuminen erityisesti sadannassa tapahtuviin muutoksiin on kuitenkin haasteellista viljelijöille. Vuosina 2018 ja 2020 (4401 ja 2000 vastaajaa) toteutetut Luken viljelijäkyselyt paljastivat, että varautuessaan ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin sadannan muutoksiin, viljelijät priorisoivat pitkäjänteiset maaperän ominaisuuksien parantamiseen tähtäävät toimenpiteet, kuten maaperän rakenteen parantamisen, orgaanisen hiilen pitoisuuden lisäämisen sekä ojituksen toimivuuden varmistamisen kastelujärjestelmien käyttöönoton edelle (Peltonen-Sainio ym. 2021a). Viljelijät kokivat myös tarvitsevansa lisätietoa niin kustannuksista kuin hyödyistä. Erityisesti, koska sadantaennusteisiin liittyy paljon epävarmuutta. Alkukesän kuivuuden tiedetään aiheuttavan erityisesti kevätkylvöisillä viljelykasveilla toistuvia satotappioita. Näitä ei onnistuta kompensoimaan lyhyessä kasvukaudessamme, vaikka sadannan todennäköisyys lisääntyykin kasvukauden edetessä. Toisaalta sadannan kasvukauden aikainen ja vuotuinen vaihtelu on suurta, mikä vaikeuttaa kastelun kannattavuuden arviointia. Eikä vähiten, koska vaihtelun on ennustettu kasvavan tulevaisuudessa. MMM:n rahoittaman LOSSI-hankkeen tavoitteena oli tuottaa tietoa sadetuksen kannattavuudesta kevätiljoilla Lounais-Suomessa. Hyödynsimme takautuvassa tarkastelussamme sadantatietoja (10 x 10 km hila-aineisto) vuosilta 1971–2020. Lisäksi arvioimme kahden ilmastonmallin (MPI-ESM and HadGEM2) ja ilmastoskenaarion (RCP4.5 ja RCP8.5) perusteella kevätiljojen sadetuksen kannattavuutta tulevaisuudessa (2041–2070). Huomioimme laskelmissa niin kastelusta aiheutuvat moninaiset kustannukset kuin siitä saatavat satohyödyt perustuen kuivuuden toistuvuuteen ja sen aiheuttamiin satotappioihin. 50-vuotiseen aineistoon perustuvan takautuvan analyysin mukaan viljojen kastelu olisi ollut kannattavaa isoilla tiloilla tilanteessa, jossa tilan lohkojen tuotantokyky on lähtökohtaisesti alueen keskiarvoa parempi (Peltonen-Sainio ym. 2021b). Alkukasvukauden aikainen sadanta ei kuitenkaan merkittävästi muutu tulevaisuusennusteiden valossa, joten satoikkunan aikainen kuivuuden ankaroituminen itsessään ei ole tekijä, joka kannustaisi viljelijää investoimaan sadetuskalustoon. Toisaalta niin tilakoon kasvu kuin pidemmän kasvukauden mukanaan tuoma viljojen korkeampi satopotentiaali saattavat toimia kannustimina sadetuksen käyttöönotolle tilan sopeutumistoimenpiteenä. Peltonen-Sainio, P. Sorvali, J. & Kaseva, J. 2021a. *Agricultural Water Management* 225: 107011. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107011> Peltonen-Sainio, P., Juvonen, J., Korhonen, N., Parkkila, P., Sorvali, J. & Gregow, H. 2021b. *Climate Risk Management* 33: 100334. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100334>

**AVAINSANAT:** ilmastonmuutos, sadanta, kuivuus kastelu, kevätiljat, pitkäaikaisaineistot

## 12.2 Pellon vesitalouden hallinta säätösalaajituksen ja salaojakastelun avulla - Sievin koekentän tuloksia

Helena Äijö<sup>1</sup>, Minna Mäkelä<sup>1</sup>, Markus Sikkilä<sup>2</sup>, Maija Paasonen-Kivekäs<sup>3</sup>, Jyrki Nurminen<sup>4</sup>, Heidi Salo<sup>5</sup>, Aleksi Salla<sup>5</sup>, Merja Mylly<sup>6</sup>, Harri Koivusalo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Salaojayhdistys ry

<sup>2</sup>Maveplan Oy

<sup>3</sup>Sven Hallinin tutkimussäätiö sr

<sup>4</sup>Salaojituksen tutkimusyhdystys ry

<sup>5</sup>Aalto-yliopisto, Rakennetun ympäristön laitos

<sup>6</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Sievissä sijaitsevalla koekentällä tutkittiin säätösalaajituksen ja salaojakastelun vaikutuksia peltoviljelyn tuottavuuteen ja vesistökuormitukseen Vesitalouden hallinta vesiensuojelussa (VesiHave ja VesiHave 2) -hankkeissa vuosina 2019–2021. Koekentällä on säätösalaajitettu ja kasteltu säätöalue sekä tavanomaisesti salaajitettu verrokkialue. Salaajat on asennettu 1 metrin syvyyteen 15 metrin ojavälillä kesäkuussa 2015. Säätöalueen reunat on eristetty muovilla, joka ulottuu lähes kahden metrin syvyyteen. Koekentän maalaji on hietaa ja hiuetta, ja keskikaltevuus on alle 0.2 %. Pohjavedenpinnan korkeutta mitattiin manuaalisesti keskimäärin 1–2 kertaa viikossa ja automaattisilla mittareilla 4 tunnin välein. Salaajavaluntaa mitattiin jatkuvatoimisesti 30 minuutin välein. Kiintoaineen, fosforin ja typen pitoisuudet salaajavalumavesistä määritettiin kokoomanäytteistä. Satohavainnot kerättiin 0.25 m<sup>2</sup> alalta 12 rinnakkaisena ja sadanta mitattiin automaattimittarilla. Vuonna 2019 lohkolla viljeltiin syysruista ja vuonna 2020 siemenohraa, ja samalla suojaviljaan perustettiin nurmi. Säättökaivon padotus (50 cm maanpinnan alapuolella säättökaivon kohdalla) laitettiin päälle 3.6.2019 ja pidettiin päällä 2020 kylvöaikaa lukuun ottamatta marraskuuhun 2020 asti, sekä tammikuusta 2021 alkaen yhtäjaksoisesti. Säätöaluetta kasteltiin pumppaamalla vettä salaajastoon läheisestä joesta (n. 300 m koealueesta). Tulokset osoittivat, että säätösalaajituksella pystyttiin pitämään pohjaveden pintaa hieman korkeammalla (noin 7 cm) kuin tavanomaisesti salaajitetulla pellolla, mutta kuivina aikoina veden pinta laski alle salaajitusyvytyden (> 1.0 m). Salaajakastelu nosti pohjaveden pintaa ja hidasti sen laskua säätöalueella tavanomaiseen salaajitukseen verrattuna. Vuosina 2019–2020 kasteluvettä pumpattiin säätöalueen yläpäässä sijaitsevaan jakokaivoon polttomoottori-käyttöisellä pumpulla yhteensä 26 päivänä. Vuonna 2021 hankittiin aurinkopaneelilla toimiva pumppu, joka toimi päivittäin ja sen siirtämä vesimäärä nosti pohjaveden pintaa tehokkaammin. Salaajavalunta oli hieman pienempää säätöalueelta kuin verrokkialueelta, lukuun ottamatta lisäveden pumppauksen aiheuttamaa valuntaa. Salaajavalunnan laadussa ei havaittu eroja säätö- ja verrokkialueen välillä, lukuun ottamatta syksyllä 2020 havaittuja pienempiä typpipitoisuuksia säätöalueen valunnassa. Sadot olivat hieman paremmat säätöalueella tavanomaisen salaajituksen alueeseen verrattuna. Kenttäkokeiden perusteella kastelu on aloitettava riittävän aikaisin ja vettä on syötettävä riittävän pienellä teholla ja pitkällä ajalla, jotta vesi ehtii imeytyä maahan, eikä muodosta ylimääräistä salaajavaluntaa.

**AVAINSANAT:** säätösalaajitus, salaojakastelu, säätökastelu, pellon vesitalous

### 12.3 Säättösalaojituksen vaikutus pohjavedenpinnan syvyyteen ja vesitaseeseen tasaisella peltoalueella muuttuvassa ilmastossa

Aleksi Salla<sup>1</sup>, Heidi Salo<sup>1</sup>, Harri Koivusalo<sup>1</sup>, Markus Sikkilä<sup>2</sup>, Minna Mäkelä<sup>3</sup>, Maija Paasonen-Kivekäs<sup>3</sup>, Jyrki Numminen<sup>4</sup>, Helena Äijö<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aalto-yliopisto

<sup>2</sup>Salaojayhdistys ry / Maveplan Oy

<sup>3</sup>Sven Hallinin tutkimussäätiö sr

<sup>4</sup>Salaojituksen tutkimusyhdystys ry

#### TIIVISTELMÄ

Ilmastomallien tulevaisuusprojektoissa kasvihuonekaasupäästöt aiheuttavat Suomessa keskilämpötilan ja -sadannan kasvua sekä meteorologisen vaihtelun lisääntymistä, mikä voi lisätä tarvetta joustavammille vesienhallintamenetelmille, kuten säättösalaojitukselle. Säättösalaojituksen avulla peltojen kuivatusjärjestelmää on teoriassa mahdollista sovittaa sääoloihin, mutta toisaalta sen toiminta on myös riippuvaista pellon hydrologiasta. Muuttuva ilmasto luo tarpeen selvittää säättösalaojituksen käyttöpotentiaalia nykytilaan nähden. Tässä työssä tutkittiin ilmastomuutoksen ja säättösalaojituksen vaikutusta tasaisen hietaisen/hiesuisen peltoalueen vesitalouteen Pohjois-Pohjanmaalla. Tavoitteena oli laskennallisesti arvioida, miten säättösalaojituksella voidaan vaikuttaa pellon pohjavedenpinnan syvyyteen ja vesitaseeseen tälle vuosisadalle projisoiduissa ilmasto-oloissa, sekä millainen vaikutus pellon reunalla olevalla avo-ojalla on säättösalaojituksen toimintaan. Tutkimuksessa käytettiin matemaattista FLUSH-mallia, jolla simuloitiin Pohjois-Pohjanmaan Sievissä sijaitsevan Vesitalouden hallinta vesiensuojelussa (VesiHave) -hankkeen koepellon hydrologiaa vuosina 1970–2100 käyttäen kahta säättöaikataulua ja Ilmatieteen laitoksen mitattujen säähavaintojen avulla korjattuja EURO-CORDEXin ilmastoajaksarjoja päästöskenaarioina RCP 8.5 ja RCP 2.6. Simulaatiotuloksia tarkasteltiin jakamalla vuodet vertailuajaksokseen 1970–2005 sekä kolmeen tulevaisuuden aikajaksoon. Vertailuajaksolla säättösalaojitus 40 cm padotuksella johti säättöaikoina keskimäärin 17–36 cm korkeampiin pohjavedenpintoihin kuin tavanomainen salaojitus. Pohjavedenpinnan korkeuseroihin vaikutti vuodenaika, päästöskenaario ja säättöaikataulu. Säättösalaojitus vähensi vuosittaista salaojavaluntaa 11–23 % päästöskenaariosta ja käytetystä säättöaikataulusta riippuen. Vähentynyt salaojavalunta ilmeni pääasiassa lisääntyneenä pohjavesivaluntana pintavalunnan pysyessä karkean maalajin pellolla lähes olemattomana (keskimäärin alle 1 mm/a kaikilla aikajaksoilla). Tulevaisuuden aikajaksoilla säättösalaojituksen vaikutus pohjavedenpintoihin oli 1–4 cm suurempi kuin vertailuajaksolla, mutta kehitys aikajaksojen välillä ei ollut yksisuuntaista. Säättösalaojituksen aiheuttama absoluuttinen vähennys salaojavalunnoissa ei muuttunut merkittävästi, mutta kasvaneesta sadannasta ja salaojavalunnasta johtuen suhteellinen vaikutus pieneni. Avo-ojan läheisyydessä säättösalaojituksen vaikutus pohjavedenpintoihin oli huomattavasti vähäisempi kuin kauempana ojasta. Simulaatiotulosten mukaan talviaikainen säättö vaikutti pohjavedenpinnan tasoihin vielä kasvukauden aikana, kun pohjavedenpintoja verrattiin kahdella eri säättöaikataululla toteutettujen simulaatioiden välillä. Talviaikainen säättö vähensi myös vuosittaista salaojavaluntaa. Käytettyjä ilmastomuutosajaksarjoja vastaavissa oloissa säättösalaojituksella voidaan vaikuttaa peltojen vesitalouden hallintaan myös tulevaisuudessa.

**AVAINSANAT:** säättösalaojitus, ilmastomuutos, mallinnus, vesienhallinta

## 13 KOTIELÄINTUOTANNON TULEVAISUUS

### **13.1 Suomen maatalouden tuotanto- ja tulokehitys erilaisissa tulevaisuuskuivissa vuoteen 2050**

**Heikki Lehtonen**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **TIIVISTELMÄ**

Maatalous on suurten haasteiden edessä maailman väestön kasvaessa ja vaurastuessa. Globaali ruoan kysyntä kasvaa. Maatalouden odotetaan korjaavan haitallisia ympäristövaikutuksia ja vähentävän merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjä. Kotieläintuotteiden kulutuksen ja tuotannon vähentäminen ja kasvituotteiden osuuden kasvattaminen on nähty ratkaisuna moniin haasteisiin. Maatalous voi myös vastata ympäristö- ja ilmasto- haasteisiin kestävämmillä tuotantotavoilla. Terveellisempi ruokavalio ja kohtuullinen tulo viljelijöille ovat osa kestävästä ruokajärjestelmästä. Mahdollinen tulevaisuus voi olla myös maataloustuotannon lisääminen, jotta Suomi kantaisi vastuunsa omasta ja globaalista ruokaturvasta. On hyödyllistä arvioida, mitä seuraavanlaiset maatalouden tulevaisuuskuivat merkitsevät Suomen maatalouden tuotannolle, maankäytölle ja viljelijöiden tuloille: Ympäristö-Suomi, Terveys-Suomi, Kotieläin-Suomi, verrattuna ns. perusuraan jossa 2019 mukainen maatalouspolitiikka ja ruoan kulutus. Tuotannon, kulutuksen, tuonnin ja viennin kattava maatalouden sektorimalli tuottaa annetuille oletuksille johdonmukaiset määrälliset arviot tuotannon ja tulojen kehityksestä vuosittain vuoteen 2050. Ympäristö-Suomi-skenaariossa maatalouspolitiikka ja ruoan kulutus muuttuvat tavoitteellisesti ympäristön kannalta suotuisaan suuntaan. Kotieläintuotannon tukia vähennetään lukuun ottamatta emolehmätuotantoa sen laidunnuksen ympäristöhyötyjen vuoksi. Palkokasvien tukia korotetaan ja muita peltoalatukia vähennetään. Kotieläintuotteiden kulutus vähenee puoleen ja kasvituotteiden osuus ruokavaliossa kasvaa merkittävästi. Tuloksina on kotieläintuotannon väheneminen noin 50 % ja maatalouden peltoalan vähennys noin 30 %:lla. Maatalouden tulot vähenevät vuoteen 2050 mennessä vain 10 % vuoden 2019 tilanteesta korotettujen ympäristö- ja palkokasvitukien ja päästövähennyspalkkioiden ansiosta. Terveys-Suomi-skenaariossa kaikki maatalouspolitiikan ja ruokavalion muutokset tähtäävät terveysvaikutusten edistämiseen. Kotieläintuotanto vähenee punaisen lihan osalta alle puoleen ja valkoisen lihan ja maitotuotteiden osalta selvästi vähemmän. Kasvituotteiden tuotanto ja kysyntä monipuolistuu ja pellon tarve vähenee noin 40 %. Maataloustulo vähenee noin 10 %. Kotieläin-Suomi-skenaariossa kotimainen kysyntä ei muutu vuodesta 2019, mutta EU:n hintataso nousee vahvan globaalien kysynnän vetämänä. Tämä tekee mahdolliseksi tuotantosidonnaisista maataloustuista luopumisen. Maidontuotannon 50 % kasvu ja sian- ja siipikarjanlihantuotannon yli 50 % kasvu johtaa siihen, että koko peltoala on täysin tuotantokäytössä. Maataloustulo nousee noin 40 % ja maatalouden kasvihuonekaasupäästöt noin 30 %. Kotieläintuotanto keskittyy maan etelä- ja keskiosiin ja vähenee pohjoisessa. Tulokset osoittavat, että eri tavoitteisiin pääseminen edellyttää suurta muutosta sekä ruoan kysynnässä että politiikkaohjauksessa. Maankäyttö, tuotanto ja tulot muuttuvat merkittävästi ja hyvin eri tavalla neljällä pääalueella Suomessa.

**AVAINSANAT:** maatalouden ympäristövaikutukset, maatalouden kasvihuonekaasupäästöt, maataloustulo, maatalousekonomia, kotieläintalous, ruoan kysyntä

## 13.2 Resurssitehokkaan nurmiviljelyn pilotointi 50 maitotilalla

Mervi Seppänen<sup>1</sup>, Laura Nyholm<sup>2</sup>, Mikko Jääskeläinen<sup>3</sup>, Lauri Heimala<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yara Suomi

<sup>2</sup>Valio

<sup>3</sup>Yara International

<sup>4</sup>Yara Balttia

### TIIVISTELMÄ

Euroopan Unionin uuden Pelloilta pöytään – strategian tavoitteena on tehdä ruokajärjestelmästä entistä kestävämpi. Alkutuotannon osalta tavoitteena on muun muassa edistää ympäristöystävällisiä viljelytapoja sekä tehostaa ravinteiden käyttöä. Nurmikasvien ravinteiden käytön tehokkuutta tutkittiin kolmivuotisessa (2019–2021) hankkeessa, johon osallistui 50 pilottitilaa ympäri Suomea. Pilottilohkojen viljelyssä toteutettiin nurmistandardia, jolla tavoiteltiin maan viljavuusanalyysiin perustuvaa tasapainoista kasviritsemusta ja tehokasta ravinteiden käyttöä. Jokaisella pilottitilalla oli hankkeessa mukana kaksi pilottilohkoa, joilta mitattiin sadon määrää ja laskettiin lohkoittaiset ravinnetaset sekä ravinteidenkäytön tehokkuus. Hanketta varten tilat varusteltiin sääasemilla, maasensoreilla ja ajoneuvovaaioilla sekä laajoilla maa- ja kasvustoanalyseillä. Oikea sadonkorjuuaika määritettiin korjuuaikänäytteiden avulla ja pilottilohkoilta poistuvien ravinteiden määrä laskettiin nurmisadosta analysoitujen raaka-ainenäytteiden perusteella. Lisäksi nurmikasvien typenhallintaa kehitettiin tarjoamalla tilojen käyttöön Yaran Atfarm-satelliittipalvelu levityskarttojen tekoa varten. Nurmikasvit ovat tehokkaita ravinteiden käyttäjiä mikä näkyi muun muassa korkeana typenkäytön tehokkuutena ja fosforin osalta negatiivisina ravinnetaseina. Ravinteiden käytön tehokkuuteen, kuten myös tuotetun nurmirehun hiilijalanjäljen suuruuteen (CO<sub>2</sub>-e/t), vaikutti merkittävästi nurmisadon määrä. Kasvukausien kuivuusjaksot (2019–2021) ja merkittävät talvehtimistuhot (2020) aiheuttivat merkittävää vaihtelua nurmisadon määrässä. Tulosten tarkastelussa pohditaan nurmiviljelyn sopeuttamista sään ääri-ilmiöiden tuomiin haasteisiin ravinnehuollon näkökulmasta sekä keinoja, joilla tavanomaisessa nurmiviljelyssä voidaan varmistaa tehokas ravinteiden käyttö.

**AVAINSANAT:** kestävä tehostaminen, nurmisäilörehu, ravinnetase, ravinteiden käytön tehokkuus

### 13.3 Säilörehuvaltaisen lihanautojen ruokinnan tuotanto- ja ympäristövaikutukset

Arto Huuskonen, Katariina Manni, Juha Hyvönen, Sanna Hietala, Ilkka Leinonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Tavoitteena oli selvittää säilörehuvaltaisten ruokintamallien tuotanto- ja ympäristövaikutuksia liharotuisten sonnien loppukasvatuksessa. Ruokintakokeessa oli 53 angus- ja 52 simmental-rotuista sonnia. Sonnit jaettiin kokeen alussa rodun perusteella kolmelle koeruokinnalle, joissa kussakin oli 35 sonnia. Kontrollina oli tyypillinen suomalainen ruokinta, jossa 60 % seosrehun kuiva-aineesta (ka) oli nurmisäilörehua ja 40 % litistettyä ohraa (keskimääräinen väkirehu, KV). Kahdessa vaihtoehtoisessa mallissa simuloitiin tilannetta, jossa rehut tuotetaan tehokkaalla nurmikierrolla ja uudistetaan suojaviljalla, joka korjataan joko puimalla tai kokoviljasäilörehuna. Simuloinnissa viljaa viljeltiin vain nurmen uudistamiseen tarvittava määrä. Ruokinnalla, jossa vilja korjattiin puituna, seosrehun kuiva-aineesta 85 % oli nurmisäilörehua ja 15 % litistettyä ohraa (matala väkirehu, MV). Korjattaessa suojavilja kokoviljana seoksessa oli 70 % nurmisäilörehua ja 30 % ohrakokoviljasäilörehua (ei väkirehua, EV). Kaikilla ruokinnoilla sonneille annettiin seosta vapaasti ja rehuun lisättiin kivennäis-vitamiinilisä. Ruokintakoe kesti 200 vrk, ja sonnit teurastettiin keskimäärin 481 vrk iässä. Sonnit söivät seosrehua keskimäärin 10,3 kg ka pv<sup>-1</sup>. Koeruokintojen välillä ei ollut merkitseviä eroja syönnissä. Keskimääräinen elopainon kasvu KV, MV ja EV ruokinnoilla oli 1567, 1290 ja 1036 g pv<sup>-1</sup> ja nettokasvu vastaavasti 967, 767 ja 603 g pv<sup>-1</sup>. Kaikki koeruokinnat erosivat merkitsevästi toisistaan kasvujen osalta. Heikommasta kasvusta johtuen teuraspaino oli MV ja EV ruokinnoilla (373 ja 339 kg) selvästi matalampi kuin KV ruokinnalla (407 kg). Ruohojen lihakkuus ja rasvaisuus olivat KV ruokinnoilla merkitsevästi suuremmat kuin MV ja EV ruokinnoilla. Kokeessa toteutuneiden rehun syöntien ja ProAgrian lohkotietopankin keskimääräisten satotietojen perusteella laskettiin kunkin ruokinnan vaatima peltopinta-ala 200 päivän koejaksolle. Rehuntuotantoalaa tarvittiin KV ruokinnalla 0,48 ha ja MV ja EV ruokinnoilla 0,42 ha sonnia kohden. Koeruokintojen hiilijalanjälki sekä happamoittavat ja rehevöittävät päästöt arvioitiin FootPrintBeef-hankkeessa kehitetyllä laskentamallilla. Koejakson ajalle laskettu hiilijalanjälki oli KV ruokinnalla 18.1, MV ruokinnalla 19.6 ja EV ruokinnalla 25.2 kg CO<sub>2</sub> ekv/koejaksolla tuotettu lihakilo. Rehevöittävät päästöt olivat vastaavasti 16.3, 20.4 ja 20.8 g PO<sub>4</sub> ekv/tuotettu lihakilo ja happamoittavat päästöt 33.3, 44.7 ja 50.7 AE ekv/tuotettu lihakilo. Ilmastovaikutuksen osalta huomattavin päästö aiheutui ruuansulatuksesta, rehevöittävien vaikutusten osalta rehujen viljelystä ja happamoittavien vaikutusten osalta lannan käsittelystä. Kasvunopeus vaikutti merkittävästi tuotekiloa kohden laskettuihin päästöihin. EV-ruokinnalla kasvu jäi huomattavasti KV-ruokinnan kasvusta, jolloin kasvukilokohtainen päästö oli korkeampi. MV-ruokinnalla ilmastovaikutuksen lisäys oli kuitenkin suhteellisesti pienempi kuin kasvun väheneminen KV-ruokintaan verrattuna.

**AVAINSANAT:** naudanlihantuotanto, nurmisäilörehu, kokoviljasäilörehu, ympäristövaikutus

## 13.4 Mykotoksiinien esiintyminen suomalaisissa tilasäilörehuissa

Katariina Manni, Sari Rämö, Arto Huuskonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Mykotoksiinit ovat näkymättömiä, mauttomia ja hajuttomia homekasvustossa muodostuneita yhdisteitä, joita ei voi havaita rehuista ilman analysointia. Niitä voi olla rehussa riippumatta siitä, onko siinä näkyvää hometta vai ei. Toisaalta rehussa voi olla näkyvää hometta ilman, että siinä on mykotoksiineja. Mykotoksiineja voi muodostua rehuihin useassa eri vaiheessa, joten niiden ennaltaehkäisy vaatii kokonaisvaltaista rehuntuotannon hallintaa. Niiden esiintymistä suomalaisissa säilörehuissa on tutkittu vähän. Tiedon lisäämiseksi Tuottava nautatilan nurmi -hankkeessa kartoitettiin 32 eri mykotoksiinin esiintymistä tilasäilörehuissa Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan sekä Etelä-, Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan nautatiloilla. Analysoitavia säilörehuja oli yhteensä 43, joista kuusi oli kokoviljasäilörehuja ja muut nurmisäilörehuja. Kaikista rehuista otettiin pinta- ja sisäosan näytteet ja homeisista kohdista erillinen näyte. Analysoiduista näytteistä löytyi kaikkiaan 10 eri mykotoksiinia. Ainoastaan kahdesta näytteestä niitä ei havaittu lainkaan. Suomen ilmasto-olosuhteet suosivat *Fusarium*- ja *Penicillium* -suvun homeita, ja useita niiden erittämiä mykotoksiineja löydettiin näytteistä. Erityisesti roquefortine C:n ja mykofenolihapon pitoisuudet olivat osassa näytteistä hyvinkin korkeita. Ruokaturvaa heikentäviä aflatoksiineja ei analysoiduista näytteistä löytynyt. Havaituista mykotoksiineista ainoastaan deoksinivalenolille ja zearalenonille on komission antamat ohjearvot viljaa sisältäville rehuille, mutta niitä voitaneen pitää ohjeellisina arvoina myös säilörehuille. Näistä zearalenonin pitoisuudet muutamissa homeisissa nurmisäilörehunäytteissä ylitti selvästi komission antaman suosituksen, joka on  $2000 \mu\text{g kg}^{-1}$  12 %:n kosteuspitoisuudessa. Mykotoksiinien pitoisuuksissa oli paljon vaihtelua ja osassa näytteistä pitoisuudet olivat hyvin pieniä. Siten pelkkä niiden esiintyminen ei kerro koko totuutta tilanteesta. Kaikissa homeisissa näytteissä oli mykotoksiineja, osassa hyvinkin korkeita pitoisuuksia. Lisäksi homeisissa näytteissä oli enemmän eri mykotoksiineja ei-homeisiin verrattuna. Siten homeisen rehun syöttäminen eläimille lisää selkeästi altistumisen riskiä eikä homeista rehua pidä syöttää eläimille. Huomionarvoista oli myös se, että näytteissä, joissa ei ollut näkyvää hometta, oli mykotoksiineja. Siten aistinvaraisesti hyvältä vaikuttava rehukaan ei aina kerro kaikkea rehun laadusta, eikä varsinkaan mykotoksiineista. Oma haasteensa on mykotoksiinien todentaminen säilörehusta, koska ne eivät esiinny tasaisesti rehussa, mikä vaikeuttaa edustavan näytteen saamista. Lisäksi analysointi on vaikeaa ja kallista. Rehujen mykotoksiinien tulkintaa puolestaan vaikeuttaa erityisesti raja-arvojen puuttuminen. Sen lisäksi, että tarvittaisiin yksittäisten mykotoksiinien raja-arvoja rehuissa, tulisi huomioida myös kokonaissaanti ja useamman mykotoksiinin yhteisvaikutus.

**AVAINSANAT:** homemyrky, karkearehu, nauta



## 14 MAATALOUDEN VESIENSUOJELU

### 14.1 Maanparannuskuitu maatalouden vesiensuojelussa

**Jaana Uusi-Kämppä<sup>1</sup>, Janne Heikkinen<sup>2</sup>, Paula Luodeslampi<sup>3</sup>, Mika Nieminen<sup>4</sup>, Kimmo Rasa<sup>1</sup>, Risto Uusitalo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Jokioinen

<sup>2</sup>Keski-Uudenmaan ympäristökeskus

<sup>3</sup>Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry

<sup>4</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki

#### TIIVISTELMÄ

Maataloudesta aiheutuvaa vesistökuormitusta pyritään vähentämään monin eri tavoin. Viime vuosina keinovalikoimaan on tullut maanparannusaineiden, kuten kuidun lisääminen muokkauskerrokseen. Kuitua käytettäessä eroosion ja ravinnepäästöjen väheneminen perustuu bakteerien liima-aineisiin, jotka stabiloivat maan mururakennetta. Metsäteollisuudessa syntyvän vähäravinteisen kuitulietteen (nollakuitu, 70 tn tuorepaino ha<sup>-1</sup>) ja tehtaan vedenkäsittelyprosessissa syntyvän, kompostoimalla tai kalkkistabiloimalla valmistetun ravinnekuidun (50 tn tuorepaino ha<sup>-1</sup>) vaikutuksia eroosioon ja ravinnehuuhtoumiin on tutkittu Jokioisten koekentällä syksystä 2015 alkaen. Ensimmäinen kuitukäsittely tehtiin syksyllä 2015 ja se uusittiin syksyllä 2020. Viiden vuoden ajan koeruuduilta on otettu keväällä 40 cm syviä maaprofiileja sadesimulaatiokokeisiin. Jokioisissa saatujen lupaavien tulosten seurauksena menetelmää haluttiin testata myös valuma-alueittakaavassa. Vesiensuojelun tehostamisohjelma rahoitti valuma-aluekokeen Tuusulanjärven osavaluma-alueella (2019–2021). Syksyllä 2020 sekä 2021 kompostoitua ravinnekuitua (40 tn tuorepaino ha<sup>-1</sup>) levitettiin 80 hehtaarille eli hieman yli puolelle Noormarkinojan valuma-alueella olevista pelloista. Valumatuloksia verrattiin läheiseen Flinkinojan valuma-alueeseen, jossa ei ollut kuitukäsittelyä. Jokioisten kentältä otettujen monoliittien sadetuskokeessa kuitu vähensi tehokkaasti eroosioaineksen ja partikkelifosforin pitoisuutta valumissa, mutta liukoisen fosforin pitoisuuteen sillä ei ollut juuri vaikutusta. Paras teho kuitulisäyksestä saatiin ensimmäisinä vuosina, mutta kuitukäsittely vähensi valumaveden kiintoaine- ja fosforipitoisuuksia koko viisivuotisen koejakson ajan. Kuitu lisäsi hieman typen ja liukoisen hiilen huuhtoumista levityksen jälkeisenä vuotena. Valuma-aluekokeessa saatiin jo ennen kuidun levitystä arvokasta tietoa valunnan ja vesien sameuden sekä ravinnepitoisuuksien vaihteluista eri sääoloissa. Loppukasvukauden 2020 runsaiden sateiden takia kuidun levitystä ei voitu toteuttaa suunnitellusti, vaan se siirtyi seuraavaan syksyyn. Jatkohanketta on esitetty, jotta sekä kuidun uusintalevityksen että valuma-alueittakaavan vaikutuksista saataisiin uutta tietoa. Vesiensuojelun tehostamisohjelman rahoittamat KUITU-, Rakennekalkki- ja Kipsihankkeet julkaisivat yhdessä viljelijäoppaan joulukuussa 2021. Oppaassa esitellään muun muassa, miten valitaan sopiva maanparannusaine erilaisille pelloille ja mitä levityksessä tulee huomioida. Kuitu sopii kaikille mineraalimaille. Levitys tehdään pääasiassa syksyllä puinnin jälkeen ennen lokakuun loppua tai kesällä nurmen lopetuksen jälkeen. Kuidun kuiva-ainepitoisuus on noin 30 %, joten sen levitys onnistuu kuivalannan levityskalustolla. Levityksen jälkeen kuitu tulee mullata nitraattiasetuksen mukaisesti vuorokauden kuluessa. Uuden satokasvin kylvöä ei suositella kahden seuraavan viikon aikana levityksestä, koska mikrobit sitovat tyypeä hajottaessaan maahan muokattua kuitua.

**AVAINSANAT:** maanparannusaine, eroosio, fosfori, kompostoitu ravinnekuitu

## 14.2 Rakennekalkki ja ravinnekuitu – vaikutukset maatalouden vesiensuojelutoimina

Paula Luodeslampi<sup>1</sup>, Pasi Valkama<sup>2</sup>, Asko Särkelä<sup>1</sup>, Anu Oksanen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys ry

<sup>2</sup>Suomen ympäristökeskus

### TIIVISTELMÄ

Hankkeessa (2019–2020) selvitettiin miten rakennekalkki vaikuttaa pelloilta tuleviin kiintoaine- ja fosforihuuhtoumiin viiden vuoden ajanjaksolla kalkin levittämisen jälkeen. Lisäksi tutkittiin kahden vuoden ajan mitkä ovat metsäteollisuuden sivuvirtana syntyvän kalkkistabiloidun ravinnekuidun levittämisen vaikutukset salaojahuhtoumiin. Mittausten perusteella pelloille vuonna 2018 levitetty kalkkistabiloitu ravinnekuitu vähensi salaojaveden kiintoaines- ja kokonaisfosforipitoisuutta sekä kuormitusta. Saatiin viitteitä myös siitä, että kuitu vähensi salaojaveden liukoisen orgaanisen hiilen pitoisuutta korkeiden virtaamien aikana. Oletuksena on, että peltomaahan muokattu kuitu paransi maamurujen kestävyttä, jolloin savihiukkasia ja niihin sitoutunutta fosforia irtosi vähemmän salaojaveden mukaan. Kuitu vähensi ensimmäisenä keväänä levityksen jälkeen nitraattitypen ja kokonaistypen huuhtoutumista, mutta myöhemmin kuitulohkoilta huuhtoutui enemmän tyyppiä kuiduttomiin lohkoihin verrattuna. Kokonaisuudessaan määrät olivat pieniä. Jatkossa on tärkeää tutkia, kuinka kuitulevitys voitaisiin toteuttaa ilman typpikuormituksen kasvua. Rakennekalkilla vuonna 2015 käsitellyiltä peltolohkoilta (levitysmäärä 3.5–8 tn ha<sup>-1</sup>) huuhtoutui vähemmän kiintoainetta ja siihen sitoutunutta fosforia, kuin vertailujaksolla 2013–2015. Kiintoaineeseen sitoutuneen fosforin reduktio vaihteli neljän vuoden aikana 13–78 % välillä. Voimakkaimmillaan vaikutukset olivat vuosi levityksestä, jonka jälkeen teho hiipui vähitellen ja saavutti lähtötason keväällä 2020. Tulosten perusteella rakennekalkin vaikutukset näkyvät maaperässä noin kolmen vuoden ajan, jonka jälkeen vaikutus alkaa vähentyä. Johtoluku ja pH olivat suurimmillaan vuosi levityksen jälkeen ja vaikutukset maahan vaihtelivat levitetyn määrän mukaan. Levitettävä määrä säädettiin maan pH:n mukaan. Vaikutukset näkyivät selvemmin muokkauskerroksessa, mutta myös syvemmällä maakerroksessa vastaavat muutokset havaittiin viiveellä. Rakennekalkin vaikutuksia koskevat mittaukset syksyllä 2020 lopetettiin, kun peltojen viljelijä vaihtui yllättäen ja uusi viljelijä levitti rakennekalkituille pelloille lietelantaa. Lantaa ei muokattu heti maahan ja lannan levitys näkyi mittauksissa korkeana ravinnepiikkinä. Sen arveltiin lisänneen mittausjakson aikaista fosforikuormaa lähes 50 %. Käytännössä lannanlevityksen seurauksena fosforihuuhtouma pelto-ojaan kasvoi kolmen viikon aikana siten, että se vastasi noin 20–30 % rakennekalkilla reilussa neljässä vuodessa saavutetusta fosforihuuhtouman vähenemästä. Hankkeen perusteella kalkkistabiloidun kuidun ja rakennekalkin lisäystä pelloille voidaan suositella vesiensuojelullisista näkökohdista. Ravinnekuidun kiintoaine- ja fosforikuormitusta vähentävä vaikutus kestää vähintään kaksi vuotta ja rakennekalkin vaikutus noin neljä vuotta. Rakennekalkin vaikutus voi kestää pidempäänkin, mikäli levitysolosuhteet ja muokkaus suoritetaan tarkasti ohjeistusta noudattaen.

**AVAINSANAT:** rakennekalkki, maanparannuskuitu, jatkuvatoiminen veden laadun seuranta, lanta

### 14.3 High-resolution data for improving the agricultural erosion management in Finland

Timo Räsänen, Mika Tähtikarhu, Jaana Uusi-Kämpä, Sirpa Piirainen, Eila Turtola

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### ABSTRACT

Reduction of agricultural erosion is paramount for protecting surface waters and for sustaining agricultural productivity. In Finland, considerable efforts have been made to reduce the soil erosion, but the sediment loads to surface waters have not substantially reduced. A major limitation has been the lack of spatially explicit data on erosion risk for efficient targeting of the erosion management measures. This limitation was addressed by calibrating and testing the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) with erosion data from experimental fields and suspended sediment data from rivers, and by using the equation for development of a two-meter resolution erosion risk data for all agricultural lands of Finland. Consequently, the spatial distribution of erosion risk was analysed. With the agricultural management practices of 2019, the average erosion was estimated to be  $430 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ , and it varied at the municipality scale from 100 to  $1290 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . At more local scales, the erosion risk had even greater variability and areas differed, for example, by the distance of high erosion risk areas from the surface waters. The results also suggest that the past erosion management efforts have not been efficiently targeted to the areas with the highest erosion risks. Hence, the erosion management can be improved. The study formulates that these improvements can be made by taking advantage of the generated high-resolution erosion risk data, by developing erosion management strategies that consider multiple spatial scales, and by implementing location specific erosion management measures. Thus, the developed data can benefit the erosion management efforts from policy to practical levels. The results of this study form also the foundation for follow-up studies quantifying the erosion reduction potential of improved management strategies, and such research is performed in EJP-SOIL SCALE project (2021–2023).

**KEYWORDS:** agriculture, erosion, RUSLE, spatial analysis

## 14.4 Sustainable forestry and agricultural production and effect on aquatic ecology

**Katri Rankinen<sup>1</sup>, Harri Lilja<sup>2</sup>, Elena Valkama<sup>2</sup>, Jukka-Pekka Vähä<sup>3</sup>, Merja Saarinen<sup>2</sup>,  
Kiisa Ukonmaanaho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Suomen ympäristökeskus

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry

### ABSTRACT

In the Karjaanjoki river basin in southern Finland we aim to sustainable forestry and agricultural production that does not harm water ecosystems and their biodiversity. Indicator species for biodiversity are trout and river pearl mussels. Pearl mussels are found in the river, but they are not regenerating any more. Assumed reason for that is degraded living conditions in the river. Firstly, we made an analysis of past changes in environmental parameters, climate and agri-environmental measures in the area. For that purpose, we analyzed long time series of temperature, precipitation, discharge and water quality (including both nutrients and metals). Secondly, we chained mathematical models to assess the threats of human activity in the catchment area to ecosystem services and river biodiversity. These activities can influence water quality and thus living conditions of trout and pearl mussel. We found that the most crucial past changes in the area concentrated on high suspended sediment concentration in the river due to human activities, especially agriculture. Agri-environmental measures have improved water quality, but there are still potential to increase area of measures. In this catchment especially non-fertilized vegetation cover seem to be effective measure. In addition, we found that river flow decreased due to climate change. Our final aim in the LIFE IP project FRESHABIT (LIFE14 IP/FI/023) is to find suitable habitats in the catchment to reallocate pearl mussels and protection measures to keep these habitats in good condition.

**KEYWORDS:** pearl mussel, agri-environmental measures

## 15 MAIDONTUOTANTO

### **15.1 Effect of potato by-product on production responses of dairy cows (Perunakuorimon sivuvirta soveltuu lypsylehmien rehuksi)**

**Marcia Franco, Marketta Rinne, Tomasz Stefanski, Taina Jalava, Marja Lehto, Minna Kahala, Eila Järvenpää, Päivi Mäntysaari**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **TIIVISTELMÄ**

Erilaisia elintarviketeollisuuden sivuvirtoja voidaan kierrättää takaisin ruoantuotantoon käyttämällä niitä kotieläinten rehuina. Näin voidaan edistää elintarviketuotannon kestävyyttä ja kustannustehokkuutta, mutta toisaalta ratkaistavana on logistisia ja tuotannon hygieniaan liittyviä kysymyksiä varsinkin, jos kyseessä ovat tuoreet nopeasti pilaantuvat jakeet. Tässä Circwaste-hankkeeseen liittyvässä tutkimuksessa selvitettiin perunakuorimon sivujakeen (PKS) soveltuvuutta lypsylehmille. Lisäksi tarkasteltiin PKS:n ja kemiallisten lisäaineiden vaikutuksia seosrehun stabiilisuuteen. Lypsylehmien ruokintakokeessa oli kaksi ruokintaa eli kontrolliruokinta ja PKS-ruokinta, jossa 13.5 % rehuannoksen kuiva-aineesta sisälsi perunakuorimon sivutuotetta korvaten rehuviljaa. Kokeessa oli 10 lehmää (maitotuotos kokeen alussa 37.5 kg pv<sup>-1</sup>) ja kaksi kolmen viikon pituista jaksoa. Puolet lehmistä oli kontrolli- ja puolet PKS-ruokinnalla ja ruokinnat vaihdettiin jaksojen vaihtuessa. PKS haettiin kuorimolta kerran viikossa ja siihen lisättiin muurahais- ja propionihappopohjaista säilöntäainetta säilyvyyden varmistamiseksi. PKS:n kuiva-ainepitoisuus oli 202 g kg<sup>-1</sup> ja kuiva-aineessa oli 85 g kg<sup>-1</sup> raakavalkuaista sekä 626 g kg<sup>-1</sup> tärkkelystä. PKS syötettiin osana nurmisäilörehupohjaista seosrehua, jota sekoitettiin 3 kertaa viikossa. Rehujen aistinvaraisessa laadussa ei kokeen aikana havaittu ongelmia. PKS vähensi hieman lehmien syöntiä mutta rehuannoksen orgaanisen aineen sulavuus parani. Maitotuotos pieneni PKS:n syötön myötä (38.2 vs. 35.8 kg pv<sup>-1</sup>;  $p < 0,05$ ), mutta energiakorjatussa maidossa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (40.1 vs. 38.6 kg pv<sup>-1</sup>), koska maidon rasvapitoisuus lisääntyi PKS-ruokinnalla (42.5 vs. 44.2 g kg<sup>-1</sup>;  $p = 0,06$ ). Seosrehujen stabiilisuutta selvitettiin laboratorioskokeessa määrittämällä näytteiden lämpötilan nousu, kun niihin lisättiin 10 tai 20 % PKS:a ja muurahais- ja propionihappopohjaista tai suolatyyppistä säilöntäainetta kahdella eri annostelutasolla (1.5 ja 3.0 l/tonni). PKS:n lisäys nopeutti käyräviivaisesti ( $p < 0,001$ ) seosrehun lämpenemistä (117, 58 ja 54 h PKS:n osuuksilla 0, 10 ja 20 %), mutta sitä pystyttiin hieman hidastamaan säilöntäaineita lisäämällä ( $p < 0.001$ ). Suolatyyppinen säilöntäaine oli tehokkaampi kuin happopohjainen. Tunteina stabiilisuus oli 50, 73, 81, 65 ja 113 kontrollille, hapon matalammalle ja korkeammalle määrälle ja suolan matalammalle ja korkeammalle määrälle. Säilöntäaineen annostusmäärän lisääminen paransi aerobista stabiilisuutta erityisesti ilman PKS:a tehdyssä seosrehussa. Perunakuorimon sivujake on suhteellisen nopeasti pilaantuva tuote, jonka tuotantovaikutus ei tässä kokeessa yltänyt rehuviljan tasolle korkeatuottoisten lehmien ruokinnassa. Sen käyttö voi kuitenkin olla hintasuhteista riippuen taloudellisesti kannattavaa ja sivutuotteiden käytön voidaan katsoa parantavan kotieläintuotannon kokonaiskestävyyttä, kun ihmisille käyttökelpoton jae voidaan kotieläinten kautta palauttaa takaisin ruokaketjuun.

**AVAINSANAT:** aerobinen stabiilisuus, maidontuotanto, perunakuori, *Solanum tuberosum*

## 15.2 Evaluating the effect of inoculum collection site from dairy cows and processing methods on *in vitro* diet digestion

Tomasz Stefanski<sup>1</sup>, Wencan Ke<sup>2</sup>, Alireza Bayat<sup>1</sup>, Marcia Franco<sup>1</sup>, Ilma Tapio<sup>1</sup>, Marketta Rinne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>2</sup>Lanzhou University, China

### ABSTRACT

Accurate quantitative information on digestibility of dairy cow diets is essential to improve the animal efficiency and to reduce the negative impact of dairy sector on the environment. Experiments with animals give the most reliable data but they are expensive and time consuming. Thus, the importance of *in vitro* methods is constantly increasing. This study evaluated the effect of different ruminal inoculum collection sites and processing methods on diet *in vitro* digestion. Five different inoculums were prepared from rumen digesta collected orally or through rumen cannula from three Nordic Red cows: The strained rumen fluid (SRF) inoculum was prepared by filtering the rumen digesta collected via rumen cannula through a cheesecloth. For the enriched rumen fluid (ERF), solid fraction after filtering was blended with a buffer, filtered, and added to SRF to create the inoculum enriched with particle associated bacteria. The orally collected strained rumen fluid (ORF) inoculum was prepared by filtering the rumen liquid collected using oral sampling technique. The bolus (B) inoculum was prepared by blending the bolus retrieved from the mouth of the cow with a buffer and filtered. The bolus plus rumen fluid (BRF) inoculum was prepared by combining the B and ORF inoculums using a ratio of 40:60. Four diets, previously tested *in vivo*, were used in the *in vitro* trial. The substrates contained 65:35 or 35:65 grass silage to concentrate ratio and 0 or 50 g kg<sup>-1</sup> rapeseed oil (replacing concentrate) on dry matter basis. Diets comprised grass silage, barley, oats, molassed sugar beet pulp, rapeseed meal and vitamin-mineral premix. A commercially available Ankom *in vitro* system was used, and 4 runs of 72 h were conducted. The average organic matter (OM) digestibility, across the diets, was the highest for ORF inoculum (72.0 %) followed by ERF (71.1 %), BRF (70.6 %), SRF (69.3 %) and B (65.8 %), respectively. The average apparent OM digestibility across the diets determined *in vivo* using total faecal collection method was 67.5 %. The lower *in vivo* value is explained by endogenous and metabolic OM missing from the *in vitro* values

The average reduction of digestibility in response to rapeseed oil addition was higher *in vitro* (3.5%) than *in vivo* (1.2%). Our results indicate that the *in vitro* methods cannot fully describe diet effect on cows because the whole animal involves so many other processes than just rumen fermentation such as differences in voluntary feed intake, digesta passage rate from the rumen, hindgut digestion etc. However, the *in vitro* methods may provide useful information about ruminal digestibility and can be used for screening large number of samples. For that purpose, it seems that the collection site of ruminal inoculum does not have a major effect and less invasive oral methods can be used as well as those relying on rumen cannulas.

**KEYWORDS:** bolus, oral stomach probing technique, organic matter digestibility, rumen content

### 15.3 Hindgut acidosis in early lactating dairy cows: effects of postruminal starch infusion on milk yield, energy and nitrogen balance, and intestinal permeability

Nisola Ayanfe<sup>1</sup>, Lianne Alderkamp<sup>2</sup>, Christy de Wildt<sup>2</sup>, Jan Dijkstra<sup>2</sup>, Sanne van Gastelen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>2</sup>Wageningen University and Research, The Netherlands

#### ABSTRACT

During early lactation, cows are often fed high levels of concentrate rich in starch along with high quality roughages to compensate for their increased energy requirements. However, a rise in undegraded starch flowing from the small intestine (because of limited amylolytic activity) could lead to increased hindgut starch fermentation and consequently, hindgut acidosis. Therefore, the objectives of this study were to induce hindgut acidosis through postruminal infusion of maize starch and to determine the effects of this physiological state on milk yield, energy and nitrogen balance, blood pH, apparent total-tract digestibility, and intestinal permeability in early lactating dairy cows. Six rumen-fistulated Holstein-Friesian dairy cows producing  $28.8 \pm 4.96$  kg d<sup>-1</sup> at  $66 \pm 18.0$  d in milk (at the start of the trial) were randomly assigned to a 6 × 6 Latin square design. Each experimental period composed of a 120-h continuous abomasal infusion followed by a 48 h wash out period. Abomasal infusion treatments included water as control, 1.5 and 3.0 kg d<sup>-1</sup> maize starch. An additional experimental factor of BHB infusion was used but excluded from this abstract. A total mixed ration (35.0% grass silage, 37.4% maize silage, and 27.6% concentrate on dry matter basis) containing 14.8% starch and 35.0% neutral detergent fibre (NDF) was fed at 90% ad libitum intake with unlimited access to water. The experiment was performed in climate respiration chambers. Faecal pH decreased with increased level of infused maize starch, and was 6.49, 6.00, and 5.15 with 0.0, 1.5, and 3.0 kg d<sup>-1</sup> maize starch, respectively, indicating that hindgut acidosis was induced. Although, blood pH decreased at the highest starch infusion level, it was maintained within the normal physiological range. The more acidic conditions did not affect intestinal permeability and no systemic inflammatory activity was observed. Milk nitrogen efficiency was improved with postruminal starch infusion but milk production and composition as well as energy balance were not affected. Additionally, starch infusions decreased digestibility of nutrients except for crude fat and NDF, which were unaffected. In conclusion, hindgut acidosis was induced when maize starch was abomasally infused. The induced hindgut acidosis was not associated with negative effects on milk production and composition, energy balance, or inflammatory response, and was positively associated with milk nitrogen efficiency. To confirm these short-term findings, long-term studies are needed.

**KEYWORDS:** maize starch, milk composition, abomasal infusion, hindgut acidosis

## 15.4 Ennen vieroitusta vasikalle annostellun pötsinesteen vaikutukset pötsimikrobiston toimintaan ja ensikoiden maitotuotokseen

Hanna Huuki<sup>1</sup>, Seppo Ahvenjärvi<sup>2</sup>, Päivi Mäntysaari<sup>2</sup>, Johanna Vilkki<sup>2</sup>, Aila Vanhatalo<sup>3</sup>, Ilma Tapio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)/ Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Viimeaikaiset tutkimukset viittaavat siihen, että märehitijöiden varhaisen kasvun aikaisella mikrobialistuksella saattaa olla pitkäaikaisia vaikutuksia niiden myöhempään elämään. Näin ollen nuorten vasikoiden mikrobiston kehitystä ohjaamalla voitaisiin mahdollisesti parantaa niiden myöhempää terveyttä tai tuottavuutta, tai vähentää tuotannosta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, voiko rehuhyötysuhteeltaan hyvän lehmän pötsimikrobiston siirrostuksella olla positiivisia vaikutuksia lehmävasikoiden pötsin mikrobiston myöhempään kehitykseen ja niiden ensikkokauden maitotuotokseen. Kokeessa seurattiin 4 identtisen kaksosvasikkoparin pötsin mikrobiston kehitystä, pötsin toimintaa, kasvua ja tuotanto-ominaisuuksia vieroituksesta ensimmäisen lypsykauden ajan. Heti syntymän jälkeen toinen kaksosvasikoista erotettiin käsittelyryhmään (T), jonka vasikoille annosteltiin viikon ikäisestä 8 viikon ikään saakka aikuisen, rehuhyötysuhteeltaan hyväksi havaitun lehmän tuoretta pötsinestettä kolme kertaa viikossa. Toinen kaksosvasikoista jäi kontrolliryhmään (C), jonka vasikoille ei annettu pötsinestettä, mutta jota hoidettiin samalla tavoin kuin T-ryhmää. Pötsin toiminnan kehitystä seurattiin 1 vuoden ikään saakka mittaamalla pötsin haihtuvien rasvahappojen pitoisuutta ja mikrobiston kehitystä seurattiin määrittämällä taksonominen koostumus sekvensointimenetelmin. Myöhemmin ne palasivat tiineinä hiehoina kokeeseen ja niiden ensimmäisen lypsykauden maitotuotos, maidon koostumus, rehunkulutus ja rehuhyötysuhde mitattiin. Pötsin mikrobikoostumus ja pötsin haihtuvien rasvahappojen pitoisuus määritettiin noin 6 kk kuluttua lypsykauden alusta. Pötsin prokaryoottiyhdyskuntien koostumus ei eronnut ryhmien välillä lypsykaudella, eikä ryhmien välillä havaittu eroja pötsin haihtuvien rasvahappojen kokonaismäärässä. Verrattuna C-ryhmään, T-ryhmän rehuhyötysuhde pysyi tasaisempana koko lypsykauden, ollen C-ryhmää matalampi lypsykauden ensimmäisellä puoliskolla, mutta korkeampi lypsykauden lopussa. T-ryhmän keskimääräinen päivittäinen maitotuotos pysyi C-ryhmään verrattuna tasaisempana koko lypsykauden, ollen pienempi lypsykauden ensimmäisellä puoliskolla, jonka jälkeen C-ryhmän maitotuotos alkoi laskea ja ajoittain alitti T-ryhmän tuotoksen. Tulokset viittaavat siihen, että pötsinesteen siirrostus ei suoraan lisää maidontuotantoa tai paranna rehuhyötysuhdetta, mutta se saattaa tasoittaa maitotuotoksen vaihtelua lypsykauden eri vaiheissa. Tutkimuksen otoskoko on kuitenkin pieni, joten tulevaisuudessa tarvitaan laajempia tutkimuksia tulosten varmentamiseksi.

**AVAINSANAT:** mikrobiomin muokkaus, pötsin toiminta, maidon tuotanto, rehuhyötysuhde



## 16 KESTÄVÄ MAATALOUS 1

### 16.1 Rakennekalkituksen mahdollisuudet

Ruska Kaipainen, Susanna Muurinen, Sakari Malmilehto

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus

#### TIIVISTELMÄ

Suomessa luontaisesti happamat maat vaativat tasaisin väliajoin kalkituksen, jotta kasvien kasvu pysyisi mahdollisimman optimaalisena. Rakennekalkituksella saadaan tavanomaisen pH nousun lisäksi maahan rakennevaikutus, mikä vähentää pellon eroosioherkkyyttä. Tämä mahdollistaa peltojen ravinnehuuhtouman vähenemisen. Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus on mukana Suomen Ympäristöministeriön rahoittamassa hankkeessa, jossa tutkitaan rakennekalkituksen vaikutuksia. Paimiossa sijaitsee kaksi lohkoa, jotka ovat rakennekalkittu kolmella eri kalkitustasolla: 0, 8 ja 12 Mg ha<sup>-1</sup>. Lohkot valittiin hankkeeseen korkean savespitoisuuden (yli 56 %) vuoksi, sillä tiedossa on, että rakennekalkituksen rakennevaikutuksen saadakseen maassa on oltava savea. Koelohkoilla on myös eri lähtö pH tasot. Toisessa lähtö pH on 6.4 ja toisessa 5.2. Näin pystytään tarkkailemaan pH:n ja rakennevaikutuksen eroja erikseen. Toiselta lohkolta kerätään myös vesinäytteitä salaojavalunnasta, jotta pystytään tarkkailemaan mahdollisia ravinnehuuhtoumaeroja eri käsittelyjen välillä. Lisäksi hankkeessa tutkittiin eri käsittelyjen maan vetovastusta, maan tiiveyttä, kasvien kasvua ja ravinteidenottoa, satoa unohtamatta. Rakennekalkituksella oli positiivisia vaikutuksia maan ominaisuuksiin ja myöskin satotasot paranivat rakennekalkituksen myötä. Euroopan Unionilla on kasvava kiinnostus entistä ympäristöystävällisempään ja kestävämpää maatalouteen. Rakennekalkitus sopii tähän teemaan erinomaisesti.

**AVAINSANAT:** rakennekalkki, maanparannusaineet

## 16.2 Sään ääri-ilmiöiden aiheuttama stressi näkyy timotein ja nurminadan rehuarvoissa ja kivennäispitoisuuksissa

Kirsi Järvenranta, Oiva Niemeläinen, Arja Mustonen, Johanna Nikama, Perttu Virkajärvi

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Ilmastonmuutoksen myötä sään ääri-ilmiöt yleistyvät. Hyvinä esimerkkeinä äärisäistä ovat heinäkuun 2021 poikkeuksellinen kuivuus sekä kesän 2017 hyvin viileät kasvuolosuhteet. Sateisuuteen ja lämpötilaan liittyvät sään ääri-ilmiöt aiheuttavat haasteita rehun tuotannossa, rehuarvoissa ja kivennäiskoostumuksessa ja heijastuvat lehmien hyvinvointiin. Sään ääri-ilmiöiden vaikutuksia rehun laatuun tutkittiin Tuotantovarmuutta nurmesta (VarmaNurmi) -hankkeessa. Kasvulämpötilan ja maan kosteuden vaikutusta timotein (Rhonia) ja nurminadan (Klaara) rehuarvoihin sekä ravinnepitoisuuksiin tutkittiin kasvihuoneessa kontrolloiduissa olosuhteissa kasvatusastioissa (4.4 kg maata,  $rm\ HtMr$ , 220 mg l<sup>-1</sup> K, 12 mg l<sup>-1</sup> P). Vernalisoinnin ja tasausniiton jälkeen kasvustot lannoitettiin (1000 mg N ja 680 mg K /astia/niitto ja 220 mg P/astia kokeen alussa) ja altistettiin sekä kevät- että jälkisadossa 2 viikkoa ennen niittoa kolmelle lämpötilalle vuorokausirytmillä 18 h/6 h: 10/2 °C (kylmä), 17/12 °C (optimi) ja 25/17 °C (kuuma) sekä kolmelle kosteudelle, joissa maan vesipitoisuus oli 40 % (kuiva), 50–70 % (optimi) ja 100 % (märkä) kenttäkapasiteetista laskettuna. Kevätsadon osalta 10/2 °C käsittely jouduttiin poistamaan, koska kylmiöön tuli toimintahäiriö. Molemmissa niitoissa kaikkien astioiden sato korjattiin samaan aikaan timotein säilörehuastetta vastaavalla hetkellä. Kivennäisanalyysit tehtiin kuivatuista satonäytteistä. Rehun kivennäistasapainoa kuvaava DCAD-arvo sekä laidunhalvausriskiä ennustava GT-indeksi laskettiin ravinnepitoisuuksien perusteella. Lämpötilan ja maan kosteuden nousu lisäsivät odotetusti kuiva-ainesadon määrää ja heikensivät sulavuutta molemmissa niitoissa kummallakin kasvulla. Kasvuston raakavalkuais (RV) pitoisuus oli kevätsadossa 127–170 g kg<sup>-1</sup> ka ja jälkisadossa 174–205 g kg<sup>-1</sup> ka, mikä vastaa kentällä tehtyjen kokeiden RV-pitoisuuksia ja osoittaa, että kasvusto ei kärsinyt typen (N) puutteen aiheuttamasta stressistä, vaikka kasvun aiheuttama N-pitoisuuden laimenemisvaikutus oli havaittavissa. Kasvuston stressitasoa kuvaava pelkistävien sokereiden (PeS) pitoisuus laski selvästi molemmissa sadoissa lämpötilan ja maan kosteuden noustessa (jälkisadossa PeS kylmä-kuivassa 213 g kg<sup>-1</sup> ka ja kuuma-kosteassa 63 g kg<sup>-1</sup> ka). Tulosten perusteella suurin stressitekijä oli kuivuus, vaikka myös kylmyys rajoitti sadonmuodostusta ja nosti PeS -pitoisuutta. Lisääntyvä kosteus suosi selvästi molempien kasvien fosforin (P) ottoa ja vaikutus korostui jälkisadossa, missä erityisesti timotein P-pitoisuus kasvoi suhteessa enemmän kuin ka-sato siirryttäessä optimikosteudesta märkiin olosuhteisiin. Timotein DCAD -arvot olivat keskimäärin nataa alempia ja optimilämpötila tuotti matalimmat arvot molemmissa sadoissa. GT-indeksi nousi lämpötilan ja maan kosteuden myötä erityisesti timoteilla. Tulosten perusteella voidaan arvioida säästressin vaikutuksia kasvuston laatuun.

**AVAINSANAT:** nurmi, timotei, nurminata, sääolosuhteet, kuivuus, märkyys, äärisää, rehuarvot

### 16.3 Säätekijöiden vaikutus viljojen ja herneen kylvösiemenen itävyyteen

Ari Rajala<sup>1</sup>, Jaana Laurila<sup>2</sup>, Lauri Jauhainen<sup>1</sup>, Mari Niemi<sup>1</sup>, Marja Jalli<sup>1</sup>, Hanna Ranta<sup>2</sup>, Antti Laine<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Ruokavirasto

#### TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin säätekijöiden (lämpötila ja sadanta eri kasvuvaiheissa) sekä jyväpainon, lajikkeen, tuotantoalueen ja -tavan (luomu-tavanomainen) vaikutusta viljojen ja herneen itävyyteen. Tutkimuksessa hyödynnettiin Ruokaviraston siemenlaboratorion siemensertifiointia varten tarkastettujen näytteiden itävyytulosaineistoa. Aineisto yhdistettiin Ilmatieteenlaitoksen aluekohtaisiin sääaineistoihin. Sää sidottiin kasvien kehitysasteisiin alueittain ja vuosittain. Tutkimus kattoi vuodet 2012–2019 eteläisestä Suomesta aina Pohjois-Pohjanmaalle ja Kainuuseen. Näytteitä oli 219–3961 kpl riippuen kasvilajista. Aineistojen tilastollisessa mallinnuksessa selvitettiin itävyyden vaihtelun lähteitä. Lajike selitti vaihtelusta 5–20%, ympäristö 20–40% ja tuotantotapa 0–3% riippuen kasvilajista. Loppuosa vaihtelusta johtui siemenen mekaanisesta käsittelystä tai muusta mistä ei ollut näytekohdasta tietoa saatavilla. Itävyys on vahvasti sidoksissa ympäristöön, erityisesti kasvukauden koko Suomea koskevaan yleissäähän. Tätä tutkittiin tarkastelemalla yksittäisiä tekijöitä sekä rakentamalla niistä selitysmalli. Säätekijät otettiin malliin ensin jatkuvina selittäjinä, ja mikäli yhteys itävyyteen ei ollut lineaarinen, tekijät muutettiin kategorisiksi (tyypillisesti 2–4 luokkaa). Mallissa oli lisäksi lajike ja tuotantotapa. Kevätviljoilla ja rukiilla kesä-heinäkuun säätekijät (ennen ja jälkeen tähkälletuloa) ovat avainasemassa itävyyden määräytymisessä. Rukiilla sadannan lisääntyminen kolmen viikon jaksolla kesä-heinäkuun vaihteessa alensi itävyyttä keskimäärin 5 %-yksikköä. Ohralla ja kauralla sadannan lisääntyminen vastaavalla jaksolla alensi itävyyttä keskimäärin 6–8 %-yksikköä. Poiketen muista viljoista, kevätvehnällä lämpötila oli selvemmin kytköksissä itävyyteen kuin sadanta: 2–6 asteen lämpötilan nousu kesä-heinäkuun vaihteessa nosti itävyyttä keskimäärin 5 %-yksikköä ja vastaavasti heinäkuussa 4 %-yksikköä. Siemenpainolla ei ollut kytköstä itävyyteen millään viljalajilla. Lajikkeen kasvu-aika ei sekään vaikuttanut itävyyteen. Herneellä sadannan lisääntyminen touko-kesäkuun vaihteessa ja kesäkuussa alensi itävyyttä keskimäärin 10 %-yksikköä. Yksittäisistä havainnoista on vaikea tehdä luotettavia päätelmiä sään ja itävyyden välisistä kytköksistä. Kun käytettävissä on riittävän laaja aineisto, esiin nousee ihmissilmälle näkymätöntä säännönmukaisuutta. Taustalla voi olla monenlaisia kytkentöjä. Lämpötilan ja sadannan vaikutus itävyyteen on todennäköisesti välillinen. Kukinnan/pölyttymisen aikaisen sateen voidaan ajatella vaikuttavan suoraan itävyyteen ristipölytteisellä rukiilla, mutta itse-pölytteisillä herneellä, kauralla ja ohralla vaikutus on todennäköisesti välillinen, esimerkiksi voimakkaampi altistuminen homeille. Selitysmallin mukaan home selitti osan, jopa puolet, säätekijöiden löydetyistä vaikutuksista.

**AVAINSANAT:** itävyys, herne, kaura, ohra, ruis

## 17 KESTÄVÄ MAATALOUS 2

### **17.1 Intercropping supports stable pollination**

**Ari Järvinen, Sari Himanen, Sakari Raiskio, Terho Hyvönen**

Natural Resources Institute Finland (Luke)

#### **ABSTRACT**

Both global food demand and dependency on crop pollinators are projected to increase, while pollinators have declined for the past few decades. One of the key drivers of the decline is intensive agriculture. Ecologically more sustainable cropping methods are urgently needed to preserve pollinators and to maintain future crop yields. This study examined the impact of strip intercropping on pollinators of spring turnip rape and faba bean. Pollinator abundance, species diversity, and species assemblages were compared between intercropping and monocropping treatments in four experimental fields for two consecutive years (2019–2020). Pan traps and transect counts were simultaneously used for pollinator sampling. Generally, transect counts showed the highest pollinator abundance in turnip rape monoculture, medium in intercropping, and the lowest in faba bean monoculture. Pan traps indicated no difference in pollinator abundance between treatments but showed increasing pollinator abundance with the progress of turnip rape flowering season. Honeybee was clearly the dominant pollinator species. Ten of the most abundant pollinator species were all present in intercropping treatment. Species pool was higher for intercropping treatment than for any monoculture, but measured pollinator species richness did not differ between treatments. Pollinator species diversity was marginally higher in turnip rape monoculture than in faba bean monoculture. Pollinator species evenness was significantly lower in turnip rape monoculture than in faba bean monoculture. Pollinator species compositions were unique in all treatments. Results suggest potential for strip intercropping in supporting wider range of common natural pollinators in agricultural landscapes, because increase in the floral trait diversity—with broader temporal and physiological match—attracted different pollinator species assemblage. Turnip rape pollinators were relatively more abundant than more specialized faba bean pollinators. Intercropping distributed the most abundant pollinators more evenly and decreased honeybee dominance, for example. In larger scale, this could decrease interference with natural plant pollination, alleviate pollinator shortages, and prevent pollinator dilution compared to pure cultures. However, rare species and pollinator species diversity in general must be supported with additional complementary methods.

**KEYWORDS:** pollinators, intercropping, bees

## 17.2 Insektisidiruiskutusten vaikutuksista pölyttäjiin ja vesieliöihin

Jarmo Ketola<sup>1</sup>, Lotta Kaila<sup>2</sup>, Elena Rosa<sup>1</sup>, Katri Siimes<sup>3</sup>, Kati Hakala<sup>4</sup>, Sakari Raiskio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin Yliopisto

<sup>3</sup>Suomen Ympäristökeskus

<sup>4</sup>Ruokavirasto

### TIIVISTELMÄ

Suuri osa maapallon tärkeimmistä ravintokasveista hyötyy eläinpölytyksestä, vaikka jotkin hyönteislajit voivat olla viljelykasveja ja niiden sadonmuodostusta haittaavia. Muiden torjuntakeinojen ohella tai niiden sijaan, voidaan viljelyn kannalta haitallisia hyönteisiä torjua kemiallisilla kasvinsuojeluaineilla. Kasvinsuojeluaineet on tunnustettu myös yhdeksi pölyttäjäkantojen vähenemisen syyksi. Varotoimista huolimatta tuohyönteisten kemiallinen torjunta aiheuttaa usein riskiä ja suoraa sekä välillistä altistumista myös monille pellon ja peltoympäristön hyönteisille kuten pölyttäjiille. Tutkimme lambda-syhalotriinia tehoaineena sisältävän insektisidin sekä muiden samalla kertaa analysoidujen yhdisteiden jäämiä tarhamehiläisen keräämässä siitepölyssä ja läheisessä vesistöissä. Sijoitimme kaksi tarhamehiläispesää rapsi- ja kuminalohkojen välittömään läheisyyteen. Torjuimme koelohkojen kuminakoita ja rapsikuoriaisia noudattaen Turvallisuus- ja kemikaaliviraston hyväksymiä insektisidivalmisteen käyttöohjeita. Otimme tarhamehiläisten keräämästä siitepölystä näytteet kasvinsuojeluainekäsittelyn jälkeisinä päivinä ja analysoimme siitä kasvinsuojeluaineiden jäämät. Lisäksi selvitimme kasvinsuojeluainepitoisuudet yhden lohkon läheisissä ojissa ja Jänhijoessa seitsemällä näytteenottokerralla kesä-marraskuussa. Koepelloilla lambda-syhalotriinin pitoisuus siitepölyssä jäi pölyttäjiille turvalliselle tasolle. Siitepölyssä havaittiin kuitenkin korkeita pitoisuuksia lähialueilla käytettyä tiaklopridi-nimistä insektisidiä. Kyseisellä pitoisuudella on saattanut olla välittömästi tappavaa annosta pienempiä eli subletaaleja vaikutuksia siitepölyä syöneisiin tarhamehiläisiin ja mahdollisesti myös muihin pölyttäjiin. Kasvinsuojeluaineiden kroonisia ja subletaaleja vaikutuksia, kuten esimerkiksi heikentynyttä ruoanhankintakykyä, on toistaiseksi tutkittu vähän. Krooninen ja subletaali altistuminen kasvinsuojeluaineille saattaa välillisesti heikentää pölyttäjäkantoja, vaikka välitöntä kuolemaa ei tapahdukaan. Vesinäytteistä ei havaittu tiaklopridiä, koska tunnetut käyttöalueet olivat vesinäytepaikan alapuolisella valuma-alueella. Vesinäytteistä havaittiin kuitenkin muita torjunta-aineita. Arvioimme ojanäytteistä havaittujen aineiden pitoisuuksien yhteisvaikutuksen ylittäneen vesieliöstön kannalta turvallisen tason moninkertaisesti heinäkuussa, mutta ei enää seuraavilla näytekerroilla. Jänhijoessa havaittujen aineiden riskisumma ei ylittänyt arvioitua riskirajaa, mutta saavutti sen heinäkuun näytteenotossa. Koostimme ympäristöministeriön rahoittamassa hankkeessa toimenpidesuosituksia, joiden avulla voitaisiin paikata akuutteja tietotarpeita, jotka liittyvät torjunta-aineiden käyttöön ja niiden vaikutusten seurantaan. Lisätietoja: Ketola ym. 2021. Insektisidiruiskutusten vaikutuksista peltoympäristön pölyttäjiin. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-167-7>

**AVAINSANAT:** pölyttäjät, torjunta-ainejäämät, tarhamehiläinen, insektisidi

## 17.3 Peltojen maankäytön tehostaminen: viljelyoloiltaan epäedullisten peltojen metsittämisen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen

Juha Tiainen<sup>1</sup>, Sami Lindgren<sup>2</sup>, Mikko Tiira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus ja Lammin biologinen asema, Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Lammin biologinen asema, Helsingin yliopisto

<sup>3</sup>Metsähallitus

### TIIVISTELMÄ

Peltojen maankäytön optimointihankkeen (OPAL) yhteydessä pellot luokitellaan sellaisiin, (1) joiden viljelyoloja suositellaan tehostettaviksi, (2) jotka suositellaan jätettäväksi lepäämään myöhempää viljelyyn palauttamista varten tai (3) varattaviksi viherryttämiseen ja monimuotoisuuden ylläpitämiseen. Lisäksi jotkut pellot ovat sellaisia, joiden (4) ominaisuudet eivät ole kelpollisia viljelyn jatkamiseen vaan ne tulisi metsittää. Luokasta (3) pellot voivat myöhemmin palautua luokkiin (2) tai (1) tai siirtyä metsitettävien luokkaan (4). Etelä- ja Länsi-Suomen maa-alasta on peltoja jopa puolet, mutta jo esimerkiksi Etelä-Hämeessä niiden osuus on merkittävästi pienempi. Siellä, missä peltojen osuus on pieni, ne ylläpitävät merkittävää osaa alueellisesta luonnon monimuotoisuudesta, koska suuri joukko avoimen maatalousympäristön lajeista on erikoistunut elämään juuri siellä ja niiden lajiyhteisöt poikkeavat vallitsevan metsäympäristön lajiyhteisöistä. Tutkimme peltojen metsittämisen vaikutusta maakiitäjäisyhteisön (*Coleoptera*, *Carabidae*) monimuotoisuuteen Lammilla. Maakiitäjaiset ovat ehkä merkittävin tuholaisien runsautta kontrolloiva petoryhmä pelloilla. Tutkimukseen valittiin koealoja (1–7 ha viljelty tai entinen pelto) sukkessiosarjasta, joka muodostui seuraavista: kevätiljapelto ja viherkesanto sekä 1–2 vuotta, 3–4 vuotta, 5–8 vuotta, 9–16 vuotta ja 17–32 vuotta istutuksen jälkeen; tutkimuspellot olivat metsäkaistan erottamia yhtenäisemmistä peltoalueita. Sukkessiosarjoja oli neljä. Jokaiselle metsitetylle alalle oli kontrolliala läheisestä varttuneesta metsästä. Siten pyyntialoja oli yhteensä 56. Pyynti tehtiin kolmella salakuoppapyydytyslinjalla, joita oli kolme rinnakkain. Pyyntijaksoja oli viisi toukokuun puolivälin elossyyskuun vaihteen välillä. Pyydytetyt maakiitäjaiset luokiteltiin funktionaalisiin ryhmiin koon, lisääntymisfenologian, siipidimorfian ja elinympäristöpreferenssin perusteella. Yhteisön monimuotoisuutta kuvattiin yksilö- ja vakioituun otoskokoan odotetulla lajimäärällä, useilla diversiteetti-indekseillä sekä DCA-ordinaatioanalyysillä. Yhteisön monimuotoisuus niin rakenneindekseillä kuin funktionaalisilla ominaisuuksilla mitaten oli suurimmillaan pelloilla ja kolmessa varhaisimmassa sukkessiovaiheessa, mutta putosi sitten jyrkästi; yli 32 vuoden ikäluokassa yhteisöt muistuttivat jo suuresti kontrollimetsien yhteisöjä. Suurimmat muutokset maakiitäjäisyhteisössä näyttävät liittyvän latvuserroksen sulkeutumiseen, jolloin olosuhteet muuttuvat avointen ympäristöjen lajeille epäedullisemmiksi. Metsälajeja ilmaantuu suhteellisen hitaasti. Pienten peltojen laajamittainen metsittäminen vähentää luonnon alueellista monimuotoisuutta. Suurille lajeille, kuten linnuille, tutkitun kokoiset pellot ovat pieniä, eikä niiden metsityksellä ole merkitystä. Hyönteisille, maakiitäjäisten lisäksi epäilemättä myös esimerkiksi perhosille ja kimalaisille, sekä niittykasveille merkitys voi olla suuri maisematason elinympäristösaatavuuden köyhtyessä.

**AVAINSANAT:** peltojen metsittäminen, kevätiljapelto, sukkessiosarja, maakiitäjaiset, luonnon monimuotoisuus

## 17.4 Viljelyjärjestelmän ja ilmastollisten tekijöiden vaikutukset eurooppalaisten vehnäpeltojen sieniyhteisöihin

**Krista Peltoniemi<sup>1</sup>, Sari Iivonen<sup>2</sup>, Visa Nuutinen<sup>1</sup>, Hannu Fritze<sup>1</sup>, Taina Pennanen<sup>1</sup>, Sannakajsa Velmala<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Luomuinstituutti

### TIIVISTELMÄ

EU:n Horisontti 2020 -ohjelman rahoittamassa viisivuotisessa SoilDiverAgro-hankkeessa otettiin syksyllä 2019 maaperänäytteitä seitsemältä ilmastoltaan ja maantieteellisesti erilaiselta viljelyvyöhykkeeltä ympäri Eurooppaa, Etelä-Espanjasta Suomeen, yhteensä kahdeltakymmeneltä tavanomaisesti ja luonnonmukaisesti viljeltyltä vehnäpellolta. Luke oli vastuussa kaikkien peltonäytteiden sieniyhteisöjen analyyseistä. Sienet ryhmiteltiin toiminnallisiin taksonomisiin yksiköihin eli OTUihin DNA-aineistosta, joka oli sekvensoitu (MiSeq Illumina) käyttäen sienispesifisenä markkerina ribosomaalisten RNA-geenialueiden väliin jäävää ITS-aluetta. DNA-aineisto koostui yhteensä 188 näytteestä. Suomessa luomutilojen ja tavanomaisten tilojen välillä ei havaittu merkitseviä eroja sienten runsaudessa (OTUjen lukumäärä), monimuotoisuudessa (indeksit) tai yhteisörakenteessa (NMDS, Permanova). Suomen peltojen sienten runsaus oli samalla tasolla Tanskan, Saksan, Luoteis-Espanjan ja Unkarin peltojen kanssa. Sieniä oli runsaammin Viron ja Belgian alueilla ja vähiten Etelä- ja Pohjois-Espanjan alueilla. Toisaalta suurin sienten monimuotoisuus havaittiin Unkari-Serbian alueella. Luomuviljely näytti lisänneen sienten runsautta sekä harvinaisten OTUjen esiintyvyyttä sekä Viron että Etelä-Espanjan alueella. Viljelyjärjestelmän (luomu vs. tavanomainen viljely) vaikutukset koko sieniyhteisön rakenteeseen, symbioottisten keräjuurisienten runsauteen ja esiintyvyyteen eri alueilla olivat vähäiset. Suomen vehnäpeltojen sieniyhteisö oli samankaltainen Viron ja Tanskan peltojen kanssa. Kuitenkin viljelyvyöhykkeeseen että -järjestelmään vaikuttavat tekijät näyttäisivät vaikuttavan joihinkin sienten toiminnallisiin ryhmiin. Symbioottisten sienten osuus oli suurin Suomen ja Viron pelloilla; Viron osuus oli merkitsevästi suurin verrattuna kaikkiin alueisiin ja Suomen verrattuna Saksaan. Sekä symbioottisiin että hajottajiin luokiteltujen sienten osuus oli suurin Viron ja Saksan alueella ja Suomessakin niiden osuus oli Etelä- ja Pohjois-Espanjan peltoja suurempi. Luoteis-Espanjan luomupelloilta havaittiin väliseinältään tummia sieniä, joilla arvellaan olevan maaperään kasvukuntoa ja kasvien kasvua edistäviä vaikutuksia. Toisaalta tulokset osoittivat, että luomuviljely saattaa lisätä tiettyjen taudinaiheuttajasisienten esiintyvyyttä Etelä-Espanjan alueella. Koska luomu- ja tavanomaisten viljelyjärjestelmien sisällä käytettyjen maanviljelykäytänteiden kuten viljelykierron pituuden, maanmuokausmenetelmien ja käytetyn lannoituksen välillä on alueellisia eroja eri vyöhykkeiden välillä, on tarkoituksenamme kartoittaa tutkimuksen seuraavassa vaiheessa tarkemmin näiden tekijöiden vaikutuksia ja osuutta peltojen sieniyhteisöihin.

**AVAINSANAT:** maaperä, sienet, luomu, viljelyjärjestelmä

## 18 TUTKIMUS, NEUVONTA JA KÄYTÄNTÖ

### **18.1 Tutkimuksen ja neuvonnan yhteistyöllä uusia ratkaisuja tilojen kannattavuuden parantamiseen**

**Harri Mäkivuokko**

ProAgria

#### **TIIVISTELMÄ**

Maatilan tuotannon kannattavuuden kehittäminen ei ole sprinttimatka, vaan maratonjuoksu. Juoksuaikaa voidaan lyhentää hyödyntämällä ruokaketjun eri toimijoiden panoksia tehokkaasti ja hyvässä yhteistyössä tilan toiminnan kehittämiseksi. Toiminnan tehostamiseen on tullut lisäpainetta viime vuosina sekä luonnon aikaansaamien, kannattavuutta heikentävien haasteiden muodossa, että myös yhteiskunnan taholta alkutuotannon ilmastotoimiin liittyen. Tarvitsemme yhä enemmän luotettavia, ajantasaisia sekä tieteellisesti todennettuja faktatietoja vastuullisesti toimivien maataloustuottajien ilmastomme ja ympäristömme tekemistä toimenpiteistä. Alkutuotannon toimien vastuullisuuden esilletuomiseksi ProAgria tekee jo vahvaa yhteistyötä eri maiden tutkimuslaitosten kanssa, osallistuu aktiivisesti alan kehityshankkeisiin sekä kehittää moderneja ratkaisuja asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin. Ratkaisuihin on esimerkkinä elintarvikkeen koko elinkaaren hiilijalanjäljen responsiivisen mallintamisen mahdollistava Biocode-laskenta. Pyrimme normaalin neuvontatoimintamme lisäksi välittämään uusinta tutkimustietoa tutkijoilta tuottajille ja tiloilta tutkijoille, sillä näemme uusimman tiedon hyödyntämisen parhaaksi tavaksi edistää tilakohtaista kannattavuutta. Suomella on oivallinen mahdollisuus nousta maataloustutkimuksen ja -tuotekehityksen suurmaaksi, kunhan yhdistämme ruokasektorin eri toimijoiden osaamiset edetäksemme yhteisiä maaleja kohden. Tehostaaksemme tätä yhteistoimintaa olemme olleet mukana synnyttämässä sektorin tutkimusta, koulutusta, teollisia toimijoita, hallintoa ja neuvontaa yhteen tuovaa AgriHubi-konsortiota. AgriHubin visiona on nopeuttaa alkutuotannon kannattavuutta lisäävien tutkimustulosten jalkauttamista tilatasolle. Tätä tiedonsiirtoa nopeuttaaksemme ProAgria on aloittanut koko maan laajuisen demotilaverkoston koostamisen, jotta voimme luoda Suomeen alkutuotannon Living Lab -verkoston. Verkostossa tuottajat tarjoavat korvausta vastaan tilansa tutkimus-, opetus- ja testialustoiksi joko virtuaalisesti tuotanto- ja talousdatan tietokantalouhinnan kautta ja/tai varsinaisten kenttäkokeiden suorittamiseen. Tästä muodostuu kehittyvä ekosysteemi, joka kokoaa maatalousalan toimijoita ja teknologiakehittäjiä yhteen luomaan osiensa summaa suurempaa lisäarvoa tuottavaa dataa, ymmärrystä ja innovaatioita. Samalla tämä ekosysteemi mahdollistaa viljelijätason innovaatioiden nostamisen tutkijoiden tietoisuuteen EU-komission peräänkuuluttaman AKIS (Agricultural Knowledge and Innovation Systems) -toimintamallin mukaisesti. Ensimmäiset laajan yhteistyön askeleet on siis otettu ja lopputuloksena on oltava alkutuottajien kannattavuuden kasvu lähivuosien aikana uusinta tutkimustietoa ja tilakohtaisia tuloksia yhdistämällä.

**AVAINSANAT:** tutkimus, neuvonta, kannattavuus, alkutuotanto, AKIS, AgriHubi, lisäarvo



## 18.2 Kuinka soveltaa tiedettä käytäntöön? Soveltamisen hienoudet ja haasteet tuotekohtaisen hiilijalanjäljen arvioinnissa

Elina Lehikoinen

Biocode

### TIIVISTELMÄ

Maatalous muodostaa 14 % kansallisista kasviuonepäästöistä, mutta sillä on samalla suuri potentiaali hillitä ilmastonmuutosta. Koko elintarvikesektorin kasviuonepäästöjä on tarve vähentää, mutta vähentäminen on haastavaa, jos ei ole tiedossa, mistä päästöt todellisuudessa muodostuvat. Päästöjen todentaminen ja päästötoimenpiteiden suunnittelu tulisi perustua tutkittuun tietoon, ja tutkimuksen soveltaminen vaatii rohkeita avauksia ja toimintaa. Biocode on tarttunut tähän haasteeseen yhdessä ProAgrian ja Mtechin kanssa, ja luonut tieteeseen perustuvan helppokäyttöisen verkkopalvelukokonaisuuden elintarviketuotannon hiilijalanjäljen laskentaan. Verkkopalvelussa tarkastellaan tuotekohtaista hiilijalanjälkeä elinkaarimallintamisen avulla ja arviointia tehdään jatkuvatoimivana. Siinä sovelletaan ISO-standardia, IPCC:n julkaisuja, PEF:n ohjeistusta sekä kansainvälistä ja kansallista tutkimusta. Soveltamistyöhön liittyy myös haasteita. Ensimmäiseksi haasteeksi on tunnistettu, että elinkaarimallintaminen ja hiilijalanjäljenlaskenta vaatii aikaa ja asiantuntijuutta. Tähän ei kaikille toimijoilla ole resursseja, joten Biocoden kehittämä verkkopalvelu on tehty intuitiiviseksi ja käyttäjälähtöiseksi. Sitä rakennetaan koko ajan yhteistyössä ProAgrian neuvonantajien, tuottajien ja elintarvikeyritysten kanssa. Verkkopalvelu jakaantuu kolmeen osaan: 1. Biocode Impact: Elintarviketeollisuuden ilmastopäästöjen (Scope 3) vähentämiseen suunnattu jatkuvatoimiva verkkopalvelu, jolla tuotekohtainen hiilijalanjälki arvioidaan elinkaarivaiheittain. 2. Biocode Producer: Alkutuotannon työkalu, jolla hiilijalanjälkilaskenta tehdään tuottajakohtaisesti ja muodostetaan laskentojen perusteella kertoimia tuotekohtaisen hiilijalanjäljen elinkaariarviointiin. 3. Climate Smart -tuote ja yritysprofiilit: Vastuullisuusviestinnän digitaaliset työkalut, joilla on helppo välittää tietoa ilmastotyöstä eri sidosryhmille suhteessa Pariisin ilmastotavoitteisiin. Toiseksi haasteeksi on tunnistettu, että usein primääridataa puuttuu. Hiilijalanjälkilaskennan kytkeminen viljelysuunnitteluun ja sen ohjelmistoihin mahdollistaa tehokkaan primääridatan hyödyntämisen elinkaariarvioinnissa. Biocode on myös mukana MMM:n rahoittamassa BIOHILA-yhteishankkeessa, missä luodaan tarkennettua tietoa peltojen biomassasta yhdistämällä satelliitti- ja maastomittauksia sekä ekosysteemimallitusta. Tietoa sovelletaan Biocoden kehittämässä verkkopalveluissa. Kolmanneksi haasteeksi on havaittu, että yhtenäiset ohjeistukset elinkaariarviointiin ja hiilijalanjäljen laskentaan usein puuttuvat. Tämän takia Biocode on mukana Luken koordinoimassa LCA-harmonisointi -hankkeessa. Tavoitteena on pyrkiä yhtenäistämään elinkaariarvioinneissa käytettyjä laskentamenetelmiä ja käytäntöjä. Tieteen soveltaminen sisältää siis hienoja oivalluksia ja kimurantteja haasteita, mutta mitä enemmän kerrytetään käytännön ymmärrystä - sitä helpompaa on toimia konkreettisesti päästötoimien pienentämiseksi.

**AVAINSANAT:** hiilijalanjälki, elinkaariarviointi, tuotekohtaisuus

### 18.3 Kokemuspohjaista puhetta maatilakokeista

**Kaisa Matilainen<sup>1</sup>, Pasi Hartikainen<sup>1</sup>, Jari Huikuri<sup>1</sup>, Tero Tolvanen<sup>1</sup>, Oiva Niemeläinen<sup>2</sup>, Päivi Kurki<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ProAgria Itä-Suomi

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Perinteisesti maatilakokeissa on testattu uusien viljelymenetelmien ja tutkimusasemien tulosten soveltuvuutta käytännön viljelyyn paikallisoloissa. Tilakokeiden rooli tilastollisesti analysoitavissa olevan tutkimusaineiston tuottamiseen on merkittävästi lisääntynyt tutkimusasemaverkoston harventuessa. Niin koeruutu-, lohko- kuin tilamittakaavan tutkimus- ja kehittämistyölle on tarvetta viljelyn kannattavuuden heikentyessä. On kyettävä sovittamaan yhteen entistä tehokkaammin koerutukaluston, tilojen viljelykaluston ja uusien menetelmien käyttö. Suora vuoropuhelu tutkijoiden, viljelijöiden ja neuvojien kesken on ensiarvoista tutkimustarpeiden määrittämiseksi ja kehitysideoiden testaamiseksi samoin kuin uusimpien tutkimustulosten käytäntöön vientiin nopeasti. Tutkimusasemien peltojen ominaisuuksista, tasalaatuisuudesta tai sen puutteesta on dokumentointia pitkältä ajalta. Tilan työkoneita käytettäessä koeruduista ja kokeista tulee varsin suuria ja vaihtelu koealueella kasvaa. Toistokäsittelyt ja niiden satunnaistaminen on tärkeää tulosten tulkintaa varten. Luomukokeissa esim. viljelykierron, kestorikkakasvi- ja ravinnetilanteen selvittäminen etukäteen on tärkeää. Lohkojen droonikuvauksella jo edeltävänä kesänä saadaan tietoa pellon tasalaatuisuudesta kokeen sijoittamista varten. Kaukokartoitusmenetelmien kehittyminen kasvustojen kunnan arvioinnissa parantaa dokumentointia, täydentää satohavaintoja ja helpottaa mm. nurmikokeiden satomääritystä. Käytännön töiden jako tutkimuksen, neuvonnan ja tilojen välillä vaihtelee tutkimuskysymysten ja hankkeiden mukaan. Siemenseos- ja lajikekokeiden kylvö on käteväntä koerutukylvökoneella. Ruutujen korjuu on haasteellista, kun koejäsenten korjuuajankohdat poikkeavat eikä koerutupuimureita ole käytettävissä. Lannoitus- ja muokkaus- ja käsittelyjä on mahdollista tehdä tilan laitteiston työlevykyin ja kaistan pituussuunnassa lannoitemääriä vaihdellen (<https://www.proagria.fi/hankkeet/viljellaan-viisaasti-14433>). Uudella tekniikalla varustettujen tietokoneohjattujen tilan työkoneiden käyttö mahdollistaa lohko-kohtaisen tarkastelun viljelykiertotasolla. Tiloilta kokeisiin voidaan löytää tutkimuskysymysten selvittämiseen sopivat olosuhteet – kuten tutkittavan ravinteiden heikko viljavuus. Paikantamisen ja kaukokartoitusten keinot mahdollistavat havainnointia ilman perinteisen mittauslaitteiston kuljettamista. Epäsuorilla mittauksilla täydennetään kasvustohavaintoja. Maatilakokeissa on paljon suunnittelua, neuvottelua ja sopimusten solmimista. Matkustaminen ja koepaikan olosuhteiden selvittäminen lisää hankekustannusta. Tiloilla voidaan työskennellä vain viljelijöiden työaikataulun mukaan. Viljelijöiden aktiivinen osallistuminen hankkeen kaikkiin vaiheisiin varmistaa käytännön viljelylle tärkeiden tulosten saavuttamisen, mikä tulee korvata. Etäpalaverit ja pellonpiennarpäivät sidosryhmien kesken lisäävät ymmärrystä selvitettävästä asiasta. Esitys sisältää maatilakokeiden kokemuksia, tuloksia ja kehittämistarpeita.

**AVAINSANAT:** maatilakoe, kaukokartoitus, neuvonta, yhteistyö

## 18.4 Tuplaruutu-koetoimintamalli tilakokeisiin

### Kari Alasaari

Maatilayrittäjä, yksityinen neuvoja

#### TIIVISTELMÄ

Tuplaruutu on kevytrakenteinen tilatason koetoimintamalli, joka toimii virallisen koetoiminnan täydentäjänä maatilatasolla. Toimintamallin avulla saadaan käytännön viljelyä palvelevaa kaupallisesti riippumatonta tietoa osallistuvien tilojen toimintaan. Toimintamallin konseptointi aloitettiin vuoden 2020 alussa ja kenttätestaukset kolmella yhteistoimintatilalla toteutettiin kasvukaudella 2020. Konseptin rakentaminen aloitettiin viljojen lajiketestauksella, tavoitteena löytää tiloille viljelyyn parhaiten soveltuvat lajikkeet. Tuplaruutu-konseptin keskeisenä toiminta-ajatuksena on toteuttaa kokeet normaalien hyvien viljelykäytäntöjen ja säädösten mukaisesti. Kokeet perustetaan peltomittakaavassa siten, että samalla loholla on 2–3 lajiketta tai käsittelyä sekä niistä mahdollisesti kerranteet. Viljelytoimenpiteet toteutetaan mahdollisimman hyvin käytännön viljelyä vastaavina koeasetelmina, joiden avulla saadaan esiin testattavien lajikkeiden väliset käytännön viljelyn tuomat sato- ja laatuerot. Hajauttamalla koekerranteita usealle tilalle voidaan samalla vähentää kasvukauden sääolosuhteista (lämpötila, sademäärät) johtuvia tekijöitä. Jatkossa testauskonseptia voidaan joustavasti laajentaa myös kasvinsuojelu- ja lannoituskokeisiin. Tuplaruutu-konseptin avulla aikaansaadaan vuosittain merkittävästi enemmän kerranteita ja tuloksia, kuin yksittäinen tila yksin toimien voisi toteuttaa. Tämä nopeuttaa tulosten saamista merkittävästi ja mahdollistaa lajikkeen testaamisen samana viljelyvuotena tarvittaessa myös erilaisilla maalajeilla. Koetoiminnan tuloksena saatua tietoa ja tuloksia käytetään nyt toiminnan käynnistysvaiheessa ensisijaisesti tilojen oman toiminnan kehittämisessä. Tuplaruudun tuloksia ja erityisesti konseptin parhaita käytäntöjä (koejärjestelyt, analyysit ja tulosten tulkinta) on mahdollisuus jakaa muiden alueen viljelijöiden ja toimijoiden käyttöön. Ensimmäisenä koevuotena (2020) kokeista saatujen tulosten lisäksi vuoden keskeisenä tavoitteena oli koetoiminnan käytännön toteutuksen mallintaminen. Tärkeitä tekijöitä olivat mm. tasalaatuisten koelohkojen valintakriteerit, ruutujen kylvötekniikat, sadon punnitus/arviointi ja tulosten dokumentointi. Toimintamallin kehittämisessä hyödynnettiin esimerkkejä vastaavanlaisten niin koti- kuin ulkomaisten koetoimintojen toimintatavoista. Konseptin toisen koevuoden (2021) koejärjestelyt tehtiin edellisenä vuonna kokeista saatujen kokemusten perusteella ja edelleen sujuvoittaen toimintaa. Toimintamallin mukauttaminen tilojen vuosittaiseen toimintaan ja sisäänajossa kertyneiden kokemusten jakaminen siitä kiinnostuneille on suunnitelmassa toteuttaa tulevana vuosina. Tuplaruutu-tilatason koetoimintamallin laajemmasta konseptoinnista on käyty alustavia keskusteluja myös yhden opinnäytetyön osalta, mahdollinen toteutuminen ja aikataulu tarkentuu talven aikana. Tuplaruutu-tilatason koetoimintamallin käynnistymistä oli osaltaan tukemassa Tuottajalle kiitos-stipendi.

**AVAINSANAT:** tilakoetoiminta, Tuplaruutu, lajiketestaus

## 19 TULEVAISUUDEN MAATALOUSPOLITIikka

### **19.1 CAP-uudistus ja maataloustuotannon kehitysnäkymät Suomessa vuoteen 2027**

**Jyrki Niemi**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **TIIVISTELMÄ**

Euroopan unionin yhteinen maatalouspolitiikka (Common Agricultural Policy, CAP) ja siihen rahoituskaudeksi 2021–2027 tehty uudistus herättää keskustelua Suomen maa- ja elintarviketalouden tulevista toimintaedellytyksistä. Heinäkuussa 2020 EU:ssa saavutetun budjettisopimuksen mukaan Suomen maatalouden saama rahoitus kasvaa kaudella 2021–2027 nimellisin hinnoin laskettuna 6 % edelliseen kauteen 2014–2020 verrattuna. Kesäkuussa 2021 päätetty yhteisen maatalouspolitiikan uudistus puolestaan siirtää valtaa ja vastuuta jäsenvaltioille ja edellyttää niiden laativan omat kansalliset strategiasuunnitelmansa maatalouspolitiikan toteuttamiseksi. Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella EU:n rahoituskehysratkaisun ja maatalouspolitiikan uudistuspäätöksen vaikutuksia Suomen maa- ja elintarviketalouteen: tuotannon volyymeihin eri tuotantosuosunnissa, elintarvikkeiden kulutukseen sekä maatalouden rakenne- ja tulokehitykseen. Analyysit maataloustuotannon ja -tulojen tulevasta kehityksestä tehdään AGMEMOD-mallilla, joka on 28 jäsenmaata käsittävä EU:n maataloutta kuvaava ekonometrinen markkinamalli. Tärkeimpiä kehitykseen vaikuttavia tekijöitä ovat mallissa politiikkamuutosten lisäksi tuote- ja panoshintojen muutokset, jotka vaikuttavat eläinten ruokintaan, tuotostasoon ja pellonkäyttöön. Hintaennusteet pohjautuvat OECD:n ja YK:n elintarvike ja maatalousjärjestö FAO:n vuonna 2020 julkaisemaan markkinakatsaukseen, jonka mukaan maataloustuotteiden tarjonnan kasvu on seuraavan kymmenen vuoden ajan kysynnän kasvua nopeampaa. Koska EU:n maksamien suorien tukien ja tuotantoon sidottujen tukien tasossa ei tapahdu uudistuksen myötä suuria muutoksia, maataloustuotannon taso säilyy Suomessa AGMEMOD-mallilla tehtyjen simulointien mukaan lähellä nykyistä tasoa rahoituskaudella 2021–2027. Suomen kokonaisvilja-ala on ollut lähellä 1.1 milj. hehtaaria ja se alenee hieman vuoteen 2027 mennessä. Maidontuotanto jatkaa laskuaan ja jää vuonna 2027 lähes 7 % alemmalle tasolle kuin vuonna 2019. Naudanlihan-tuotanto supistuu lypsylehmien lukumäärän vähentyessä 5 %:lla vuoteen 2027 mennessä, eli noin 83 milj. kiloon. Sianlihantuotanto laskee myös edelleen tasaisesti (noin -8 % vuoden 2019 tasosta) vajaaseen 157 milj. kg:aan vuoteen 2027 mennessä. Siipikarjanlihantuotanto sitä vastoin kasvaa edelleen kulutuksen kasvun siivittämänä lähes 148 milj. kg:aan. Myös kananmunien tuotantomäärän ennustetaan edelleen tasaisesti kasvavan ja pysyttelevän 76–78 milj. kg tasolla vuosina 2021–2027. Maatalouden rakennekehitykseen ja sitä kautta tuottavuuskehityksen nopeuteen EU:n maatalouspolitiikkauudistuksella on hyvin vähän vaikutusta. Rakennerationalisoinnin tuoman tuottavuuskasvun säilyminen yhden prosentin suuruisena aikajaksolla 2021–2027 merkitsee, että maatalouden yrittäjätulon aleneminen jatkuu, sillä tuotantokustannusten ennakoidaan nousevan lähes yleisen hintakehityksen mukaisesti markkinahintojen ja tukien säilyessä nimellisin hinnoin lähes ennallaan.

**AVAINSANAT:** maatalouspolitiikka, maatalouden tulevaisuuskuvat, EU, Suomi

## 19.2 Contingent allocation of agri-food budget: comparison of farmer and non-farmer preferences

Eija Pouta, Eero Liski, Annika Tienhaara, Tuija Lankia, Jyrki Niemi

Luonnonvarakeskus (Luke)

### ABSTRACT

Agricultural policy faces diverse and often conflicting expectations, such as strengthening the profitability and competitiveness of domestic production, safeguarding food security, as well as considerations related to environmental protection and risk management. In the financing of agricultural policy, these objectives should be taken into account in a way that satisfies the expectations of citizens and producers. Therefore, surveying the importance of agri-food policy objectives perceived by citizens and farmers is needed for increasing the legitimacy of agricultural policies especially in the state where increasing the amount of sectoral budget is unlikely. In this study, we apply contingent allocation method for agricultural budget to analyse citizens' and farmers' preferences for allocating budget funds. The survey data of 2014 citizen and 518 farmers is used in compositional data analysis for explaining the budget priorities and for grouping the respondents based on their preferences. The result of study shows that the allocations between farmers and non-farmers differ considerably. In their allocations, farmers emphasized agricultural income and farm economic resilience placing 33% of the allocated 100 points for that purpose. They also put weight on the self-sufficiency in food production (26%) and soil conditions. Non-farmers emphasized the environmental public goods. They allocated more to water quality, farm animal welfare, climate change mitigation and adaptation as well as biodiversity and landscape than the sample average did. Allocations were used to build respondent clusters. The first cluster, 62% of respondents emphasised budget categories most equally highlighting multiple objectives for agricultural policy. They stressed especially climate issues, animal welfare and healthy nutrition production but also agricultural income. Second cluster, 27% of respondents, was clearly production oriented. Their budget allocation exceeded the mean of all respondents especially in the self-sufficiency of food production but also in the agricultural income of farms and in competitiveness of Finnish agriculture compared to other countries. The third cluster (11%) was environmentally oriented. These respondents strongly emphasised climate change mitigation and adaptation, status of water bodies as well as biodiversity and landscape. Their allocations to agricultural income, competitiveness and self-sufficiency were close to zero. Of the respondents, 35% considered the current budget size adequate. As expected, majority of farmers (67%) considered the allocation too small, but also over one third of non-farming respondents perceived the size of the budget too small. The results of this study can be used to evaluate the perceived legitimacy of agricultural budget funding and to identify the population groups who are winners or losers in the current distribution of agricultural funding or in the event of a possible redistribution of the budget.

**KEYWORDS:** maatalouspolitiikka, maatalouden tulevaisuuskuvat

## 19.3 Kuinka maatalouden riskejä tulisi hallita: viljelijöiden ja muiden kansalaisten näkemykset

**Juho Valtiala**

Luonnonvarakeskus (LUKE)

### TIIVISTELMÄ

Riskit ovat kasvaneet maataloudessa viime vuosina muun muassa äärimmäisten sääilmiöiden sekä markkinoiden heilahtelun seurauksena. Tässä tutkimuksessa selvitettiin Suomen viljelijä- ja muun väestön näkemyksiä maatalouden riskienhallintapolitiikkaan liittyen, kun riski johtaa toteutuessaan viljelijän kannalta katastrofaalisiin seurauksiin. Tutkimus perustui viljelijöille ja muille kansalaisille teetettyyn kyselyyn, jossa vastaajilta kysyttiin kenen tulisi korvata suurista onnettomuuksista ja tulonmenetyksistä koituvat kustannukset maataloudessa. Vastaajat saivat valita useamman maksajan, jolloin ne tuli asettaa tärkeysjärjestykseen. Tulosten mukaan sekä viljelijöiden että muiden kansalaisten mielestä valtion ja viljelijöille suunnatun vakuutuksen tulisi korvata huomattavista tulonmenetyksistä koituvat kustannukset. Näkemykset ensisijaisista maksajista vaihtelivat kuitenkin riskityypistä toiseen, mutta viljelijöiden ja muiden kansalaisten näkemykset eivät merkittävästi eronneet toisistaan. Tulokset osoittavat, että suomalaiset kannattavat valtion osallistumista maatalouden riskienhallintaan joko myöntämällä suoraa kriisiavustuksia tai tuetun maatalousvakuutusjärjestelmän kautta.

## 19.4 Future images of agriculture and legitimate agricultural policy: a citizen-farmer discrepancy?

Annukka Vainio<sup>1</sup>, Annika Tienhaara<sup>2</sup>, Jyrki Niemi<sup>2</sup>, Eija Pouta<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Helsinki

<sup>2</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

### ABSTRACT

This study examined Finnish citizens' and farmers' views on the desirable future developments of agriculture and agricultural policy. Until now, there have been very few studies that have systematically investigated the opinions of those who finance the policy (citizens and taxpayers) and those at whom it is addressed (farmers). From the point of view of political legitimacy, it would be important to find out what citizens' and farmers' views are on the future direction of agriculture and on the need for agricultural policy reform. However, citizens' perceptions of the legitimacy of the current policy, and of the need to restructure current agricultural policy schemes are still poorly known. Empirically, two nationally representative surveys, one targeted at Finnish citizens (n=2014), and the other targeted at Finnish farmers (n=518) were analyzed together. The questions measuring respondents' expectations of future agriculture, perceptions of environmental issues and funding in agriculture, as well as policy legitimacy were analyzed to identify respondent clusters. K means clustering identified four clusters. Cluster 1 (25.3% of the respondents) favoured agricultural support over financing agriculture with investments and did not support more intensive production. The respondents were more likely female, they had spent their childhood in the countryside, were middle-aged and had average income, and vote the agrarian political party. Cluster 2 (26.5%) emphasized that the importance of agriculture will decline in the future. These respondents thought that agriculture also has other benefits in addition to food production, and strongly supported the idea of developing more incentives to environmentally friendly production. They were more likely to be young, highly educated females following vegetarian diet and having low income. Cluster 3 (29.6%) perceived environmental damages caused by agriculture acceptable and saw potential in intensive agricultural production system in the future. Respondents in this cluster were in favour of agricultural support but also thought that agriculture could be financed more with investments. They were more likely to be landowners, have a lower level of education, follow an omnivorous diet, have a higher income, and vote right-wing parties. Cluster 4 (18.4%) strongly opposed the agricultural support and they also perceived that the importance of agriculture is declining in the future. Even though the respondents in this cluster did not consider environmental damages acceptable, they did not support more incentives to environmentally friendly production. They were more likely to be male, have a high level of education and older. The results suggest that there is a quite strong public support for keeping agriculture viable. However, a significant number of respondents also supported the idea that environmental issues should be better taken account in agricultural policy.

**KEYWORDS:** agricultural policy, future visions of agriculture

## 20 YKSIMAHAISTEN HYVINVOINTI

### 20.1 Sikavan tuotantotapa edistää eläinten terveyttä ja hyvinvointia

**Ina Toppari, Vera Talvitie**

Eläinten terveys ETT ry

#### **TIIVISTELMÄ**

Eläinten terveys ETT ry:n alaisuudessa toimiva sikaloiden terveyslukitusrekisteri Sikava otettiin käyttöön vuonna 2003. Sikavaan kuuluvat tilat tuottavat yli 95 % suomalaisesta sianlihasta. Sikavan avulla seurataan eläinlääkäreiden ja tuottajien sikatiloilla tekemää terveydenhuoltotyötä ja kerätään tietoa elintarvikeketjun tarpeisiin. Näitä ovat mm. eläinten hyvinvointi, vapaus tarttuvista taudeista, vastuullinen eläinlääkkeiden käyttö ja tilatason tautisuojaus. Sikavan terveyslukitusta ja toimintaa ohjaa ISO9001-sertifioitu laatujärjestelmä. Evira (nyk. Ruokavirasto) on myöntänyt Sikavalle kansallisen laatujärjestelmän aseman. Se tarkoittaa, että kansallisen tason ehtojen mukaan kasvatetun sian tuotannossa toteutetaan toimenpiteitä, jotka ylittävät lakisääteiset vaatimukset. Tällaisia ovat esimerkiksi laatujärjestelmän piirissä olevilta pitopaikoilta vaadittava tautivapaus useiden tarttuvien sikatautiin suhteen sekä salmonellatutkimusvaatimukset järjestelmän piirissä olevilla tiloilla. Eläinlääkäri käy tiloilla useasti vuoden aikana havainnoimassa eläinten olosuhteita, terveyttä ja hyvinvointia sekä tilan eläinten hoitoa. Näillä ehdoilla edistetään eläinten terveyttä ja hyvinvointia sekä elintarviketurvallisuutta. Sikavan avulla seurataan sikatilojen tautisuojausten tasoa Biocheck.UGent® riskiperusteisen arviointijärjestelmän avulla. Järjestelmä otettiin Sikavassa käyttöön vuoden 2018 lopulla. Suomessa on tehty sikapuolen Biocheck-arviointikäyntejä yhteensä 1467 kesäkuuhun 2021 mennessä. Afrikkalaisen sikaruton uhan ja salmonellan vastustuksen myötä Sikava-tilat pärjäävät tautisuojausten kansainvälisessä vertailussa hyvin. Vuonna 2020 ulkoinen tautisuojaus oli Sikava-tiloilla samalla tasolla kuin kansainväliset arviot. Ulkoisessa tautisuojauksessa Suomen vahvuus on tilojen sijainti muihin tiloihin nähden. Mitään aluetta Suomesta ei pidetä ohjeistuksen mukaan sikatiheänä. Sisäisessä tautisuojauksessa Sikava-tilojen tulos oli tautiriskien hallinnassa hyvä. Säännölliset terveydenhuoltokäynnit sekä rokotus- ja lääkityssuunnitelmat ovat osa tautiriskien hallintaa. Porsitus- ja välikasvatusosastojen tautisuojauksessa on vielä kehitettävää eläinryhmien sekoittelun, osastointien ja porsaiden siirtelyn osalta. Eläinten hyvinvointia mitataan järjestelmässä eläimistä tehtävien havaintojen avulla. Havaintokohdat on valittu soveltuvin osin Welfare Quality® -protokollasta siten, että hyvinvoinnin eri osa-alueet tulevat käsitellyiksi havainnoissa. Käyntien tärkeimmistä havainnoista lasketaan kaksi kertaa vuodessa pitopaikkakohtainen hyvinvointi-indeksi, joka kuvaa sikojen hyvinvointia vertailukelpoisella lukuarvolla tuotantovaihekohtaisesti.

**AVAINSANAT:** Sikava, terveydenhuolto, hyvinvointi, tautisuojaus



## 20.2 Broilereiden jalkapohjaterveys hyvinvoinnin mittarina

Hannele Nauholz, Kati Kastinen, Ina Toppari

Eläinten terveys ETT ry

### TIIVISTELMÄ

Pito-olosuhteet, rehu ja suolistoterveys vaikuttavat merkittävästi broilereiden jalkapohjaterveyteen. Esimerkiksi ilmanvaihdon ongelmat, märkä pehku tai lintujen ripuli aiheuttavat jalkapohjatulehduksia, jotka heikentävät lintujen hyvinvointia. Jalkapohjien kunto onkin kansainvälisesti tunnustettu broilereiden hyvinvoinnin mittari. Sen ylläpito vaatii tuottajalta ammattitaitoa niin olosuhteiden optimoinnin kuin lintujen tarkkailunkin osalta. Broilereiden jalkapohjien kuntoa seurataan Suomessa lakisääteisesti teurastamoilla (Valtioneuvoston asetus broilereiden suojelusta 375/2011). Teuraslinjalta kerätään satunnaisesti joka erästä vähintään sadan broilerin toinen jalka. Kunnan arvioinnin tekee tarkastuseläinlääkäri Ruokaviraston ohjeiden mukaisesti. Kaikissa broileriteurastamoissa on samat arvosteluperusteet, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia ja arviointi tasapuolista. Ihotulehduksen vakavuus pisteytetään vaurion syvyyden perusteella ja pisteiden perusteella lasketaan jokaiselle teurasparvelle jalkapohjapisteindeksi. Alle 40 pisteen parvissa jalkapohjien kunto on hyvä. Yli 40, mutta alle 80 pisteen parvissa jalkapohjissa on jonkin verran tulehdusta, mikä on merkki siitä, että kuivikkeen laatuun ja ilmanvaihtoon on kiinnitettävä huomiota. Jos parven jalkapohjatulehdusarvioinnin tulos ylittää 80 pistettä, on tarkastuseläinlääkäriin ilmoitettava siitä broilereiden omistajalle tai pitäjälle sekä aluehallintovirastolle. Tuottajan tulee selvittää, mistä ongelma johtui, ja ryhtyä toimenpiteisiin sen korjaamiseksi ja kasvatolosuhteiden optimoimiseksi. Eläinten terveys ETT ry on tilastoinut ja raportoinut tietoa broilereiden hyvinvointiin vaikuttavista tekijöistä kansallisesti vuodesta 2012 alkaen. Tiedonkeruujärjestelmä on kehitetty maa- ja metsätalousministeriön ruokaketjuhankerahoituksella. Tilasto kattaa yli 99 % suomalaisesta broilerintuotannosta. Suomessa vuonna 2020 teurastetuista yli 4000 broileriparvesta 99.7 %:lla jalkapohjapisteindeksi oli alle 40 ja 98.8 %:lla alle 20. Vuosittain vain murto-osalla parvista todetaan tulehdusmuutoksia jalkapohjissa (< 1 %:lla indeksi > 40 vuonna 2020). Jalkapohjapisteiden painotettu keskiarvo sisällytettiin tilastointiin vuodesta 2018 alkaen. Silläkin mitattuna jalkapohjaterveys on korkealla tasolla (1.48/2020). Eri maissa broilereiden jalkapohjaterveydestä kerätään tietoa eri tavoin. Pohjoismaista Tanskassa ja Ruotsissa on käytössä vastaavanlainen arviointi- ja pisteytysjärjestelmä kuin Suomessa. Norjassa jalkapohjat arvioidaan samalla tavalla, mutta indeksin laskukaava poikkeaa hieman muista Pohjoismaista. Vertailukelpoisia tietoja on vaikea saada eri maista, eikä kansainvälisiä vertailuja ole julkaistu. Jalkapohja-arvostelun tulokset ovat viranomaisten tuottamaa tietoa elinkeinon toiminnan laadusta. Tietoa tarvitaan sekä omaan kehitystyöhön että oikean tiedon välittämiseen alan toiminnasta.

**AVAINSANAT:** broileri, hyvinvointi, jalkapohjaterveys

## 20.3.a Tiedon voimalla vapaaporsitukseen – Tulevaisuuden vapaaporsitus Suomessa

Camilla Munsterhjelm<sup>1</sup>, Maria Nystén<sup>1</sup>, Kirsi Swan<sup>1</sup>, Saara Välttilä<sup>1</sup>, Vilja Hukkinen<sup>2</sup>, Anna Valros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Helsingin Yliopisto, Eläinten Hyvinvoinnin Tutkimuskeskus

<sup>2</sup>Helsingin Yliopisto, Eläinten Hyvinvoinnin Tutkimuskeskus ja A-Tuottajat Oy

### TIIVISTELMÄ

Porsitushäkkien käyttöä pyritään sikatalousmaissa aktiivisesti vähentämään. Syynä ei ole pelkästään julkisen keskustelun voimakas kritiikki, vaan myös kiinnipidon haitat erityisesti emakolle. Kehitys kohti vapaampaa porsimista on jo selvästi nähtävissä suomalaisessa tuotannossa. Suunnitellun hyvinvointikorvauksen ylemmässä tukiluokassa porsitushäkkiä ei saisi käyttää. Alemmassa tukiluokassa häkitys sallittaisiin porsimisen ajan ja muutaman päivän sen jälkeen. Korvauksen hakeminen vaatii porsituskarsinoiden uusimista tilalla, jolla häkit ovat käytössä. Vaikka kyseessä on sekä merkittävä investointi että huomattava tuotantotavan muutos, tietoa päätösten avuksi on tuottajille hyvin huonosti tarjolla. Tulevaisuuden vapaaporsitus Suomessa on Maa- ja Metsätalousministeriön rahoittama hanke, jossa kerätään tietoa lukuisten erilaisten kanavien kautta suomalaisten tuottajien käyttöön. Työtä koordinoi Helsingin Yliopisto, ja se toteutetaan yhteistyössä elinkeinon ja tuottajajärjestön kanssa. Tieteellinen kirjallisuuskatsaus antaa taustatietoa vapaaporsitukseen siirtymisen avuksi. Ulkomaiset eri karsinatyyppien ja hoitovaihtoehtojen kokeilut antavat jonkin verran käyttökelpoista tietoa, joskin suurin osa ei ole suoraan sovellettavissa tukien ulkopuolelle jäävien karsinaratkaisujen vuoksi. Kansainvälisten asiantuntijoiden (17 kpl) haastatteluissa antamissa suosituksissa on hyvin paljon vaihtelua. Voi olla, että erilaiset elinkeinon reunaehdot ja perinteet eri maissa näkyvät hyvin erilaisena eläintenpitotapana. Suomalaisen tuotannon erityispiirteet tulevat esille tiläkäynneillä (7 kpl), tuottajille suunnatussa sähköisessä kyselyssä (27 vastausta), karsinantoimittajien (4 kpl) ja kotimaisten asiantuntijoiden (6 kpl) haastatteluissa. Koska vapaaporsitus ei nosta porsaasta saatavaa hintaa, vain helppohoitoisimmat karsinaratkaisut tulevat kyseeseen. Tilat ovatkin kehittäneet karsinoita niin aktiivisesti, että voitaisiin jo puhua suomalaisesta vapaaporsitustavasta, sisältäen tilavat karsinat suurella porsaspesällä viileässä osastossa. Lattia on 50 % ritilää ja muutoin viemäroityä. Lyhytaikainen häkissä pito on tavallisin tapa, mutta osalla tiloista harkitaan jo häkeistä luopumista. Tuottajat ovat pääsääntöisesti erittäin tyytyväisiä vapaaporsitukseen. Julkaistuissa tutkimuksissa, joissa verrataan vapaaporsitusta perinteiseen häkkiporsitukseen, kokemukset ovat tyypillisesti paljon huonommat. Tämä saattaa johtua siitä, että tiloilla on mahdollista opetella uutta tuotantotapaa, toisin kuin lyhytaikaisessa kontrolloidussa kokeessa. Hankkeen tuloksina julkaistaan suosituksia menestyksekkään vapaaporsituksen toteuttamiseksi Suomen oloissa, sekä laaja tietopaketti Helsingin Yliopiston Eläinten Hyvinvoinnin Tutkimuskeskuksen sivuilla tammikuussa 2022. Suosituksissa painotetaan onnistumisen vaativan neljä vahvaa tukipilaria: eläinainees, eläinten välitön ympäristö, management sekä tilan ja eläinten kokemus.

**AVAINSANAT:** vapaaporsitus, vapaaimetus

## 20.3.b Vapaaporsituksella parempaa hyvinvointia -hanke

Vilja Hukkinen<sup>1</sup>, Niina Immonen<sup>2</sup>, Camilla Munsterhjelm<sup>3</sup>, Anna Valros<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Helsingin Yliopisto, ELTDK, Eläinten hyvinvoinnin Tutkimuskeskus ja A-Tuottajat

<sup>2</sup>A-Tuottajat Oy

<sup>3</sup>Helsingin Yliopisto, ELTDK, Eläinten hyvinvoinnin Tutkimuskeskus

### TIIVISTELMÄ

Vapaaporsituksen järjestäminen Suomessa on herättänyt tuottajissa paljon mielenkiintoa, mutta käytännön tutkimustietoa on vähän. A-Tuottajien ja Helsingin Yliopiston Vapaaporsituksella parempaa hyvinvointia -hankkeessa selvitettiin vapaaporsituksen vaikutuksia aina eläinten hyvinvoinnista tuotantotuloksiin. Kolmelta tuotantotalalta seurattiin 2–3 porsitusryhmää tiiviisti porsimisesta siihen asti kunnes porsaat olivat 3 viikon ikäisiä. Yhteensä emakoita oli kokeessa mukana 248, joista 164 videokuvattiin kahden viikon ajan. Tiläkäynneillä selvitettiin mm. porsaiden kasvua punnitsemalla ne kolmesti, porsaiden kuolinsyyt ruumiinavauksilla ja tehtiin muita eri mittauksia niin eläinten terveydestä kuin karsinaolosuhteista. Hankkeessa testasimme kolmea eri porsitustapaa; vapaaporsitusta, porsimisesta alkaen kiinni ja hyvinvointikorvauksen mukaista porsimista. Vapaaporsituksessa emakko oli vapaana koko porsimisen ajan. Porsimisesta alkaen kiinni olevat emakot olivat vapaana pesänteon ajan, mutta suljettiin mahdollisimman lähellä porsimista porsitushäkkiin, joka avattiin uudelleen kolmen vuorokauden kuluttua. Kolmas porsimistapa oli hyvinvointikorvauksen mukainen porsiminen eli emakot suljettiin porsimishäkkiin kaksi vuorokautta ennen laskettua porsimista ja porsimishäkki avattiin kolmen vuorokauden jälkeen. Tilalla 1 testattiin vapaaporsitus ja hyvinvointikorvauksen mukainen porsitus. Tilalla 2 tutkimusasetelmaan kuului kaikki kolme eri porsimistapaa, kun taas tilalla 3 testattiin sekä vapaaporsitus että porsimisesta alkaen kiinni. Lisäksi tilalla 1 tutkittiin eri pesäntekomateriaaleja porsimisessa. Käytössä oli olki, painamaton sanomalehti ja juuttikangas. Alustavien tulosten mukaan porsitustavan vaikutus porsaiden kasvuun oli tilalla 1 ja 2 samansuuntainen; vapaana porsineiden emakoiden porsaat kasvoivat selkeästi paremmin kuin kiinni porsineiden emakoiden porsaat. Tilan 3 tulokset erosivat: siellä niiden emakoiden porsaat, jotka olivat porsimisesta alkaen kiinni 3 vuorokautta, kasvoivat paremmin kuin vapaana porsineet emakot. Kuolleisuuden suhteen tiloilta saatiin yhtenevät tulokset; kuolleita porsaita syntyi eniten kiinni porsineilla emakoilla, mutta maattuja porsaita oli eniten vapaaporsituksessa olleilla emakoilla. Erilaiset pesäntekomateriaalit vaikuttivat emakon pesäntekokäyttäytymiseen eri tavalla, jos emakko porsii vapaana tai häkissä: vapaana olevat emakot käyttivät eniten sanomalehteä pesäntekoon, kun taas hyvinvointikorvaukseen mukaan kiinni porsineet emakot olkea ja juuttikangasta. Lisäksi hyvinvointikorvauksen mukaan porsineet emakot käyttivät pesäntekomateriaaleja enemmän kuin vapaana porsineet emakot jokaisen eri pesäntekomateriaalin kohdalla. Vuoden 2021 loppuun mennessä kaikki tulokset ovat valmiit. Analysoitavia asioita on vielä mm. porsimistavan vaikutus emakoiden syöntiin ja porsimisen kestoon. Tiloilla mitattiin emakoiden silavan kehitystä ja emakoiden ja porsaiden ihoterveystta, joita tullaan vielä tarkastelemaan.

**AVAINSANAT:** vapaaporsitus, tuotantoeläinten hyvinvointi

## 21 MAISSISTA REHUKASVI SUOMEEN?

### **21.1 Korjuuajankohdan, typpilannoituksen ja katekalvon käytön vaikutus maissisäilörehun satoon jalaatuun Etelä-Suomessa**

**Anniina Liimatainen<sup>1</sup>, Pirjo Mäkelä<sup>1</sup>, Auvo Sairanen<sup>2</sup>, Tuomo Kokkonen<sup>1</sup>, Tapani Jokiniemi<sup>1</sup>, Kaisa Kuoppala<sup>3</sup>, Seija Jaakkola<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Maataloustieteiden osasto, Helsingin yliopisto, FINLAND

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus, Maaninka, FINLAND

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus, Jokioinen, FINLAND

#### **TIIVISTELMÄ**

Maissi (*Zea mays* L.) on yksi maailman tärkeimmistä viljelykasveista, jota käytetään laajalti nautakarjan karkearehuna. Suomessa maissi on viljelyalueensa pohjoisreunalla, ja sen viljelyä rajoittavat lyhyt kasvukausi, alhainen lämpösumma ja halla. Rajoitteista huolimatta suomalaisten viljelijöiden kiinnostus rehumaissin viljelyä kohtaan on lisääntynyt etenkin uusien, entistä aikaisempien lajikkeiden vuoksi. Kiinnostus näkyy rehumaissin viljelyalassa, joka on kasvanut 82 hehtaarista 928 hehtaariin Suomessa vuosina 2000–2021. Viljelyalan on arvioitu kasvavan tulevaisuudessa entisestään, sillä maissi hyötyy kasvukauden pidentymisestä ja kasvukauden keskilämpötilan noususta.

Maissin viljelyä tutkittiin Suomessa 1970- ja 1980-luvuilla, mutta tämän jälkeen tutkimus hiipui. Tulevaisuuden kestävä karkearehuvalinnat (TuKeVa) -hankkeen tavoite on selvittää, miten tuottaa mahdollisimman runsas ja laadukas maissisäilörehusato. Kenttäkokeet tehtiin vuosina 2019–2020 Viikin tutkimustilalla. Kokeissa käytettiin neljää eri maissilajiketta, ja niissä tutkittiin kolmea eri typpilannoitustasoa (100, 150 ja 200 N kg ha<sup>-1</sup>), kolmea korjuuajankohtaa ja katekalvon käyttöä. Ensimmäinen korjuu tehtiin elokuun lopussa tai syyskuun alussa, ja tämän jälkeen toinen ja kolmas korjuu noin 2 viikon välein. Kasvustosta määritettiin kuiva-aine (KA) ja KA-sato, ja kasvustonäytteistä tarkkelys-, neutraalidetergenttikuitu- (NDF), raakavalkuais-, sokeri- ja tuhkapitoisuus sekä *in vitro* -sulavuus.

Maissin KA-sato oli viimeisellä korjuukerralla 17–18 tn KA ha<sup>-1</sup>, jolloin KA-sato noin 3 tn KA ha<sup>-1</sup> runsaampi verrattuna ensimmäiseen korjuuseen. Tulosten perusteella maissikasvusto kannattaa korjata mahdollisimman myöhään syksyllä ja mieluiten jauhotuleentumisvaiheessa, mutta viimeistään pian ensimmäisten yöpakkasten jälkeen. Kokeissa käytettyjen lajikkeiden väleillä ei havaittu juuri lainkaan eroja. Lannoituskokeessa ei havaittu sato- tai laatueroja eri lannoitustasojen väleillä. Tämän vuoksi maissin suositeltava typpilannoitusmäärä Suomessa on todennäköisemmin 100 N kg ha<sup>-1</sup> kuin 150 N kg ha<sup>-1</sup>. Katekalvon käyttö lisäsi satoa noin 3 tn KA ha<sup>-1</sup>, sillä kalvon alle kylvetty kasvusto kehittyi nopeammin verrattuna ilman kalvoa kylvettyyn kasvustoon. Sadon laatuunkatekalvo vaikutti vain vähäisesti. Tulosten perusteella katekalvon käyttö on kannattavaa sadon määrän kannalta.

**AVAINSANAT:** säilörehumaissi, karkearehu, viljelytekniikka

## 21.2 Säilörehumaissin tuotannon ympäristövaikutukset

Hanna Tuomisto<sup>1</sup>, Anniina Liimatainen<sup>1</sup>, Marja Roitto<sup>1</sup>, Tuomo Kokkonen<sup>1</sup>, Auvo Sairanen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maataloustieteiden osasto, Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maissi (*Zea mays* L.) on yksi maailman tärkeimmistä viljelykasveista ja sitä käytetään yleisesti nautakarjan karkearehuna. Vaikka maissi on Suomessa viljelyalueensa pohjoisrajalla, on suomalaisten viljelijöiden kiinnostus rehumaisiin viljelyä kohtaan lisääntynyt voimakkaasti viime vuosikymmenten aikana. Säilörehumaissin keskeisin etu on se, että sen hehtaariohtainen kuiva-aine (KA) sato Suomessa on noin 2–4-kertainen verrattuna säilörehunurmeen, mikä voi tehostaa peltoalan käyttöä. Toisaalta yksivuotisen maissin viljelyyn voi liittyä haitallisia ympäristövaikutuksia, joita aiheuttaa muun muassa pellon vuosittain toistuva muokkaus. Säilörehumaissin tuotannon ympäristövaikutuksia on tutkittu Euroopassa hieman, mutta tuloksissa on paljon vaihtelua, eikä moniin mallinnoiksi ole sisällytetty pellon hiilitasetta. Tietoa säilörehumaissin tuotannon ympäristövaikutuksista Suomessa ei ole, ja siksi ne selvitettiin Tulevaisuuden kestävä karkearehualinnat (TuKeVa) -hankkeessa elinkaariarvioinnin (life cycle assessment, LCA) avulla. Tutkimuksessa arvioitiin säilörehumaissin tuotannon ympäristövaikutukset, joita verrattiin säilörehunurmen sekä kokoviljasäilörehun tuotannon ympäristövaikutuksiin. Aineisto mallinnusta varten kerättiin TuKeVa-hankkeen kokeista, viljelijäkyselystä sekä kirjallisuudesta. Rehumaisiin viljelyn panoskäytöstä ja sadosta kerättiin tietoa sekä kenttäkoe- että maatilatasolta. Hankkeessa mallinnettiin myös katekalvon käytön vaikutus säilörehumaissin ympäristövaikutuksiin. Ympäristövaikutuksista laskettiin hiilijalanjälki (CO<sub>2</sub>-eq), rehevöittävät ja happamoittavat vaikutukset, ekotoksisuus ja fossiilisten resurssien käyttö, ja ne mallinnettiin tuotettua KA-tonnia kohden käyttäen OpenLCA-ohjelmistoa. Pellon hiilitase mallinnettiin Yasso20-mallilla. Alustavien tulosten perusteella säilörehumaissin tuotannon hiilijalanjälki kenttäkoetasolla oli säilörehunurmea pienempi. Ero johtui siitä, että maissin hehtaariohtainen typpilannoitus oli vähäisempää ja maissin hehtaarisato oli huomattavasti runsaampi verrattuna nurmeen. Kokoviljasäilörehun hiilijalanjälki oli puolestaan liki yhtä suuri verrattuna säilörehumaissiin. Katekalvon alle kylvetyn maissin hiilijalanjälki ei juuri poikennut ilman katekalvoa kylvetyn maissin hiilijalanjäljestä, sillä katekalvon aiheuttama sadonlisäys kompensoi kalvon valmistuksesta johtuvia päästöjä. Maissia ja nurmea sisältävän viljelykierron hiilitase oli positiivinen eli peltoon sitoutui hiiltä, mutta hiilensidonnan määrä riippui paljon maissin satotasosta. Lisää hankkeen tuloksia esitellään Maataloustieteen päivillä.

**AVAINSANAT:** elinkaariarviointi, maissi, hiilijalanjälki, hiilitase

## 21.3 Effect of maize maturity and additive treatment on silage fermentation quality

Marcia Franco<sup>1</sup>, Marketta Rinne<sup>1</sup>, Tomasz Stefanski<sup>1</sup>, Taina Jalava<sup>1</sup>, Kaisa Kuoppala<sup>1</sup>, Seija Jaakkola<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Maailmanlaajuisesti maissi on tärkein säilörehukasvi, joka hyvissä olosuhteissa tuottaa suuren ja energiapitoisen sadon, jolla on hyvä maidontuotantovaikutus. Maissi on myös nurmikasveja helpompi säilöittävä matalan puskurikapasiteetin ja suuren maitohappobakteereille käyttökelpoisen sokeripitoisuuden vuoksi. Maissin viljely on siirtynyt pikkuhiljaa pohjoisemmaksi aikaisten lajikkeiden jalostamisen ja ilmastomuutoksen myötä ja Suomessakin sitä jo viljellään. Tässä kokeessa tutkittiin maissin kehitysvaiheen ja säilöntäainekäsittelyiden vaikutusta säilörehun laatuun. Maissi kasvatettiin Helsingissä Viikin opetus- ja tutkimustilalla ja lajikkeena oli Pioneer P7326 (FAO-luku 180). Koe toistettiin vuosina 2019 ja 2020 vuosittaisen vaihtelun selvittämiseksi. Maissit kylvettiin 9.5.2019 ja 26.5.2020. Maissi korjattiin kahdella eri kehitysvaiheella kolmen viikon välein niin että aikaisempi korjuuaika antaa viitteitä tilanteesta, jossa kasvukauden pituus rajoittaa maissin kehitystä. Korjuukerrat ajoituivat syyskuun lopulle ja lokakuun puoliväliin. Kasvuajat päivinä olivat ensimmäisenä vuonna 131 ja 152, ja toisena vuonna 119 ja 140. Säilöntäaineina käytettiin neljää eri happopohjaisia valmistetta ja lisäksi mukana oli kontrolli ilman säilöntäainetta. Jälkimmäisenä vuonna mukaan säilöntäainevertailuun otettiin myös heterofermentatiivinen maitohappobakteeriympä (LAB). Säilöntä tehtiin 12 litran muovisiin koesiiloihin 4 kerranteena käsittelyä kohti. Näytteet analysoitiin Luken laboratorion standardimenetelmin. Maissisäilörehuissa vuosien välillä oli selvä ero. Maissin kehitystasesta kertova kuiva-ainepitoisuus oli vuonna 2019 korkeampi (281 ja 360 g kg<sup>-1</sup>) kuin vuonna 2020 (230 ja 264 g kg<sup>-1</sup>). Tämä näkyi myös käymislaadussa siten että pH oli keskimäärin korkeampi vuonna 2019 kuin 2020 (3.79 vs. 3.70) ja etikkahappopitoisuus puolestaan pienempi (14.8 vs. 20.7 g kg<sup>-1</sup> kuiva-ainetta). Myös kehitysvaihe vaikutti käymislaatuun siten että pH (3.71 vs. 3.78) ja ammoniumtyypen osuus kokonaistypestä (42 vs. 52 g kg<sup>-1</sup> N) olivat pienempiä aikaisemmalla kehitystasella korjatuissa säilörehuissa ja käymishappojen muodostuminen suurempaa. Happopohjaiset säilöntäaineet laskivat pH:ta (3.80 vs. 3.73), vähensivät valkuaisen hajoamista (ammoniumtyypen osuus 65 vs. 43 g kg<sup>-1</sup> N) ja rajoittivat käymishappojen muodostumista. Säilöntähappojen käyttö myös pidensi rehujen aerobista stabiilisuutta (75 vs. 202 tuntia). Ainoa tilastollisesti merkitsevä vaikutus LAB:in käytöstä kontrolliin verrattuna oli myöhäisemmällä kasvuasteella korjatun säilörehun etanolipitoisuuden pieneneminen. Ilman säilöntäainetta tehtyjen maissisäilörehujen laatu oli kaikissa neljässä raaka-aineessa hyvä, mutta happopohjaiset säilöntäaineet rajoittivat käymistä ja hidastivat säilörehujen jälkilämpenemistä. Säilörehu on aina syytä valmistaa erittäin huolellisesti, mutta maissin säilöntään ei todennäköisesti liity erityisiä haasteita Suomen olosuhteissa.

**AVAINSANAT:** aerobinen stabiilisuus, korjuuaika, käymislaatu, *Zea mays*

## 21.4 Nurmisäilörehun osittainen korvaaminen maissisäilörehulla lypsylehmien ruokinnassa

Tuomo Kokkonen<sup>1</sup>, Seija Jaakkola<sup>1</sup>, Anni Halmemies-Beauchet-Filleau<sup>1</sup>, Siru Salin<sup>1</sup>, Aino Pietikäinen<sup>1</sup>, Paula Rissanen<sup>1</sup>, Kaisa Kuoppala<sup>2</sup>, Aila Vanhatalo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Suomessa karkearehujen tuotanto perustuu kasvuolosuhteiden vuoksi nurmikasveihin, joita käytetään lypsylehmien ruokinnassa lähinnä säilörehuna. Maissin viljely säilörehuksi on viime vuosina lisääntynyt, mutta viljelypinta-ala on vielä hyvin pieni nurmeen verrattuna. Maissin etuna nurmeen nähden on suuri kuiva-ainesato yhdellä korjuukerralla. Maissisäilörehu voi myös vähentää metaanin muodostumista lypsylehmien pötsikäymisessä. Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa Tulevaisuuden kestävä karkearehualinnat –hankkeessa tehtiin kaksi koetta, joissa tutkittiin nurmisäilörehun korvaamista maissisäilörehulla käytettäessä osittaista seosrehuruokintaa. Ensimmäisessä kokeessa tutkittiin karkearehun vaikutusta rehun syöntiin, maitotuotokseen ja dieetin sulavuuteen. Kokeeseen otettiin 9 useamman kerran poikinutta ay-lehmää, joiden poikimisesta oli keskimäärin 69 päivää. Koemallina käytettiin toistettuja 3 x 3 latinalaisia neliöitä. Säilörehuina olivat 1. sadon timotei-nurminatarehu (kuiva-aine 316 g kg<sup>-1</sup>, D-arvo 652 g kg<sup>-1</sup> ka) ja seokset, joissa 25 % tai 50 % nurmisäilörehun kuiva-aineesta korvattiin maissisäilörehulla (kuiva-aine 359 g kg<sup>-1</sup>, D-arvo 679 g kg<sup>-1</sup> ka, tärkkelys 278 g kg<sup>-1</sup> ka). Toisessa kokeessa tutkittiin maidon ja metaanin tuotantoa lypsyrobottipihatossa. Jaksokokeen (4 vk/jakso) 10 lehmää (aika poikimisesta keskimäärin 107 päivää) siirtyivät ruokinnalta toiselle samassa järjestyksessä. Jaksoilla 1 ja 3 karkearehuna oli seos, jossa 1. sadon nurmisäilörehun kuiva-aineesta korvattiin 50 % maissisäilörehulla ja jaksolla 2 karkearehuna oli pelkkä nurmisäilörehu. Kokeessa käytetyt karkearehut olivat vastaavia kuin ensimmäisessä kokeessa. Molemmissa kokeissa seosrehun karkearehu-väkirehu -suhde oli 65:35 kuiva-aineessa. Seosrehun väkirehu sisälsi kauraa, ohraa, härkäpapua, hernettä ja melassileikettä. Seosrehun lisäksi lehmät saivat kaupallista täysrehua ensimmäisessä kokeessa 6.1 kg ka/pv ja toisessa kokeessa keskimäärin 6.6 kg ka/pv. Nurmisäilörehun osittainen korvaaminen maissisäilörehulla lisäsi kuiva-aineen syöntiä molemmissa kokeissa. Samalla tärkkelyksen saanti lisääntyi sekä raakavalkuaisen ja NDF:n saanti vähentyi. Ensimmäisessä kokeessa nurmisäilörehun korvaaminen maissisäilörehulla huononsi dieetin orgaanisen aineen, NDF:n ja raakavalkuaisen sulavuutta, mutta lisäsi maidon rasvapitoisuutta, rasvatuotosta ja energiakorjattua maitotuotosta. Toisessa kokeessa eroja maitotuotoksessa tai maidon koostumuksessa ei havaittu. Nurmisäilörehun korvaaminen maissisäilörehulla vähensi maidon ureapitoisuutta ja paransi typen hyväksikäyttöä. Maissisäilörehun lisäämisellä ruokintaan ei ollut vaikutusta metaanin tuotantoon (g pv<sup>-1</sup> tai g kg<sup>-1</sup> EKM). Tulosten perusteella sulavuudeltaan keskinkertaisen nurmisäilörehun osittainen korvaaminen runsaasti tärkkelystä sisältävällä maissisäilörehulla voi lisätä rehun syöntiä ja maitotuotosta, mutta heikentää dieetin sulavuutta. Maissisäilörehun pienen valkuaispitoisuuden ansiosta myös typen hyväksikäyttö tehostuu.

**AVAINSANAT:** nurmi, maissi, maito, metaani

## 22 VAIHTOEHTOISET REHUVALKUAISEN LÄHTEET

### 22.1 Säilörehumehu lihasikojen rehuna

**Liisa Keto<sup>1</sup>, Irina Tsitko<sup>2</sup>, Sini Perttilä<sup>1</sup>, Susanna Särkijärvi<sup>1</sup>, Niina Immonen<sup>3</sup>, Kimmo Kytölä<sup>3</sup>, Hanna-Leena Alakomi<sup>2</sup>, Tiina Hyytiäinen-Pabst<sup>2</sup>, Maria Saarela<sup>2</sup>, Marketta Rinne<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

<sup>3</sup>A-Rehu Oy

#### TIIVISTELMÄ

Nurmisäilörehua on totuttu pitämään märehitjoiden rehuna. Maailman väestön kasvu ja paine tuottaa rehua kestäväällä tavalla ovat kannustaneet pohtimaan, voisiko nurmi toimia myös sikojen rehuna. Nurmen hehtaarisadot ovat suurempia kuin viljakasvien, joita sikojen rehuihin yleisesti käytetään, ja ne tuottavat monia ekosysteemipalveluja. Parhaimmillaan nurmen valkuaispitoisuuskin voi olla riittävän korkea sikojen ruokintaa ajatellen, mutta nurmen ravintoaineet ovat sitoutuneet sioille sulamattomiin kuituihin. Sopivalla prosessoinnilla nämä ravintoaineet voisi irrottaa kuiduista, mutta tilamittakaavaan sopivaa menetelmää tähän tarkoitukseen ei vielä ole esitelty. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, sopiiko kaksoisruuvipuristimella nurmisäilörehusta puristettu nestefraktio eli säilörehumehu osaksi sikojen liemiruokintaa. Säilörehumehun ruokintakoe toteutettiin yksityisellä lihasikatilalla imisä- ja leikkoporsaille (yhteensä 240 sikaa) Etelä-Pohjanmaalla, jonne Jokioisilla tuotettu säilörehumehu kuljetettiin. Säilörehumehu varastoitiin lähellä 0 °C-asteen lämpötilaa ja sitä toimitettiin tilalle noin viikon tarvetta vastaava määrä kerrallaan. Siat saivat alkukasvatuksen ajan tavanomaista liemirehua. Loppukasvatuksen aikana n. 62–124 kg elopainovälillä puolet sioista sai säilörehumehulla terästettyä liemirehua (max. 3 litraa/sika/päivä) ja puolet edelleen tavanomaista rehua teurastukseen asti. Rehuseoksen raakavalkuaisesta enimmillään 10 % tuli säilörehumehusta. Loppukasvatuksen alussa (kasvatusviikko 6) ja kahdessa aikapisteessä (kasvatusviikkojen 8 ja 10 alussa) sioilta kerättiin sontanäytteet ruuansulatuskanavan suolistomikrobiomin kartoittamiseksi. Teurastuksen jälkeen 12 säilörehumehuruokitun ja 12 kontrolliruokitun sian ruhoista kerättiin lihanäytteet, joista määritettiin väri, maku, painotappio ja pH. Kaikkien sikojen päiväkasvu oli keskimäärin yli 1000 g/päivä eikä se eronnut säilörehumehua ja tavanomaista rehua saaneiden sikojen välillä. Rehuhyötysuhde oli odotetusti imisillä parempi kuin leikoilla, mutta säilörehumehuruokinta ei vaikuttanut siihen. Säilörehumehun koostumus muuttui koejakson aikana eikä sitä koheen aikana ollut mahdollista päivittää ruokintalaitteelle. Tämän seurauksena säilörehumehulla ruokitut siat saivat tahattomasti hieman vähemmän energiaa kuin tavanomaisesti ruokitut siat. Leikkojen ruhot olivat rasvaisempia kuin imisien ruhot, mutta säilörehumehuruokinnalla ei ollut siihen vaikutusta. Ruokinta ei vaikuttanut myöskään lihan pH-, väri- tai painotappioarvoihin tai aistinvaraiseen laatuun. Sikojen suolistomikrobiomikaan ei muuttunut säilörehumehuruokinnalla. Sioille voidaan antaa maltillinen määrä nurmisäilörehusta puristettua mehua rehun seassa kasvun, rehunkäytön, ruhon ja lihan laadun tai suolistomikrobiomin muuttumatta, mutta säilörehun ja siitä puristetun mehun tasalaatuisuus on tärkeää tasapainoisen ruokinnan varmistamiselle.

**AVAINSANAT:** nurmi, ruokinta, sika, mikrobiomi



## 22.2 Kotimainen camelina on lypsylehmien metaanin tuotantoa vähentävä rasvan ja valkuaisen lähde

**Anni Halmemies-Beauchet-Filleau, Tomi Mäkelä, Maiju Varis, Anne Honkanen, Tuomo Kokkonen, Aila Vanhatalo**

Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Camelina (*Camelina sativa*) on ikivanha, ristikukkainen öljykasvi. Se on satotasoltaan rypsin luokkaa, mutta ei aivan yhtä herkkä kasvitaudeille ja –tuholaisille. Camelinaöljyssä on runsaasti monitydyttymättömiä n-3- ja n-6-rasvahappoja. Öljynpuristuksesta sivutuotteeksi jäävä camelinapuriste vastaa rasva- ja valkuaispitoisuuksiensa puolesta rypsipuristetta, mutta sen soveltuvuudesta rehuikäyttöön on vain vähän tutkimustietoa. Tämän laboratoriotutkimuksen tavoitteena oli selvittää camelinarehun vaikutusta pötsin rasva-aineenvaihduntaan sekä metaanin tuotantoon. Lisäksi tavoitteena oli tutkia camelina- ja rypsipuristeen ominaisuuksia lypsylehmien valkuaisen lähteenä. Tutkimus tehtiin Helsingin yliopistossa Agronomiliiton Suomi kasvaa ruoasta –tutkimusapurahalla kolmen *in vitro* –laboratoriokokeen sarjana (Gas Endeavor, Bioprocess control, Lund, Ruotsi). Kylmäpuristettu rypsipuriste ja –öljy saatiin Alavuden Öljynpuristamo Oy:stä ja vastaavat camelinarehut Suomen Kasviöljyistä. Ensimmäisessä laboratoriokokeessa nurmisäilörehua inkuboituiin pötsineste-puskuri –seoksessa yksin tai yhdessä rasvalisän kanssa. Tutkittavan rasvalisän (rypsi tai camelina öljynä sekä puristeena) osuus oli 5 % rehun kuiva-aineesta. Rasvalisä vähensi pötsin metaanin tuotantoa inkuboitua rehun kuiva-ainetta kohden yli 10 % ilman, että rehun pötsisulavuus heikkeni. Kertydyttymätön rypsirasva ja monitydyttymätön camelinarasva olivat tässä yhtä tehokkaita. Camelinapuriste rikastutti pötsinesteeseen trans-11-rasvahappoja ja vähensi sen steariinihappopitoisuutta rypsipuristeeseen ja kasviöljyihin nähden. Tämä viittaa tyydyttymättömien rasvahappojen pelkistymisen pysähtymiseen steariinihappoa edeltävälle asteelle camelinapuristetta syötettäessä. Toisessa laboratoriokokeessa tutkittiin ohutsuoleen virtaavan eläimelle käyttökelpoisen valkuaisen määrää, kun valkuaisrehuna oli rypsirouhe tai camelinapuriste. Mukana oli myös valkuaislisätön kontrollidieetti. Ruokinnan valkuais täydennys lisäsi ohutsuoleen virtaavan käyttökelpoisen valkuaisen määrää, mutta valkuaisrehujen välillä ei ollut eroa. Camelina- ja rypsipuristeen valkuaisen pötsihajoavuus oli myös Cornellin tyypifraktioiden perusteella hyvin samankaltainen. Raakavalkuaispitoisuus oli kummassakin valkuaisrehussa 35–36 % kuiva-aineesta. Rypsi Valkuainen sisälsi hieman enemmän lysiiniä ja metioniinia ja vähemmän arginiinia kuin camelinavalukuainen. Kolmannessa laboratoriokokeessa camelinavalukuainen korvasi rypsi Valkuaista nurmisäilörehuun ja ohraan pohjautuvassa rehustuksessa suhteessa 0 %, 33 %, 67 % ja 100 %. Camelinavalukuaisen korvatussa rypsi Valkuaista eläimelle käyttökelpoisen ohutsuoleen virtaavan valkuaisen määrä kuitenkin pieni. Pötsin metaanin tuotanto väheni lineaarisesti camelinan osuuden lisääntyessä, mutta myös dieetin pötsisulavuus väheni samalla. Camelinarehussa on potentiaalia vähentää märehtijöiden ruokinnan ilmastokuormitusta, mutta erityisesti camelinavalukuaisen ruokinnallinen arvo vaatii vielä lisätutkimusta.

**AVAINSANAT:** camelina, metaani, valkuainen, *in vitro* -menetelmä

## 22.3 Proossoitu härkäpapu rypsin korvaajana lypsylehmien ruokinnassa ja pötsisuojutettu metioniini sen täydentäjänä

Olli Pitkänen, Anni Halmemies-Beauchet-Filleau, Seija Jaakkola, Tuomo Kokkonen, Aila Vanhatalo

Maataloustieteiden osasto, Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Härkäpapu (*Vicia faba*) on nostettu vaihtoehdoksi rypsi- ja rapsirehuille, jotka ovat nykyään pääosin tuontirehua. Tyypilliseen suomalaiseen nurmiruokintaan rypsirehua on pidetty sopivimpana valkuaisrehuna, eikä härkäpapu ole yleensä tuottanut yhtä hyviä maitotuotostavasteita. Härkäpapuvalkuaisen ongelmana on sen suuri pötsihajoavuus ja pieni metioniinipitoisuus. Tutkimus oli osa Makera-rahoitteista Täsmäpapu-hanketta. Sen tavoitteena oli verrata käsitellyn härkäpavun (härkäpapuruuhe) ja rypsirouheen maitotuotostavastetta sekä pötsisuojutun metioniinin vaikutusta härkäpapuvalkuaisen hyväksikäyttöön maidontuotannossa. Härkäpavun käsittely sisälsi kuorimisen, hiutaloinnin ja kuumennuksen. Tutkimuksen koemallina oli 4 × 4 latinalainen neliö kolmen viikon koejaksoin. Kokeessa oli 12 useamman kerran poikinutta Ay-lehmää, joista neljä oli pötsifistelöityjä. Lehmien poikimisesta oli kokeen alussa keskimäärin 96 päivää. Lehmät saivat vapaasti seosrehua, jonka kuiva-aineesta (ka) puolet oli nurmisäilörehua (D-arvo 658 ja raakavalkuainen (RV) 175 g kg<sup>-1</sup> ka). Väkirehu koostui ohrasta, kaurasta, melassileikkeestä ja mahdollisesta valkuaislisästä. Valkuaislisä oli isonitrogeeninen eli raakavalkuaisen saanti molemmista rehuista oli yhtä suuri. Koeruokinnat olivat valkuaislisätön kontrolli-, rypsirouhe- ja härkäpapuruuheruokinta sekä härkäpapuruuheruokinta täydennettynä pötsisuojutulla metioniinilla (15 g pv<sup>-1</sup> imeytyvää metioniinia). Kontrolliseosrehun RV-pitoisuus oli 151 g kg<sup>-1</sup> ja valkuaisäydenneettyjen seosrehujen 180 g kg<sup>-1</sup>. Kontrolliruokinnassa lehmät söivät 22.5 kg ka pv<sup>-1</sup> ja lypsivät 30.7 kg pv<sup>-1</sup>. Valkuaisäydennys lisäsi syöntiä (+1.3 kg ka pv<sup>-1</sup>), kuiva-aineen sulavuutta (+1.4 %-yksikköä) ja maitotuotosta (+1.2 kg pv<sup>-1</sup>). Lehmät söivät suuntaa antavasti vähemmän härkäpapuseosta kuin rypsiuseosta, mutta tämä ei näkynyt maitotuotoksessa. Maitovalkuaisen tuotos oli yhtä suuri kaikissa valkuaisruokintoissa. Valkuaisäydennys heikensi typen hyväksikäyttöä, mutta valkuaisrehu tai metioniinitäydennys eivät vaikuttaneet siihen. Metioniinitäydennys vaikutti odotetusti eli lisäsi metioniinin saantia ja nosti plasman metioniinipitoisuutta (31 vs. 18 μmol l<sup>-1</sup>). Metioniinitäydennys ei kuitenkaan vaikuttanut syöntiin tai maitotuotokseen, mutta lisäsi maidon valkuaispitoisuutta 1.8 g kg<sup>-1</sup>. Muita valkuaisruokintojen välisiä eroja plasman välttämättömien aminohappojen pitoisuuksissa ei ollut. Valkuaisruokinnat lisäsivät haaraketjuisten ja suuntaa antavasti välttämättömien aminohappojen kokonaispitoisuutta valkuaisruokintaan verrattuna. Härkäpapuruuheella voitiin korvata rypsirouhe ilman vaikutuksia maidontuotantoon tai typen hyväksikäyttöön. Metioniinitäydennys ei parantanut härkäpapuvalkuaisen hyväksikäyttöä, vaikka lisäsi maidon valkuaispitoisuutta. Valkuaisrehujen tuotostavaste jäi kuitenkin ylipäätään vaatimattomaksi.

**AVAINSANAT:** rypsirouhe, härkäpapu, lypsykarja, metioniini

## 22.4 Härkäpapusäilörehu nurmisäilörehun korvaajana lypsylehmien ruokinnassa

**Aila Vanhatalo, Anni Halmemies-Beauchet-Filleau, Hilikka Koskikallio, Kristiina Holopainen, Kaisa Kuoppala, Tuomo Kokkonen**

Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Härkäpavun (*Vicia faba*) viljely ja käyttö sekä karkea- että väkirehuna lisää tilan rehuomavaraisuutta ja riippumattomuutta typpilannoitteista. Se on kiinnostava vaihtoehto nautojen ruokintaan kasvuston suuren sadon ja siemenen suuren valkuais- ja tärkkelyspitoisuuden ansiosta. Härkäpavun haasteita märehitöiden rehuna ovat valkuaisen suuri pötsihajoavuus ja niukka metioniinipitoisuus. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten nurmisäilörehun osittainen korvaaminen härkäpapusäilörehulla vaikuttaa lehmien syöntiin, tuotokseen ja pötsin metaanin tuotantoon väkirehun valkuaislisän koostuessa härkäpavusta. Lisäksi tutkittiin, voiko pötsisuojaattu metioniinilisä parantaa härkäpapuralkuaisen hyväksikäyttöä maidontuotannossa. Helsingin yliopistossa tehtiin kaksi ruokintakoetta Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamassa Leg4life-hankkeessa. Ensimmäisessä kokeessa tutkittavina tekijöinä olivat säilörehun kasvilaji ja härkäpapuralkuaisen täydennys pötsisuojaatulla metioniinilla. Kokeessa oli 8 ay-lehmää ja koemallina toistettu 4 x 4 latinalainen neliö. Koeruokinnat pohjautuivat 1. sadon nurmisäilörehuun (D-arvo 664 g kg<sup>-1</sup> ka) ja seokseen, jossa 2/3 nurmisäilörehun kuiva-aineesta korvattiin härkäpapusäilörehulla (D-arvo 593 g kg<sup>-1</sup> ka). Väkirehun osuus seosrehujen kuiva-aineesta oli 40 % ja se koostui viljasta ja härkäpavusta. Seosrehuruokinta oli vapaata. Pötsisuojaattu metioniinilisä annettiin yhdessä melassileikkeen (1 kg d<sup>-1</sup>) kanssa lypsy aikaan. Toisessa kokeessa lehmät saivat ensin nurmisäilörehuun pohjautuvaa kontrolliseosrehua, jota seurasi härkäpapusäilörehua (2/3 säilörehusta) ja nurmisäilörehua (1/3) sisältävän seosrehun syöttö ja paluu takaisin nurmisäilörehuun. Koejakson pituus oli 4 viikkoa. Käytetyt säilörehut olivat samat kuin edellisessä kokeessa. Karkearehun ja väkirehun välinen suhde oli seosrehussa 65:35. Seosrehun väkirehu sisälsi viljaa, härkäpapua ja hernetä. Lehmät saivat lisäksi lypsyrobotilta väkirehua maitotuotoksen mukaan enintään 9 kg d<sup>-1</sup>. Härkäpapusäilörehu lisäsi ensimmäisessä kokeessa rehun syöntiä. Pötsisuojaattu metioniinilisä vähensi maitotuotosta nurmiruokinnassa selvästi, mutta härkäpapurukinnassa maitotuotos pysyi samana. Metioniinilisä vähensi maidon laktoosipitoisuutta, mutta lisäsi valkuais- ja rasvapitoisuuksia säilörehun kasvilajista riippumatta. Energiakorjattu maitotuotos lisääntyi härkäpapurukinnassa metioniinilisän vaikutuksesta, mutta väheni nurmiruokinnassa. Metioniini lisäsi valkuaisuutosta ja tehosti rehutyypen hyväksikäyttöä maitovalkuaiseksi härkäpapurukinnassa. Jälkimmäisessä kokeessa härkäpapurukinta lisäsi rehun syöntiä, energiakorjattua maitotuotosta ja valkuaisuutosta nurmisäilörehuun verrattuna, mutta ei vaikuttanut pötsin metaanin tuotantoon (g d<sup>-1</sup>). Kun härkäpapua oli ruokinnassa runsaasti sekä karkea- että valkuaisrehuna, pötsisuojaattu metioniini lisäsi energiakorjattua maito- sekä valkuaisuutosta. Härkäpapusäilörehu maittoi ja lypsätti hyvin, mutta ei vaikuttanut pötsin metaanin tuotantoon.

**AVAINSANAT:** härkäpapu, nurmi, metioniini, metaani

## 23 KASVITAUDIT

### 23.1 Torajyvän esiintymistä edistävät tekijät

Marja Jalli<sup>1</sup>, Mari Niemi<sup>1</sup>, Tero Hirvi<sup>2</sup>, Ari Rajala<sup>1</sup>, Lauri Jauhiainen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Fazer Mylly

#### TIIVISTELMÄ

Heinäkasveja (*Poaceae*) vioittava torajyvä (*Claviceps purpurea*) heikentää sadon laatua. Sienen tuottamat ergotalkaloidit ovat myrkyllisiä ihmiselle ja kotieläimille. Taudinaiheuttaja säilyy rihmastopahkana kasvukauden yli pellolla tai kylvösiemenen joukossa. Maassa torajyvä säilyy tartuntakykyisenä yleensä noin vuoden, siementavaran joukossa varastotiloissa torajyvä voi säilyttää tartuntakykynsä pidempään. Torajyvälle ei ole kemiallista torjuntakeinoja. Maassa olevat torajyvät itävät ja muodostavat itiöemiä, joiden itiötä tuuli ja sateet levittävät avonasiin heinäkasvien kukintoihin. Tartunnan saanut kukinta alkaa muodostaa tahmeaa sokeripitoista mesikastetta. Mesikaste sisältää torajyvän itiöitä, joita mesikasteen houkuttelemat hyönteiset levittävät edelleen. Kasvukauden kuluessa tartunnan saanut kukinto kehittyy torajyväksi. Torajyvätartunta voi tapahtua vain, kun torajyväitiöillä on pääsy kukintoon ja kukinto ei ole pölyttynyt. Ristipölytteisillä kasveilla, kuten rukiilla ja timoteilla, kukinta on avoin ja altistuminen on itsepölytteisiä kasveja suurempaa. Itsepölytteiset torajyvän isäntäkasvit, kuten ohra, vehnä ja kaura, altistuvat torajyvälle vain, jos kukinta tapahtuu poikkeuksellisesti, eli avoimesti. Torajyväriskiinkin vaikuttavat lähinnä kaksi tekijää: siitepölyn määrä kasvustossa (kilpailee emistä torajyväitiöiden kanssa) ja kukinnan avoimuus ja sen kesto (isäntäkasvin altistusaika). Siitepölyn määrään ja kukintaan vaikuttavat kasvilaji ja -lajike, sääolosuhteet ja viljelytekniikka. Makera-rahoitteisessa StresSeed-hankkeessa tutkittiin syysrukiin torajyväriskiinkin vaikuttavia tekijöitä suomalaisessa viljely-ympäristössä. Aineistona oli 1543 Fazer Mylly analysoimaa ruiserää vuosilta 2016–2019, joista oli määritetty torajyvien määrä. Tulosten mukaan tutkimusaineiston hybridilajikkeilla torajyväriski oli lähes nelinkertainen verrattuna populaatiolajikkeisiin. Matalat lämpötilat tähkälle tulon molemmin puolin lisäsivät riskiä 2–10 kertaiseksi. Myös toukokuun viileys nosti riskiä 2–5 kertaiseksi. Talven säätekijöiden vaikutuksia ei testattu, mutta torajyviä esiintyi enemmän niinä vuosina, joina talvituhoja oli paljon. Muista tekijöistä syksyn tuhohyönteistorjunta yhdistyi matalaan torajyväriskiinkin, riski pieneni neljäsosaan. Todennäköisesti tuhohyönteistorjunta on indikaattori, joka kertoo ylipäätään tilan viljelytoimenpiteistä ja todellinen vaikutus tulee tilaan liittyvistä tekijöistä, joita käytetyssä aineistossa ei ollut.

**AVAINSANAT:** ruis, kasvinterveys, ergotalkaloidit, ympäristöolosuhteet

## 23.2 Uutta tietoa torajyvien ergotalkaloidipitoisuuksista

Sari Rämö, Marja Jalli, Leena Holkeri, Kirsi Puisto, Ari A. Rajala

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Torajyvä on heinämaisissa kasvilajeissa esiintyvä sienitauti. Sillä on yhteensä yli 400 isäntäkasvia. Sen pääasiallisena isäntäkasvina elintarvikeviljoista on ruis, mutta sitä voi esiintyä myös ruisvehnässä, ohrassa ja vehnässä. Tautia aiheuttaa *Claviceps purpurea* -sieni, jonka itiöt leviävät avoimiin heinäkasvien kukkiin. Torajyvä korvaa tummalla, purppuranmustalla soikealla pahkallaan kehittyvän terveeseen jyvä. Pahkat voivat olla kooltaan jopa kymmenkertaisia normaaliin jyväkokoon nähden. Keväällä maassa olevat torajyvät itävät ja niiden pinnalle kehittyy sienien muotoisia itiöemiä. Tartunnan saaneen kukinnan ensioire näkyy jyvistä tippuvana tahmeana mesikasteena. Taudin esiintymiseen vaikuttavat merkittävästi kukinnan aikaiset sääolot ja lajikeominaisuudet, kuten muodostuvan siitepölyn määrä. Torajyvän merkitys on lisääntynyt laajentuneen rukiin viljelyn myötä. Toistaiseksi torajyvien määrälle viljassa on olemassa raja-arvo, 1000 mg kg<sup>-1</sup>. Esimerkiksi vuonna 2017 myllyteollisuuden torajyväpitoisuuden raja-arvon ylitti noin kolmannes vastaanotetuista näytteistä. Torajyvään ei ole kemiallisia torjuntamenetelmiä. Torjuntakeinoina ovat erilaiset viljelytekniiset menetelmät ja sadon lajittelu. Torajyvän haitallisuus johtuu sen sisältämistä ergotalkaloideista, jotka ovat hyvin myrkyllisiä ihmiselle ja eläimille. Näistä yleisimmät ovat biologisesti aktiiviset ergometriini, ergotamiini, ergosiini, ergokristiini, ergokryptiini ja ergokorniini sekä niiden inaktiiviset iniini-muodot. Alkaloidien määrä ja toksiinimalli vaihtelevat sienikannan mukaan ja niihin voivat vaikuttaa isäntäkasvi ja viljelyalue. Torajyvän tuottamat ergotalkaloidit voivat aiheuttaa päänsärkyä, hallusinaatioita ja kouristuksia syöjälleen. Metsästäjät ovat raportoineet hirvieläinten puuttuvista jäsenistä, jonka Ruokavirasto uskoo johtuvan ergotalkaloideista. Parhaillaan EU:ssa on käsittelyssä raja-arvoesitys sekä torajyvien että ergotalkaloidien enimmäismäärille viljoissa. Makera-rahoitteisessa Stresseed-hankkeessa on kehitetty kromatografinen menetelmä ergotalkaloidipitoisuuksien määrittämiseksi torajyvistä ja kontaminoituneesta viljasta. Ergotalkaloidit eristetään jauhetuista torajyvistä ja rukiista emäksisellä asetonitriiliuutolla, erotetaan nestekromatografisesti ja tunnistetaan massaspektrometrisesti (UHPLC-MS/MS) ns. monireaktioseurannalla (MRM). Tässä esityksessä kerrotaan ensimmäisiä tuloksia suomalaisten torajyvien ergotalkaloidipitoisuuksista. Näytteet edustavat eri lajikkeita, vuosia ja paikkakuntia.

**AVAINSANAT:** *Claviceps purpurea*, alkaloidi, raja-arvo, UHPLC-MS/MS

### 23.3 *Fusarium graminearum* molecular chemotypes in Finland, Norway and Russia and how they differ in the infection of wheat and oat grains

Tapani Yli-Mattila, Taha Hussien, Asmaa Abbas

Turun yliopisto, Molekulaarinen Kasvibiologia

#### ABSTRACT

The 3ADON chemotype of DON-producing *F. graminearum* predominates in northern Europe, whereas the 15ADON chemotype is predominant in Central and southern Europe. The southern European 15ADON population of *F. graminearum* has been spreading northward in Europe, while the amount of closely related *F. culmorum* has decreased. In the present work, variable number tandem repeat (VNTR) markers were used to assess population structure and diversity among *Fusarium graminearum* isolates from four regional locations: Finland and northwestern Russia (FIN+NWR), south Russia including central European Russia (SR), Russian Far East (RFE), and Norway (NOR). Trichothecene genotype composition was significantly different across the sampling locations. The 3ADON type was predominant in FIN+NWR+NOR, the 15ADON type was predominant in SR, and RFE had a balanced composition of these two trichothecene genotypes. Analyses of population structure and relatedness indicated that the *F. graminearum* population in F+NWR are closely related to the NOR population and they can be considered as a unified population. However, significant differentiation was observed between the northern European FIN+NWR+NOR population and those from the other sampled regions. The FIN+NWR+NOR population had substantially less genetic diversity than in the other regions. The observed high genetic diversity of populations in the Russian Far East suggests that it may be a source population for the other locations. There were two major genetic clusters in the sample, although additional substructuring was observed. Significant ( $p < 0.001$ ) regional differences in genetic population frequencies were observed. Cluster 1 including F+ NWR and most Norwegian isolates had less genetic diversity than cluster 2 including most SR and RFE isolates. Cluster 1 may be more specialized to oats, which is supported by the fact that only the 3ADON genotype has been found in oats in Europe. This hypothesis was tested by comparing biomass (obtained by qPCR) and DON (obtained by chromatographic methods) levels between southern (15ADON chemotype) and northern European (3ADON chemotype) isolates in the artificial infection of wheat and oat grains. Based on qPCR and DON results, in *F. graminearum* the 15ADON isolates were more specialised to wheat than the 3ADON isolates. In oat there were not as clear differences between the 15ADON and 3ADON isolates, but in 2018 higher *F. graminearum* DNA levels and in 2019 higher DON and *F. graminearum* DNA levels were found in plots inoculated with 3ADON isolates. This may be due to the fact that oat has been for a long time the most important crop in many parts of northern Europe, while wheat is more important in southern Europe. *F. graminearum* DNA and DON levels are also highest in oat in northern Europe, while in southern Europe they are highest in wheat and maize.

**KEYWORDS:** *Fusarium*-punahomeet, DON, kaura, vehnä

## 23.4 Perunantuotannon virustilanne Suomessa

Johanna Santala

Ruokavirasto

### TIIVISTELMÄ

Virusten aiheuttamia tappioita ehkäistään perunantuotannossa tehokkaimmin käyttämällä virusvapaata siemenperunaa. Perunan Y-viruksen esiintymistä tutkitaan Ruokavirastossa vuosittain esiperus- ja perussiemenuokkiin kuuluvista siemeneristä ELISA-testillä. Lisäksi tutkitaan perunan A, M, S ja X – virukset sekä perunan kierrelehtivirus siemenerän kotimaisesta kanta-aineistosta polveutuvasta lisäysaineistosta sen tullessa ensimmäistä kertaa virallisen tarkastuksen piiriin avomaantuotannossa. Sen sijaan ulkomaisesta kanta-aineistosta polveutuville esiperus- ja perussiemenerille tehdään laboratoriomääritys kaikkien edellä mainittujen virusten osalta aina, kun uusi erä tuodaan Suomeen. Ruokaviraston toteuttamissa lakisääteisissä virustesteissä yleisimmät löydökset ovat Perunan Y ja S -virus. Perunan Y -virusta (PVY) löytyy suomalaista alkuperää olevilta esiperus- ja perussiemenviljelysiltä vuosittain. Perunan S -virusta on 2000-luvulla löytynyt vain ulkomaista alkuperää olevista siemeneristä. Ulkomaista alkuperää olevien siemenerien uudelleen testaamista maahantuonnin yhteydessä onkin perusteltu sillä, ettei lakisääteisesti tutkittavia viruksia, Y-virusta lukuun ottamatta, juurikaan esiinny suomalaisessa siemenperunassa. Kuitenkaan emme juurikaan tunne virustilannetta esimerkiksi siemenperunan myöhemmissä sukupolvissa tai ruokaperunantuotannossa ja luonnonkasveilla, joista perunalle haitalliset virukset voivat sopivissa olosuhteissa levitä myös siemenperunantuotantoon. Vuosien 2018–2020 aikana toteutetussa Makera-rahoitteisessa PERVIRLÄHDE-hankkeessa pyrittiin tuottamaan tutkimustietoa eri virusten yleisyydestä suomalaisessa perunantuotannossa niiltä osin, kuin tietoa ei ole saatavilla virallisista tutkimuksista. Hankkeen aikana analysoitiin vuosien 2017 ja 2018 sadoista kaikkiaan 304 perunanäytettä. Esiperus- ja perussiemenen osalta näytteenotossa hyödynnettiin sertifiointia varten Ruokavirastoon lähetettyjä näytteitä. Lisäksi siemenperunapeltojen tarkastusten yhteydessä kerättiin näytteeksi oireellisia lehtiä. Ruokaperunanäytteet valittiin satunnaisotannalla Ruokavirastoon rengasmätäkartoitusta varten lähetettyjen virallisten näytteiden joukosta. Perunanäytteiden lisäksi hankkeen yhteydessä analysoitiin 104 siemenperunapeltojen ympäriltä kerättyä luonnonkasvinäytettä. Peruna- ja luonnonkasvinäytteistä tutkittiin kaikki niissä esiintyvät virukset pienten RNA-molekyylien sekvensointiin perustuvalla menetelmällä. Siemenperunasta löytyi tutkimuksissa vain perunan Y-virusta. Ruokaperunasta löytyi perunan Y-virusta, perunan maltokaarivirusta sekä perunan S- ja M-virusta. Perunan S-virusta löytyi kuudesta ja M-virusta yhdestä sadon 2018 ruokaperunanäytteestä. Luonnonkasvinäytteistä ei löytynyt perunalle haitallisia viruksia.

**AVAINSANAT:** peruna, virus, syväsekvensointi

## 24 MAATALOUDEN ENERGIAMURROS

### 24.1 Vertikaalisen tuulivoiman mahdollisuudet maatilamittakaavassa

#### Kari Laasasenaho

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

#### TIIVISTELMÄ

Tuulivoima on nykyisin yksi potentiaalisimmista tavoista tuottaa uusiutuvaa energiaa, sillä se ei tarvitse enää taloudellista tukea ollakseen kannattavaa. Siksi tuulivoima kiinnostaa myös maataloja. Tuulivoimaa tuotetaan nykyisin pääosin horisontaalisten tuuliturbiinien (HAWT) ja vertikaalisten tuuliturbiinien (VAWT) avulla. Horisontaalisissa turbiineissa lavan akseli on vaakatasossa, kun taas vertikaalisissa akseli sijaitsee suoraan ylöspäin. Horisontaalisten voimaloiden korkeat rakenteet on koettu maisemahaitaksi, mikä lisää kiinnostusta vertikaalista tuulivoimaa kohtaan. Vertikaalisten tuulivoimaloiden hyvänä ominaisuutena on se, että ne voidaan sijoittaa maanpinnalle, ja ne toimivat kaikkiin ilmansuuntiin ilman säätöjä. Tällaisissa tuulivoimaloissa myös maisema- ja ympäristöhaitat jäävät pienemmiksi. Lisäksi vertikaalisten voimaloiden käynnistymiseen tarvittava tuulennopeus on yleensä alhainen eli  $1.5\text{--}3\text{ m s}^{-1}$ . Toisaalta ne kestävät myös kovia tuulennopeuksia. Koska vertikaalisen tuulivoimalan pyyhkäisynta-ala jää vaatimattomaksi, sen maksimiteho jää yleensä huomattavasti alhaisemmaksi kuin horisontaalisen tuulivoimalan. Tämä johtuu siitä, että vertikaaliset voimat eivät pysty keräämään tuulen sisältämää energiaa kovin suurelta pinta-alalta. Vertikaalinen tuulivoima on Suomessa harvinaista ja siitä ei ole juuri julkista tietoa saatavilla. Vertikaalisen tuulivoiman hyödyntämismahdollisuuksista onkin kaivattu lisätietoja. Tässä tutkimuksessa laadittiin mallilaskelmia vertikaalisen tuulivoiman tuotannosta ylistarolaisessa maaseutuyrityksessä. Kyseessä oli kohde, jossa vanha sikala haluttiin muuttaa juhla- ja kokouspalvelukäyttöön. Alustava arvio tuulivoiman teholuokasta oli 3–6 kW, joten tätä teholuokkaa käytettiin laskelmien pohjana. Laskelmien mukaan yhdellä 3 kW:n vertikaalisella tuulivoimalalla voitiin kattaa kohteen kokonaissähkönkulutuksesta (35 MWh) 8 %, 6 kW:n voimalalla 7 % ja 10 kW:n 17 %. Koko kohteen sähköntarpeen tuottaminen vaati 6–15 voimalaa ja rautasulfaattikuston laskelmien perusteella. Vertikaalinen tuulivoima ei ole tällä hetkellä kilpailukykyistä maaseutuyrityksissä, jotka ovat verkkosähkön saavutettavissa. Eteläpohjalaisiin olosuhteisiin suhteutetun laskennan mukaan vertikaalinen tuulivoima ei sovellu yksittäisten sähköntarpeeltaan isojen kiinteistöjen ainoaksi sähköenergianlähteeksi, koska voimaloita tarvittaisiin useita. Lisäksi sähkönvarastoinnin vaatiman akuston investointi ei ole kannattava pitkälläkään aikavälillä. Nykytekniikalla vertikaalinen tuulivoima on kannattava Suomessa ainoastaan erikoistapauksissa, kuten syrjässä olevilla ja vähän sähköenergiaa tarvitsevilla kohteilla. Tutkimus tehtiin HYBE-hankkeessa (Hajautetun energiantuotannon hybridiratkaisut Etelä-Pohjanmaan maaseudulla). Hanketta rahoittavat Manner-Suomen maaseutuohjelma, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, EPV Energia Oy, Seinäjoen Energia Oy, Töysän Säästöpankkisäätiö sekä MTK:n Säätiö.

**AVAINSANAT:** ilmastonmuutos, hybridienergiaratkaisut, maatilat, vertikaalituulivoima



## 24.2 Maatalous Etelä-Pohjanmaan energiatiekartassa 2030

Risto Lauhanen, Kari Laasasenaho, Juha Tiainen, Anu Palomäki

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Ilmastonmuutoksen torjunta on iso haaste sekä kansallisesti että globaalisti. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vaatii kaikilta toimia, mm. fossiilisen energiankäytön alentamista. Päästökauppa ja hiilikompensaatit eivät yksin riitä. Leudot talvet ja talouden matalasuhdanteet ovat vähentäneet Suomen energiankulutusta. Myös koronapandemia on vähentänyt taloudellista toimeliaisuutta ja liikenteen päästöjä. Lisäksi metsäenergian käyttö keskusteluttaa, kun luonnon monimuotoisuusasiat ovat aiempaa enemmän esillä. Kun maatalo käyttää energiantuotannossa esimerkiksi pienpuuhaketta ja aurinkoenergiaa, puhutaan hybridienenergiaratkaisusta. Projektin tavoite oli tutkia maatalon energiavaihtoehtoja asiantuntijatyönä osin maakunnallisen Just Transition Fund eli JTF-työryhmän rajapinnassa 2030-luvun tilanteessa mm. laskentaesimerkkien ja SWOT-analyysin avulla vuosina 2020–2021. Ruokaketju korostuu Etelä-Pohjanmaan energiasektorilla. Iso maatalo voisi energiahuoltaa itsensä lisäksi kylän, jos isot energiatoimijat vetäytyisivät pois. Suurimmat kansalliset päästövähennykset taas ovat mahdollisia isojen kaupunkien suurvoimaloissa. Energiaturpeen alasajo on suoraan yhteydessä Etelä-Pohjanmaan energiahuollon näkymiin 2030-luvulla. Ala on työllistänyt myös maataloja. Siirtymän haittavaikutukset voivat heijastua erityisesti maakunnalle tärkeään maatalouteen, sillä energiaturpeella on tuotannollinen yhteys kasvu- ja kuiviketurpeen kanssa. Tästä johtuen ruokaketjussa on varauduttava turvetuotannon vaikeutumiseen, ja sitä kautta kuivike- ja kasvuturpeiden hinnannuutoksiin. Etelä-Pohjanmaa on ruokamaakunta ja maakunnan parhaat pellot tarvitaan ruoantuotantoon. Nykyisessä toimintaympäristössä peltobioenergia ei ole ratkaisu, mutta rypsiöljy on hyvä ja huoltovarmuuden turvaava polttoaine mahdollisissa poikkeusoloissa. Sika- ja broileritiloilla pienpuuhake on toiminut ja toimii jatkossakin lämmöntuotannossa huoltovarmasti ja kustannustehokkaasti. Ennakoitu avohakkuiden väheneminen laskisi metsäenergian tarjontaa. Aurinkoenergia suuren maatalon sähköntuotannon hybridiratkaisuna toimii jo nykyään kannattavasti, mutta alan hankkeet on huolella kilpailutettava. Lisäksi aurinkopaneeleita on mahdollista integroida rakennuskomponentteihin. Vertikaalituulivoimatuotanto ei vielä kannata maatalatasolla. Lisääntyvä biokaasun tuotanto aktiivisin tukijärjestelmien on yksi ratkaisu suuren nautatilan omavaraiseen energiantuotantoon. Biokaasutuotannon kannattavuutta on parannettava ja tilojen investointihalukkuutta lisättävä. Tutkimusta tarvitaan alan logistiikan ja sivutuotteina saatavien lannoitteiden kehittämiseen. Hajautetun energiantuotannon hybridiratkaisut Etelä-Pohjanmaan maaseudulla -hanke eli HYBE-hanke laati tiekartan osin Etelä-Pohjanmaan JTF-prosessiin tukeutuen. Hanketta ovat rahoittaneet Manner-Suomen maaseutuohjelma, Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, Seinäjoen Energia Oy, EPV Energia Oy, MTK:n säätiö ja Töysän Säästöpankkisäätiö.

**AVAINSANAT:** energia, Etelä-Pohjanmaa, maatalous, ruokaketju, tiekartta

## 24.3 Energianhallintajärjestelmien mahdollisuudet tulevaisuuden älymaatilän näkökulmasta

Jyrki Kataja

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Pohdittaessa maatilän sähkön käyttöä 2020-luvun alkupuoliskolla kannattaa kiinnittää huomiota kahteen maatalouden ulkopuoliseen asiaan: sähkömarkkinalainsäädännön uudistamisen vaikutuksiin sähkön hankintasopimukseen liittyen sekä merkittävästi lisääntyvän sääolosuhteista riippuvaisien uusiutuviin energialähteisiin perustuvaan sähköntuotantoon. Jotta maatila pystyisi vastaamaan sähkömarkkinoiden muuttuviin haasteisiin toiminnallisesti ja taloudellisesti järkeillä tavoilla, on tilatasolla tunnettava sähkön kokonaiskulutuksen lisäksi laitteiden ja koneiden käytöstä syntyvä kuormitus ja sen vaihtelut vähintään voimassa olevan sähkösopimuksen mukaisen kulutuksen mittaustavan tarkkuudella. Jyväskylän ammattikorkeakoulun, VTT:n, Luonnonvarakeskuksen ja Ammattiopisto LIVIAN yhdessä toteuttamassa Energiantuotanto ja -käyttö tulevaisuuden maatioilla -tutkimushankkeessa tutkittiin maito-, kana- ja sikatilän sähköenergian kulutuksen vaihteluita tuotantovaiheen ja vuodenajan mukaan. Maitotilalla tutkittiin aurinkosähköjärjestelmän tuottaman energiamäärän ja lypsyrobottilan normaalien toimintojen vaatiman energiamäärän suhdetta tilan arjessa sekä itse navetan että koko maatilän näkökulmasta. Mittaustuloksien pohjalta selvitettiin mahdollisia vaihtoehtoja siihen, miten maitotila voisi hyödyntää energiahallintajärjestelmää sähköenergian varastointiin, ohjaamaan normaalien toimintojensa vaatimaa sähkökuormaa, sekä sähköenergian myyntiin ja ostamiseen jakeluverkkojen kuormituksen että ennakoitavan uusiutuvan sähköenergian tuotantovolyymin perusteella. Maitotilat muodostavat haasteellisen soveltamiskohteen energianhallintajärjestelmille, koska maitotiloilla hetkelliset sähkökuormat jakeluverkkojen suuntaan voivat vaihdella paljon. Tutkimuskohteena olleen maitotilan navetan osalta mitattiin sähkökuorman vaihteluväli 14.6 kW:n tuotannosta 25.1 kW:n kulutukseen.

**AVAINSANAT:** maitotila, sähkönkulutus, sähkömarkkinalaki, energianhallintajärjestelmä

## 25 TURVEPELTOJEN ILMASTOPÄÄSTÖJEN HALLINTA

### **25.1 Action oriented knowledge for the Finnish food system to sustainably manage organic soils in agriculture**

**Ellen Huan-Niemi<sup>1</sup>, Suvi Huttunen<sup>2</sup>, Ari Paloviita<sup>3</sup>, Antti Puupponen<sup>3</sup>, Heikki Lehtonen<sup>1</sup>, Jyrki Niemi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>2</sup>Finnish Environment Institute (SYKE)

<sup>3</sup>University of Jyväskylä

#### **ABSTRACT**

Agriculture is a contributing force to climate change due to the unsustainable usage of peatlands for food production in Finland. More than half of the greenhouse gas (GHG) emissions from agriculture in Finland is from the cultivation of organic soils, but the share of organic soils is only 10% of the cultivated land area. The food system in Finland is facing a triple challenge: providing food security and nutrition, supporting livelihoods for those working in the food supply chain and contributing to environmental sustainability. To develop better policies for the food system, we need action-oriented knowledge for sustainability, which emerges when we are working in integrated ways with many kinds of knowledge involved in the shared design. This study integrates quantitative method (modelling) with qualitative method (focus groups) and uses this integrated knowledge with stakeholders from across the food system activities to create action-oriented knowledge. An Excel based model is used to examine the aim to reduce GHG emissions from organic soils in Finland by 33% in 2035 and by 70% in 2050. The scenario of “No food production on organic soils with massive restoration” would reduce GHG emissions the most (79%), but the focus group discussions among farmers, regional officials and food industry representatives reveal that the proposed measures would be unfeasible and unjust. All the focus group participants are reluctant to strongly regulate the use of organic soils in agriculture, which are highly important to livestock farmers, due to the need to produce animal feed and spread manure at the farm level. Regional or farm-level policy measures are preferred instead of one-size-fits-all policy measures. Economic incentives, advisory services, and support to agriculture are favoured over strict regulations and could be tailored to regional circumstances. Adequate subsidy levels can promote wet grassland, paludiculture and afforestation on organic soils, but the needed subsidy levels may be politically and economically unrealistic. Dietary change could free up land and shift cultivation from organic soils to mineral soils. According to the economic sector model, 470 000 ha or 770 000 ha of cropland would be freed up if there is one-third or two-thirds reduction in the consumption of animal-based products in Finland. However, the focus group participants think that a decline in demand for livestock products in Finland is not a realistic driver of change in land use due to the option of exporting the products. The use of organic soils in food production is a complex and politically driven issue in Finland. It can only be addressed through interventions that account for local, regional, and national needs to generate transformative and system-wide change. Thus, this study engages interdisciplinary researchers with farmers, regional officials, and food industry representatives (transdisciplinary) to produce action-oriented knowledge for sustainability.

**KEYWORDS:** GHG emissions, organic soils, inter-disciplinary, action-oriented knowledge

## 25.2 Turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen alentaminen maajärjestelyin

Olli Niskanen<sup>1</sup>, Kalle Konttinen<sup>2</sup>, Henrik Wejberg<sup>1</sup>, Juho Valtiala<sup>1</sup>, Kirsikka Riekkinen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Maanmittauslaitos

<sup>3</sup>Aalto-yliopisto, Maanmittauslaitos

### TIIVISTELMÄ

Suomen maatalouteen liittyvä erityispiirre ovat maannoslajin mukaan määriteltävät turvepellot, joita on peltoalastamme hieman yli 10 prosenttia. Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä noin 60 % tulee näiltä turvemailta. Lisäksi maankäytön muutos muista maankäyttömuodoista pelloksi aiheuttaa huomattavasti päästöjä. Turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöihin voidaan vaikuttaa maankäytön muutoksilla ja pohjaveden pinnan nostamisella. Ensisijaisia ennallistamisen kohteita ovat turvepeltojen alasta noin 30 000 ha, joilla ei ole viime vuosina tuotettu ruokaa tai rehua, mutta joiden poistaminen viljelystä ei ole kuitenkaan ollut taloudellisesti järkevää. Aktiiviviljelyssä olevilla paksuturpeisilla aloilla säätösalaajituksen käyttö on eräs tehokas päästöjen hillitsemisen keino, jolla saavutetaan samalla myös tuotannollisia hyötyjä. Viljelijän kannalta muutokset voivat olla vaikeita tai jopa mahdottomia toteuttaa ilman ulkopuolista apua. Yhteiskunta voi kuitenkin tukea viljelijää muutoksessa usealla eri tavalla. Tilusjärjestelyssä tilussijoitusta voidaan muuttaa niin, että maankäytön muutosten negatiiviset vaikutukset maatilalle vähenevät tai poistuvat kokonaan. Tilusjärjestelyjen yhteydessä on mahdollista toteuttaa myös säätösalaajituksia, joiden pinta-alat omistusjärjestelyjen ansiosta voivat olla suurempia kuin yksittäisen viljelijän omina hankkeina. Tilusjärjestelyn onnistuneeseen toteuttamiseen vaikuttavat useat eri syyt. Tilusjärjestelyssä vaihtoja voidaan ketjuttaa usean eri maanomistajan kautta, jolloin vaihtomahdollisuudet ovat moninkertaiset tavanomaiseen tilusvaihtoon verrattuna. Tilusjärjestelyn yhteydessä tehty valtion vaihtomaiden hankinta tukee hyvän tilussijoituksen toteutumista. Peltoja siirtyy ei-viljelijöiltä viljelijöille ja samalla voidaan parantaa tilussijoitusta. Koska tilusjärjestelyssä keinovalikoima on laajaa, voidaan siinä valita maatilalla parhaat toteutustavat kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen turvepeltoilla. Toteutuneeseen tilusjärjestelyyn perustuvassa esimerkkilaskelmassa turvemaiden salaajitukset on korvattu säätösalaajituksella ja eräs paksuturpeinen alue on ennallistettu kosteikoksi. Tulevien vuosien ilmastopäästöjen vähennysten arvon diskonttaaminen nykyhetkeen osoittaa ilmastotoimien parantavan tilusjärjestelyn yhteiskunnallista kannattavuutta merkittävästi. Tilusjärjestelyt, tilusvaihdot, säätösalaajitukset ja vaihtomaat esimerkiksi maapankin kautta järjestettyinä ovat hyviä työkaluja päästövähennysten aikaansaamiseen, mutta ne edellyttävät oikeaa tietoa paksuturpeisten peltojen sijainnista ja laadusta, sekä hyötylaskennan kehittämistä huomioimaan näiden tekijöiden taloudelliset vaikutukset.

**AVAINSANAT:** tilusjärjestely, maapankki, maankäyttö, turvepellot, ilmastopäästöjen hillintä

## 25.3 Viljelyn siirtäminen turvemailta kivennäismaille voi tuottaa kohtuuhintaisia kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä

Henrik Wejberg, Heikki Lehtonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Turvepellot tuottavat noin 60 % maatalouden päästöistä. Päästöjen vähentäminen turvepelloilla onnistuu pellon vedenpintaa nostamalla tai muokkausta vähentämällä. Yksivuotisen kasvin viljelystä monivuotiselle nurmelle siirtyminen vähentäisi noin 10 tonnia hiilidioksidiekvivalentteja päästöjä per hehtaari. Tästä kuitenkin syntyy maatilalle kustannuksia, jos yksivuotisen kasvin viljely on kannattavampaa kuin monivuotisen. Jos korvaava pelto on turvepohjaista, ei päästövähennyksiä synny. Karjatiloiilla peltoalan pientyminen ei myöskään ole mahdollista, jos jäljelle jäävän peltoalan rehu tuotos ei riitä ruokkimaan eläimiä. Jos laajentava kotieläintila saisi itselleen vuokrattua kivennäismaata, voisi yksivuotista tuotantoa siirtää vuokratulle lohkolle ja turvelohkon monivuotiseen tuotantoon. Tämä vähentäisi päästöjä 10 tonnia per vuokraamisella korvattava hehtaari. Päästövähennysten kustannus riippuu kuitenkin vuokrattavan lohkon etäisyydestä, koosta ja vuokran suuruudesta. Verrattuna yksivuotisesta viljelystä korvattavaan turvepeltoon, kustannuksia syntyy lohkon sijaitsemisesta kauempana, pienen koon aiheuttamista lisäkustannuksista viljelyssä ja korkeasta vuokravaatimuksesta. Päästövähennyskustannus per tonni saadaan jakamalla nämä lisäkustannukset päästövähennysten määrällä. Laskimme RATU-hankkeessa päästövähennyskustannuksia vaihdellen etäisyyden ja vuokran suuruutta. Aineisto keskimääräisistä vuokrista, lohkokoosta ja etäisyyksien vaihtelusta saatiin ProAgrialta. Päästövähennyskustannukset, jotka vaihtelivat tulosten mukaan välillä 30–75 €, kallistuvat nopeasti etäisyyden ja vuokran kasvaessa. Kustannuksia voidaan pitää kohtuullisina, jos ne alittavat 50 €/tCO<sub>2e</sub>. Myös pieni lohkokoko lisää nopeasti päästövähennyskustannuksia, jolloin etäisyyden ja vuokran suuruuden pitää olla entistä alhaisempia. Rehuntuotantosopimukset olivat toinen tarkasteltava vaihtoehto, joka voi vähentää yksivuotisten kasvien viljelyä ja päästöjä turvemailta. Laskelmissa oletettiin rehukaupan tapahtuvan markkinahinnoilla ja turvepellon monivuotisen käytön olevan yksivuotista vähemmän kannattavaa. Päästövähennyskustannus oli 65–70 € välillä. Jos rehuntuotantosopimuksessa hinta olisi markkinahintaa alhaisempi ja tiloilla olisi kannattavia yhteistyömahdollisuuksia esimerkiksi lannan levityksessä kivennäismaille, voisi päästövähennyskustannus laskea alhaisemmaksi. Kivennäismaiden vuokrasopimusten tai rehuntuotantosopimusten avulla saatavien päästövähennysten kustannuksia voidaan pitää kalliina keskimääräisten vuokrien ja etäisyyksien tapauksissa. Kustannusperusteinen tuki viljelijälle voisi lyhyen etäisyyden ja kohtuullisen vuokran tapauksissa kuitenkin johtaa edullisiin päästövähennyksiin. Kannattavia päästövähennyksiä voisi toteutua, jos päästöjä vähentäviä sopimuksia voisi tarjota tiettyä kustannusperusteista korvausta vastaan.

**AVAINSANAT:** turvemaat, päästövähennyskustannus, kannattavuus

## 25.4 Viljelijöiden näkemyksiä turvepeltojen kasvihuonekaasujen vähentämisestä

Elina Virkkunen, Jussi Leppänen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tavoite hiilineutraalista Suomesta vuoteen 2035 mennessä on lisännyt painetta maataloudessa tehtäviin ilmastotoimiin. Erityisinä kehittämiskohteina ovat turvepeltojen kasvipeitteisyys ja viljely korotetulla pohjaveden tasolla ja kosteikkoviljelynä. Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa käytäntöön soveltuvia keinoja vähentää turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjä. Tätä varten haastateltiin 19 viljelijää Kainuun, Keski-Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan alueilta kevättalvella 2020. Tutkimus oli osa RATU-hanketta. Haastateltavat tilat varioitiin taustatekijöiden kuten tilan peltoalan, tuotantosuunnan ja turvepeltojen osuuden suhteen. Suurin osa, 15 tilaa, oli kotieläintiloja. Aineistossa oli kymmenen yli sadan peltohehtaarin tilaa. Nurmi oli 12 tilalla pääkasvi. Tilat sijaitsivat alueella, jossa turvepeltojen osuus on suuri, ja ne olivat monelle tilalle elintärkeitä. Kuudella tilalla oli viljelijän mukaan turvepeltoja 50 % tai enemmän peltoalasta, kahdeksalla tilalla turvepeltojen osuus oli 20–50 % peltoalasta. Turvepellot olivat viljelijöiden arvion mukaan enimmäkseen paksuturpeisia. Viljelijöiden spontaanien vastausten perusteella voitiin löytää neljä erilaista lähestymistapaa (perustyyppiä) turvepeltojen kasvihuonekaasujen vähentämiseen. Yksittäinen viljelijä saattoi kuulua samaan aikaan useampaan kuin yhteen perustyyppiin: 1. Nurmiviljelyn tehostajat (16 viljelijää) olivat valmiita parantamaan nurmisatoa, ja usein uudistamaan nurmet vasta keväällä. talviaikaisen kasvipeitteisyyden jälkeen. 2. Kasvipeitteisyydestä kevääseen asti huolehtivat (11 viljelijää) pyrkivät lyhyeen ja vain kevääseen ajoittuvaan muokkausvaiheeseen erityisesti viljanviljelyssä ja myös viljelemään kerääjäkasveja. 3. Päästöjen minimoijat (8 viljelijää) olivat valmiita metsittämään tai laajaperäistämään hankalien, märkien ja usein pienehköjen peltolohkojen viljelyä. 4. Kompensoijat (5 viljelijää) korostivat tilan metsätalouden sitovan hiiltä ja siten kompensoivan maatalouden päästöjä. Muutama viljelijä suunnitteli kosteikkaa tai oli jo perustanut sen. Viljelijöiden mukaan käytäntö on jo ohjannut nurmiviljelyä turvepelloille. Turvepeltojen pohjaveden tason säätelyyn oli valmiutta, mutta varsinainen kosteikkoviljely kiinnosti selvästi vähemmän. Useimmat eivät uskoneet turvepeltojen kaasupäästöillä olevan merkittävää vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Moni haastateltava mainitsi lentoliikenteen, suurteollisuuden ja kivihiilen polton maataloutta haitallisemmiksi ilmaston kannalta. Viljelijät ehdottivat, että maatalouden kasvihuonekaasupäästöjä voitaisiin vähentää etsimällä keinoja muualtakin kuin turvepeltojen viljelystä, edistämällä biokaasutuotantoa, huolehtimalla tutkimuksesta, neuvonnasta ja tiedotuksesta, siirtämällä tukioikeuksia pieniltä ja hankalilta lohkoilta muille pelloille, tilusjärjestelyillä sekä maksamalla korvausta hiilensidonnasta ja kasvihuonekaasujen vähentämisestä.

**AVAINSANAT:** turvepellot, kasvihuonekaasupäästöt, haastattelututkimus

## 26 ÄLYKÄS NAUTAKARJATILA

### 26.1 Tulevaisuuden älymaatila tarvitsee toimivaa tiedonsiirtoa

**Marjo Heikkilä<sup>1</sup>, Juho Pirttiniemi<sup>2</sup>, Hannu Haapala<sup>2</sup>, Jani Suomalainen<sup>3</sup>, Harri Posti<sup>4</sup>, Tero Kippola<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centria-ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>JAMK

<sup>3</sup>VTT

<sup>4</sup>Oulun yliopisto

#### **TIIVISTELMÄ**

Oulun yliopiston ja Centria-ammattikorkeakoulun koordinoima PRIORITY-hanke tutkii tietoliikenteen ja digitalisaation uusia sovelluksia ja mahdollisuuksia erilaisissa käyttökohteissa, teemalla Kriittinen Tietoliikenne. Hanke tekee käyttäjälähtöistä tutkimusta suuntaamalla teknologiatutkimusta tulevaisuuden loppukäyttäjäskenaarioilla. Yhtenä tutkimuskohteena on Älymaatalous ja sen sovelluskohteena nurmiviljely maitotilalla. Monialaiseen konsortioon tutkimuslaitoksina kuuluvat Oulun yliopisto, Centria, TUAS, JAMK ja VTT. Viidellä konsortioon kuuluvalla yrityksellä – Airbus, Bittium, Digita, Exfo ja Keysight – on omat rinnakkaiset teollisuusprojektinsa. Muut kumppanit ovat Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Puolustusvoimat, Pelastustoimi, Elisa, Erillisverkot, Fairspectrum, Verkotan, AGCO, Goodmill sekä Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto. Kesällä 2021 PRIORITY toteutti JAMK Biotalousinstituutin kanssa kenttätestitilaisuuden. Testiviikon ajaksi Tarvaalan Älymaatilalle Saarijärvelle rakennettiin yksityinen mobiiliverkko tukemaan älymaatalouden tietoliikennetarpeita. 4G, 5G, WiFi ja satelliittiverkkojen yhdistelmällä pyrittiin täyttämään älymaatilalla käytettävien sovellusten asettamia erityisvaatimuksia, kuten suurta bittinopeutta, pientä viivettä, taattua signaalin laatua ja tietoturvasoa sekä verkon peittoa ja palveluiden saatavuutta. Testissä otettiin myös huomioon virhetilanteet ja kohteiden etäisen sijainnin vaikutukset. Testatut teknologiset ratkaisut keskittyivät nurmen täsmälannoitukseen hyödyntäen maaperäantureita, satelliittikuvien indeksikarttoja ja paikkakohtaiseen levitykseen pystyvää työkonetta. Testissä traktori lannoitti nurmen osin toimistosta etäohjatuksi, osin autonomisesti. Dronea hyödynnettiin työn tarkasteluun kuvaamalla lannoiterakeiden levitystasaisuutta ja paikantamalla mahdollisia vierasesineitä pellolla. Samaan aikaan maanviljelijälle tarjottiin reaaliaikaista tilannetietoa navetasta. Paikalle rakennetun yksityisen verkon avulla pystyttiin turvaamaan etäohjauksen tiukat viive- ja laatuvaatimukset. Erityisesti ohjauksessa tarvittava reaaliaikainen videokuva haastaa tietoliikenneverkkoja. Pääsyoikeuksien- ja luottamushallintaratkaisulla torjuttiin monimuotoisesta IoT-laitekannasta ja verkostoitumisesta aiheutuvia kyberuhkia. Keskeinen havainto kenttätestistä oli se, että toimiva tiedonsiirto voidaan toteuttaa tarvittaessa paikallisella yksityisellä verkolla. Poikkiteollinen yhteistyö tietoliikennespesialistien ja maatalouden osaajien välillä todettiin erittäin toimivaksi tavaksi saada aikaan uutta tietoa.

**AVAINSANAT:** älymaatalous, tiedonsiirto, 5G, yksityinen verkko

## 26.2 Nurmen määrän ja laadun estimointi droonikaukokartoituksella

Eija Honkavaara<sup>1</sup>, Johannes Ek<sup>2</sup>, Kirsi Karila<sup>1</sup>, Niko Koivumäki<sup>1</sup>, Roope Näsi<sup>1</sup>, Raquel Oliveira<sup>1</sup>, Joel Pitkänen<sup>1</sup>, Oiva Niemeläinen<sup>3</sup>, Jere Kaivosoja<sup>3</sup>, Arja Mustonen<sup>3</sup>, Panu Korhonen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Paikkatietokeskus, Maanmittauslaitos

<sup>2</sup>Aalto yliopisto

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Satelliitti- ja droonipohjaiset kaukokartoitusmenetelmät ovat kehittyneet nopeasti ja ne luovat pohjaa maatalouden digitalisaatiolle ja täsmämaatalouden käyttöönotolle. Erityisesti nurmisadon määrän ja laadun määrittäminen on perinteisin menetelmin ollut työlästä. RehuDrooni-hankkeessa tutkitaan ja kehitetään droonikaukokartoituspohjaisia menetelmiä tuotantonurmien määrä- ja laatuparametrien estimointiin sekä pyritään kehittämään tehokkaita työkaluja nurmituotannon kestävän tehostamisen tueksi. Estimointimallien kehittämistä varten RehuDrooni-hankkeessa kerätään droonilla väri- ja hyperspektrikuvia kontrolloidusta kenttäkokeista samanaikaisesti näytteenoton kanssa. Lisäksi tuotetaan fotogrammetrisia pistepilviä värikuvilta, joista muodostettiin kasvillisuuden korkeusmallit (canopy height model; CHM). Tutkimusaineistona käytettiin vuonna 2017 Jokioisen kenttäkokeessa ensimmäisessä ja toisessa niitossa kerättyä aineistoa, jossa erilaisilla tyyppilannoitustasoilla ja usean korjuuajankohdan avulla saatiin aikaiseksi laaja vaihtelu nurmen ominaisuuksissa. Kasvustoista mitattiin tuoresato (FY), kuiva-ainesato (DMY), sulavuus eli D-arvo (D-value), sulamaton kuitu (iNDF), kuitu (NDF), vesiliukoiset hiilihydraatit (WSC), tyyppipitoisuus (Ncont) ja typen sidonta (NU). Testiasetelmaan kuuluivat kenttäkoe estimointimallien kehittämistä varten sekä erillinen testialue. Aikaisemmassa tutkimuksessa kehitimme perinteisiin regressio ja Random Forest -menetelmiin perustuvat estimointimallit, jotka tuottivat lupaavia tuloksia (Viljanen ym., 2018, Oliveira ym. 2020). Tässä työssä selvitettiin uusien neuroverkkoarkkitehtuurien suorituskykyä. Työssä käytettiin erilaisia esikoulutettuja konvoluutioneuroverkko ja image transformer arkkitehtuureja (VGG16, VGG19, ResNet-18, -50, -101 and -152, EfficientNet B0, B3, B6 and B7, Swin Transformer, Vision Transformer). Suorituskykyä arvioitiin riippumattoman testiaineiston avulla ja tuloksista laskettiin normalisoitu neliöllinen keskivirhe (NRMSE). Syväoppivat neuroverkot tuottivat lupaavia tuloksia perinteisiin menetelmiin verrattuna. Esim. kuiva-ainesadossa Oliveira ym. (2020) NRMSE oli 23.02 % ja 25.89 % ensimmäiselle ja toiselle sadolle; neuroverkolla vastaavat arvot olivat 18.89 % ja 17.07 %. D-arvolle Oliveira ym. (2020) saama NRMSE oli 1.24 % ja 2.41 % ensimmäisessä ja toisessa niitossa ja neuroverkot antoivat parhaiksi tuloksiksi 0.94 % ja 1.75 %. Neuroverkoilla saavutettiin siis erittäin lupaavia tuloksia ja niiden merkittävä etu on, että ne mahdollistavat jatkossa erittäin tehokkaiden analyysimenetelmien kehittämisen. RehuDrooni-hankkeen jatkotyössä käytämme laajempia aineistoja mallien koulutukseen sekä tutkimme uusien hyperspektrikameroiden käyttöä. Lisäksi tutkitaan mallien hyödyntämistä tuotantonurmilla. RehuDrooni-hanketta rahoittaa Pohjois-Savon ELY-keskus Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman kautta. Hankkeen kesto on 1.1.2021–31.12.2022.

**AVAINSANAT:** drooni, kaukokartoitus, tekoäly, neuroverkko, paikkatieto, nurmi, määrä, sulavuus



## 26.3 Kohti automaattista tutkimusnavettaa

**Mikko Laajalahti**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Luonnonvarakeskuksella on käynnissä lypsykarjalouden tutkimusnavettojen muutos automaattiseen lypsyjärjestelmään. Kuopion Maaningan tutkimuspaikalla peruskorjataan v. 2009 rakennettu tutkimuspihatto ja Jokioisten Minkiössä rakennetaan kokonaan uusi tutkimuspihatto 2022–2023. Maaningan peruskorjaus valmistuu alkuvuodesta 2022. Tätä kirjoitettaessa rakennustyöt ovat parhaassa vauhdissa. Molemmat kohteet on suunniteltu 2020–2021 aikana. Toiminnallinen suunnittelusta vastuu on ollut 4dBarn Oy:llä. Arkkitehtisuunnittelu on Insinööritoimisto Tiimi Oy. Luonnonvarakeskuksen tavoite on kehittää uusi nykyaikainen ja automaattinen tutkimusnavetta missä ympäristö vastaa nykyisiä tuotannossa olevia navettoja. Rakennuksen toiminnallinen vastaavuus takaa tutkimuksen tulosten soveltuvuuden käytännön kotieläintalouteen. Myös automaattinen lypsyjärjestelmään siirtyminen vie tutkimuksen vastaamaan tuotantonavettojen vaatimuksia. Automaattisen tutkimusnavetan käsite sisältää tässä hankkeessa automaattisen lypsyjärjestelmän lisäksi myös tutkimuksen automatisointiin liittyviä elementtejä. Navetan käyttöä ohjataan sähköisen tutkimussuunnitelman avulla. Sähköisessä tutkimussuunnitelmassa määritellään navetassa tapahtuvat mittaustehtävät ja eläinten hoitoon liittyvät toiminnot. Tutkimussuunnitelmalla ohjataan eläinten liikkumista ja suoritettavia hoitotoimenpiteitä. Sähköiseen tutkimussuunnitelmaan kuuluu myös mahdollisuuksia älykkääseen tapahtumien hallintaan esimerkiksi eläimen terveyden tai käytöksen muuttuessa. Järjestelmä voi ohjata myös eläimen sijoittumista eri tutkimusalueille vuorokauden eri aikoina. Hankkeen haasteita on se, että kaikkia toiminnallisuuksia ei löydy valmiina kaupallisista sovelluksista. Navettakokonaisuus on hankittu eri toimittajilta. Eri järjestelmät on sovittava toimimaan yhdessä kokonaisuudessa niin että toiminnot synkronoituvat yhteen käytännön toiminnoissa. Järjestelmien yhteensovittamisessa on huomioitava myös eläinten- ja henkilöiden turvallisuus. Tutkimusnavetan ohjaamisen lisäksi järjestelmä kerää ja yhtenäistää syntyvän mittaustiedon. Mittaustieto siirtyy Luke tietojärjestelmään mistä se on edelleen jaettavissa tutkijoiden ja tutkimuskumppanien tarpeisiin. Syntynyt mittaustieto voidaan eritellä tutkimuskohtaisesti niin että tiedon luottamuksellisuus säilyy. Luken uusittujen tutkimusnavettojen mittaukset kattavat eläinten ympäristövaikutusten, ruokintaan ja hyvinvointiin liittyviä teemoja. Navetat soveltuvat myös navettateknologian kehittämiseen.

**AVAINSANAT:** tutkimusnavetta, automaattilypsy, tutkimus, mittaus, kyberturvallisuus, lypsyrobotti

## 26.4 Kokemuksia ja tuloksia lämpötilan mittaussauvan käytöstä säilörehun laadun ennakkoinnissa

**Ilpo Pölönen<sup>1</sup>, Antti Suokannas<sup>2</sup>, Samu Palander<sup>3</sup>, Jari Kulku<sup>1</sup>, Rauno Laine<sup>1</sup>, Gert Hattingh<sup>1</sup>, Olli Koskela<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Hämeen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Säilörehun lämpötilan mittaus laakasiilossa on osa Hyvää karjalle EIP-hanketta, joka on kahden EIP-ryhmän, Älyrehun ja Digipaalin, yhteishanke. Tavoitteena on kehittää uusia innovaatioita ja levittää niitä muualle Eurooppaan hyödyntäen kansainvälistä yhteistyötä innovaatioiden kokeilemisessa ja levittämisessä suoraan maataloille. Hankkeen vastuullisena toteuttajana on Oulun Yliopiston Kajaanin yliopistokeskuksessa toimiva Mittaustekniikan yksikkö (MITY), kaksi muuta toteuttajaorganisaatiota ovat Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK) ja Luonnonvarakeskus (Luke). Hankkeen innovaatioryhmässä on alkutuottajia neljästä maakunnasta yhteensä viideltä maatilalta. Asiantuntijoina innovaatioryhmässä ovat ProAgria Kainuu ry, yritykset Mtech Digital Solutions Oy, Quanturi Oy, Chain Antimicrobials Oy, kaksi eläinlääkärinä ja paalausurakoitsijana. Nurmirehun säilöntäprosessi on laajasti ja perusteellisesti tutkittu useiden vuosikymmenten ajan. Vaikka hyvät käytännöt ovat toimijoiden tiedossa, rehun säilöntä epäonnistuu joissakin tapauksissa. Rehun pilaantuminen voi johtua monesta tekijästä, mutta usein siihen liittyy aerobinen käyminen. Aerobinen käyminen tuottaa lämpöä, jonka vaikutusta halusimme testata laakasiilorehun laadun ennustamisessa. Hypoteesina on, että säilörehun korkea lämpötila ennakoii rehun pilaantumista, tarvetta nostaa viljan osuutta seosrehussa tai jopa sen käyttökelvottomuutta. Seurasimme säilörehun lämpötilaa rehuun asennettujen langattomien sauvojen avulla, jotka mittasivat rehun lämpötilaa kolmessa syvyydessä (50, 150 ja 250 cm pinnasta). Tulokset tallentuivat Quanturin palvelimelle. Kenttäkokeessa oli mukana viisi karjatilaa, joista 2 käytti biologista menetelmää ja kolme säilöi hapolla. Kahden vuoden lämpötilaseuranta tiloilla osoittaa rehun lämpenemisen olevan yleistä. Esikuivatun säilörehun lämpötila on säilönnän aluksi lähellä ympäristön lämpötilaa, mutta voi nousta pintaosassa jopa 50 °C:een. Nousua voi tapahtua myös 150 cm:n syvyydessä, mutta pohjassa lämpötila pysyy vakaana säilöntämenetelmästä riippumatta. Säilörehun laboratorioanalyysit osoittavat lämpötilan nousun yhteyden rehun säilönnälliseen ja ruokinnalliseen laatuun – alentunut maitohappopitoisuus ja kasvanut pH, sokereiden alhainen määrä ja alentunut rehun syönti-indeksi. Säilörehun lämpötilaseuranta auttaa toimijoita parantamaan säilörehuprosessia ja informoi tulevasta tarpeesta muuttaa ruokintaa. Mittaustulokset ja niiden yhteys ruokinnalliseen laatuun esitetään seminaarissa.

**AVAINSANAT:** säilörehu, lämpötila, anturit

## 27 KOTIELÄINTEN JALOSTUS

### **27.1 Mihin maidot syksyllä häviävät? Tuotosseurantalehmien maitomäärien kuukausittaiset vaihtelut vuosina 2017–2019**

**Leena Kärkkäinen<sup>1</sup>, Petri Kainulainen<sup>1</sup>, Tero Kanala<sup>2</sup>, Olavi Koskimäki<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Savonia-ammattikorkeakoulu Oy

<sup>2</sup>Osuuskunta Maitosuomi

#### **TIIVISTELMÄ**

Maitomäärän kausivaihtelu on meijerisektorille pulma. Periaatteessa joka päivä ympäri vuoden pitäisi meijerille tulla saman verran maitoa. Meijerin kapasiteetti olisi silloin koko ajan täydessä käytössä. Syksyllä maitoa tulee kuitenkin vähemmän. Alhaisimmillaan meijeriin tuleva maitomäärä on lokakuussa. Savonia-ammattikorkeakoulun ja Osuuskunta Maitosuomen yhteisessä tutkimuksessa lähdettiin selvittämään, miksi maitomäärä vaihtelee. Tutkimus on tehty Euroopan sosiaalirahaston rahoittamassa Maatila 2030 ja Euroopan maaseuturahaston rahoittamassa Umpi -hyvinvoiva umpilehmä -hankkeissa. Tutkimusaineistona oli koko Suomen tuotosseurantalehmien tiedot vuosilta 2017–2019. Aineistossa oli mukana kustakin kyseisenä vuonna poikineesta lehmästä ProAgria-keskus, rotu, poikimapäivämäärä, poikimakerta, lypsykonetyyppi sekä mittalypsyn päivämäärä, maitotuotos ja solupitoisuus. Vuoden 2017 aineistossa oli mukana 218385, vuoden 2018 aineistossa oli 214747 ja vuoden 2019 aineistossa 207025 lehmän poikimiset. Tarkastelussa huomioitiin kymmenen poikimisen jälkeistä mittalypsyä. Tilastollisissa analyyseissa aineistosta otettiin 5 % satunnaisotanta. Vuosina 2017–2019 tuotosseurantalehmien poikimisia oli eniten tammi-, heinä-, elo- ja joulukuussa. Vähiten niitä oli touko- ja kesäkuussa. Kaikkien kerran kuukaudessa mittalypsyssä olevien tuotosseurantalehmien paras keskimääräinen mittalypsytuloks oli toukokuussa. Tulokset olivat vuosijärjestyksessä 32.8; 33.2 ja 33.8 kg. Heikoin mittalypsytuloks oli kaikkina tarkastelujakson vuosina lokakuu. Tulokset olivat 31.0; 31.0 ja 31.8 kg. Parhaimman ja heikoimman kuukauden mittalypsytuloksen välillä oleva ero oli tilastollisesti merkitsevä. Tuotosseurantalehmien tuloksia tarkasteltiin poikimakuukauden perusteella. Kymmenen poikimisen jälkeisen mittalypsyn keskimääräisen maitotuotoksen perusteella joulukuu on kaikkina tarkasteluvuosina paras kuukausi poikia. Loka- ja marraskuut ovat seuraavaksi parhaimpia. Aineistosta verrattiin ayrshire- ja holsteinrotuisia lemmiä ensimmäinen, toinen ja kolmas tai useampi kerran poikineita sekä automaattilypsyä, lypsyasemalla ja parsinavetassa lypsyä. Rotu, poikimakerta ja lypsykonetyyppi vaikuttivat maitomäärin. Lypsykonetyypeistä eroa oli nimenomaan automaattilypsyn ja muiden lypsytapojen välillä. Lypsyasemalla ja parsinavetassa lypettäessä maitomäärissä ei ollut merkitsevää eroa. Merkitsevää eroa ei myöskään ollut lypsykäyrän muodossa rotujen, lypsykerran tai lypsykonetyypin välillä. Nämä tekijät eivät selitä maitomäärän alhaisuutta lokakuussa. Maitomäärän lasku lokakuussa on samansuuntainen eri roduilla, poikimakertoilla ja lypsykonetyypeillä. Automaattilypsyssä lehmät eivät laidunna niin paljon kuin lypsyasemalla ja parsinavettalypsyssä. Laidunnus ei ole selitys maitomäärän vähenemiseen kesällä ja kehityksen jatkumiseen lokakuulle asti. Aineistossa ei ollut tietoja rehustuksessa, olosuhteissa, poikimäistä tai poikimavälistä. Ne ovat seuraavat tutkimuskohteet tämän ongelman selvittämisessä.

**AVAINSANAT:** maitotuotos, meijeri, kausivaihtelu

## 27.2 Koiran jalostuksen ongelmat ja puuttumiskeinot

Riitta Kempe, Katariina Mäki

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Luonnonvarakeskus (Luke) on yhteistyössä maa- ja metsätalousministeriön sekä Ruokaviraston kanssa tehnyt selvityksen koirien terveysongelmista ja keinoista, joilla jalostusongelmiin voitaisiin puuttua käytännön eläinsuojelulain valvonnassa sekä eläinsuojeluun liittyvää lainsäädäntöä kehittämällä. Selvityksessä keskitytään sellaisiin merkittävää hyvinvointihaittaa aiheuttaviin perinnöllisiin ominaisuuksiin, jotka vaativat eläinsuojelulain kiireellisintä toimeenpanoa. Selvityksessä määritellään raja-arvoja tilanteisiin, joissa viranomaisen on arvioitava, onko eläinsuojelulainsäädäntöä jalostuksen osalta rikottu. Esitetyt valvontakriteerit raja-arvoineen ovat Suomen eläinsuojelulainsäädännön mukaisia, ja ne koskevat niin rotukoiria kuin monirotuksiakin koirayksilöitä ja koiraa lajina. Laaja-alaisimpia hyvinvointihaittoja aiheutuu tällä hetkellä liioitellusta lyhytkalloisuudesta eli liioitellusta brakykefaliasta. Usein puhutaankin brakykefaalisesta oireyhtymästä. Liioiteltu lyhytkalloisuus altistaa koiran useille elämänlaatuun vaikuttaville, kärsimystä ja merkittävää haittaa aiheuttaville perinnöllisille vioille ja sairauksille. Se aiheuttaa laajaa hyvinvointihaittaa vaikuttamalla muun muassa eläimen hengityskykyyn, hampaistoon, lisääntymiskykyyn sekä silmien, ihon ja ruuansulatuskanavan terveyteen. Tällaisen kallon muodon ylläpitäminen jalostuksessa voidaan katsoa Suomen nykyisen eläinsuojelulain vastaiseksi. Laadittujen valvontakriteerien mukaan jalostuskoiralla ei saa olla lyhytkalloiseen rakenteeseen liittyviä vakavia, merkittäville hyvinvointihaittoille altistavia epämuodostumia tai liioitellusta lyhytkalloisuudesta johtuvia sairauksia ja oireita. Kriteerien periaatteena on, että koiraa, jolla on lieväasteinen vika tai sairaus, voitaisiin käyttää jalostukseen, jos yhdistelmän toisella osapuolella ei ole samaa vikaa tai sairautta. Toisaalta joissakin roduissa ei nykytiedon valossa ole mahdollista muokata kallon muotoa jalostuksen keinoin, koska niissä ei ole jäljellä normaalimman kallon geenimuotoja. Tällaisessa tilanteessa jalostusta voidaan jatkaa esimerkiksi roturisteytysten avulla. Kasvattajan on jatkossa kyettävä näyttämään toteen, että hänen jalostuksessa käyttämänsä eläimet täyttävät eläinsuojelulainsäädännön vaatimukset. Monen rodun kohdalla tämä tarkoittaa, että jalostuskoirille on ennen astutusta tehtävä useita terveystutkimuksia. Liioitellusta lyhytkalloisuudesta, kuten muistakin liioitelluista piirteistä, aiheutuvia hyvinvointihaittoja voidaan torjua pysyvästi vain muuttamalla näitä piirteitä jalostuksen avulla normaalimpaan suuntaan.

**AVAINSANAT:** eläinjalostus, eläinsuojelulaki, koira, terveys

## 27.3 Monen rodun jalostusarvomallit suomalaiselle lihakarjalle

**Timo Pitkänen, Matti Taskinen, Maria Leino, Esa Mäntysaari**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Suomalaisen lihakarjan jalostusarvostelu tehdään rotukohtaisilla malleilla, jättämällä F1 -risteytykset aineistoista pois. Jalostusarvot ja arvosteluvarmuudet julkaistaan vain puhdasrotuisille, tarkkailukarjoissa oleville eläimille. Viimeisten vuosien aikana kysyntä F1 -eläinten sisällyttämisestä arvosteluun on kasvanut. Yksi Beefgeno -hankkeen tavoitteista on yhdistää puhdasrotuisten eläinten jalostusarvosteluihin käytetyt mallit monen rodun arvosteluiksi ja mahdollistaa näin ollen myös F1-eläinten arvostelu ja tarkentaa muiden roturisteytysten jalostusarvostelua. Saatua monen rodun mallia käytetään myös genomisen jalostusarvostelun pohjana. Monen rodun arvostelut rakennetaan valtaroduille: aberdeen angus, charolais, hereford, limousin ja simmental. Rotukohtaiset jalostusarvostelut on jaettu kolmeen ominaisuusryhmään; poikima-, kasvu- ja teurasominaisuudet. Tarkkailukarjoissa oleville eläimille saadaan havainnot poikimavaikeudelle, syntymä-, vieroitus- ja vuodenpainolle. Teurastamoilta on saatu vuodesta 2007 alkaen lähes kaikkien teurastettujen liharotuisten eläinten teuraspainot sekä ruhon EUROP laatu- ja rasvaluokat. Rotukohtaiset mallit eroavat toisistaan vain ominaisuuksien periytymisasteiden ja ominaisuuksien välisten korrelaatioiden osalta. Lisäksi käytettyyn sukupuuhun on valittu vain arvosteltavan rodun kannalta tarpeelliset eläimet. Kullekin arvosteltavalle eläimelle laskettiin rotuosuudet viidelle päärodulle ja 'muu' rodulle 25 % tarkkuudella. Monen rodun arvostelumallit tehtiin muokkaamalla rotukohtaisia malleja siten, että ne sallivat eläimen rotuosuuksista riippuvat periytymisasteet ja ominaisuuksien väliset korrelaatiot. Mallin kiinteät vaikutukset mallittivat lehmien ja sonnien välisen tasoeron rodun sisällä, mutta rotujen välisen tasoeron haluttiin menevän jalostusarvoon. Risteytyseläinten varianssikomponentit ovat rotuosuuksilla painotettuja keskiarvoja puhdasrotuisten varianssikomponenteista. Risteytyseläimille lisättiin kokonaiheteroosi ja -rekombinaatio ja heteroosikertoimet 10 yleisimmälle kahden rodun risteytykselle. Puhdasrotuisten eläinten jalostusarvoja verrattiin monen rodun ja rotukohtaisen mallin välillä. Monen rodun mallien myötä rotumääritys on tarkentunut, heteroosivaikutukset mallinnettu ja käytettävissä olevan tiedon määrä lisääntynyt, koska risteytyseläimet tuovat lisää havaintoja ja linkittävät puhtaat populaatiot toisiinsa. On siis oletettavaa, että nähtävissä on jonkin verran muutoksia arvostelumallien välillä. Jalostusarvojen korrelaatiot mallien välillä olivat lähes kaikissa ominaisuuksissa yli 0.90. Painoarvostelun maternaalivaikutuksien jalostusarvoissa oli suurempia eroja mallityyppien välillä, korrelaatiot vaihtelivat 0.63–0.94 välillä. Poikimahelppoudessa ne olivat yli 0.90. Jalostusarvojen geneettiset trendit olivat hyvin samankaltaisia mallityyppien välillä. Ainoastaan maternaalivaikutuksien trendeissä oli havaittavissa pieniä muutoksia.

**AVAINSANAT:** lihakarja, monen rodun arvostelumalli

## 27.4 Valinnan tuloksen ennustaminen eläimen kasvun emävaikutuksen osuudelle

Asko Mäki-Tanila, Jaakko Pietarinen

Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Emällä on huomattava (maternelli) vaikutus nisäkäslajien yksilöiden alkukasvuun. Valinta voi yksinkertaisimmillaan perustua yksilöiden omaan kasvutulokseen, empiirisen kokemuksen sanelemana usein myös tietoon emästä ja sen hoitokyvystä. Maternellien ominaisuuksien geneettinen vaihtelu voidaan Willham-mallin tapaan jakaa yksilön omasta (suorasta) vaikutuksesta ja emän vaikutuksesta johtuviin osiin. Nisäkkäillä, kuten lihanaudalla ja porolla, suora ja maternelli vaikutus ovat negatiivisesti korreloituneita. Kasvun vaihtelusta estimoitujen geneettisten parametrien avulla ennustetaan valinnasta seuraavat muutokset. Ennusteen luotettavuus riippuu parametreista ja valintakandidaattien ja sitä edeltävien polvien datasta ja siihen vaikuttavista ei-geneettisistä tekijöistä. Uudessa rodussa tai lajissa, esimerkiksi porolla (yksi jälkeläinen per vuosi), on tehtävä suunnitelma sopivan ja riittävän datan keruun järjestämiseksi. Oletetaan että molempien suoran ja maternellin vaikutuksen heritabiliteetti on 0.3 ja urosten valintaprosentti on 10 ja naaraiden 50. Suhteessa kasvun fenotyyppiseen keskiahjontaan on yksilövalinnalla suoran vaikutuksen muutos 0.38 / maternellin vaikutuksen muutos 0.19, jälkimmäinen puolet edellistä pienempi sukupolvessa tapahtuneen sukulaisuuden puoliintumisen takia. Jos vaikutusten geneettinen korrelaatio on negatiivinen ( $rg = -0.4$ ), muutokset ovat 0.31 / 0.04. Maternellivaikutuksen parantamiseen tarvitaan sukulaistietoja. Emän 5 puolisisarjälkeläisellä tilanne korjaantuu lukupareihin 0.38 / 0.26 ( $rg = 0$ ) ja 0.27 / 0.09 ( $-0.4$ ), tiedon saantiin menee kuitenkin vuosia. Valintakandidaatin isän naaraspuolisisaret (sanotaan 30) saavat kukin jälkeläisen (valintakandidaatin kanssa samanikäisiä serkkuja). Yhdistämällä niiden tieto geneettiseen vertailuun, saadaan lukupareiksi 0.37 / 0.28 (0) ja 0.26 / 0.13 ( $-0.4$ ) eli intensiivisesti valittujen isiin liitettävän tietomäärän kasvulla on kvalitatiivinen vaikutus valintatulokseen. Jos odotetaan vielä emän lisäjälkeläisten tietoja, tulos muuttuu entisestään: 0.39 / 0.34 (0) ja 0.24 / 0.18 ( $-0.4$ ). BLUP hyödyntää sukulaistietoa vielä yleisemmin, erityisesti aikaisemmista sukupolvista, ja valintatuloksen approksimointiin kannattaa käyttää Wray-Hill menetelmää liittämällä mukaan toistuvan valinnan aiheuttama Bulmer-vähennys geneettiseen vaihteluun, jotta analyysin käyttö voidaan tarkistaa simulaatiolla. Tulosten mukaan ensimmäisen polven valintatulokset on hyvä indikaattori usean polven operaatiosta saatavalle edistymiselle. Menetelmä voidaan laajentaa suoran ja maternellin vaikutuksen kanssa korreloituneiden ominaisuuksien (kestävyys, lihanlaatu) tarkasteluun. Genominen valinta on nykyaikaisen eläinjalostuksen normi. Genomitieto on periaatteessa korreloitunut ominaisuus ja sen merkitystä voidaan analysoida saman menetelmän avulla, lähtökohtaisesti suoran ja maternellin vaikutuksen estimointi tapahtuu siinäkin valintakandidaattiin verrattuna eri polvessa.

**AVAINSANAT:** valinta, emän vaikutus

## 28 TUOTANTOELÄINTEN HYVINVOINTITEKNOLOGIA

### 28.1 Lämpökuvantaminen sorkkasairauksien havainnoinnissa

Lilli Frondelius<sup>1</sup>, Heli Lindeberg<sup>1</sup>, Salla Ruuska<sup>2</sup>, Tarja Koistinen<sup>1</sup>, Matti Pastell<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tuotantojärjestelmät, Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu

#### TIIVISTELMÄ

Sorkkasairaudet ja ontuminen ovat yksi merkittävimmistä eläinten hyvinvointiongelmista lypsykarjoissa. Ontumisen havainnointi perustuu pitkälti silmämääräiseen arviointiin, mikä tekee systemaattisesta seurannasta vaikeaa ja etenkin lievästi ontuvat lehmät jäävät usein huomaamatta. Tulehdustilat muuttavat ihon pintalämpötilaa, mikä on havaittavissa lämpökameralla. Halusimme selvittää sorkkasairauksien osalta, voiko lämpökuvantamista käyttää apuvälineenä sorkkahoidon tarpeessa olevien lehmien tunnistamiseen. Seurasimme yhteensä 60 lehmää 3–7 kuukauden ajan. Lehmien sorkat tarkistettiin ja hoidettiin vähintään kolme kertaa kokeen aikana sekä tarvittaessa, jos eläin ontui. Havaitut sorkkasairaudet luokiteltiin kahdeksaan luokkaan oletetun vakavuuden mukaan ja jokainen tarkastettu sorkka luokiteltiin vakavimman löydöksen mukaan. Lehmien sorkat lämpökuvattiin aina juuri ennen sorkkatarkastusta ja lisäksi kahden viikoin välein tehdyn ontumislukittelun yhteydessä FLIR T540 -kameralla (IR-resoluutio 464x348, herkkyys 0.03 °C ja tarkkuus ±2 °C). Lämpökuvat otettiin 0.5–1 m etäisyydeltä suoraan sivulta tai etuviistosta ulko- ja sisäsorkasta erikseen. Lämpökuvat analysoitiin ThermoCAM Researcher Pro 2.10 -ohjelmalla. Erillisellä mittarilla mitattu ilman lämpötila ja ilmankosteus huomioitiin lämpökuvia analysoitaessa. Heijastuvana lämpötilana käytettiin ilman lämpötilan ja lehmän arvioidun pintalämpötilan (34 °C) painotettua keskiarvoa (3:1). Käytetty emissiivisyys oli 0.95. Lämpökuvista rajattiin jokaisesta sorkan puoliskosta vapaapiirtotyökälulla ruununraja ja sarveissorkka. Ohjelma laskee rajatuilta alueilta automaattisesti maksimi-, minimi- ja keskipintalämpötilan sekä alueen pintalämpötilan keskihajonnan. Tulosten laskennassa huomioitiin kaikki lämpökuvat, jotka oli otettu ±10 päivää sorkkahoidosta. Ruununrajan keskipintalämpötilan keskiarvo ja keskihajonta olivat 27.4±3.8 °C ja sarveissorkkan vastaavasti 22.9±3.9 °C. Sorkkasairausluokan, ilman lämpötilan ja kuvattun jalan (etu/taka) vaikutusta sorkan ruununrajan ja sarveissorkkan pintalämpötila-arvoihin analysoitiin lineaarisella sekamallilla. Selkein yhteys sorkkasairauksiin oli nähtävissä, kun käytettiin ruununrajan keskipintalämpötilaa, mutta ainoastaan anturahaavaumat ( $p=0.002$ ) ja valkoviivan paiseet ( $p=0.015$ ) nostivat pintalämpötilaa merkittävästi; anturahaavaumat nostivat pintalämpötilaa 1.24 °C ja paiseet 2.00 °C terveeksi luokiteltuun sorkkaan nähden. Lisäksi sorkkien pintalämpötila oli korkeampi takasorkkissa ( $p<0.001$ ) ja nousi ilman lämpötilan noustessa ( $p<0.001$ ), mikä tulisi huomioida lämpökuvia tulkittaessa. Tulosten perusteella lämpökuvantamalla mitatulla ruununrajan keskipintalämpötilalla oli yhteys ainakin vakaviin sorkkasairauksiin, mutta lievien sorkkasairauksien havaitsemisessa lämpökuvantaminen ei todennäköisesti ole toimiva menetelmä.

**AVAINSANAT:** lämpökuvantaminen, sorkkaterveys, nauta

## 28.2 Lämpökuvantaminen ja lypsylehmän hypokalsemia

Heli Lindeberg<sup>1</sup>, Lilli Frondelius<sup>1</sup>, Inka Nykänen<sup>2</sup>, Annu Palmio<sup>1</sup>, Matti Pastell<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tuotantojärjestelmät, Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu Oy

### TIIVISTELMÄ

Hypokalsemia eli poikimahalvaus on poikimisen yhteydessä esiintyvä aineenvaihduntahäiriö, joka johtuu riittämättömästä kalsiumin (Ca) pitoisuudesta lypsylehmän verenkierrossa. Lehmä sairastuu poikimahalvaukseen yleensä ensimmäisten 24 h aikana poikimisen jälkeen. Seerumin Ca-pitoisuuden (viitearvo 2.1–2.8 mmol l<sup>-1</sup>) vähentymisen mukaan poikimahalvausta kutsutaan piileväksi (Ca-arvo <2.0 mmol l<sup>-1</sup>), jolloin lehmällä ei ole ulospäin näkyviä oireita tai kliiniseksi hoitoa vaativaksi (Ca-arvo <1.6 mmol l<sup>-1</sup>), jolloin lehmä jää makuulle ja hoitamattomana menehtyy. Hypokalsemiaan sairastunut lehmä altistuu muille sairauksille, sen yleistila heikkenee ja tuotos laskee. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voiko lämpökuvantamalla löytää halvaantumassa olevat lehmät ennen kuin ne jäävät makuulle. Luke Maaningan tutkimuspihaton 24:sta 2.–6. kerran poikivasta lehmästä niitä, jotka poikivat välillä klo 05–klo 14, lämpökuvantettiin 2 h välein 6–12 h poikimisen jälkeen marraskuun 2019–helmikuun 2020 välisenä aikana. Lehmien häntäsuonesta otettiin verinäyte 12 h sisällä poikimisesta seerumin Ca-pitoisuuden määrittämiseksi. Lämpökuvat otettiin 2 m etäisyydeltä suoraan lehmien takaa FLIR T540 -kameralla (IR-resoluutio 464x348, herkkyys 0.03 °C ja tarkkuus ± 2 °C). Ilman lämpötila ja ilmankosteus kirjattiin ylös navetassa olevan erillisen lämpö- ja kosteusmittarin avulla. Heijastuvana lämpötilana käytettiin ilman lämpötilaa. Käytetty emissiivisyys oli 0.95. Lämpökuvien pintalämpötilat analysoitiin ThermaCAM Researcher Pro 2.10 -ohjelmalla. Ohjelma laski automaattisesti vapaapiirtotyökalulla rajatuista lantion ja takareiden alueista maksimi-, minimi- ja keskipintalämpötilat sekä alueen pintalämpötilojen keskihajonnat. Lopulliseen tilastoanalyysiin lineaarista sekamallia käyttäen otettiin mukaan 18 lehmän lämpökuvat. Kuvasajankohta pyöristettiin lähimpään 6 h:iin todelliseen poikima-ajankohtaan nähden. Kaikkien lehmien lantion ja takareiden alueen maksimipintalämpötila laski poikimisen jälkeen ensimmäisen 6 h aikana ( $p < 0.001$ ). Pintalämpötilan lasku oli sitä voimakkaampaa, mitä matalampi seerumin Ca-pitoisuus oli poikimisen jälkeen 12 h sisällä otetussa verinäytteessä ( $p < 0.001$ ). Mallista voitiin laskea lantion ja takareiden alueen maksimipintalämpötilan raja-arvoksi 33 °C; tulosten perusteella voidaan olettaa, että mikäli lehmän lantion ja takareiden alueen isojen lihasten maksimipintalämpötila oli laskenut 6 h sisällä poikimisesta alle raja-arvon, niin myös lehmän seerumin Ca-pitoisuus oli todennäköisesti vähentynyt. Tässä vaiheessa vielä seisovan lehmän verenkierron Ca-pitoisuuden korjaamiseksi kannattaa antaa suun kautta annosteltavaa bolusmuotoista kalsiumvalmistetta pakkauksessa olevan ohjeen mukaisesti. Poikimisen jälkeisen seerumin Ca-pitoisuuden vähentymisen yhteydestä lantion ja takareiden alueen isojen lihasten maksimipintalämpötilan laskemiseen ei ole aiempia julkaisuja.

**AVAINSANAT:** nauta, poikimahalvaus, lämpökamera, emissiivisyys



### 28.3 Sensors for pigs and dairy cattle welfare assessment – usefulness of commercially available technologies

**Anna Stygar<sup>1</sup>, Yaneth Gómez<sup>2</sup>, Greta Berteselli<sup>3</sup>, Emanuela Dalla Costa<sup>3</sup>, Elisabetta Canali<sup>3</sup>, Iris Boumans<sup>4</sup>, Eddie Bokkers<sup>4</sup>, Lene Pedersen<sup>5</sup>, Xavier Manteca<sup>2</sup>, Jarkko Niemi<sup>1</sup>, Pol Llorch<sup>2</sup>, Matti Pastell<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>2</sup>Universitat Autònoma de Barcelona, Department of Animal and Food Science

<sup>3</sup>Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Medicina Veterinaria

<sup>4</sup>Animal Production Systems Group, Wageningen University and Research

<sup>5</sup>Department of Animal Science, Aarhus University

#### ABSTRACT

In order to base the welfare assessment of dairy cattle and pigs on real-time measurement, integration of valid and reliable sensor technologies is needed. The aim of this study was to provide a systematic overview of commercially available and externally validated precision livestock farming (PLF) technologies which could be used for sensor-based welfare assessment in dairy cattle and pigs. Following PRISMA guidelines, two systematic literature reviews were conducted to identify externally validated sensor technologies for pigs and dairy cows. In this study, external validation refers to evaluation on a different population than one used for system building. Out of 3574 publications initially extracted from data bases only 50 studies describing 38 tools (including prototypes) met requirements for external validation. Moreover, through market search, 129 and 83 retailed technologies with application for animal-based welfare assessment were identified for dairy cows and pigs, respectively. Both literature and market search revealed that there are clear differences between dairy and pig industry when it comes to type of sensors used and validation records. Accelerometer-based technologies and load cells were the most common types of sensors in dairy industry. For pigs, sensors were dominated by load-cells and vision-based solutions. In total, only 14% of currently retailed sensors for dairy and 5% for pigs have been externally validated. Validated traits included animal activity and posture related behaviour, feeding and drinking behavior, physical condition and animals' health. Regarding relevance for animal-based welfare assessment, several validated technologies had application for good health (e.g. milk quality sensors, thermal cameras) and good feeding (e.g. load cells, accelerometers). Accelerometers-based systems have also practical relevance to assess good housing. However, a low number of available PLF technologies have been identified capable to assess appropriate behavior of both dairy cows and pigs. To increase actors' trust towards the sensor technology and prompt sensor-based welfare assessment, validation studies, especially in commercial herds, are needed. Sensor technologies, also those with lower performance, can provide useful information on animal health and well-being. Therefore, integration of PLF technologies in current protocols for animal welfare assessment would make them more robust. PLF is expected to contribute to labelling schemes with relevant information related to animal welfare in an easier and quicker manner, making continuous welfare assessments more feasible. The study was conducted within the ClearFarm project which aim is to co-design, develop and validate a software platform powered by PLF technologies to provide animal welfare information. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No. 862919.

**KEYWORDS:** PLF, sensors, validation, labelling

## 29 TUOTANTOELÄINTEN HYVINVOINTI JA ELINTARVIKEMARKKINAT

### **29.1 Barriers and levers of enhancing animal welfare in organic and low-input outdoor production: Insights from a supply chain survey**

**Minna Väre<sup>1</sup>, Jarkko Niemi<sup>1</sup>, Katja Lähtinen<sup>1</sup>, Katriina Heinola<sup>1</sup>, Jarmo Mikkola<sup>1</sup>, Tricia Parrot<sup>2</sup>, Anne Collin<sup>3</sup>, Laura Van Vooren<sup>4</sup>, Saskia Kilphuis<sup>5</sup>, Anna Zuliani<sup>6</sup>, Raffaella Ponzio<sup>7</sup>, Laura Warin<sup>8</sup>, Sophia Herremans<sup>9</sup>, Lisa Baldinger<sup>10</sup>, Monica Coletta<sup>11</sup>, Martina Re<sup>11</sup>, Christina Roguet<sup>12</sup>, Marina Spinu<sup>13</sup>, Ninfa Rangel Pedersen<sup>14</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), <sup>2</sup>HAU, <sup>3</sup>INRAE, <sup>4</sup>BioForum, <sup>5</sup>UU, <sup>6</sup>VSF, <sup>7</sup>SlowFood, <sup>8</sup>ITAVI, <sup>9</sup>CRAW, <sup>10</sup>TI-BW, <sup>11</sup>AIAB, <sup>12</sup>IFIP, <sup>13</sup>USAMV, <sup>14</sup>FEXP

#### **ABSTRACT**

Animal welfare is an essential part of the sustainability of animal production. While low-input farming, such as organic animal production, is often considered animal-friendly, several ways to enhance animal welfare in low-input animal production exist. However, currently there is little information on how farmers and other supply chain actors view different innovations and tools which may influence animal welfare in low-input outdoor and organic production systems. The aim of this study was to examine farmers' and experts' reactions to new approaches to pig and poultry production, with special attention to their animal welfare-related measures. The reactions were tested formally in by using a quantitative survey instrument in nine European countries (Finland, UK, France, Denmark, the Netherlands, Belgium, Germany, Italy, Romania). In the survey, respondents' views on production practices and novel measures were asked. These included aspects such as applicability and advantages and disadvantages of various measures such as avoiding mutilations, using dual-purpose or local breeds, or in-ovo sexing. The data included altogether 217 responses from nine countries. Differences between countries were tested and groups of respondents were identified. The results suggest that supply side stakeholders foresee the welfare benefits and some disadvantages of welfare improving measures proposed to them. However, they also indicate that several measures were considered inapplicable despite their benefits. Inadequate financial provisions to adopt a measure was considered as one of the most important reasons for inapplicability of a measure. This may imply either high costs of implementing measures of low market incentives or perceived low demand for animal-friendly products. Other barriers for adopting welfare-friendly measures included farm-specific factors such as limitations imposed by housing. The respondents indicated a high relative preference for feeding, breeding, shelter from predators and the use of vaccines and anti-parasitic treatments, to the provision of enrichments and nesting material to pigs, and to mutilations. Farmers agreed that environmental enrichments are important welfare-improving levers and preferred their use in low-input pig and poultry production. Animal breeding-related measures in pig production were perceived quite favorably by supply side stakeholders. Despite their welfare benefits, farmers in some countries had quite high preference towards maintaining castration and tail docking in pig and beak trimming in broiler production as part of their production method. PPILOW project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 816172.

**KEYWORDS:** animal welfare, organic, free-range, low-input, pig, poultry

## 29.2 Consumer expectations on animal welfare in organic and low-input outdoor production: Insights from a consumer survey

Katja Lähtinen<sup>1</sup>, Jarkko Niemi<sup>1</sup>, Minna Väre<sup>1</sup>, Katriina Heinola<sup>1</sup>, Jarmo Mikkola<sup>1</sup>, Tricia Parrott<sup>2</sup>, Anne Collin<sup>3</sup>, Laura Van Vooren<sup>4</sup>, Saskia Kliphuis<sup>5</sup>, Anna Zuliani<sup>6</sup>, Raffaella Ponzio<sup>7</sup>, Laura Warin<sup>8</sup>, Sophie Herremans<sup>9</sup>, Claire Bonnefous<sup>3</sup>, Vasile Cozma<sup>10</sup>, Laurent Alibert<sup>11</sup>, Caterine Accotto<sup>12</sup>, Sanna Steinfeldt<sup>13</sup>, Petra Thobe<sup>14</sup>, Elsa Delanoue<sup>15</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), <sup>2</sup>HAU, <sup>3</sup>INRAE, <sup>4</sup>BioForum, <sup>5</sup>UU, <sup>6</sup>VSF, <sup>7</sup>SlowFood, <sup>8</sup>ITAVI, <sup>9</sup>CRAW, <sup>10</sup>USAMV, <sup>11</sup>IFIP, <sup>12</sup>AIAB, <sup>13</sup>AU, <sup>14</sup>TI-BW, <sup>15</sup>IDELE

### ABSTRACT

Farm animal welfare is gaining attention among consumers. While low-input farming, such as organic animal production, is often considered animal-friendly, several ways to enhance animal welfare in low-input animal production exist. In order to promote good production practices, it is important to know the reactions of general public to the new practices. The aim of this study was to examine citizens' reactions to new approaches to pig and poultry production, with special attention to animal welfare-related measures. A quantitative survey instrument was designed and implemented by the PPILOW project in nine European countries (Finland, UK, France, Denmark, the Netherlands, Belgium, Germany, Italy, Romania) in February 2021. The citizen survey data included altogether 3601 responses from nine countries. The survey sample was representative of each country's adult population. In the survey, respondents' views on production methods and their expectations regarding production practices and novel measures were asked. These included aspects such as desirability of various measures, views on one welfare as well as consumer willingness to pay for enhanced animal welfare. Citizens viewed low-input organic and non-organic production more favorably than conventional indoor production, and they were willing to pay a price premium for animal-friendly products. While close to one quarter of citizens were not willing to pay a price premium for low-input products, about one third was willing to pay at least 20% price premium in contingent evaluation. Hence, there is room for high-price niche products and for mid-market products which require only a small price premium. Most pig and poultry practices suggested in the survey were considered desirable by the respondents. Production practices such as adjusting the nutrition to ensure animal health, enhancing the opportunities to express natural behavior, provision of enrichment and increasing the space allowance were found desirable by citizens in all three production lines. Letting animals to a pasture or outdoor yard was considered desirable by citizens more frequently in pig and egg production than in broiler production. However, a substantial proportion of citizens did not have a clear view on which features of production they favor (e.g. beak trimming, using veterinary medicines). This suggests that there is a lack of knowledge among citizens and that they may have challenges in assessing complex production practices. Hence, more communication between farmers and citizens, and communication that conveys consistent messages through trusted sources of information, which differ by country, is needed. PPILOW project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 816172.

**KEYWORDS:** animal welfare, consumer, organic, free-range, low-input, pig, poultry

## 29.3 Consumer Perceptions of precision livestock farming technologies in Finland, Spain and the Netherlands

Caspar Krampe<sup>1</sup>, Jarkko Niemi<sup>2</sup>, Jordi Serratosa<sup>3</sup>, Terhi Latvala<sup>2</sup>, Katja Lähtinen<sup>2</sup>, Paul Ingenbleek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Wageningen University and Research

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Research Park Universitat Autònoma de Barcelona

### ABSTRACT

The development of precision livestock farming (PLF) technologies has the potential to disrupt and transform animal husbandry. PLF technologies offer substantial opportunities for achieving a more holistic, evidence-based approach to monitoring and managing the health and welfare of farm animals and the productivity of livestock in real time, and to better exploit welfare-related data in both farm management and consumer communication. PLF can contribute to the quality and efficiency of animal husbandry, to the health and welfare of farm animals and help to personalise food products with selected quality attributes. Although current research provides promising avenues for the development of PLF technologies and their potential for the application in animal husbandry, the perspectives of consumers with regards to PLF technologies has been given inadequate attention. Hence, the aim of this study was to explore consumer perceptions of PLF technologies within the pig and dairy value chains. Altogether six focus group discussions with altogether 56 participants (reported in closer detail by Krampe et al., *Animals* 2021, 11(5), 1221) were conducted in three European countries representing different market environment: Finland, the Netherlands and Spain. The results indicated that consumers expect the implementation of different PLF technologies to enhance the health and welfare of farm animals, while generating environmental improvements, enhancing productivity and control of production process, and increasing the transparency of value-chain processes. The analysis suggested that consumers had three major concerns regarding the use of PLF technologies: the fear that PLF technologies will introduce more industrialisation into livestock farming production; the concern that PLF technologies and data are vulnerable to misuse and cyber-crime; and the concern that PLF information is not communicated adequately to allow informed purchase decisions. Hence, the results indicate ways how the animal-based food value chain could make informed decisions to improve their sustainability, social responsibility and credibility by endorsing the acceptance of PLF (technologies) amongs European consumers. The study was part of the ClearFarm project which has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 862919.

**KEYWORDS:** animal welfare, focus group discussion, pigs, dairy cows

## 29.4 Eläinten hyvinvointimerkinnän konseptointi Suomen ruokamarkkinoille

Jarkko Niemi<sup>1</sup>, Katriina Heinola<sup>1</sup>, Tapani Yrjölä<sup>2</sup>, Minna Väre<sup>1</sup>, Tiina Kauppinen<sup>1</sup>, Satu Raussi<sup>1</sup>, Essi Wallenius<sup>3</sup>, Terhi Latvala<sup>1</sup>, Sanni Kiviholma<sup>2</sup>, Suvi Rinta-Kiikka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Pellervon taloustutkimus

<sup>3</sup>Armenta Benessi

### TIIVISTELMÄ

Eläinten hyvinvointi on tärkeä eläintuotannon kestävyden osa-alue. Euroopan markkinoilla on joukko erilaisia eläinten hyvinvoinnista kertovia laatumerkintöjä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaisia mahdollisuuksia Suomessa olisi vapaaehtoiselle eläinten hyvinvointia kuvaavalle laatu- ja tuotantotapamerkinnälle, jonka tarkoituksena on edistää eläinten hyvinvointia, auttaa tuotannon kehittämisessä ja lisäarvon realisoinnissa sekä viestiä kuluttajille laadusta, ja mitkä ovat merkinnässä tärkeitä tekijöitä. Hankkeessa käytettiin osallistavia tutkimusmenetelmiä. Tutkimus perustui erilaisten eläinten hyvinvointia edistävien toimenpiteiden sekä EU:n markkinoilla olevien hyvinvointimerkintöjen kartoitukseen, kuluttajakyselyyn ja sidosryhmätyöpajoihin ja haastatteluihin, joita hyödynnettiin merkinnän konseptointityöpajoissa sekä markkinaskenaarioiden luomisessa. Kyselytutkimuksen vastaajista 71 % koki eläinten hyvinvointimerkityn tuotteen ostamisen miellyttäväksi, 73 % koki ostamisen hyväksi ja 76 % koki ostamisen positiiviseksi. Valintakokeen ja contingent valuation-kysymysten perusteella suomalaiset olivat valmiita maksamaan eläinten hyvinvoinnista ja tutkimuksessa avulla tunnistettiin maksuhalukkuudeltaan erilaisia kuluttajaryhmiä. Asenteen eläinten hyvinvointia kohtaan ja nykyiset korkeamman eläinten hyvinvoinnin tuotteiden ostotottumusten havaittiin olevan yhteydessä korkeampaan maksuhalukkuuteen. Tulosten perusteella laadittiin konsepti kolmitasoiseksi laatumerkinnäksi, joka voi tarjota lähtökohdan merkinnän jatkotyöstämiseksi. Merkinnän peruspilariksi tunnistettiin ennaltaehkäisevä eläinterveydenhuolto, joka on suomalaisen tuotannon vahvuus, ja etenkin maidon, sianlihan ja naudanlihan tuotannossa voitaisiin saavuttaa merkittäviä synergiahyötyjä hyödyntämällä eläinterveydenhuollon luomaa tietopohjaa. Synergiamahdollisuuksia on myös eläinten hyvinvointikorvauksen ja neuvontatuen kanssa. Myös eläinten kohteluun, pito-oloihin, ruokintaan ja käyttäytymistarpeiden kiinnitettiin huomiota. Hyvinvointitiedon ohella merkinnän tärkeiksi ominaisuuksiksi todettiin, että sen toiminta on dokumentoitua ja riippumattoman tahon todentamaa, merkintää koskeva päätöksenteko ja hallinnointiprosessi on määritelty selkeästi, merkinnän toteutukseen osallistuu riittävä joukko alan toimijoita ja että merkintää tukee riittävä ja selkeä kuluttajaviestintä. Merkinnän markkinoinnissa on huomioitava, että vertailuväitteiden on oltava todennettavissa ja että ne korostavat tuotteen erityisiä ominaisuuksia. Tärkeitä edellytyksiä merkinnän menestymiselle olivat elinkeinon halu kertoa tuotantotoiminnasta, arvoketjun mukanaolo, kuluttajien tietoisuus merkinnästä ja liiketaloudellinen kiinnostavuus. Merkinnän laatuvaatimusten taso vaikuttaa siihen, mitä kustannuksia se aiheuttaa arvoketjun eri toimijoille. Alkutuotannossa toimenpiteiden kustannuksia voivat nostaa mm. tarve tehdä investointeja tai vähentää tuotantoa ja päivittäin toistuvat rutiinityöt.

**AVAINSANAT:** eläinten hyvinvointi, standardi, ruokamarkkinat, arvoketju

## 30 LUOMUTUOTANTO PELLOLTA PÖYTÄÄN 1

### **30.1 Shifting towards more organic cereal production: estimation of expected GHG emissions in Southeast Finland and South Savo using EX-ACT**

**Galyna Medyna, Elena Valkama**

Natural Resources Institute Finland (Luke)

#### **ABSTRACT**

Background: The EU's Farm to Fork strategy sets the objective of reaching "at least 25 % of the EU's agricultural land under organic farming by 2030" and Finland is still below that threshold. We set out to estimate the expected GHG emissions were the local organic cereal production be increased to 25 %.

Methods: EX-Ante C-balance Tool (EX-ACT) was chosen as it is a freely available spreadsheet-based approach developed by the FAO, aiming to provide a cost-effective calculation of the impact of agricultural, forestry and fishery projects on carbon-balance. EX-ACT can be used by solely providing data on project activities and relying on recognized default values for emission factors and carbon values (Tier 1) to calculate GHG emissions. Result precision can be increased through region-specific values (Tier 2), if known and available. The choice of using EX-ACT for the case study was two-fold: (1) to see the appropriateness of its Tier 1 results, and (2) to showcase a use for ARMOSA model results for Tier 2 refinement [the model is presented in a separate abstract]. 5-year average statistical data was used for harvest areas and yields. Other input values (e.g. chemical inputs, machinery use) were based on experimental and literature data. Estimates were calculated for "business-as-usual" (organic production in Southeast Finland and South Savo ELY-centers are 15.3 % and 18 % of the arable land, respectively), Scenario 1 (overall cereal production area identical, i.e., 75000 ha, increase to 25 % organic production, conventional and organic yields remain the same), and Scenario 2 (as Scen 1, but organic yields are increased by 10%). Results: Tier 1 results (that use default values for e.g. rates of soil C seq.) estimate that currently all cereal production in the project area results in soil C sequestration, from field to farm gate (from field preparation to chemical fertilizer production to planting and harvesting). "Business as usual" resulted in  $-0.1 \text{ tCO}_2\text{eq ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ , Scen 1 and 2 both  $-0.4 \text{ tCO}_2\text{eq ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . This is largely due to the broad management practice categorisations that EX-ACT makes to stay cost-effective and with low data requirements resulting in underestimated  $\text{CO}_2$  emissions from organic soils. Tier 2 results estimate that the soil C sequestered by organic fields does not fully compensate emissions originated from the use of fertilizers, fuel, etc. in the studied area. "Business as usual" resulted in  $+1 \text{ tCO}_2\text{eq ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$  emitted, while Scen 1 and 2 both  $+0.6 \text{ tCO}_2\text{eq ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ . These results are in line with previous LCA studies showing that organic practices can lower emissions but are not sufficient to achieve neutrality by implementing EU's Farm to Fork strategy. Acknowledgements: This work is as part of the EFSOA project Environmentally Friendly Smart Organic Agriculture (KS 1798), South-East Finland-Russia Cross-Border Cooperation Programme, funded by the EU, the Russian Federation, and the Republic of Finland (<https://efsoa.ru/engmain>).

**KEYWORDS:** carbon balance, organic, EX-ACT

## 30.2 Soil organic carbon and nitrate leaching loss in organic and conventional farming systems for the current and near future climate

Elena Valkama<sup>1</sup>, Alessia Perego<sup>2</sup>, Marco Acutis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke), Finnish Organic Research Institute

<sup>2</sup>University of Milan, Italy

### ABSTRACT

In Finland, there is a risk of nitrogen leaching and the losses of soil organic carbon (SOC). Organic farming is regarded as a valuable option to halt these negative trends. The aim of the study is to simulate soil C dynamic and nitrate (N) leaching loss for two farming systems (conventional vs organic) that produce either crops or livestock in South Savo. Simulations were done by using a process-based model ARMOSA for the current (1999–2018) and near future climate (2020–2040, RCP 6.0: annual change +0.8 °C, –70 mm). Daily meteorological data from Mikkeli station, and the statistical data in the region during the last 20 years served as model inputs. Five-year crop rotations were simulated on loamy sand soil (C 3.5 %, C/N ratio 17, pH 6.2). A rotation was cereal based in the crop farm, while cereals-grass in the livestock farm. In the crop farm, we simulated three conventional cropping systems: mineral fertilizer, crop residues removed (C1-R) or retained (C2+R); mineral fertilizer and slurry, residues retained (C3+R); and two organic systems: green manure (O1+R) or meat and bone meal-based commercial organic fertilizer, Ecolan Agra® (O2+R). In the livestock farm, we simulated conventional cropping system: mineral fertilizer and slurry, residues removed (C-R); and organic: slurry, residues removed (O-R). The results showed that conventional crop production systems led to relevant SOC decline of 500–750 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> at 0-30 cm soil depth, while organic systems showed either less SOC decline (120 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) as in O1+R, or slight SOC increase (55 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) as in O2+R. Under the future climatic conditions, the model estimated a faster degradation of SOC for all the cropping systems, except for O2+R that still resulted in a negligible SOC increase. Annual N leaching predicted to be about 10 kg ha<sup>-1</sup> for conventional crop farm, while 3 kg ha<sup>-1</sup> for organic crop farm with green manure. Under the future climate scenario conventional cropping systems prone to an increased N leaching loss, up to 20 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>, but organic systems do not. The simulation of livestock farm showed a loss of SOC about 150 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> and a loss of N about 7 kg ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> with very little differences between organic and conventional systems due to use of perennial grass in rotation and slurry as N-fertilizer. In the future climatic conditions the model forecasted a somewhat increase of SOC losses for both systems, and the larger N loss in organic farm. In conclusion, the modelling results suggest that organic crop production farms can be more environmentally friendly per unit area compared to conventional farms, particularly under the future climate scenario. Acknowledgements: This work is a part of the EFSOA project - Environmentally Friendly Smart Organic Agriculture (KS 1798), South-East Finland-Russia Cross-Border Cooperation Programme, funded by the EU, the Russian Federation, and the Republic of Finland (<https://efsoa.ru/engmain>).

**KEYWORDS:** organic farming, soil organic carbon, nitrate leaching, climate change

### 30.3 Miten pohjoisen luomutuotannon ympäristökestävyyttä tulisi arvioida?

Taru Palosuo, Ansa Palojärvi, Riitta Lemola, Merja Saarinen, Liisa Ukonmaanaho

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Suomessa luomutuotanto on viime vuosina kasvanut kattaen vuonna 2020 vajaat 14 % viljelyalasta. Tähän on vaikuttanut paitsi luomutuotteiden kasvava kysyntä myös tavanomaisen tuotannon heikko kannattavuus sekä hallituksen vuonna 2013 aloittama luomualan kehittämisohjelma. Jatkossa luonnonmukaisen tuotannon kilpailuedellytykset riippuvat yhä enenevässä määrin siitä, miten hyvin luomutuotannon kestävyysvaikutukset pystytään osoittamaan ja miten se selviää kilpailusta tavanomaisen tuotannon kanssa. Tässä työssä käytiin läpi kansainvälistä ja kotimaista kirjallisuutta viljelyjärjestelmien ympäristökestävyyttä mittaavista indikaattoreista ja arvioitiin niiden soveltuvuutta pohjoisten luomuviljelyjärjestelmien kestävyden mittaamiseen. Indikaattoreita arvioitiin seuraavien kriteerien pohjalta: käytön yleisyys, herkkyys viljelytoimenpiteille, indikaattoreihin liittyvä yleinen tietotaso sekä empiirisen tiedon määrä maailmanlaajuisesti ja erikseen pohjoisissa viljelyjärjestelmissä, käytettyjen arviointimenetelmien luotettavuus sekä sovellettavuus viljelytoimien kestävyden arviointiin maatilatasolla. Indikaattoreita testattiin käyttämällä pohjoisia luomu- ja tavanomaisen viljelyn viljelyjärjestelmistä kerättyjä aineistoja ja julkaistuja tietoja. Luomutuotannossa pyritään välttämään ulkopuolisten tuotantopanosten kuten väkilannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttöä sekä parantamaan luonnon monimuotoisuutta ja maaperän biologista aktiivisuutta hyödyntämällä luonnollisia biologisia kiertoja. Nämä tavoitteet vähentävät tuotantopanosten määrää ja niihin liittyviä kestävyysvaikutuksia. Toisaalta tuotospuolella luomun satotasot jäävät usein matalammiksi kuin tavanomaisella, mikä vaikuttaa erilaisiin resurssitehokkuutta kuvaaviin indikaattoreihin. Myös vuosittainen satovaihtelu on luomussa tavanomaista suurempaa. Luomutuotannon voi kuitenkin ajatella tavanomaista vahvemmin tukevan erilaisia ekosysteemipalveluja kuten pölytystä, hiilen sidontaa sekä eroosion torjuntaa. Ekosysteemipalvelujen nykyistä parempi kvantifioiminen ja huomioiminen kestävyystarkastelussa täydentäisi luomutuotannon ja tavanomaisen tuotannon kestävyystarkasteluja. Ekologista kestävyyttä kuvaavista indikaattoreista luomutuotannossa käytettäville menetelmille herkimpiä ovat biodiversiteettiä kuvaavat indikaattorit. Näistä mm. eliöstön runsauden on havaittu olevan suurempi luomulla kuin tavanomaisella, myös pohjoisissa olosuhteissa. Sen sijaan luomutuotannon ei ole havaittu systemaattisesti vähentävän kasvihuonekaasupäästöjä tai lisäävän hiilen sitoutumista maaperään. Myös tuotanto-olosuhteet kuten ilmasto, maaperä ja veden saatavuus vaikuttavat tuotannon kestävyteen. Pohjoisissa olosuhteissa ilmasto vaikuttaa suoraan tai epäsuorasti kaikkiin ympäristökestävyyttä kuvaaviin indikaattoreihin. Tämä lisää tarvetta saada empiiristä tietoa ja rakentaa ympäristövaikutusten arviointiin malleja suoraan pohjoisista viljelyjärjestelmistä.

**AVAINSANAT:** ekologinen kestävyys, indikaattorit, luomutuotanto, pohjoiset viljelyjärjestelmät



## 30.4 Motivoiko ilmastohuoli kuluttajia luomuruokaostoksille?

Jaana Sorvali, Elina Nurmi, Salla Alander, Janne Kaseva, Elena Valkama

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Luomuruoan kuluttamisen taustalla on monenlaisia motiiveja. Terveellisyys, ympäristön hyvinvointi sekä eettiset näkökulmat ovat nousseet tutkimuksissa ensisijaisiksi ostomotiiveiksi, mutta myös trendikkyys ja läheisten esimerkki vaikuttavat ostopäätöksiin. Luomuruoan korkeampi hinta sekä Suomen ulkopuolella myös epäluottamus luomuruoan alkuperään saavat kuluttajat jättämään luomutuotteet kaupan hyllylle. Venäläis-suomalaisessa EFSOA-hankkeessa tutkimme kuluttajien luomuruoan ostamiseen liittyviä motiiveja, esteitä ja luomuruokaan liitettyjä mielikuvia sekä luomutietoa Suomessa ja Venäjällä. Erityinen mielenkiinnon kohde tutkimuksessamme on erilaisten ympäristömotiivien (ilmasto-, vesistö- ja biodiversiteetti) vaikutus ostopäätösten taustalla. Tutkimusaineistoa on kerätty kyselytutkimuksella neljässä päivittäistavara-kaupassa Suomessa ja haastattelututkimuksella Venäjällä. Suomessa Etelä-Savon alueella vuosien 2020 ja 2021 vaihteessa kyselyyn vastasi 336 kuluttajaa. Venäjällä Pietarin alueella vastauksia saatiin 72 kuluttajalta. Aiempien tutkimusten perusteella suomalaisten ja venäläisten kuluttajien luomuruokaan liittyvät ostomotiivit, mielikuvat sekä ostamisen esteet poikkeavat toisistaan ja myös luomuruoan saatavuus on hyvin eri tasolla tutkimuksen kohteena olevissa maissa. Suoraan vertailevaa tutkimusta luomuruoan ostamiseen liittyvien motiivien eroista maiden välillä ei ole aiemmin tehty. Sovellamme tutkimuksessamme sosiaalipsykologian TPB (Theory of Planned Behavior) -teoriaa ja aineiston analyysi on tehty tilastotieteellisin menetelmin. Tutkimuksemme tulokset avaavat mielenkiintoisia näkökulmia luomuruoan ostamiseen liittyviin motiiveihin ja erityisesti kuluttajien näkemyksiin luomutuotannon ilmastoystävällisyydestä. Tutkimustuloksia on mahdollista käyttää pohjana suunniteltaessa suomalaisille ja venäläisille kuluttajille suunnattua luomuruoan ostamista edistävää viestintää. Esityksemme pääpaino on suomalaisten kuluttajien näkemyksissä, mutta tuomme esille näkökulmia myös Venäjältä. Tämä tutkimus on osa Environmentally Friendly Smart Organic Agriculture (EFSOA) -hanketta (KS 1798), jota rahoittaa Kaakkois-Suomi – Venäjä CBC -ohjelma eli Euroopan unioni, Venäjän federaatio ja Suomen tasavalta (<https://efsoa.ru/engmain>).

**AVAINSANAT:** luomuruoka, kuluttajat, ilmastonmuutos, Suomi, Venäjä, TPB-teoria

## 31 LUOMUTUOTANTO PELLOLTA PÖYTÄÄN 2

### 31.1 Luomunurmissa palkokasvit ovat välttämättömiä

Kaisa Kuoppala<sup>1</sup>, Oiva Niemeläinen<sup>1</sup>, Leena Kukkula<sup>2</sup>, Jukka Korhonen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>ProAgria Etelä-Suomi

<sup>3</sup>Hämeen ammattikorkeakoulu

#### TIIVISTELMÄ

Luomunurmien ja erilaisten palkokasvi-heinäkasviseosten satoja, talvehtimista ja rehuarvoja ei ole juuri tutkittu. Luomumaitotilalle hyvälaatuisen säilörehun tuotanto on elinehto. Monipuolisten nurmikasviseosten käyttö säilörehunurmissa parantaa viljelyvarmuutta erilaisissa kasvuoloissa. HAMK Mustialan opetus- ja tutkimustilalla ”Luomussa vara parempi” -hanke on yhdistänyt tutkimuksen, neuvonnan ja opetuksen asiantuntijat yhdessä tuottamaan tietoa käytännön luomutiloille mm. palkokasvinurmista. Tarkoitus oli selvittää eri palkokasvien talvehtimista, sadontuottoa ja rehuarvoa nurmiheinäkasvien kanssa seoksina säilörehunurmissa. Maaseuturahasto rahoittaa hanketta ja hanke kiittää Naturcom Oy:tä siementen toimittamisesta kokeeseen. Nurmipalkokasvikaistat: 1) rehumailanen (Karlu), 2) puna-apila (Yngve), 3) sinimailanen (Live), 4) vuohenherne (Gale), 5) rehumailanen+sinimailanen, 6) puna-apila + alsikeapila (Frida)+ valkoapila (Hebe) ja 7) kaikki palkokasvit. Joka kaistalle palkokasvien kanssa kylvettiin 15 kg ha<sup>-1</sup> perusheinäseosta, jossa oli kolmea heinäkasvia: 67 % timoteitä (Tryggve), 22 % nurminataa (Minto) ja 11 % ruokonataa (Swaj). Kasvustoja ei lannoitettu vuosina 2020 ja 2021. Nurmikasviseosten kasvua ja sadon tuottoa mitattiin kolme kertaa kasvukaudessa (11.6., 27.7. ja 14.9.2020 sekä 7.6., 20.7. ja 14.9.2021) juuri ennen säilörehun korjuuta. Haldrup-korjuukoneella niitettiin n. 10 m x 1.5 m ala kolmesta eri kohdasta kultakin 500 m pitkältä kaistalta, ja laskettiin tuoesato. Näytteistä määritettiin kuiva-aine ja tehtiin botaanisat kasvilajiryhmien erottelut Lukella. Kaistakohtaisesti yhdistetyt laatu näytteet analysoitiin Valiolla. Palkokasvinurmien perustaminen onnistui hyvin lukuun ottamatta vuohenhernettä. Nurmet talvehtivat hyvin ja kasvustot ovat olleet reheviä. Palkokasviseokset ovat menestyneet hyvin huolimatta siitä, että ensimmäisen kerran tehtiin säilörehua jo kylvövuoden syksyllä ja molempina tuotantovuosina säilörehua tehtiin 3 kertaa. Kolmen niiton yhteenlasketut kuiva-ainesadot v. 2020 olivat (kg ka ha<sup>-1</sup>): 1) 9841, 2) 9532, 3) 7891, 4) 2726, 5) 7743, 6) 8134, 7) 6234. Suurimmat kuiva-ainesadot oli rehumailasta ja puna-apilaa sisältävillä seoksilla. Palkokasvien (pl. vuohenherne) keskimääräinen osuus kasvustonäytteen kuiva-aineesta oli v. 2020 suurempi kuin v. 2021 (74 % vs. 55 %). Rehumailasta ja puna-apilaa oli seoksissa runsaimmin. Palkokasvien osuus oli suurin kumpanakin vuonna 2. sadossa ja 3. sadossa suurempi kuin 1. sadossa. Keskimäärin kasvustonäytteiden sulavan orgaanisen aineen pitoisuuksissa (D-arvo, g kg<sup>-1</sup> ka) ei ollut eroa vuosien välillä, kun D-arvo laskettiin kuiva-ainesadolla painotettuna 1. ja 2. niitoista. Raakavalkuaispitoisuudet olivat v. 2021 pienempiä (181 vs. 164 g kg<sup>-1</sup> ka), mikä kuvastaa palkokasvien osuuden pienenemistä. D-arvot ja raakavalkuaispitoisuudet olivat molempina vuosina 1. niitossa suurempia kuin 2. niitossa.

**AVAINSANAT:** luomu, nurmipalkokasvit, säilörehunurmi

## 31.2 Kierrätyslannoitteet toimivat luomuvehnan viljelyssä

Tero Tolvanen<sup>1</sup>, Kaisa Matilainen<sup>1</sup>, Jari Huikuri<sup>1</sup>, Tiina Polo<sup>1</sup>, Oiva Niemeläinen<sup>2</sup>, Päivi Kurki<sup>2</sup>, Osmo Koponen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ProAgria Itä-Suomi

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Pohjois-Karjalan Siemen Oy

### TIIVISTELMÄ

Lannoitevalikoima ravinnetilan korjaamiseen on luomussa rajatumpi kuin tavanomaisessa. Soilfood Oy:n ja Ecolan Oy:n kierrätyslannoitteita tutkittiin luomukevätkuonalla Pohjois-Karjalan Siemen Oy:n pellolla Liperissä vuonna 2020 Maaseuturahaston rahoittamassa Luken, ProAgrian ja viljelijöiden Viljellään viisaasti -yhteishankkeessa (<https://www.proagria.fi/hankkeet/viljellaan-viisaasti-14433>). Koelohkon maalaji oli hiesuinen hieno hieta, ja viljavuus välttävä – tyydyttävä (S 7.1 mg l<sup>-1</sup>, K 180 mg l<sup>-1</sup>). Esikasvina oli herne. Helmi-kevätkuonalla kylvettiin 28.5.2020 ja korjattiin 11.9.2020. Typpiannos vaihteli koejäsenten välillä. Verrannetta (V) ei lannoitettu lainkaan. Soilfood SOILI 200 kg ha<sup>-1</sup> (SS) ja Ecolan kaliumsulfaatti 100 kg ha<sup>-1</sup> (EcoK) sisälsivät typpeä alle kilon. Soilfood Boost NPK 2400 kg ha<sup>-1</sup> (SB24) sisälsi 26 kg N ha<sup>-1</sup>. Soilfood Boost NPK 6000 kg ha<sup>-1</sup> (SB60), Ecolan puuvinassi 2200 kg ha<sup>-1</sup> (EcoPV) ja Ecolan Agra 842 1000 kg ha<sup>-1</sup> (EcoAgra) 65 kg N ha<sup>-1</sup>. Myös kalium- ja rikkiannos vaihtelivat. EcoPV ei sisältänyt kaliumia. EcoAgrassa tuli 20 kg K ha<sup>-1</sup>. SS ja EcoK sisälsivät 38 kg K ha<sup>-1</sup>. SB24 sisälsi 60 kg ja SB60 150 kg K ha<sup>-1</sup>. EcoPV ja SB24 sisälsivät rikkiä 4 kg ha<sup>-1</sup>. EcoAgra, EcoK ja SB60 sisälsivät 16 kg ja SS 22 kg S ha<sup>-1</sup>. EcoAgra sisälsi fosforia 24 kg ha<sup>-1</sup>. SB24 ja SB60 sisälsivät 2 kg P ha<sup>-1</sup>. Muissa lannoitteissa ei ollut fosforia. SB24, SB60 ja EcoPV ovat nestemäisiä lannoitteita. Ne levitettiin kastelukannulla letkulevitystä demonstroiden. Rakeiset EcoAgra, EcoK ja SS muokattiin maahan kylvön yhteydessä. Kokeessa oli kolme kerrannetta ja koeruutu 4 m x 8 m. Esikasvina viljellyn herneen vaikutus näkyi V-koejäsenen satotasossa: 2142 kg ha<sup>-1</sup> ja typenotto 41 kg N ha<sup>-1</sup>. Muiden koejäsenten jyväsadot olivat: SS 2152, EcoK 2391, SB24 2190, SB60 2636, EcoPV 2801 ja EcoAgra 2923 kg ha<sup>-1</sup>. Koejäsenten ja koejäsenryhmien välisten erojen luotettavuutta tarkasteltiin kontrastivertailulla. Jyväsato, typenotto ja valkuaispitoisuus seurasivat typpilannoituksen määrää. Koejäseniä ryhmiteltiin kontrastivertailuun sen mukaan. Noin 65 kg N ha<sup>-1</sup> saaneet koejäsenet SB60, EcoPV ja EcoAgra muodostivat oman ryhmänsä. Niiden sato (2800 kg ha<sup>-1</sup>) ja sadon typenotto (56 kg N ha<sup>-1</sup>) oli lähes merkitsevästi ( $p=0.055$ ) suurempi kuin V-koejäsenen sato. Valkuaispitoisuudessa ero oli niin ikään lähes merkitsevä ( $p=0.081$ ) ja typenotossa merkitsevä ( $p=0.015$ ). Sato ja sadon valkuaispitoisuus lisääntyivät kierrätyslannoitteiden typpiannoksen mukaan. Megalab-tulosten perusteella luomuvehkuonalla oli Boostin, Vinassin ja Agran typpeä jyvän täyttymisen aikaan käytettävissä, mikä näkyi satomäärässä, typpipitoisuudessa ja typenotossa kg ha<sup>-1</sup>. EcoPV ja V ei saanut kaliumia ja jyvien kaliumpitoisuus oli samaa luokkaa. SS ja EcoK lisäsivät jyväsadon kaliumpitoisuutta verranteeseen nähden ( $p=0.039$ ), samoin muut kaliumia sisältäneet lannoitteet. Typen ja kaliumin tavoin myös kierrätyslannoitteiden rikki oli vehkuonalla käytettävissä. Jyväsadon rikkipitoisuudet nousivat SB24, SB60 ja EcoPV lannoituksella ( $p=0.038$ ) verranteeseen verrattuna.

**AVAINSANAT:** kevätkuonalla, kierrätyslannoitteet, luomuviljely, maatilakokeet

### 31.3 Hautomokuori on uusi luomuviljelyyn soveltuva maanparannusaine

Päivi Kurki<sup>1</sup>, Elina Nurmi<sup>1</sup>, Iina Haikarainen<sup>2</sup>, Riitta Savikurki<sup>3</sup>, Janne Kaseva<sup>1</sup>, Kaija Hakala<sup>1</sup>, Merja Högnäsbacka<sup>1</sup>, Elena Valkama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Eurofins Viljavuuspalvelu Oy

<sup>3</sup>ProAgria Etelä-Savo

#### TIIVISTELMÄ

Viljelymaan orgaanisen aineksen ylläpitäminen on tärkeää maan kasvukunnon kannalta. Luomuviljelyssä se perustuu monipuoliseen viljelykiertoon ja orgaanisen aineksen lisäämiseen maaperään. Metsäteollisuuden sivutuote *Picea abies* (L.) Karsten -hautomokuoresta on kehitetty uusi luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuva maanparannusaine. Hautomokuori on vaneritehtaan kuusitukkien hautomoaltaista saatavaa kuori- ja maa-ainesta sisältävää materiaalia. Se sisältää 80 % orgaanista ainetta, hiili/typpi -suhde on 78 ja pH 5.7–6.0. Mikkelissä toteutettiin vuosina 2017–2018 kenttäkoe hautomokuoren testaamiseksi. Viljelykasvina oli kevätvehnä Wellamo ja maalajina karkea hieta, jonka viljavuus oli tyydyttävä. Vehnä lannoitettiin kaupallisilla orgaanisilla lannoitteilla: kananlanta-verijauhoseoslannoite ensimmäisenä vuotena (25 kg N ha<sup>-1</sup>) ja lihaluujauholannoite toisena (70 kg N ha<sup>-1</sup>). Käsittelyitä oli viisi: pelkkä lannoitus ilman hautomokuorta, hautomokuoren levitys ensimmäisenä vuotena (40 t ha<sup>-1</sup>) tai molempina vuosina edellä mainittu määrä (80 t ha<sup>-1</sup> yhteensä) sekä hautomokuoren ja pohjatuhkan levitys ensimmäisenä vuotena (kuorta 40 t ha<sup>-1</sup> ja tuhkaa 4 t ha<sup>-1</sup>) tai molempina vuosina edellä mainittu määrä (kuorta 80 t ha<sup>-1</sup> ja tuhkaa 8 t ha<sup>-1</sup> yhteensä). Toisella puolella koealueesta seurattiin jälkivaikutusta, joten alueelle levitettiin maanparannusaineita vain vuonna 2017. Yhden vuoden hautomokuoren ja pohjatuhkan käyttö paransi sekä kevätvehnän satoa että laatua. Eroa ei näkynyt vielä vuonna 2017, mutta vuosi levityksen jälkeen vuonna 2018 havaittiin eroja sadon määrässä, typen otossa, viljan valkuaispitoisuudessa, 1000 siemenen painossa sekä hehtolitrapainossa. Kuivasta kasvukaudesta huolimatta kevätvehnäsato oli tuolloin hautomokuori + pohjatuhka -käsittelyllä 3100 kg ha<sup>-1</sup> ja vastaavasti ilman hautomokuorta 2250 kg ha<sup>-1</sup>. Pelkällä hautomokuoren käytöllä ei ollut vaikutusta sadon määrään tai laatuun. Kenttäkokeen tulokset hautomokuoren vaikutuksesta luomupellon kasvukuntoon valmistuvat syksyn 2021 aikana ja esitellään Maataloustieteen Päivillä tammikuussa 2022 osana tätä esitystä. Hautomokuoren ja pohjatuhkan käytön myönteiset vaikutukset tulivat esille viiveellä, sillä ne eivät näkyneet ensimmäisenä vuonna yhtä selkeästi verrattuna seuraavaan vuoteen. Kahden vuoden peräkkäisestä hautomokuorilevityksestä ilman pohjatuhkaa tai sen kanssa ei ollut hyötyä sadon määrän tai laadun kannalta. Tulokset osoittivat, että hautomokuoren ja pohjatuhkan käyttö yhdessä maanparannusaineena oli hyödyllistä. Kenttäkoe oli osa Luken ja ProAgrian Peltohavainto ja Ravinnepiika-hankkeita, joita rahoitettiin Euroopan maaseuturahastosta. Tämä työ on osa Environmentally Friendly Smart Organic Agriculture (EFSOA) -hanketta (KS 1798), jota rahoittaa Kaakkois-Suomi – Venäjä CBC -ohjelma eli Euroopan unioni, Venäjän federaatio ja Suomen tasavalta (<https://efsoa.ru/engmain>). Tieteellinen artikkeli julkaistiin toukokuussa 2021 Italian Journal of Agronomy -lehdessä: <https://doi.org/10.4081/ija.2021.1781>

**AVAINSANAT:** hautomokuori, luomuviljely, maanparannusaine, pohjatuhka

### 31.4 Luomukoetoinnalla parempia satoja ja päästösäästöjä

Timo Lötjönen<sup>1</sup>, Viivi Virkkula<sup>2</sup>, Olli Valtonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>ProAgria Oulu

#### TIIVISTELMÄ

Olemme toteuttaneet luomukoetointia nyt noin kymmenen vuoden ajan. Rahoitusta on saatu ELY-keskukselta, alan yrityksiltä ja jopa yhdestä kansainvälisestä Era-Net-projektista. ProAgrian mukaantulo suunnitteluun ja toteutukseen on parantanut aiheiden relevanssia ja tiedottamista. Luomukokeita on tehty yksityisten luomutilojen pelloilla ja soveltuvien osin myös Luke Ruukin tutkimusaseman pelloilla. Aiheet ovat pyörineet luomun ikuisuuskyseksien ympärillä, joita ovat kasvien ravitsemus, rikkakasvien hallinta ja luomuun sopivimmat lajikkeet. Viherlannoituksella on saatu kaurasta 2.5–3 tonnin hehtaarisatoja. Ohra ei onnistu aina niin hyvin, koska se tarvitsee enemmän typpeä heti kasvukauden alussa. Siksi aloimme kokeilla kaupallisia lisälannoitteita ohran ja porkkanan viljelyssä. Ensimmäisenä vuonna säät olivat niin suotuisia ja koepaikat multavia, että lannoitteista ei ollut merkittävää hyötyä. Toisena vuonna molemmat kasvit hyötyivät lisäravinteista. Juolavehnään, pelto-ohdakkeeseen ja peltovalvattiin ovat tehonneet hyvin alkukesän tai loppukesän kesannot. Tämä edellyttää, että muokkauksiin on käytettävissä tehokas laite, esimerkiksi ns. juolannostin. Touko-kesäkuun kesanto sisältää tyypillisesti neljä muokkaukset ja päättyy peittävän viherlannoituskasvuston kylvöön. Tällä tavalla olemme saaneet juolavehnan ja ohdakkeen määrää vähennettyä 5 %:iin verrattuna käsittelemättömään. Kasvukauden ulkopuolisilla muokkauksilla kestorikkoihin on voitu vaikuttaa myös, joskin niiden teho on puolikesantoja heikompi. Regeneratiivisen eli uudistavan viljelyn kokeilu alkoi pari vuotta sitten. Ideana siinä on, että maata muokataan vain hyvin pinnasta ja pelto pidetään kasvipeitteisenä mahdollisimman suuren osan vuodesta. Maan hiiltä ja ravinteita pyritään siis säästämään. Selvää on, että menetelmä vaatii hyvin toimivan ojituksen ja erittäin huolellisesti suunnitellun viljelykierron, jossa on puolikesanto mukana. Toistaiseksi karttuneet kokemukset ovat positiivisia. Kasvilajikkeiden merkityksestä puhutaan paljon ja toivotaan jalostettavan luomulajikkeita. Tämä olisikin tarpeellista. Toisaalta lajikkeilla ratkaistaan viljelyn onnistuminen vasta sitten, kun vesitalous, ravinteet ja rikkakasvitilanne ovat kunnossa. Olemme vertailleet kauralajikkeita kuuden vuoden ja ohralajikkeita kolmen vuoden ajan aidoissa luomuoloissa. Vuosittain siementoimittajilta on pyydetty sellaisia lajikkeita, joiden he arvelevat menestyvän hyvin luomussa. Näitä on yleensä saatu 10–15 kpl molemmista viljoista. Kauran sadot ovat vaihdelleet välillä 2.2–5 tonnia ha<sup>-1</sup> ja ohran 2.4–6.4 tonnia ha<sup>-1</sup>. Vuosittain lajikkeiden väliset erot eivät ole olleet yhtä suuria, maksimissaan 2 tonnia ha<sup>-1</sup>. Elintarvikeviljoissa tärkeä laatuominaisuus, jyväkoko, näyttäisi luomuoloissakin seuraavan melko tarkasti virallisten kokeiden tuloksia. Myös aikaisissa kaura- ja ohralajikkeissa näyttäisi olevan hyvää laatua tuottavia lajikkeita. Lisätietoja: [www.proagriaoulu.fi/fi/demonstratiokokeet/](http://www.proagriaoulu.fi/fi/demonstratiokokeet/)

**AVAINSANAT:** luomu, tilakoe, lajikekoe, lannoitus, rikkakasvit

## 32 VERKKOPEDAGOGIIKKA MAATALOUSALALLA

### **32.1 Virtuaalinen navetta- ja sikalavierailu kotieläintieteen verkko-opetuksessa**

**Anne Honkanen, Kaisa Kuoppala, Marjukka Lamminen, Katja Martikainen, Paula Rissanen, Heli Simojoki**

Maataloustieteiden osasto, Helsingin yliopisto

#### **TIIVISTELMÄ**

Oppimiskokemukset luonnollisessa ympäristössä lisäävät opiskelijoiden motivaatiota oppia uusia asioita, johtavat parempiin oppimistuloksiin sekä suurempaan todennäköisyyteen, että opitut asiat siirretään käytäntöön. Paras tulos saavutetaan, jos opetus sisältää sekä oppimista luonnollisessa ympäristössä että luentosalissa, ja opiskelijat pääsevät viemään oppimansa käytäntöön. Vaikka virtuaalisen todellisuuden käyttö opetuksessa on lisännyt mm. opiskelijoiden oppimisnautintoa, motivaatiota ja syvempää oppimista, virtuaalista todellisuutta ei ole toistaiseksi paljoa hyödynnetty opetuksessa. Diginatiivit opiskelijat omaksuvat nopeasti uusien verkkotyökalujen käytön, mutta opettajilla ei aina ole aikaa tai motivaatiota harjoitella uusien opetusvälineiden käyttöä. Lisäksi jotkut verkkotyökalut vaativat maksullisen lisenssin, ja 360-asteen videoita varten tarvitaan siihen soveltuva kamera ja mikrofoni. Virtuaalisten vierailujen avulla on kuitenkin mahdollista vierailla sellaisissa paikoissa, joihin ei normaalisti pääsisi helposti ison opiskelijaryhmän kanssa. Myös tautiriskit virtuaalisilla tilavierailuilla poistuvat, eivätkä opiskelijaryhmät häiritse eläinten normaalia käyttäytymistä. Helsingin yliopiston ”Suomalainen kotieläin tänään ja huomenna” -verkkokurssilla navetta- ja sikalavierailu on korvattu 360-asteen videoista ThingLink-ohjelmalla koostetuilla virtuaalisilla tilavierailuilla. Videot kuvattiin Helsingin yliopiston Viikin tutkimustilan navetassa ja suomalaisella sikatilalla. Virtuaalisella tilavierailulla opiskelijat voivat kierrellä ja katsella ympärilleen itsenäisesti navetassa ja sikalassa sekä etsiä tekstilaatikoista, kuvista ja lyhyistä videoista tietoa verkkokurssilla annettuihin tehtäviin. Helsingin yliopiston kotieläintieteen kurssilla vuonna 2021 testikäytössä etäluennon yhteydessä ollut virtuaalinen navettavierailu sai opiskelijoilta positiivista palautetta: kaikki kuulivat opetuksen ja pääsivät näkemään, miltä Helsingin yliopiston tutkimustilan navetassa näyttää. Verkkokurssia varten tehtiin opiskelijoiden toiveesta myös virtuaalinen sikalavierailu, sillä kaikki maataloustieteiden opiskelijat eivät ole koskaan käyneet sikalassa. Suunnitteilla on myös virtuaalinen vierailu esim. lampolaan, kanalaan tai talliin. Virtuaaliset tilavierailut toimivat verkko- ja etäopetuksessa, mutta ne eivät kuitenkaan korvaa luonnollisessa ympäristössä tapahtuva navetta- tai sikalavierailua esimerkiksi hajun ja eläinten koskettamisen osalta. Myöskään pelkkä 360-asteen video ei riitä, vaan virtuaaliseen vierailuun olisi hyvä liittää oppimista tukevia ja opiskelijoiden asiantuntijuutta tai muita työelämän taitoja kehittäviä tehtäviä.

**AVAINSANAT:** virtuaalinen tilavierailu, 360-asteen videot, verkko-opetus, ThingLink

## 32.2 Navettalivekonsepti vuorovaikutteisena oppimistapana

Kati Partanen<sup>1</sup>, Kaisa Hyvönen<sup>1</sup>, Johanna Virtanen<sup>2</sup>, Heli Wahlroos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Savonia-ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Ylä-Savon ammattiopisto

### TIIVISTELMÄ

Verkon yli tapahtuvan oppimisen odotetaan olevan laadukasta, suunnitelmallista ja innostavaa. Teknologinen kehitys mahdollistaa uusien, turvallisten ja kustannustehokkaiden toimintamallien kehittämisen. Navettalivekonseptin tavoitteena oli tuottaa osallistujille mahdollisimman autenttinen eläintilavierailu verkon välityksellä. Tilaisuudessa tärkeää oli myös yhteisöllisyys ja sosiaalinen vuorovaikutus. Kohdetilalla paikalla oli asiantuntija, yrittäjä ja haastattelija, joiden kanssa webinaarin aiheeseen on perehdytty ja tutkittu käytännön sovelluksia. Webinaarin fasilitaattori huolehti keskustelun sujuvuudesta osallistujien ja kohdetilan toimijoiden kanssa. Kiireettömyys koettiin tärkeäksi: luento ja livelähetys olivat käsikirjoitettuja ja aikataulun mukaisesti toteutettuja, mutta liven päätyttyä varattiin aikaa osallistujien spontaanille keskustelulle, opitun asian reflektoinnille sekä palautteen antamiselle. Navettalivekonsepti estää eläintautien leviämistä ja mahdollistaa uusiin toimintamalleihin tutustumisen pitkänkin välimatkan takaa sekä takaa häiriöttömän tilanteen eläimille suuren ryhmän vierailun sijaan. Teknisenä toteutustapana on tähän mennessä käytetty matkapuhelimia ja niiden kameroita, tarvittaessa gimbaalia eli vakaajaa sekä Bluetooth -yhteydellä toimivia kuulosuojaimia, joilla saadaan eläintilan ylimääräiset äänet suljettua lähetyksestä pois. Kuulosuojainten avulla tilaisuuden toteuttajat pystyvät osallistumaan keskusteluun ja seuraamaan webinaaria. Jokainen asiantuntija liittyi lähetykseen omalla kännykällään, fasilitaattori yleensä tietokoneen äärestä yhteyttä ja tilannetta hallinnoiden. Laadukas toteutus näyttää edellyttävän vähintään neljän hengen toteutustiimiä: fasilitaattori, asiantuntija, haastattelija sekä kuvaaja. Irrallaan olevien eläinten parissa kuvattaessa on syytä olla vielä viides henkilö huolehtimassa siitä, että eläimet pysyvät riittävän etäällä kuvaajasta. Toteutustapaa kehitetään edelleen ja sitä voidaan soveltaa niin jaloittelutarhasta, koneiden äärestä kuin pelloltakin tapahtuvaan lähetykseen. Suunnittelutyöhön kannattaa varata aikaa. Osallistujapalaute on ollut erittäin hyvää. Osallistajat ovat olleet aktiivisia keskustelemaan ja tuomaan esiin tärkeitä koulutusteemoja. Maatila 2030 -hankkeessa kehitettiin kevyen mobiiliteknikan hyödyntämistä webinaareissa. Käytännönläheinen oppiminen maatilalla haluttiin yhdistää helppoon ja turvalliseen osallistumiseen. Virtuaalinen oppiminen pystyttiin toteuttamaan tehokkaasti pedagogisen käsikirjoituksen avulla ja hyödyntämällä konnektivistista lähestymistapaa. Konnektivismi on sosiaalikonstruktivistiseen käsitykseen perustuvaa, verkkoympäristössä tapahtuvaa oppimista. Sen perustana on jatkuva tietojen päivitys, vuorovaikutus ja teknologian hyödyntäminen erilaisissa digitaalisissa ympäristöissä. Maatila 2030 -hankkeen rahoittaa Euroopan sosiaalirahasto ja toteuttajina ovat Savonia-ammattikorkeakoulu, Ylä-Savon ammattiopisto, Savon ammattiopisto sekä Luonnonvarakeskus.

**AVAINSANAT:** elinikäinen oppiminen, etäopiskelu, konnektivismi, digitalisaatio

## 32.3 Mikrokurssit jatkuvan oppimisen välineenä

Hannu Viitala, Marja Kopeli, Ardita Hoxha-Jahja, Kati Partanen

Savonia-ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Aikaan ja paikkaan sitomattomille kursseille on paljon kysyntää. Koulutuksiin osallistuu yhä enemmän henkilöitä, jotka ovat korkeakouluopiskeluun harjaantumattomia. Lisäksi koulutusta suoritetaan kovan kiireen keskellä. Heidätkin olisi saatava kiinnittymään verkkokurssille. Miten auttaa opettajia ottamaan huomioon tämä kohderyhmä jatkuvan oppimisen koulutuksissa? Jatkuva oppiminen lisääntyy ja korkeakouluihin tulee yhä enemmän taustaltaan, opiskelutaidoiltaan ja digiosaamiseltaan erilaisia opiskelijoita. Microcourse for Learning eLearning on suomalaisessa COL-hankkeessa alun perin rakennettu mikrokurssi, joka auttaa opettajia ottamaan huomioon jatkuvan oppimisen opiskelijat verkkototeutuksillaan. Mikrokurssin kehitystä on jatkettu edelleen Erasmus-rahoitteisessa Dual AFS -projektissa. Mikrokurssi on verkkokurssi, jonka kesto voi olla vaikkapa 15 minuuttia, puoli tuntia tai kaksi tuntia. Mikrokurssilla opiskeleminen on aikaan ja paikkaan sitomatonta, ja kurssin voi suorittaa omaan tahtiin silloin, kun itselle sopii. Kurssi voi koostua esimerkiksi lyhyistä videoista, tehtävistä, teksteistä tai rikastetuista kuvista. Mikrokurseista on mahdollista rakentaa ja tuotteistaa laajempikin kokonaisuus, jolloin niistä koostuu myös opintopisteinä määriteltäviä opintoja. Jatkuvan oppimisen koulutusten lisääntyessä yhä useampien opettajien työnkuvaan on alkanut kuulua koulutuksia, joille tulee mukaan myös korkeakouluopiskeluun harjaantumattomia työelämän kiireiden keskeltä osallistuvia opiskelijoita. Pikaperehdytysaineisto on opettajille sopiva ratkaisu. Opettajien kiireet tietäen näitä kursseja kehitettäessä hylättiin laajat materiaalipaketit. Projekteissa rakennettiin mikrokurssit, joiden oletettu opiskeluaika on 15–30 minuuttia. COL-hankkeessa rakennetun kurssin nimi on Online Course for Working Life. Dual AFS -hankkeessa puolestaan rakennettiin kurssi Dual AFS Learning eLearning, jossa yhteensä neljän yliopiston opettajat Albaniasta ja Kosovosta opiskelevat työn ohessa verkko-opettamista. Kurssien oppimisympäristönä on Savonia-ammattikorkeakoulun avoin Moodle, Savonia OpenEdu. Kurssit koostuvat H5P:llä tehdyistä kokonaisuuksista, joissa on tehtävien lisäksi muutamia linkkejä lisäaineistoihin. Sisältöinä ovat mm. työelämälle suunnatun verkkokurssin ominaispiirteet, saavutettavuus ja tekijänoikeudet. Sähköisistä työkaluista käytössä ovat H5P:n eri mahdollisuuksien lisäksi mm. Flinga ja Powtoon. Ideana on aktivoida osallistujaa tekemään ja siten oppimaan. Osallistujaa muistutetaan heti alkuun verkko-opintojakson laatukriteereistä. Lopuksi hän voi tulostaa itselleen muistilistan huoneentauluksi ja antaa palautetta tai kehittämissuhteita.

**AVAINSANAT:** verkko-oppiminen, elinikäinen oppiminen, digitalisaatio



## 33 PALKOKASVIEN TUOTANTO, KÄYTTÖ JA KULUTUS

### **33.1 Policies and pathways to increase legume production and consumption in Finland: a backcasting exercise**

**Chiara Lombardini<sup>1</sup>, Kari Hyytiäinen<sup>1</sup>, Marjukka Lamminen<sup>1</sup>, Rachel Mazac<sup>1</sup>, Satu Männistö<sup>2</sup>, Anne-Maria Pajari<sup>1</sup>, Anu Reinikainen<sup>3</sup>, Matti Sihvonen<sup>1</sup>, Asko Simojoki<sup>1</sup>, Timo Sipiläinen<sup>1</sup>, Frederick Stoddard<sup>1</sup>, Karetta Timonen<sup>3</sup>, Sanna Hietala<sup>3</sup>, Aila Vanhatalo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta

<sup>2</sup>Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **ABSTRACT**

Cultivation and consumption of domestic legumes could deliver multiple benefits for environment and human health. Legumes can reduce greenhouse gas emissions and nutrient emissions into water bodies from agriculture by reducing the need for synthetic inorganic fertilizers. They also reduce the dependence on the imported sources of proteins in animal feed and increase the biodiversity of cultivated agricultural crops species. The high consumption of legumes and substitution of red and processed meat in our diets can improve nutrient profiles and decrease the risk for chronic diseases such as cardiovascular diseases, type 2 diabetes, and colorectal cancer. Legumes are rich in, e.g., plant-based protein, fiber, vitamins (e.g., folate), iron and potassium. The current legume consumption in Finnish population, however, is very low, only 12–13 g day<sup>-1</sup> on average. Regardless of these benefits, only 1.6 % of the Finnish agricultural land area is cultivated with grain legumes in 2021. The Finnish Cereal Committee has set the objective of reaching a fivefold increase from the 2018 level in domestic grain legume production in the following 5-10 years. Currently, the cultivation of legumes is falling behind this target. Since 2018, the cultivation area of pea and faba bean has increased by 5 900 hectares, while the fivefold increase would require an annual increase of 11 700 hectares. This study examines the alignment of current, domestic and EU policies with that objective in Finland. It first delineates the present consumption and production of legumes in Finland, the health and environmental benefits of legume production and consumption and the relative profitability of legume production to farmers. The policy objectives and instruments related to legume production and consumption of the CAP and of policies related to climate change and health are then examined. Using a back-casting exercise, this study identifies alternative pathways, key milestones, and most significant challenges for reaching the objective set by the Finnish Cereal Committee. The cases of Canada and Lithuania, countries that have been successful in significantly expanding legume production and export, are presented and discussed. As a conclusion, a vision for the role of domestic legumes in production and consumption and for related policies is proposed.

**KEYWORDS:** environment, legumes, health, policies

## 33.2 Palkokasvibiomassojen potentiaali proteiinijakeen tuottamisessa

**Marketta Rinne, Marcia Franco, Tomasz Stefanski, Maryam Ghalibaf, Marina Fidelis, Eila Järvenpää, Nora Pap**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Luonnonvaroja säästävasti ja paikallisesti tuotetulle proteiinille on suuri tarve niin elintarvike- kuin rehukäytössä. Nurmipalkokasvit pystyvät tuottamaan suuren proteiinisadon sekä useita ekosysteemipalveluita kuten biologinen typen sidonta ja luonnon monimuotoisuuden tukeminen. Nurmipalkokasvien proteiini on sitoutunut kuiturakenteisiin niin etteivät siat, siipikarja tai ihmiset pysty sitä tehokkaasti hyödyntämään ja käytännössä näitä rehuja on pystytty hyödyntämään lähinnä märentijöiden avulla. Tässä työssä selvitettiin miten nurmipalkokasvien puna-apilan, valkoapilan ja vuohenherneen sekä palkoviljojen herneen ja härkävavun vihreän biomassan proteiinia pystytään erottamaan nestefraktioon nurmibiojalostamokonseptin mukaisesti. Kasvustot korjattiin suhteellisen varhaisella kehitysasteella ja niiden kuiva-ainepitoisuus oli matalahko. Nesteen ja kiintojakeen erotus tehtiin laboratoriomittakaavassa kahdella erityyppisellä puristimella. Biomassat käsiteltiin tuoreena minkä lisäksi esikäsittelyinä käytettiin pakastusta, kuivaamista (kostutus ennen puristusta) ja fermentaatiota (säilörehu). Nämä vaihtoehdot voisivat tulla kysymykseen myös käytännön mittakaavassa biomassan käsittelyssä. Nestesaanto tehokkaalla kaksoisruuvipuristimella vaihteli välillä 42.8–73.5 % ja oli sitä suurempi, mitä kosteampaa käytetty biomassassa oli, mikä vastaa aiemmin nurmisäilörehuilla havaittuja yhteyksiä. Mäntäpuristimen nestesaannot olivat huomattavasti matalampia, tuoreista nurmipalkokasveista noin 10–20 %, eikä palkoviljoista pystytty tällä menetelmällä erottamaan ollenkaan nestettä. Mäntäpuristimen mehusaannot nurmipalkokasveista lisääntyivät huomattavasti esikäsittelyiden jälkeen nousten 50–60 %:iin. Tämä perustunee solujen rikkoutumiseen esikäsittelyiden aikana. Tulos on rohkaiseva, sillä esikäsittelyt helpottavat biojalostamoprosessin ajallisia ja logistisia haasteita ja syntyneiden fraktioiden säilytystä, kun biomassaa ei tarvitse käsitellä tuoreena. Vaikka vihreiden peltobiomassojen käyttö proteiinin tuotannossa vaikuttaa lupaavalta konseptilta, on sen laajamittaisen hyödyntämisen toteuttamiseksi ratkaistava useita haasteita:

- Mitkä ovat liukoisen proteiinifraktion ominaisuudet rehu- ja elintarvikekäytössä ja miten sitä pitää jatkokäsitellä eri tarkoituksiin
- Saadaanko proteiinituotteille uusielintarvikehyväksyntä
- Ovatko kuluttajat valmiita hyväksymään vihreästä biomassasta tuotettuja elintarvikkeita tuotteiden aistittavan laadun ja asenteiden osalta
- Miten tuotantoprosessi saadaan optimoitua ja tuotannon kannattavuus varmistettua
- Miten rittäjät saadaan investoimaan toiminnan aloittamiseen

**AVAINSANAT:** nurmibiojalostamo, neste-kiintojake-erotus, uusielintarvike, valkuaisomavaraisuus

### 33.3 Onko palkokasvituotannossa potentiaalia? – tuottajien ja kuluttajien näkemysten vertailua

Kirsi Korhonen<sup>1</sup>, Toivo Muilu<sup>1</sup>, Hanna Konttinen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

#### TIIVISTELMÄ

Suomalaiset, etenkin miehet syövät punaista lihaa selvästi ravitsemussuosituksia enemmän. Kasviproteiinien käyttöä lihan osittaisena korvaajana on edistetty monin tavoin, josta on esimerkkinä kaupan laajentuva valikoima lihan kaltaisia kasvijalosteita. Tutkimme osana Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamaa Leg4Life-hanketta, mitä Suomessa menestyvistä palkokasveista (herne, härkäpapu, lupiinit ja apilat) ajatellaan ruokaketjun alku- ja loppupäässä. Tuottajien ja kuluttajien näkemyksiä palkokasvituotannon potentiaalista selvitettiin kahdella sähköisellä kyselytutkimuksella. Kuluttajakysely toteutettiin syys-lokakuussa 2020, ja kyselyn vastaajajoukko (n=1000) edustaa suomalaisia täysi-ikäisiä kuluttajia iän, asuinpaikan, sukupuolen ja koulutusasteen mukaan. Tuottajakysely toteutettiin helmikuussa 2021. Tuottajien yhteystiedot tilattiin Ruokavirastolta, ja otannassa painotettiin enemmän palkokasvien tai valkuaispitoisten erikoiskasvien viljelijöitä suhteessa muihin tiloihin. Vastaajajoukko (n=2085) edustaa suomalaisia maaseutuyrityksiä niiden alueellisen jakauman ja viljelijöiden iän mukaan. Kotimaisuuden ja paikallisen tuotannon arvostuksen lisääntyminen on yksi osa ruokajärjestelmän muutosta. Tämä näkyy myös palkokasvituotannossa, sillä kyselyvastausten mukaan 77 % tuottajista ja 72 % kuluttajista piti kotimaisuutta tärkeänä. Toisaalta 70 % kuluttajista, mutta vain 40 % tuottajista piti tärkeänä palkokasvien luonnonmukaista tuotantoa. Tämä selkeä ero saattaa kuvastaa tuottajien realistisempaa käsitystä eri tuotantotapojen mahdollisuuksista. Palkokasvien luomutuotanto oli kuluttajien keskuudessa jopa oman maakunnan tuotantoa tärkeämpää, vaikka lähiruokaa pidetään yleisesti luomua merkittävämpänä trendinä. Palkokasvituotannossa nähty potentiaali heijastuu myös siinä, että yli puolet kuluttajista (59 %) ja tuottajista (52 %) uskoi, että siitä muodostuu uusi tulonlähde maaseudulle. Lisäksi yli 60 % molemmista ruokaketjun toimijoista arvioi, että palkokasvipohjaiset elintarvikkeet olisivat Suomelle hyvä vientituote. Vaikka lihaa muistuttavat kasviproteiinituotteet ovat nosteessa, yllättävän harva vastaaja piti palkokasvielintarvikkeiden lihankaltaisuutta tärkeänä ominaisuutena, sillä kuluttajista 27 % ja tuottajista vain 9 % oli tätä mieltä. Havainto on kiinnostava myös tuoreen raportin valossa, joka ennustaa, että eläinperäisiä tuotteita korvaavien proteiinien markkina moninkertaistuu lähivuosina. Kotimainen palkokasvien viljely on viime vuosina kasvanut merkittävästi ja ala on muutenkin myötätuulessa. Kyselyjemme perusteella kotimaisen palkokasvituotannon kehittämisellä on vahva tuki sekä ruokaketjun alku- että loppupäässä.

**AVAINSANAT:** palkokasvit, kyselytutkimus, maatilayrittäjä, kuluttaja

### 33.4 Härkäpapupiilokas - hankalasti hallittava uusi härkäpavun tuhoeläin Suomessa

Erja Huusela

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Härkäpapupiilokkaita (*Bruchus rufimanus*) ja niiden vioitusta härkäpavun siemenissä havaittiin härkäpapupellolla Paimiossa Varsinais-Suomessa kesällä 2021. Härkäpapupiilokasta on Suomessa aiemmin tavattu Suomessa vain muutamia kertoja satunnaisena harhailijana. Lajin esiintyminen tuholaisena varmistui härkäpapupellolta otetuista näytteistä, joissa laji esiintyi runsaslukuisena. Härkäpapupiilokas on todennäköisesti tullut Suomeen kylvösiemenen mukana. Mahdollisesti sitä on esiintynyt meillä jo aiemminkin. Härkäpapupiilokas on lehtikuoriaisiin (*Chrysomelidae*) kuuluva pieni (4–5 mm) kovakuoriainen. Siementen sisällä elävät toukat vioittavat härkäpavun siemeniä. Härkäpapupiilokkaan vioitukset erottuvat sadon joukosta paljain silmin pyöreinä reikinä siemenissä. Vioitus vaikuttaa sadon määrään ja laatuun. Se voi myös vähentää myös siementen itämistä ja lisätä kasvitautiriskiä. Lajin pääasiallinen ravintokasvi on härkäpapu, mutta sitä esiintyy myös muilla palkokasveilla. Härkäpapupiilokkaan vioitusriski kasvaa härkäpavun viljelyn yleistyessä, mutta riippuu myös sääolosuhteista. Optimilämpötila lajin lisääntymiselle ja muninnalle on noin +20–25 astetta, kun taas alle +15 asteessa ja sateessa sen aktiivisuus vähenee. Myös piilokkaan munat ovat herkkiä sateelle ja alhaisille lämpötiloille. Ruotsissa härkäpapupiilokasta on tavattu jo vuodesta 2008 alkaen laajenevassa määrin tuholaisena. Härkäpavun viljelyn lisääntymisen ja vakiintumisen myötä tuholaisen saapuminen on ollut odotettavissa myös Suomeen. Kesän 2021 poikkeuksellisen kuiva ja lämmin sää edesauttoi lajin kehitystä ja vioitusten ilmaantumisesta. Härkäpapupiilokashavainnon varmistuttua Luonnonvarakeskus tiedotti uudesta tuholaisesta ja kartoitti lajin esiintymistä Suomessa nettikyselyn avulla keräten muita mahdollisia havaintoja härkäpapupiilokkaan vioituksista härkäpavun sadossa tai kylvösiemenessä. Härkäpapupiilokkaan kemiallinen torjunta on hankalaa ja tarvetta kestäville torjuntamenetelmille on koko Euroopassa. Esityksessä keskitytään kyselyn tuloksiin eli härkäpapupiilokkaan levinneisyyteen ja tuhoriskiin härkäpavulla Suomessa sekä esitellään mahdollisia hallintakeinoja.

**AVAINSANAT:** palkokasvit, integroitu torjunta, kasvinsuojelu, tuhoeläimet

## 34 KESTÄVÄ JA ILMASTOVIISAS MAATALOUS

### **34.1 Sekaviljelystä kestävyttä ruuan tuotantoon**

**Marjo Keskitalo, Jaakko Heikkinen, Minna Kahala, Jere Kaivosoja, Matts Nysand, Kirsi Raiskio, Pirjo Yli-Hemminki**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **TIIVISTELMÄ**

Sekaviljelyä on käytetty rehuntuotannossa sekä erilaisten tuotanto- ja vihernurmien ja riistapeltojen perustamisessa, mutta ei niinkään puitavilla ja elintarvikkeeksi tarkoitettujen siemenkasvien viljelyssä. Sekaviljelyllä tarkoitetaan viljelymenetelmää, jossa kaksi tai useampi kasvi kasvaa ainakin osan aikaa samassa pellossa. Menetelmästä tunnetaan mm. seosviljely, riviseosviljely, kaistaviljely ja päällekkäisviljely. Menetelmän eduiksi on luettu mm. peltoeliöstön monipuolistuminen, tuholais-, tauti- ja rikkakasvipaineen väheneminen, ravinteiden saannin parantuminen ja satomäärien kohoaminen. Ilmaston muutoksessa sato-olot muuttuvat entistä vaikeimmin ennakoitavaksi, jolloin tarve on sadontuottoa vakauttaville viljelyjärjestelmille. Luonnonvarakeskuksen Diveraction – hankkeessa ([www.luke.fi/diveraction/fi](http://www.luke.fi/diveraction/fi)) perustettiin vuonna 2020 seosviljelykoe, jossa seitsemää elintarvikkekasvia tutkittiin yksin ja seoksessa härkävun kanssa. Kasveista kaksi oli viljaa (hirssi, kaura), kaksi valeviljaa (kvinoa, tattari), kaksi öljykasvia (camelina, öljyhamppu) sekä kaksi palkokasvia (härkäpapu, makealupiini). Tavoitteena oli tutkia, olisiko seosviljely menetelmänä sellainen, joka mahdollistaisi paremman sadonmuodostuksen viljan yksiviljelyyn nähden. Lisäksi otettiin näytteitä kasvien peltoon jättämän hiilisyötteen määrittämiseksi ja korjatun sadon elintarvikelaadun selvittämiseksi. Kokeen alussa oli noin kuukauden kuivuus- ja hellejakso, jonka aikana koetta sadetettiin kaksi kertaa. Tasapuolisinta kasvu oli silloin, kun hirssiä, kauraa, tattaria tai öljyhamppua kasvoi härkävun kanssa. Siemensadoista laskettu nk. LER-arvo (land equivalent ratio) oli hirssi- kaura-, öljyhamppu-härkäpupuseoksissa yleensä noin yksi ja tattari-härkäpupuseoksessa yli yhden. Kasvimassan hajoamista indikoiva C/N suhde oli juurille 25–74 ja maanpäälliselle biomassalle 30–80 kasvusta riippuen. Siemenen tyyppipitoisuus, maannäytteiden liukoinen tyyppi sekä kasvuston NUE (Nitrogen use efficiency) -analyysit ovat kesken ja tarkastelut toivottavasti antavat lisätietoa menetelmän käyttökelpoisuudesta ja siitä, miten palkokasvin viljely vaikutti sen seurassa kasvavan kasvin typenottoon. Härkävun puitujen siementen mikrobimäärissä oli vaihtelua sen mukaan, minkä kanssa papu kasvoi. Visuaalisten havaintojen perusteella härkäpapu mukana seoksessa muodosti maata peittävän kasvuston, joka kilpaili hyvin rikkakasvien kanssa. Seoksessa härkävun kasvu muuttui siten että palkojen sijainti varressa oli jonkin verran puhtasviljelyä korkeammalla. Sekaviljely luo uusia vaatimuksia viljelyteknologialle. Haasteita seosviljelyssä on mm. kylvön ja korjuun ajoittamisessa kasvien eriaikaisen tuleentumisen johdosta sekä puimakoneen säätämässä kasvien kasvukorkeuden mukaan. Lisäksi teknologialta vaaditaan älykästä, tarkkaa paikkakohtaista tunnistamista ja toimintaa maksimaalisen satopotentialin hyödyntämiseen. Sekaviljely käsitteenä avaa myös uusia mahdollisuuksia kasvinjalostukseen.

**AVAINSANAT:** sato, LER, NUE, resilienssi

## 34.2 Comparison of long-time carbon sequestration in Notill vs. Inversion tillage

Jussi Knaapi

Knaapi

### ABSTRACT

As a continuation of Soil Scanning work, which started 2019, we now have more results (over 400 field sites) including different soil- and management types. Relating to quantitative Soil Carbon Stock, we have found strong relation between EC-values, topography and top layer NIR (SOM) values. By combining these factors and in coming years also other proximal sensing together, we could generate accurate estimates of carbon amount in individual fields. But to be able to choose right reference and follow up points in the field, we need to know the variability inside the field and keep following these reference point very exactly. On top of basic Soil Scanning, we also have results from so called Intact Soil Cores, (45 x 1000 mm) and different Soil Biology and Health measures. Studied sites include Koneviesti & Novida Loimaa long time Management trial site plus several fields from south to north. On top of soil carbon storage, we now have results relating soil biology and health, nutrient efficacy and also results of drainage water quality. By right - place adjusted- management practices we can not only keep the yield level up, but also minimize problems when different biotic and abiotic stresses occur. At Loimaa site this is very well seen and measured. On other sites there have been several issues, which were found out then Intact Soil Cores were studied. Main issues on those have been compaction layers, but also so called "dead zones." These have coarse particle layers (near zero EC) which are simultaneously very low in SOM. These factors limit root development and are strongly related to lower productivity. On the other hand, rooting depth has often been very good, reaching down to one meter and more. When CAP27 is on last planning phase, we suggest that information gathered from different Soil Scanning and also controlled manual sampling activities should be part of more exact Soil Carbon Stock bookkeeping. This is very important, when different Carbon Trade programs are on coming. Main issues are, how to standardize exact reference sampling (RTK level X, Y and Z coordinates), and how to include bulk density measures into sampling and laboratory workflows. Further we should be able to analyze portions of particulate and mineral-associated Organic matter (POM and MAOM), which will become important when Carbon Trace programs start. As a whole results point out that management is one of very key factors when aiming towards sustainable and climate-smart agriculture.

**KEYWORDS:** soil carbon stock, soil scanning, soil health, carbon trade, laboratory protocol, particulate OM, mineral-associated OM

### 34.3 Fosforilannoituksen merkitys sokerijuurikkaalla

Marja Palomäki, Susanna Muurinen, Sakari Malmilehto

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus

#### TIIVISTELMÄ

Sokerijuurikkaan viljelyalan ja viljelijäsukupolven muuttuessa, sokerijuurikkaan viljelykierto on monipuolistunut. Kevätviljan ollessa sokerijuurikkaalla yleisin esikasvi on oletettavaa, että käyttöön on tullut uusia lohkoja, joilla ei ole pitkäaikaista sokerijuurikkaan viljelyhistoriaa. Vuosien 2000–2010 kartoitus sokerijuurikaspelloilla osoitti, että silloin oli jo nähtävissä lohkojen fosforipitoisuuksien laskua. Toki fosforipitoisuudet ovat sokerijuurikaspelloilla olleet tuolloin huomattavasti viljalohkoja korkeammalla tasolla. Mutta nyt uusien lohkojen tullessa sokerijuurikkaalle on selvää, että näillä lohkoilla voi esiintyä huomattavasti alhaisempia fosforin viljavuuslukuja. Sokerijuurikas viljelykasvina vaatii riittävän fosforilannoituksen potentiaalisen sadon tuottamiseksi. Tämä on osoitettu Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen pitkäaikaisissa sokerijuurikkaan fosforilannoituskokeissa vuosina 2012–2017. Riittävällä fosforilannoituksella ei pelkästään taata juurisatoa, vaan sillä on myös merkittävä vaikutus sokerijuurikkaan sokeripitoisuuteen. Näin ollen fosforin vaikutus ulottuu raaka-aineen laatuun, hintaan ja saatavaan lopputuotteeseen. Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus on tehnyt kokeita, joissa on verrattu eri lajikkeiden fosforin käytön tehokkuutta ja uudempien lajikkeiden välisiä eroja fosforipitoisuuksissa. Aineistoja on hyödynnetty laajemmin myös fosforitaseiden laskemisessa. Starttifosforin satovaste on myös osoitettu useamman vuoden kenttäkokeissa, ja tästä on laajaa käytännön kokemusta myös viljelijöiden pelloilta. Saavutetut satotasot osoittivat, että sokerijuurikkaan nopeutunut kehitys alkukasvukaudella takaa myös kasvaneen sadon ja parantuneen fosforin oton.

**AVAINSANAT:** sokerijuurikas, fosforilannoitus, starttifosfori, lajikkeet

## 34.4 Syksyllä maahan lisätyn kuitulietteen ja ravinnekuidun vaikutus nitraatin huuhtoutumiseen

Petri Kapuinen, Risto Korpinen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Nitraatin ( $\text{NO}_3^-$ ) huuhtoutumista tutkittiin maamonoliittikokeessa. Niiden pinnalta kuorittiin 10 cm:n kerros pois, johon lisättiin Lielahden pohjasta nostettua kuitulietettä (nollakuitua) tai kalkkistabiloitua ravinnekuitua ja laitettiin takaisin. Kuitujen nimelliset levitysmäärät olivat 0, 1, 2, 4, 8 ja 16 t org. C ha<sup>-1</sup>. Monoliitteja kasteltiin vastaten sadantaa 2 mm vrk<sup>-1</sup> 3 krt viikko. Niiden läpi valunut huuhtouma otettiin talteen, punnittiin ja ravinteet analysoitiin. Syys- ja kevätisimulaation välillä monoliitit pakastettiin ja säilytettiin -5 °C:ssa kuvaten talvea.  $\text{NO}_3^-$ -tyypen osuus liukoista kokonaistypestä oli niin merkittävä, että sen sijaan tuloksissa raportoidaan vain  $\text{NO}_3^-$ -N-huuhtouma. Määritetyistä pitoisuuksista laskettiin huuhtouma valuman monoliitin pinta-ala perusteella. Ravinnekuitu näyttää vähentävän syksyllä huuhtoutuvan  $\text{NO}_3^-$ -N määrää jo pieninä annoksina. Kuitulietteellä  $\text{NO}_3^-$ -N-huuhtoutuminen väheni lähes suoraviivaisesti kuituannoksen kasvaessa, mutta ravinnekuidulla huuhtoutuminen väheni rajusti jo pienillä (1–2 t org. C ha<sup>-1</sup>) annoksilla ja kasvoi uudelleen kuituannoksen kasvaessa. Ravinnekuidulla  $\text{NO}_3^-$ -N huuhtoutuminen painottui syysimulaatiossa 1. kuukauteen, minkä jälkeen se lähes loppui. Kuitulietekäsittelyissä  $\text{NO}_3^-$ -nitraatin huuhtoutuminen ei vähentynyt yhtä jyrkästi. Kuiduttomasta käsittelystä  $\text{NO}_3^-$ -huuhtoutuminen jatkui lähes yhtä suurena kuin alussa vielä 2 kk:n kuluttua simulaation alusta. Voidaan olettaa, että se jatkuisi lähes yhtä suurena vielä ainakin kuukauden. Syksyn pituudella onkin suuri merkitys kuiduttomasta käsittelystä huuhtoutuvan  $\text{NO}_3^-$ :n määrän kannalta. Kuiduista on eniten hyötyä syksyn ollessa pitkä. Enimmillään 2 kuukauden simulaation aikana voitiin nitraatin huuhtoutumista vähentää määrästä 21.1 kg ha<sup>-1</sup> määrään 3.0 kg ha<sup>-1</sup> eli 14 %:iin kuitulieteannoksen ollessa 8 t ha<sup>-1</sup>. Ravinnekuidulla lähes yhtä suuri  $\text{NO}_3^-$ :n huuhtoutumisen väheneminen saavutettiin jo annoksella 1 t ha<sup>-1</sup>. Kun jo pienet määrät ravinnekuitua vähensivät syksyllä huuhtoutuvan  $\text{NO}_3^-$ :n määrää rajusti, kevään huuhtouma väheni vasta suuremmilla annoksilla. Keväällä huuhtoutuva  $\text{NO}_3^-$ :n määrä oli lähes 1.5-kertainen syksyllä huuhtoutuvan  $\text{NO}_3^-$ :n määrään nähden 2 kk:n kuluessa, joten sen merkitys oli suurempi kokonaisuuden kannalta. Pienimmän ravinnekuituannoksen (1 t ha<sup>-1</sup>) vaikutus ei riittänyt kevääseen saakka, vaan siitä huuhtoutui  $\text{NO}_3^-$ :a yhtä lailla kuin kuiduttomasta käsittelystä. Annoksen kasvattaminen 2 t ha<sup>-1</sup> vähensi  $\text{NO}_3^-$ :n huuhtoutumista keväällä oleellisesti, mutta täysi vaikutus saatiin vasta selvästi suuremmilla annoksilla (8 t ha<sup>-1</sup>). Näillä ei kuitenkaan saatu yhtä suurta  $\text{NO}_3^-$ :n huuhtoutumisen vähenemistä syksyllä. Niinpä kuitumäärällä on syytä hakea kompromissi syksyn ja kevään huuhtoutumisen kannalta pitäen mielessä se, että suuri kuituannos johtaa seuraavana kasvukautena sadonalennukseen.

**AVAINSANAT:** nitraatti, huuhtoutuminen, maamonoliitti, kuidut



## 35 KEHITTYVÄ HEVOSELINKEINO

### 35.1 Tutkimus työolainsäädännön toteutumisesta hevosalalla

Marjukka Järvelä<sup>1</sup>, Monna Alatalo<sup>1</sup>, Kristel Nybondas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hämeen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Maaseudun työnantajaliitto (MTA)

#### TIIVISTELMÄ

Vuoden 2020 lopussa valmistuneessa, Maaseudun työnantajaliiton (MTA) toimeksi antamassa ja Hämeen ammattikorkeakoulun julkaisemassa opinnäytetyössä tarkasteltiin työolainsäädännön toteutumista hevosalalla. Yhdeksän hevosalan työnantajaa eri puolilta Suomea antoi aiheesta haastattelun, jonka lisäksi palkansaajille suunnatun verkkokyselyn 166 vastaajaa kertoi kokemuksistaan hevostalliyritysten työntekijänä. Tutkimusten päämääränä oli selvittää, millaisia ongelmia hevosalan työsuhteissa työolainsäädännön näkökulmasta on, kuinka laajalti ja miksi. Lisäksi tutkimuksen puitteissa paljastui missä määrin työsopimusosapuolet tuntevat työolainsäädäntöä, mikä on heidän kouluttautumis- ja järjestäytymisasteensa, sekä näiden seikkojen vaikutus työtyytyväisyyteen. Tutkimusosion perusteella Maaseutuelinkeinojen työehtosopimuksen noudattamisessa on puutteita merkittävässä osassa hevosalan työpaikoista. Osa työnantajista jopa kokee TES:n säntillisen noudattamisen olevan este työntekijän palkkaamiselle, siitäkin huolimatta, että TES ottaa huomioon alakohtaiset realiteetit ja mahdollistaa joustoa esimerkiksi työaikoihin. Samaan aikaan pääasiassa nuorista naisista koostuvan työvoiman järjestäytymisaste, 29 %, on heikko verrattuna maanlaajuiseen järjestäytymisasteeseen, joka on noin 67 %. Haastatelluista yrittäjistäkin vain kolme kertoi olevansa MTA:n jäsen. Työntekijät luettelivat pitkän listan ongelmia, jotka koskivat mm. työyhteisön kommunikaatiota, työaikoja ja palkkausta. Työn mitoittamisessa, työn vaatavuusryhmän määrittämisessä, työvuorolistojen tekemisessä, työturvallisuudessa ja työterveyshuollossa kerrottiin olevan puutteita. Lisäksi palkattoman ja/tai pimeän työvoiman käyttö on edelleen yleistä alalla, mikä hankaloittaa kouluttautuneiden ammattilaisten työllistymistä talliyrityksiin, sekä heikentää heidän mahdollisuuksiaan vaatia työnteon vähimmäisehtojen toteutumista. Yhtenä opinnäytetyön johtopäätöksenä korostui tarve päivittää työsopimusosapuolten tietämystä työolainsäädännön heille määrittelemistä velvollisuuksista ja oikeuksista. Lisäksi havaittiin liiketaloudellisen menestyksen käyvän käsi kädessä hyvän työilmapiirin ja lakisääteisten työolojen toteutumisen kanssa, jolloin hinnoittelu ja markkinointiviestintä luovat edellytyksiä myös työolainsäädännön noudattamiselle. Tulokset vahvistavat käsityksen, että nuoria, järjestäytymättömiä naisia on hyvin helppo käyttää työelämässä hyväksi, jonka johdosta työsuhteet hevosalalla ovat usein kestävämpiä. Hevosalan yrittäjille olisi tärkeää välittää viestiä, jossa muistutetaan vastuun yrityksen toiminnasta sekä työnantajan velvollisuuksien täyttämistä olevan heillä itsellään. Järjestäytymisestä olisi paljon hyötyä työnantajille, sillä tuen ja neuvonnan lisäksi MTA:n jäsenyys mahdollistaa esimerkiksi työpaikkakohtaisia ratkaisuja paikallisen sopimisen muodossa.

**AVAINSANAT:** hevosala, hevostalliyritys, työelämä, työolainsäädäntö

## 35.2 Hevosyritysten tuottavuuden, kannattavuuden ja työhyvinvoinnin kehittäminen

Iina Hulkkonen, Tea Elstob

TTS Työtehoseura

### TIIVISTELMÄ

Hevosalan työllistävä vaikutus on maassamme huomattava. Alan yrityksissä tehtävään työhön ja sen kehittämiseen on kuitenkin toistaiseksi kiinnitetty vain vähän huomiota. Työn kehittäminen ja työntekijöiden hyvinvointi ovat tärkeässä roolissa, jotta hevosala säilyy tulevaisuudessa elinvoimaisena. Kipukohtina alalla ovat työn fyysinen kuormittavuus ja yritysten heikko kannattavuus. Yrittäjistä enemmistö pitää työtään sekä henkisesti että fyysisesti rasittavana ja osa kokee kannattavuusnäkymät heikoiksi. TTS:n toteuttamassa ja EU:n maaseuturahaston rahoittamassa Työprosessit kuntoon ja tuottavuutta hevosyrityksille -tutkimuksessa kerätään ja levitetään tietoa hevostallien työmenetelmien nykytilasta ja kehittämisestä. Tutkimuksessa hevostallin arkirutiineja seurataan yhden päivän tai työvuoron ajan ja tarkastellaan ihmisiin kohdistuvaa fyysistä ja henkistä kuormitusta, työn sujuvuutta sekä työajankäyttöä. Tutkimukset tehdään talvella 2021–2022 tapaustutkimuksena työntutkimuksen menetelmillä Uudellamaalla sijaitseviin 4–8 talliyritykseen. Työntutkimuksissa tarkastellaan työprosesseja kolmesta eri näkökulmasta: taloudellisesta, teknologisesta ja henkilöstön näkökulmasta. Työntutkimuksessa käytetään TTS:n kehittämää osallistavan työntutkimuksen mallia, jossa työprosessien kehittäminen, työhyvinvointi ja ergonomia kulkevat yhdessä. Työntutkimuksessa työntutkija kellottaa hevostallilla tehdyt työmenetelmät. Tämän jälkeen työt jaotellaan tekemisajaksi, apuajaksi ja häiriöajaksi. Tekemisaika vie prosessia eteenpäin (esim. karsinan siivous), apuaika tukee tekemisen edellytyksiä (esim. siirtymiset) ja häiriöaikaa ovat esimerkiksi työhön liittymättömät puhelut. Myös pidetyt tauot ja mahdolliset odotusajat huomioidaan. Työaikojen tarkempi analysointi auttaa selvittämään, mihin työaikaa kuluu eniten ja olisiko esimerkiksi toimintojen sijoittelua mahdollista muuttaa. Kellottamisen lisäksi työtilanteita videoidaan, mikä mahdollistaa ergonomiatilanteiden tarkemman arvioinnin jälkikäteen. Tuloksia analysoidaan mm. Vidar-videoanalyysillä ja OWAS-työasentoanalyysillä, joiden avulla saadaan tarkempaa tietoa työn kuormitusjakaumasta, työturvallisuustekijöistä ja hyvistä käytänteistä. Tulosten perusteella tehdään huomioita ja ehdotuksia, joiden avulla pyritään parantamaan työntekijän ergonomiaa ja työssä jaksamista sekä löytämään erityisen kuormittavia tilanteita työssä. Tutkimuksen perusteella saadaan kokemuseräistä tietoa siitä, miten työtapoja muuttamalla, toimintojen erilaisella sijoittelulla ja kohteeseen sopivilla kone- ja laiteinvestoinneilla voidaan parantaa hevosalan yrityksissä työn tuottavuutta, yritystoiminnan kannattavuutta sekä yrittäjien ja työntekijöiden hyvinvointia. Tutkimuksen alustavat tulokset ovat esiteltävissä Maataloustieteen Päivillä tammikuussa 2022.

**AVAINSANAT:** hevostalous, yrittäjyys, työntutkimus, kannattavuus

### 35.3 Ammattiravivalmentajat Suomessa

**Pauliina Raento**

Hevoset ihmisineen -hanke / Tampereen yliopisto

#### TIIVISTELMÄ

Esitelmässäni kerron raviurheilun keskusjärjestö Suomen Hippokselle vuosina 2018–2019 tekemäni kaksivaiheisen ammattiravivalmentajatutkimuksen tuloksista. Viitekehystenä palvelivat kotimaisen hevosalan aiemmat kyselyt valmentajille ja yrittäjille, soveltuvat (auto)etnografiset tutkimukset ammattimaisesta hevosurheilusta ja liikuntatieteilijöiden keskustelu urheiluvalmentajan ammatista Suomessa. Tutkimuskysymykset olivat: 1. Keitä suomalaisen raviurheilun ammattilaisenssin haltijat ovat? 2. Mitkä ovat heidän toimenkuvansa ja mitä he ajattelevat työstään ja lajistaan? 3. Mitä tulokset merkitsevät lajin tilalle ja tulevaisuudelle? 4. Mikä on tulosten yhteys aiempiin valmentajia käsitteleviin tutkimuksiin? Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa vastasin kysymykseen 1 profiloimalla Suomen Hippoksen lisensoimat 327 ammattivalmentajalisenenssin haltijaa heidän rekisteritietojensa pohjalta. Toisessa vaiheessa samalle joukolle lähetettiin kysely, joka valotti ammattiravivalmentajien toimenkuvaa ja näkemyksiä valmentajan työstä, yritystoiminnan kannattavuudesta ja työhyvinvoinnista. Neljännes (25 %) lisenssinhaltijoista vastasi kyselyyn (n = 81), joka vastasi tutkimuskysymykseen 2. Vastaukset paljastivat taloudellisia vaikeuksia ja vakavia työhyvinvoinnin ongelmia. Huolta herättivät myös hevosalan koulutusta koskevat kielteiset asenteet, puutteet ammatillisessa osaamisessa, vastuullisuuden ylenkatsominen sekä epätasa-arvon ja riittävän ilmapiirin kokemukset. Vastaukset vahvistivat, että raviurheilun (ja koko hevosalan) kulttuuri muuttuu, kun nuorten naisten määrä kasvaa perinteisesti miesvaltaisella, pitkään ikääntyneellä alalla. Ravivalmennustoiminnan taloudellinen ja eettinen kestävyys edellyttävät kannattavuuden, ammattilaisten työssä jaksamisen sekä koulutuksen ja käytännön työn yhteensovittamisen ongelmien parempaa tunnistamista ja ratkaisemista (tutkimuskysymys 3). Tulokset ohjaavat vertailemaan ihmisten ja hevosten valmentajien ammattiin oppimista, ammattikoulutusta ja urapolkuja. Näiden osa-alueiden syvenevä ymmärrys voi tukea hevosalan koulutuksen ja muiden palvelujen kehittämistä ja kohdentamista. Tulokset laajensivat ja haastoivat kyselyaineistoihin ja (auto)etnografisiin menetelmiin perustuvaa tietoa hevosten ammattivalmentajista (tutkimuskysymys 4). Ne myös osoittivat paikkoja vuoropuheluun ihmisurheilun valmentajia ja kansainvälistä laukkausurheilua koskevassa monitieteisessä urheilu- ja hevostutkimuksessa, antropologiassa ja sosiologiassa. Laadullisen, kokemuspohjaisen tiedon hyödyt olivat ilmeiset vähän tutkitun ammattiryhmän ymmärtämiselle ja antoivat suunnan tutkimuksen jatkamiselle tulevaisuudessa. Raento P (2021) Ammattiravivalmentajat Suomessa. HAMK Unlimited Scientific 22.4.2021 <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021042111261>

**AVAINSANAT:** ammattivalmentajat, hevosyrittäminen, koulutus, työhyvinvointi

## 35.4 Turvetta korvaavien kuivikemateriaalien hiilijalanjälki

**Annika Johansson<sup>1</sup>, Suvi Lehtoranta<sup>1</sup>, Tanja Myllyviita<sup>1</sup>, Juha Grönroos<sup>1</sup>, Katariina Manni<sup>2</sup>, Maarit Hellstedt<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Suomen ympäristökeskus

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Maa- ja metsätalousministeriö

### TIIVISTELMÄ

Turpeen korvaaminen pienemmän hiilijalanjäljen kuivikemateriaalilla tukee ilmastotavoitteiden saavuttamista. Viimeaikaisten energiaturpeen käytön muutosten seurauksena kuiviketurpeen saatavuuden arvioidaan heikentyvän ja hinnan nousevan jo lähitulevaisuudessa. Haasteena on löytää kohtuuhintaisia turvetta korvaavia materiaaleja, joilla voidaan saavuttaa vastaavat kuivikeominaisuudet kuin turpeella ja joita olisi lisäksi hygieenistä ja turvallista käyttää. Parhaimmillaan turvetta korvaavat kuivikemateriaalit voivat tuoda uusia työpaikkoja, tukea kiertotaloutta ja hillitä ilmastomuutosta. Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston rahoittamassa Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit (TURVEKE 2019-2021) -hankkeessa tutkittiin turpeelle vaihtoehtoisten kuivikemateriaalien ominaisuuksia ja käytettävyyttä. Tilakokeisiin valittujen kuivikemateriaalien (turve, rahkasammal, järviruokosilppu, ruokohelpisilppu ja -pelletti, puupohjainen murukuivike ja tekstiilibriketti) tuotannolle laskettiin hiilijalanjälki. Tulokset osoittavat, että lähes kaikkien tutkittujen materiaalien hiilijalanjälki on turvetta pienempi. Kuivikemateriaaleista järviruokosilpulla on negatiivinen hiilijalanjälki, eli sen käyttö hillitsee ilmastomuutosta. Myös tekstiilibriketin, kivennäismaalla viljellyn ruokohelven ja rahkasammaleen hiilijalanjäljet osoittautuivat turvetta pienemmiksi. Murukuivikkeen hiilijalanjälki on sen sijaan turvetta suurempi. Ruokohelven hiilijalanjälki puolestaan vaihtelee merkittävästi riippuen mm. pellon maalajista, satotasosta ja juurimassan osuudesta. Kuivikkeena käytettävän biomassan korjuun ja hyödyntämisen sekä kuivikkeen hajoamisen vaikutukset hiilivarastoihin (maankäyttö) aiheuttaa suurimman osan hiilijalanjäljestä kaikilla muilla vertailussa olleilla kuivikemateriaaleilla paitsi tekstiilibriketillä, joka luokitellaan jätteeksi. Maankäytön päästöjen arviointiin liittyy kuitenkin suurta vaihtelua sekä epävarmuuksia tutkimustiedon niukkuuden takia. Kuivikemateriaalien prosessointi ja kuljettaminen osoittautuivat kokonaisuudessa vaikutuksiltaan vähäisiksi. Kuivikemateriaalien ominaisuudet vaikuttavat käyttömäärien lisäksi myös esimerkiksi typen haihtumiseen ammoniakkinä ja nesteen pidätyskykyyn. Myös lannasta muodostuvat metaanipäästöt voivat vaihdella kuivikelajin mukaan. Näitä ei laskennassa huomioitu. Kuivikemateriaalien jatkokäyttömahdollisuuksissa on myös eroavaisuuksia, koska kaikki kuivikemateriaalit eivät sovellu yhtä hyvin esim. peltolevitykseen. Lisäksi uusien kuivikemateriaalien lisääntyvä tuotanto aiheuttaa muutoksia tuotantorakenteissa kysynnän ja tarjonnan muuttuessa. Poliittikaohjauksen kannalta hiilijalanjälki ei yksinään kerro tuotteen tuotannon ilmastovaikutuksista riittävästi, sillä se ei ota huomioon tuotannon muutoksista aiheutuvia seurausvaikutuksia.

**AVAINSANAT:** ilmastovaikutus, kuivike, kotieläin, maankäyttö

# Posterit

## 1 TALOUS, POLITIIKKA JA RUOKAJÄRJESTELMÄT

### **1-1 Luomuun siirtymisen kannattavuus kasvinviljelytilalla**

**Antti Lähde, Hannu Viitala, Suvi Kyytsönen, Heli Wahlroos**

Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, Finland

#### **TIIVISTELMÄ**

Suomalaisen maatalouden kannattavuus on heikkoa, ja se on ollut huonontumaan päin koko 2000-luvun ajan. Maatilojen määrä supistuu, ja yrittäjätulon kehitys on laskusuunnassa. Tästä huolimatta löytyy myös hyvin menestyviä tiloja kokoluokasta ja tuotantosuunnasta riippumatta. Luomutuotantoon siirtyminen saattaa olla eräs keinoista, joista on apua tilan kannattavuuden kehittämisessä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, olisiko case-tilana toimivan kasvinviljelytilan kannattavaa siirtyä luomutuotantoon ja kuinka tuotantotavan muutosvaihe vaikuttaisi tilan talouteen. Tutkimus toteutettiin toiminnallisena projektityönä case-tilan näkökulmasta. Kannattavuuden vertailua varten tilalta kerättiin kattavat tiedot nykyisestä tuotantotavasta pitkältä ajalta sekä suunniteltiin tilalle tehtävät muutokset luomuun siirtymiseksi. Tietojen pohjalta tehtiin lohkokohtaiset tuotantokustannuslaskelmat molemmista tuotantotavoista sekä maksuvalmiuslaskelma siirtymävaiheen tarkastelemiseksi. Tutkimuksen tulokseksi saatiin se, että luomutuotanto oli pääosin kannattavampaa tavanomaiseen tuotantoon verrattuna. Satotasoilla oli suuri vaikutus kannattavuuteen luomutuotannossa, ja satotasoa nostamalla kannattavuusero luomutuotannon hyväksi kasvoi huomattavasti. Tuotantotavan muutos vaikutti tilan talouteen kuormittavasti useamman vuoden ajan, mutta pitkällä aikavälillä siirtymävaiheen menetetyt tuotot saatiin takaisin, mikäli satotasot saatiin luomussa riittävälle tasolle. Koska luomuun siirtymisestä aiheutuvat kustannukset ja siirtymävaiheessa vähentyneet myyntitulot rasittavat tilan taloutta alkuvaiheessa, tilalla kannattaa olla riittävän hyvä kassatilanne siirtymään ryhtyessä. Tutkimuksen perusteella voidaan siis todeta, että luomutuotantoon siirtyminen on kannattavaa, mikäli satotasot saadaan pidettyä riittävän korkeina. Huomionarvoisia ovat myös tutkimuksessa käytetyn luomuviljelykierron muut positiiviset vaikutukset. Luomutuotanto vaatii vaivannäköä ja osaamista viljelijältä, ja etenkin rikkakasvien hallinta on koettu yleisesti haastavaksi. Luomuun siirtyminen voidaan nähdä viidestä kymmeneen vuoden projektina: tänä aikana tilan talous tasapainottuu, tilalle löydetään soveltuvat menetelmät luomutuotantoon ja viljelijän osaaminen kehittyy riittävälle tasolle. Tutkimus tehtiin yhden maatilan taustatiedoilla, joten tuloksia ei voida suoraan yleistää kaikille tiloille. Tuloksia voidaan kuitenkin soveltaa muillekin tiloille, kun otetaan huomioon tuotantotavan muutokseen vaikuttavat tilakohtaiset olosuhteet ja käytettävissä olevat resurssit.

**AVAINSANAT:** luonnonmukainen viljely, kannattavuus, peltoviljely

## 1-2 Maitotilayrityksen kehittäminen sopimustuotannossa

Minna Klemetti<sup>1</sup>, Johannes Ahlholm<sup>2</sup>, Hannu Viitala<sup>1</sup>, Suvi Kyytsönen<sup>1</sup>, Heli Wahlroos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, Finland

<sup>2</sup>Wikli Group Oy, Kiuruvesi, Finland

### TIIVISTELMÄ

Maidontuotannon toimintaympäristö on muuttunut voimakkaasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Muutoksen suuntana on markkinalähtöinen yritystoiminta. Maidontuotannon toimintaympäristön muutokset ovat vaikuttaneet maidontuottajamääriin sekä maidon hinnoitteluun. Valio siirtyi sopimustuotantoon tammikuussa 2021 maidon ylituotannon, maidon kulutuksen vähenemisen ja maitojauheen jalostuskapasiteetin rajallisuuden vuoksi. Sopimustuotannolla tarkoitetaan valiolaisten osuuskuntien hinnoittelujärjestelmän muutosta, jolla pyritään ennakoimaan jatkojalostettavan maidon määrää ja tasaamaan maidontuotannon kausivaihteluita. Sopimustuotannon myötä maitotilayritysten tulee etsiä uudenlaisia keinoja kannattavuutensa parantamiseksi. Tutkimuksen tavoitteena oli havainnollistaa keinoja maitotilayrityksen kannattavuuden kehittämiseen ilman maitolitrojen lisäämistä. Kehittämiskeinoiksi valittiin tuotantokustannusten selvittäminen, kausivaihteluiden tasaaminen sekä maidon pitoisuuksien kehittäminen. Myös lehmämäärän vaikutusta kannattavuuteen tarkasteltiin. Kehittämiskeinojen lisäksi perehdyttiin johtamiskäytäntöihin, joilla voidaan tukea kehittämistoimien toteuttamista. Kehittämiskeinoja havainnollistettiin pohjoissavolaisen maitotilayrityksen tuotanto- ja kirjanpitoaineistoilla. Tutkimuksessa todettiin, että maitotilayrityksen kehittäminen on mahdollista, vaikka maidontuotannon volyymin ei voidakaan väliaikaisesti kasvattaa. Tilakohtaisen sopimusmäärän ylittämisen havaittiin heikentävän maitotilayrityksen kannattavuutta. Lehmämäärällä ei ollut suurta merkitystä maitotilayrityksen kannattavuuteen C1-tukialueella. Tuotantokustannuksista suurimpana yksittäisenä kustannuksena erottui työkustannus: työn tehokkuutta lisäämällä on mahdollista vaikuttaa maitotilayrityksen kannattavuuteen. Tutkimuksessa havaittiin, että sopimusmäärän ollessa kuukausikohtainen kausivaihteluiden tasaamisella oli positiivinen vaikutus maitotilayrityksen kannattavuuteen. Nopea keino tasata kausivaihteluita oli vasikoiden täysmaitojuotto. Täysmaitojuotto kuitenkin muuttui maitojuomajuottoa kalliimmaksi kausivaihteluiden tasaannuttua. Maidon pitoisuuksien kehittämisellä oli suuri merkitys maitotilayrityksen kannattavuuteen. Yrityksen kannattavuus kohenee jo pitoisuuksien noustessa perushintatasolle, mikäli pitoisuudet kasvavat säilörehun laatua parantamalla ilman suuria lisäkustannuksia. Tutkimuksen tulokset pohjautuvat yhden maitotilayrityksen aineistoon, joten ne eivät näin ollen sovellu tarkkaan vertailuun maitotilojen välillä. Kehittämistoimenpiteet voivat vaihdella yritysakohtaisesti. Tulokset ovat kuitenkin rohkaisevia, sillä edellä esitettyjä kehittämistoimenpiteitä voidaan tehdä lähes jokaisella maitotilalla. Tutkimusta voitaisiin täydentää vertailemalla sopimustuotannon ja kehittämistoimenpiteiden vaikutusta erilaisissa maitotilayrityksissä.

**AVAINSANAT:** maidontuotanto, sopimustuotanto, kehittäminen, kannattavuus

## 1-3 Tukialueen ja suuren jalostuslaitoksen vaikutus tuotannon lopettamiseen ja tuotantosuunnan vaihtamiseen suomalaisilla tiloilla

Juho Valtiala, Jyrki Niemi, Henrik Wejberg

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Suomen maatalouden rakenne on kehittynyt voimakkaasti 2000-luvulla. Tilojen lukumäärä on laskenut ja jäljelle jäävien tilojen keskikoko vastaavasti noussut. Toisaalta monet tilat ovat päätyneet lopettamisen sijaan vaihtamaan tuotantosuuntaa. Näissä tapauksissa kyseessä on usein ollut siirtyminen kotieläintuotannosta kasvituotantoon, jossa vaadittavat investoinnit ja työmäärä jäävät keskimäärin huomattavasti kotieläintuotantoa pienemmiksi. Syyt tuotannon lopettamiseen ja tuotantosuunnan vaihtamiseen ovat moninaiset. Tilan sijainti ei lähtökohtaisesti ole keskeinen syy tuotannosta luopumiseen tai tuotantosuunnan vaihtamiseen, mutta se voi olla rasite tai etu ja siten myötävaikuttaa päätöksiin tuotantosuunnasta tai lopettamisesta. Sijaintiin liittyy monia merkittäviä tekijöitä, kuten ilmasto ja maaperä. Toisin kuin näihin tekijöihin, joihinkin tekijöihin voidaan vaikuttaa myös poliittisilla ja muilla päätöksillä. Yhtäältä maksettavat tuet vaihtelevat hieman tukialueittain, ja tästä syystä eri tukialueilla mutta lähellä toisiaan sijaitsevien tilojen tuotantopäätökset voivat erota toisistaan. Toisaalta maataloustuotteiden jalostus on voimakkaasti keskittynyttä, ja suuren jalostuslaitoksen sijainti voi aiheuttaa maatilalle joko logistista etua tai haittaa. Tämä tutkimus tarkastelee eroja tuotannon lopettamisessa ja tuotantosuunnan vaihtamisessa tukialueiden rajalla sekä suhteessa suuriin jalostuslaitoksiin. Analyysi jakautuu kahteen osaan, joista ensimmäisessä otoksessa on länsisuomalaisia lypsykarjatilaja AB- ja C-tukialueiden rajakunnista. Toisessa osassa tarkastellaan siipikarjatilojen etäisyyttä suurimpiin teurastamoihin. Analyysissa käytettiin tilastollisia menetelmiä. Ensimmäisessä osassa eroja testattiin ristiintaulukoinnilla ja tarkasteltiin efektikokoja; toisessa osassa puolestaan käytettiin logistista regressiota. Tulokset osoittavat, että lopettaneiden lypsykarjatilojen suhteelliset osuudet eivät juurikaan eroa tukialueiden välillä. Toisaalta tuotantosuuntaa vaihtaneiden tilojen määrässä havaitaan jonkin verran eroa, mutta tämän perusteella ei voida tehdä vahvaa johtopäätöstä tukialueiden epätasa-arvoistavasta vaikutuksesta. Siipikarjatilojen osalta havaitaan lähempänä suurta tuotantolaitosta sijaitsevien tilojen lopettaneen tai vaihtaneen tuotantosuuntaa selvästi kauempana sijaitsevia harvemmin. Tämä antaa viitteitä siitä, että tuotantolaitoksen sijainnilla on vaikutusta maatalan tuotantopäätöksiin. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää politiikan suunnittelun apuna, ja toisaalta ne auttavat ennakoimaan tuotannon rakenteen kehittymistä eri tuotantosuunnissa.

**AVAINSANAT:** maatalouden rakennekehitys, maataloustuotannon lopettaminen, tuotantosuunnan vaihtaminen, lypsykarjatilat, siipikarjatilat



## 1-4 Liha-alan murrosaika 1985–1991 ja TLK:n hajoaminen - Miksi ei toisen asteen lihaosuuskunta menestynyt?

**Marcus Borgström**

Helsingin Yliopisto Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Taloustieteen laitos

### TIIVISTELMÄ

JOHDANTO. Vuonna 1991 kuuden osuusteurastamon muodostaman Tuottajain Lihakeskuskunnan (TLK) enemmistöomistajat päättivät purkaa toisen asteen osuuskunnan. Tämä tutkimus paneutuu niihin sisäisiin ja ulkoisiin tapahtumiin, jotka johtivat osuuskunnan hajoamiseen. Tämä tapahtui vuosina, jolloin muilla osuustoiminnan sektoreilla suuntaus oli päinvastainen. OP-ryhmä ja S-ryhmä eheyttivät ryhmiään. Myös Valio Oy syntyi samoihin aikoihin. TAVOITE. Tutkimus pyrkii selvittämään miksi TLK:n hajoaminen johti uuteen rakenteeseen. Syiden selviäminen voi tukea ajattelutapaa myös muilla osuustoiminnallisilla sektoreilla. VIITEKEHYS. Tutkimus rakentuu neljästä osasta. 1. Yritys tarvitsee strategian selviytyäkseen vaihtelevissa olosuhteissa, 2. Osuuskunnan erityispiirteet, jotka liittyvät hallintoon ja johtamiseen on otettava huomioon strategian toteutumisessa, 3. Organisaatiokulttuuri määrittää miten strategia ja johtaminen sovitetaan yhteen, 4. Nämä kolme osaa luovat ketteryttä ja tilannetajua, joka antaa yritykselle edellytyksiä menestyä muuttuvissa olosuhteissa. TUTKIMUSMENETELMÄ on kvalitatiivinen. Tutkimusote on induktiivinen ja nojautuu historiantutkimuksen traditioon. Tutkimuksessa on haastateltu 21 henkilöä. Kohderyhmän jäsenet toimivat TLK:n ja osuusteurastamoiden johdossa hajoamisen aikoihin. Haastateltavien joukossa on myös henkilöitä, jotka seurasivat tapahtumia läheltä. Empiirisestä tutkimuksesta vahvistuu kuva suuruuden ekonomian merkityksestä, näkemyksestä tulevaisuudesta, valtakunnallisesta lihastrategiasta tavaramerkkeineen, omistajaohjauksesta ja puoluepoliittisesta sidonnaisuudesta. TULOKSET. Teurastamoalalla on ollut rakennemuutoksia koko sotien jälkeisen ajan. Muutoksiin on sopeuduttu fuusioilla ja yrityshankinnoilla. Merkittävimmät ostot TLK-ryhmään olivat Helsingin kauppiat Oy, OTK:n lihateollisuuden ja OK-Lihan hankinnat. Vuoden 1985 jälkeen TLK-ryhmä oli suurimmillaan. Ryhmän hallussa oli 80 % liharaaka-ainehankinnasta ja 70 % jalostemarkkinoista. Ryhmän asema markkinoilla olisi vaatinut tiukkaa koordinaointia. Suomi oli murroksessa. Kaupan kansainvälistyminen ja Suomen rajojen avautuminen heikensivät alkutuotantoon perustuvan elintarviketeollisuuden kilpailukykyä. Vienti Neuvostoliittoon tyrehtyi. Lihantuottajien saamat tuet valtiolta alenivat. Näkemyserot tulevaisuudesta olivat kuitenkin Ryhmän sisällä ristiriitaiset. JOHTOPÄÄTÖKSET. Suuruuden ekonomiaa jarrutti jäykkä hallinto. TLK-ryhmän investointeja ja raaka-aineen saantia ei osattu hyödyntää ja koordinoida. Keskusliikkeen oma jalostus kilpaili omistajien kanssa. Kyky aistia strategisen tilanteen jäi puutteelliseksi. TLK:n ja sen omistajien, osuusteurastamoiden tavoitteet ja tahtotila eivät kohdanneet. Hallinto ja johtaminen halvaantui. Vanhentunut yrityskulttuuri sai aikaan, että TLK:n tilannetaju ja ketteryys hävisi.

**AVAINSANAT:** toisen asteen osuuskunta, omistajaohjaus, osuusteurastamo, lihastrategia, murrosaika

## 1-5 Sukupolvenvaihdoksen talousvaikutukset

Minna Väre, Arto Latukka, Heikki Mäkinen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maatilojen lukumäärä on vähentynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana lähes neljänneksellä. Siihen vaikuttaa ennen kaikkea sukupolvenvaihdosten väheneminen. Syyksi on esitetty mm. kilpailevia työmahdollisuuksia, tarvittavan pääoman määrän kasvua sekä maatalouden huonoja tuotto-odotuksia. Sukupolvenvaihdoksia sekä jatkavia tiloja on pyritty edistämään maatalouspolitiikan keinoin mm. nuorten viljelijöiden tuen sekä aloitustuen avulla. Esimerkiksi nuoren viljelijän aloitustukea sai Suomessa vuosina 2010–2020 keskimäärin 447 tilaa vuodessa. Sukupolvenvaihdoksia ja niiden talousvaikutuksia tarkasteltiin ”Sukupolvenvaihdokset ja maatilojen kehittäminen”-hankkeessa ja kehitetty Vaikutusanalyysi -palvelu julkistettiin Luonnonvarakeskuksen Taloustohtori-sivustolle 2021. Palvelu tarjoaa mahdollisuuden vertailla sukupolvenvaihdoksen tehneiden yritysten talouskehitystä siihen ryhmään, joka ei ole tehnyt sukupolvenvaihdosta. Suomessa suurin osa sukupolvenvaihdoksista toteutetaan ostamalla tila haltuun. Vaikka tilan arvo määritetään sen tuottoarvon mukaan, voi kauppahinta ja sen myötä tilanpidon jatkajan velkaantumisaste nousta korkeaksi esimerkiksi korkeiden pellon hintojen vuoksi. Tilojen on myös havaittu investoivan jo ennen sukupolvenvaihdosta. Tilan kehittäminen parantaa tuottavuutta ja elinkelpoisuutta, mutta lisää jatkajan velkarasitetta. Sillä, miten tilan kannattavuus ja investointimahdollisuudet kehittyvät sukupolvenvaihdoksen jälkeen, on oleellinen vaikutus tilan uusiutumisen- ja kilpailukykyyn sekä kehittämismahdollisuuksiin. Sukupolvenvaihdoksen tehneen ryhmän talouskehitystä ennen sukupolvenvaihdosta, sen aikana ja sen jälkeen voidaan tarkastella Taloustohtorin Vaikutusanalyysi -palvelussa. Tulokset pohjautuvat Luken kannattavuuskirjanpitoaineistoon. Sukupolvenvaihdoksen jälkeen kannattavuusluvut eivät säännönmukaisesti heikentyneet tai parantuneet. Kannattavuuskehitykseen vaikuttavat monet muutkin tekijät, mutta ne vaikuttavat kuitenkin samoin kaikkiin yrityksiin. Siksi ryhmien vertailu tarjoaa paremman mahdollisuuden tarkasteluun. Verrattaessa sukupolvenvaihdoksen tehneiden kehitystä niihin, jotka eivät ole tehneet sukupolvenvaihdosta, käytetään DID-menetelmää (Difference in Differences). Vaikutuksia tarkastellaan aina kaikkien vuosien osalta, mutta yhden talousindikaattorin perusteella kerrallaan. Valittavana on tuloslaskelma- ja tunnuslukuraportin keskeiset indikaattorit. Vertailussa huomioidaan tasoerot ryhmien tunnusluvuissa lähtötilanteessa. Esimerkiksi yrittäjätulo oli sukupolvenvaihdostiloilla lähtökohtaisesti korkeampi, kannattavuuskertoimessa tilanne vaihteli. Sukupolvenvaihdoksen tehneille annetaan kolme vuotta aikaa sen toteuttamiseen. Sukupolvenvaihdoksen jälkeen n. 65 prosentilla tarkasteluvuosista sukupolvenvaihdoksen tehneiden yritysten kannattavuus oli kehittynyt vertailuryhmää paremmin.

**AVAINSANAT:** maatila, sukupolvenvaihdos, Taloustohtori, kannattavuus

## 1-6 Yhteistyöllä yritysosaamista kehittämässä

**Leena Kärkkäinen<sup>1</sup>, Seppo Mönkkönen<sup>1</sup>, Kati Partanen<sup>1</sup>, Jarmo Kastikainen<sup>2</sup>, Jyrki Rajakorpi<sup>3</sup>, Marjo Latva-Kyyny<sup>3</sup>, Jaana Auer<sup>4</sup>, Maarit Timonen<sup>5</sup>, Anne-Mari Väisänen<sup>5</sup>, Monna Alatalo<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Savonia-ammattikorkeakoulu Oy

<sup>2</sup>Oulun ammattikorkeakoulu Oy

<sup>3</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy

<sup>4</sup>Jyväskylän ammattikorkeakoulu Oy

<sup>5</sup>Lapin ammattikorkeakoulu Oy

<sup>6</sup>Hämeen ammattikorkeakoulu Oy

### TIIVISTELMÄ

Toimintaympäristön muutos asettaa jatkuvia taloudellisia haasteita maataloustoimialalle. Yrityksen jatkuva kehittäminen ja oman osaamisen päivittäminen on entistä tärkeämpää myös maatalousyrittäjille. Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittamassa Osaava farmari -hankkeessa vastataan tähän kysyntään. Hanke on valtakunnallinen ja siinä tuotetaan liiketoiminta- ja johtamisosaamista lisäävää koulutusta maatalousyrittäjien tarpeiden mukaan. Hankkeessa ovat mukana Jyväskylän, Hämeen, Lapin, Oulun, Seinäjoen ammattikorkeakoulut ja Savonia-ammattikorkeakoulu. Yhdessä maatalousyrittäjien ja sidosryhmien kanssa luodaan portaittainen jatkuvan oppimisen malli. Kynnys yrittäjäkoulutuksiin osallistumiseen pitää olla matala eli kaikilla maatalousyrittäjillä pitää olla mahdollisuus osallistua koulutuksiin. Koulutusten on oltava innostavia, nykyaikaisia oppimisvälineitä hyödyntäviä ja niiden pitää kannustaa uuden oppimiseen. Oppimisen edistyessä ja osaamisen lisääntyessä mallissa edetään kohti haastavampia talouden ja yrittäjyyden osa-alueita. Osaava farmari -hankkeen jatkuvan oppimisen mallin avulla maatalousyrittäjän on mahdollista kehittää toimintaansa ja parantaa toiminnan taloudellista kannattavuutta. Hankkeessa pilotoidaan erilaisia ja eri tavoin tuotettuja maatalousyrittäjän talousosaamista lisääviä koulutuksia. Hankkeen toimijat arvioivat pilotointien onnistumista koulutuksiin osallistujilta saadun palautteen perusteella. Tavoitteena on luoda houkuttelevia oppimisympäristöjä toimintaansa kehittäville maatalousyrittäjille heitä aikaan tai paikkaan sitomatta. Hankkeessa lisätään ammattikorkeakoulujen välistä tiedon ja osaamisen vaihtoa, kehitetään maatalouden yrittäjyyden opintoja sekä verkostoidutaan maatalousyrittäjien kanssa heidän käyttämiensä tiedotuskanavien kautta, kuten erilaisten sosiaalisen median ryhmien ja alustojen, kautta. Hyviä käytänteitä jaetaan ja omaa toimintaa kehitetään toisten hyvien esimerkkien kannustamana niin mukana olevissa ammattikorkeakouluissa kuin myös maatalousyrityksissä. Hankkeen toteutusaika on 1.3.2021 – 31.3.2024.

**AVAINSANAT:** jatkuva oppiminen, maatalousyrittäjät, liiketoimintatiedon hallinta, johtaminen

## 1-7 Kumppanuusmaatalous monipuolistaa ruoantuotantoa ja -jakelua

Ritva Mynttinen, Hannele Suvanto, Leena Viitaharju

Helsingin yliopisto Ruralia-instituutti

### TIIVISTELMÄ

Kumppanuusmaatalous on yksi esimerkki lyhyistä jakeluketjuista, joilla voidaan vahvistaa tuottajien ja kuluttajien suhdetta, kertoa ruoan alkuperästä, myydä ja tuottaa lähiruokaa sekä tukea kestäväää ja reilua ruoantuotantoa. Siinä ruoankuluttajat (esim. kotitaloudet, ravintolat, päiväkodit) sitoutuvat ostamaan tietyn osan tilan tuotannosta esimerkiksi vuodeksi kerrallaan ja maksavat osuutensa ainakin osittain etukäteen. Viljelijä sitoutuu tuottamaan ruoan parhaan kykynsä mukaisesti. Tuotteet toimitetaan sovitulla tavalla kuluttajalle, esim. satolaatikot kasvukaudella kahden viikon välein jakopisteeseen. Yhdessä jaetaan tuotannon riskejä ja onnistumisia. Lisäksi voi olla yhteistä toimintaa, kuten sadonkorjuujuhlat tai viljelyyn osallistumista. Joissakin tapauksissa tuottajat ja kuluttajat suunnittelevat ja toteuttavat toimintaa alusta lähtien yhdessä esimerkiksi osuuskuntana tai kuluttajat etsivät viljelijän omalle pellolleen. Kuluttajat voivat olla ruoantuottajia myös itse ja viljellä keskenään ns. yhteisöviljelynä. Oleellista on kuitenkin aina tiedonkulku, sitoutuminen, paikallisuus, yhteenkuuluvuuden tunne ja pyrkimys kestävään tuotantoon. Kumakka – kumppanuusmaataloudella kestävyyttä, kilpailukykyä ja maatalouden arvostusta -hanke selvitti kiinnostusta kumppanuusmaatalouteen sekä sen mahdollisuuksia ja haasteita Suomessa. Asiaa tunnetaan vielä vähän, mutta se herättää kysymyksiä ja mielenkiintoa jossain määrin sekä kuluttajissa että tuottajissa. Kuluttajia kumppanuusmaataloudessa kiinnostavat erityisesti tuoreet tuotteet, kotimaisuus ja paikallisuus; nuorempia myös uudet virikkeet ruoanlaittoon, oppiminen, yhteiskunnallinen vaikuttaminen ja ympäristöystävällisyys, vanhempia taas tuotteiden säännöllinen saatavuus. Tuottajien into kokeilla kumppanuusmaataloutta vaihtelee muun muassa taustasta riippuen. Esimerkiksi pienemmille tai jo muuta suoramyyntiä harjoittavilla tiloilla kumppanuusmaatalous voi luontevasti monipuolistaa tai vahvistaa toimintaa. Osaa kiinnostaa toteuttaa kumppanuusmaataloutta yhteistyössä toisten tilojen kanssa. Moni tila on toisaalta suuntautunut aivan eri lailla eikä asia innosta lainkaan. Kumppanuusmaataloutta voi lisäksi toteuttaa monella tavalla. Erilaisten mallien kehittäminen ja kokeilu toisikin kiinnostuneille vaihtoehtoja löytää itselleen sopivin tapa toimia.

**AVAINSANAT:** kumppanuusmaatalous, lyhyet jakeluketjut, ruokajärjestelmä

## 1-8 Elintarvikemarkkinoiden tuontiriippuvuus Suomessa

Marja Marja Knuuttila<sup>1</sup>, Eero Vatanen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Itä-Suomen yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Nykyisin kaikki ovat riippuvaisia tuonnista, myös elintarvikemarkkinat. Suoraan kulutukseen tuodaan maataloustuotteita ja niiden jalosteita sekä kotimaisen elintarviketuotannon käyttämiä tuotantopanoksia. Ruuan saannin sujuvuuden ja jatkuvuuden turvaaminen on yhteiskunnan toiminnan ja huoltovarmuuden kannalta keskeinen – jos tuontiriippuvuus on suuri, tuonnin häiriöt ovat uhka ruokahuollon toimivuudelle. Fossiilisissa energiaraaka-aineissa ja rehusoijassa tuontiriippuvuuden lisäksi niiden osuus ilmaston - ja tuotantoympäristön muutoksissa ovat ongelmallisia. Luonnonvarakeskuksessa on selvitetty elintarvikemarkkinoiden tuontiriippuvuutta vuosilta 2003–2016. Elintarvikemarkkinoiden tuonti on erilaisia tavaroita ja palveluja, ja näiden yhteismitallistaminen on mahdollista euromääräisenä. Tutkimuksessa tuotettu elintarvikemarkkinoiden tuontiriippuvuutta kuvaava tuontiaste laskettiin kotimaisen elintarviketuotannon tuontipanosten ja valmiselintarviketuotannon arvon osuutena elintarviketuotannon ja valmiselintarviketuotannon arvosta. Lisäksi tuotannon tuontiasteet laskettiin neljälletoista eri elintarviketoimialalle. Elintarviketuotannon tuonti sisältää tuotannon välillisen panostuonnin, mikä tarkoittaa sitä, että myös kotimaisen tuotantopanostusvalmistuksen tarvitsema tuonti on mukana. Tutkimusaineisto oli Tilastokeskuksen panos-tuotosaineisto, joka kuvaa kansantalouden tuotannon ja rakenteen kultakin vuodelta. Elintarviketuotannon välillisen panostuonnin laskemiseksi tutkimusmenetelmänä käytettiin panos-tuotosmenetelmän tuotosmallia. Elintarviketoimialojen vuosi-investointien edellyttämä tuontitarve arvioitiin suuntaa antavasti. Ruokahuollon näkökulmasta investointitavaroiden uusimiselle ei sinänsä ole välitöntä tarvetta lyhyempiäaikaisissa häiriötilanteissa, sillä tärkeämpää on kulumien osien saatavuus eli varaosahuolto. Elintarvikemarkkinoiden kokotuontiin lasketaan välituotepanostuonti, investointien edellyttämä tuonti ja valmiselintarviketuonti. Tämä oli 9.3 mrd. euroa vuonna 2016 ja elintarvikemarkkinoiden tuontiaaste 28 prosenttia. Tästä tuotannossa tuotantokaudella käytettävien välituotepanosten tuonti oli 5.6 mrd. euroa, valmiselintarviketuonti 2.9 mrd. euroa ja elintarviketoimialojen vuosi-investoinneissa tuontia arvioitiin olevan 0.8 mrd. euroa. Elintarvikemarkkinoiden tuontiriippuvuus kasvoi vuoteen 2011 lukuun ottamatta finanssikriisivuotta 2009, ja vuodesta 2011 se on ilman investointituontia pysynyt 25 prosentissa huolimatta viime vuosien hienoisesta laskusta. Yksittäisten jalostusalojen tuontipanostevaihtelut kuitenkin ovat olleet suuria tuontiraaka-aineen hinta- ja määrävaihtelujen takia. Tuontiasteen kasvua ajanjakson alkupuolella selitti se, että tuonti kasvoi elintarvikealan tuotosta enemmän. Valmiselintarviketuonnissa nousivat ensisijaisesti määrät ja tuontipanoksissa hinnat. Tuontiaste vakiintui vuodesta 2011, koska myös muutokset alan tuotoksessa ja panostuonnissa olivat vähäisiä.

**AVAINSANAT:** elintarvikemarkkinat, huoltovarmuus, tuonti

## 1-9 Mitä, miten ja miksi Suomi tuottaa vuonna 2040? – Visio Suomen ruokajärjestelmän tulevaisuudesta

Hanna Karikallio, Terhi Mehtiö, Juho Hautsalo, Johanna Leppälä, Saara Lind, Titta Kotilainen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Ennusteiden mukaan vuonna 2040 maapallon väkiluku ylittää noin 9.2 mrd:iin, mikä tarkoittaa yli 1.3 mrd. ravintoa tarvitsevaa ihmistä enemmän kuin nyt. Samalla kaupungistuminen, ruokavalioiden muutokset sekä ilmastonmuutos lisäävät ruokajärjestelmän haasteita. Miten viljely- ja tuotantomenetelmiä pitäisi kehittää kestävä, riittävän ja terveellisen ravinnon tuotannon turvaamiseksi globaalisti kasvavalle väestölle? Onko mahdollista, että Suomessa ruuantuotannon paine globaaleihin tarpeisiin kasvaa, vienti lisääntyy ja viljelymaata tarvitaan yhä enemmän? Mitä täällä tulisi silloin viljellä, mikä on kasvinviljelyn ja mikä kotieläintuotannon rooli? Vai vähennetäänkö Suomessa viljelypinta-alaa, ja panostetaan metsiin ja uusiin ruuantuotantoteknologioihin? Jos lämpeneminen halutaan rajoittaa Pariisin ilmastopöytäkirjassa tavoiteltuun 1.5 asteeseen, pitäisi päästöt tällä vuosikymmenellä puolittaa. Tuoreen IPCC:n raportin mukaan 1.5 asteen tavoite vaatii hiilineutraaliuden saavuttamista viimeistään vuonna 2050. Seuraavien 20 vuoden aikana tehtävät toimenpiteet ja niitä ohjaavat päätökset ratkaisevat, päästäänkö tavoitteeseen. Suomi on suunnitelmiansa mukaan vuonna 2040 hiilinegatiivinen. Tässä suunnitelmassa maataloudella on keskeinen rooli. Miten maataloudessa tullaan vähentämään ilmasto- ja ympäristövaikutuksia ja miten ruokajärjestelmämme saadaan kokonaiskestävämmäksi? Alkamassa on myös solumaatalouden aikakausi. Mikrobit ja bioreaktorit voivat muuttaa ruuantuotantoamme merkittävästi. Ratkaisemmeko uudella teknologialla ruuantuotannon kestävyys- ja kannattavuusongelmat? Keinolihasta tehdyt kananugetit ovat jo myynnissä ainakin Singaporessa. Mikä mahtaa olla tilanne Suomessa vuonna 2040 ja minkälainen on esim. lihantuotannon ja muiden eläinproteiinien tulevaisuus? Ruokajärjestelmä on murroksessa ja seuraavien 20 vuoden aikana monet ruokajärjestelmään liittyvät haasteet ratkeavat tavalla tai toisella. Jotta ratkaisut ja lopputulokset olisivat niin yhteiskunnan, ympäristön ja jokaisen meidän kannaltamme mahdollisimman hyvät, on syytä alkaa pohtia tulevaisuudenkuvia ja miten voimme tutkimuksellamme vaikuttaa tapahtumien kulkuun ja tulevaisuuden ruokajärjestelmän muotoutumiseen. Mitä Suomi tuottaa, miten Suomi tuottaa, miksi Suomi tuottaa vuonna 2040? Näihin kysymyksiin vastataan Ruokavisio2040-työssä. Työssä visioidaan sekä kulutuksen että tuotannon ja tuotantojärjestelmien muutoksia. Näitä muutoksia peilataan toimintaympäristön ennakoituihin muutoksiin. Työssä hyödynnetään laajasti Luonnonvarakeskuksessa meneillään olevaa tutkimusta, aikaisempia selvityksiä ja skenaarioita, asiantuntijahaastatteluita sekä työpajoja. Tulevaisuuden kulutuskäyttäytymistä hahmotetaan opiskelijoille tehtävän kyselyn avulla. Työn tuloksena saadaan kokonaiskuva, miltä Suomen ruokajärjestelmä näyttää tämänhetkisen tiedon valossa vuonna 2040. Tämä visio auttaa suuntaamaan tutkimusta relevanttien tutkimuskysymysten äärelle ja varautumaan tuleviin tutkimustarpeisiin.

**AVAINSANAT:** ruokajärjestelmä, visio, tuotanto, kulutus, tuotantomenetelmät

## 1-10 Partial substitution of red or processed meat with legumes, vegetables, fruits or cereals and the risk of type 2 diabetes

Mirkka Maukonen<sup>1</sup>, Kennet Harald<sup>1</sup>, Niina Kaartinen<sup>1</sup>, Heli Tapanainen<sup>1</sup>, Tommi Härkänen<sup>1</sup>, Hanna Tolonen<sup>1</sup>, Tiina Suikki<sup>1</sup>, Essi Päivärinta<sup>2</sup>, Anne-Maria Pajari<sup>2</sup>, Satu Männistö<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

### ABSTRACT

Diets high in red and processed meat and low in plant-based foods are found to be environmentally unsustainable. Furthermore, high red and processed meat consumption has also been associated with increased risk of type 2 diabetes (T2D), which is an increasing public health concern. We examined whether a modeled partial substitution of red meat or processed meat with plant-based foods (legumes, vegetables, fruits or cereals) decreases the risk of T2D among Finnish adults. Methods: We used a pooled data from five large Finnish cohorts (n=41662, 22% women, aged  $\geq 25$  years, 10.9 years median follow-up with 1750 incident cases of T2D). Diet was assessed by a validated food frequency questionnaire. In the substitution models, 100 g/week of red meat or 50 g/week of processed meat were substituted with similar amounts of the plant-based substitutes. Otherwise, the assessed diets remained unchanged. Statistical analyses were conducted by Cox proportional hazards multivariable model including relevant T2D risk factors with pooled hazard ratios (HR) and corresponding 95% CI. The pooled HRs and their 95% CIs were estimated from the cohort-specific HRs using a two-staged random-effects model. We found modest decreases in T2D risk in men when red meat or processed meat were partially substituted with fruits (red meat: HR 0.98, 95% CI 0.97–1.00,  $p=0.049$ , processed meat: HR 0.99, 95% CI 0.98–1.00,  $p=0.005$ ) or cereals (red meat: HR 0.97, 95% CI 0.95–0.99,  $p=0.005$ , processed meat: HR 0.99, 95% CI 0.98–1.00,  $p=0.004$ ) but not for substitutions with legumes or vegetables. Findings in women were similar but not statistically significant. Partial substitutions of red meat or processed meat with fruits or cereals may be beneficial in terms of T2D particularly in men. These findings are encouraging as even these kinds of small changes in diet could promote the shift towards a more healthy and sustainable diets.

**KEYWORDS:** red and processed meat, food substitution, follow-up study, sustainable diets

## 1-11 Partial replacement of red and processed meat with legumes – changes in macronutrient and fibre intake and achievement of nutrition recommendations on the population level

Niina Kaartinen<sup>1</sup>, Heli Tapanainen<sup>1</sup>, Mirkka Maukonen<sup>1</sup>, Essi Päivärinta<sup>2</sup>, Suvi Itkonen<sup>2</sup>, Anne-Maria Pajari<sup>2</sup>, Satu Männistö<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

### ABSTRACT

On the population level, high intake of saturated fatty acids and low intake of fibre represent central longstanding challenges of the Finnish diet. Meat is a central source of dietary protein and fat and thus its partial replacement with legumes, a good source of plant protein and fibre, is recommended. We investigated how partial replacement of red and processed meat (RPM) with legumes would change population level intakes of macronutrients and achievement of current nutrition recommendations. We used data of the National FinDiet 2017 Survey (n=1655, age 18–74 years, 47% men). Dietary assessment was based on two non-consecutive 24-hour recalls and the Finnish food composition database. Two scenarios with RPM cut-offs were applied on individual level: 1. RPM  $\leq 70$  g d<sup>-1</sup> (Finnish dietary recommendation); 2. RPM  $\leq 30$  g d<sup>-1</sup> (EAT-Lancet diet recommendation). In both scenarios, the amount of RPM in grams over the cut-off was replaced with legumes while keeping the consumption of other food groups unchanged. Mean macronutrient and fibre intakes with 95% CI were calculated. The SPADE method (RIVM, Netherlands) was used to model usual intake distributions. In FinDiet (reference), RPM consumption was higher in men (114 g d<sup>-1</sup>) than in women (58 g d<sup>-1</sup>). Legume consumption was low (12–13 g d<sup>-1</sup>). The consumption levels changed as expected in the scenarios. For example, in scenario 2, RPM consumption decreased to 28 g d<sup>-1</sup> (men) and 24 g d<sup>-1</sup> (women), while the corresponding figures for legume consumption were 99 g d<sup>-1</sup> (men) and 48 g d<sup>-1</sup> (women). Compared to the reference, mean intakes of protein (E%), fat (E%), and saturated fatty acids (E%) decreased, while carbohydrate (E%) and fibre (g MJ<sup>-1</sup>) intakes increased in scenario 2. In men, these changes were statistically significant already in scenario 1. The share of men reaching the recommended intake level of saturated fatty acids (<10 E%) and fibre (at least 3 g MJ<sup>-1</sup>) increased 7 percentage points (from 3% to 10%) and 26 percentage points (from 24% to 50%), respectively, when shifting from the reference (FinDiet) to scenario 2. In women, corresponding changes were similar, yet somewhat smaller and statistically significant only for fibre. Partial replacement of RPM with legumes has great potential to improve saturated fatty acid and fibre intakes in the Finnish adult population, which is encouraging regarding future public health nutrition. Clear improvement in mean intakes can be achieved already when RPM and legume consumption levels correspond to current Finnish dietary recommendations, especially in men. In general, these results support the shift towards plant-centered diets with less meat and more legumes.

**KEYWORDS:** liha, palkokasvit, ravitsemus, aikuisväestö



## 1-12 Development of the index based on the EAT-Lancet Planetary Health Diet for Finnish food culture

Tiina Suikki<sup>1</sup>, Mirikka Maukonen<sup>1</sup>, Niina Kaartinen<sup>1</sup>, Sari Bäck<sup>2</sup>, Kennet Harald<sup>1</sup>, Anne-Maria Pajari<sup>2</sup>, Satu Männistö<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

### ABSTRACT

Recently, the EAT-Lancet commission proposed a universal healthy reference diet, referred to as the planetary health diet, to promote sustainable food systems. We created a nationally adapted a priori diet index based on the planetary health diet for epidemiological research examining adherence to the reference diet in Finnish adults. The developed index included 13 food groups: whole grains, vegetables, potatoes, fruits, dairy foods, red and processed meat, poultry, fish, eggs, legumes, nuts and seeds, ratio of unsaturated and saturated fat intake, and sucrose. Each component was coded with cut-off value based on the target recommendations and ranges of the original planetary health diet for 0 point to not meet recommendation and for 1 point to meet the recommendation. The total score ranged from 0 to 13 points. The cut-off values were energy-standardized according to 2500 kcal intake level proposed by the EAT-Lancet. We used data from the national FinHealth 2017 Study (n = 5123, aged  $\geq 18$  years, female 56%). The dietary intake was assessed with a validated food frequency questionnaire. The mean total score for men and women were 3.6 (SD 1.3) and 4.3 (SD 1.5), respectively. Especially, men reached the recommendations of red and processed meat ( $\leq 28\text{g d}^{-1}$ , 2.2%), vegetables ( $\geq 300\text{g d}^{-1}$ , 32.1%) and fruits ( $\geq 200\text{g}$ , 29.0%) less often compared to the women (6.4%, 58.4% and 56.0% respectively). Otherwise, the results did not differ much by the sex but were overall far from the set recommendations. For example, only 0.3% of all participants reached the recommendations of whole grains ( $\geq 232\text{g d}^{-1}$ ) and 1.8% reached the recommendation ( $\geq 75\text{g d}^{-1}$ ) for legumes. Furthermore, over 80% of all participants exceeded the intake recommendation of  $\leq 500\text{g d}^{-1}$  for dairy and dairy products. On average, Finnish adult population are fairly far from the EAT-Lancet recommendations.

**KEYWORDS:** nutrition, diet quality, sustainability, EAT-Lancet diet

## 1-13 Kuluttajatutkimus suhtautumisesta ruoan hiilijalanjälkeen Hiilijalanjälkilaskuri broileritiloille -hankkeessa

Samu Palander, Beata Tajala, Hannu Tuuri, Marja Katajavirta

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Osana Hiilijalanjälkilaskuri broileritiloille –hanketta selvitettiin kuluttajatutkimuksen keinoin kahdessa kyselyssä asenteita kuluttamiseen, hiilijalanjäljen laskentaan, huomioimiseen ja merkintään. Menetelmänä oli kvantitatiivinen kyselytutkimus, joka toteutettiin ikäjakauman (18–75 vuotta) ja alueellisuuden puolesta edustavaksi rakennetun tutkimuspaneelin kautta alkuvuodesta 2020 (ennen pandemiaa) ja alkuvuodesta 2021. Tutkimuksen ensimmäisessä osassa vastaajia oli 701 ja toisessa osassa 710; ja 95 % luottamustasolla virhemarginaali oli korkeintaan 3.7 prosenttiyksikköä. Taustatietojen (demografiset tiedot, asumismuoto, liikkuminen sekä ruokahankintoihin ja ruokavalioihin liittyvät kysymykset) jälkeen kysyttiin vastaajien yleisiä ilmastonmuutokseen ja hiilijalanjälkeen liittyviä asenteita sekä hiilijalanjälkilaskureiden käyttöä sekä elintarvikkeiden hiilijalanjälkimerkintöihin liittyviä tietoja. Toisessa kyselyssä lisättiin kysymys, jossa pyydettiin oman mielikuvan perusteella asettamaan tavanomaisia lounasruoka-annoksia järjestykseen hiilijalanjäljen mukaan. Tutkimusaikana yleinen huolestuneisuus ilmastonmuutoksesta väheni jonkin verran. Selittävänä tekijänä saattaa olla koronapandemia, joka valtakunnallisessa uutisoinnissa syrjäytti ilmastonmuutoksen. Samoin vastaajien aikomukset ja toimet hiilijalanjäljen pienentämiseksi olivat pääsääntöisesti vähentyneet. Ruokaan liittyvistä keinoista kuluttajien hiilijalanjäljen pienentämiseksi suosituimpia olivat kotimaisten tuotteiden käytön lisääminen ja ruokahävikin vähentäminen, joiden osalta jonkin verran tai merkittävästi toimia tekevien osuus oli 88–92 %. Kyselyjen välisen vuoden aikana hiilijalanjälkilaskureihin tutustuneiden osuus kasvoi lähes kymmenellä prosenttiyksiköllä n. 30 %:iin ( $p < 0,001$ ), ja laskureita ostopäätöksissään hyödyntävienkin osuus vaikuttaisi kasvaneen. Kysymyksiin siitä, mietitäänkö ympäristövaikutuksia elintarvikkeita ostettaessa ja onko hiilijalanjäljen ilmoittamisella merkitystä ostopäätökseen, ei vastauksissa tapahtunut muutosta: runsas 20 prosenttia vastaajista mietti ympäristövaikutuksia, noin 36–37 % ei miettinyt ja n. 40 % mielipiteistä asettui näiden välille. Pyydettyessä vastaajia asettamaan lihaa, kalaa tai pelkkiä kasviksia sisältäviä esimerkkilounasvaihtoehtoja olettamansa hiilijalanjäljen mukaan suuruusjärjestykseen, mielikuvat vaihtoehtojen hiilijalanjäljestä vaihtelivat voimakkaasti, ja kukaan vastaajista ( $n=710$ ) ei osannut asettaa lounaita Luonnonvarakeskuksen ilmastovaikutusten laskennan mukaiseen järjestykseen. Hiilijalanjälkilaskureihin ja hiilijalanjälkimerkintöjen hyödyntämiseen liittyvät vastaukset viittaavat siis siihen, että mahdollinen halu hiilijalanjäljen pienentämiseen ei välttämättä konkretisoituisi ostokäyttäytymisenä. Mielikuvat ruoan ilmastovaikutuksista eivät myöskään usein ole oikeita.

**AVAINSANAT:** kuluttajakäyttäytyminen, lihansyönti, broilerinliha, hiilijalanjälki

## 1-14 Tilatason hiilijalanjälkilaskurin kehittäminen broilerituotantoon

Samu Palander<sup>1</sup>, Beata Tajjala<sup>1</sup>, Henri Teittinen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Itä-Suomen yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Ruoantuotantoon liittyvät mahdollisuudet Suomen kokonaishiilipäästöihin vaikuttamiseen ovat rajalliset. Maatalouden osuus valtakunnallisista hiilipäästöistä (global warming potential –suhteutettuina kaasuna, joista osa ei liity kemiallisesti hiileen) on yleisten tulkintojen mukaan noin kymmenen prosenttia. Hiilipäästökeskustelussa on kuitenkin kiinnitetty paljon huomiota kotieläintuotteisiin ja niiden osuuteen tuotannossa tai ravinnossa. Elintarviketeollisuuden toimijat ovat julkistaneet viime vuosina maidontuotantoon ja lihantuotantoon liittyviä, selkeästi mielikuvaa parantamaan tarkoitettuja hankkeita hiilipäästöjen laskemiseksi ja alentamiseksi. Broilerituotannossa rehunmuuntosuhde ja sitä kautta ekologinen tehokkuus verrattuna muuhun kotieläintuotantoon on hyvä, vaikkakin tuotanto edellyttää suhteellisen arvokkaita rehuja. Lisäksi kanalintujen ruoansulatuksen metaanipäästöjä voidaan pitää merkityksettömän pieninä. Broilerituotannossa on lisäksi mahdollisuuksien mukaan pyritty etsimään uusiakin ratkaisuja rehuvalinnoissa ja lämmitysenergiassa, ja näillä voidaan hiilijalanjälkeen tai ylipäänsä ympäristökuormitukseen vaikuttaa. Hiilijalanjälkilaskuri broileritiloille –hankkeessa on kehitetty tilatason työkalua näiden valintojen merkityksen arviointiin tai seurantaan. Tarkastelu rajattiin tässä tuotantopolven broilerien kasvatukseen. Tausta-aineistona on hyödynnetty Luonnonvarakeskuksen raportteja tai muita valtakunnallisia tiedon tuottajatahoja, kuten Motivaa tai Lipasto-tietokantaa. Hiilijalanjälkilaskureissa on aina haasteena laskennan rajaamisen ja yleistettävyyden ongelma. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli (IPCC) on julkaissut joitakin laskentaperiaatteita, joita broileritilojen hiilijalanjälkilaskurissakin on hyödynnetty. Vaikka tavoitteena on ennen muuta tilatason valintojen vaikutuksen demonstroiminen, on kuitenkin pyritty yleisestikin vertailukelpoisia tuloksia antavaan laskentaan. Laskennassa on kuitenkin tehty joitakin tarkoituksellisia yksinkertaistuksia vertailukelpoisuuden parantamiseksi nimenomaisesti kehitystyössä mukana olevan yrityksen muussa yhteydessä laskettuihin tuloksiin. Laskurissa päädyttiin huomioimaan sähkö, lämmitysenergia ja muu energiankulutus, rehut, kuivikkeet sekä lannan käsittely ja varastointi suhteutettuina tuotettua ruhokiloa kohti. Laskurin testaaminen hankkeen yhteistyö- ja kohdetiloilla on mahdollistanut merkittävimpien päästölähteiden (rehu, energia) tunnistamisen sekä laskurin muokkaamisen käytettävyydeltään ja informatiivisuudeltaan tarkoituksenmukaiseksi. Laskentaa voidaan myös verrata muihin jossain määrin vertailukelpoisiin laskureihin ja niiden antamiin tuloksiin.

**AVAINSANAT:** broilerit, hiilijalanjälki, laskeminen

## 1-15 Työvoima ja sen johtaminen maa- ja puutarhatiloilla

Janne Karttunen<sup>1</sup>, Timo Taulavuori<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TTS Työtehoseura

<sup>2</sup>Puutarhaliitto

### TIIVISTELMÄ

Sähköisessä, kaksikielisessä ja anonyymissä kyselyssä selvitettiin maa- ja puutarhatilojen palkkatyövoiman määrään ja laatuun liittyviä seikkoja sekä yrittäjien käytäntöjä ja kokemuksia työvoiman rekrytoinnissa ja johtamisessa. Kysely rakennettiin TTS:n Työvoimasta tuottavuutta maa- ja puutarhatalouteen -hankkeen ja Puutarhaliiton Henkilöstöhallinnon edistäminen puutarhatiloilla -hankkeen yhteistyönä. Hankkeita rahoittaa maa- ja metsätalousministeriö. Vastauksia saatiin yhteensä 187 yrittäjältä, joista 161 oli suomenkielisiä ja 26 oli ruotsinkielisiä. Vastaajista 125:llä oli puutarhatila, 38:lla oli eläintila ja 24:llä oli kasvitila. Vastausprosenttia ei voitu laskea kyselyssä hyödynnettyjen jäsenrekisterien ominaisuuksien vuoksi. Suomalaiset, ukrainalaiset, virolaiset ja venäläiset olivat yleisimmät kansallisuudet vakituudessa ja kausityövoimassa. Käytetyimmät kielet olivat suomi (vakituinen työvoima), englanti (kausityövoima), venäjä ja ruotsi. Tulkkeja, työnjohtajia, vuokratyöntekijöitä ja yhteisiä työntekijöitä käytettiin erityisesti puutarhatiloilla, ja näille henkilöryhmille oli kasvavaa tarvetta. Tuttujen ulkomaisten kausityöntekijöiden ja heidän suosittelemiensa henkilöiden palkkaamista aiotaan suosia myös jatkossa. Maaseutuelinkeinojen työehtosopimus edellyttää kirjallisen työsopimuksen tekemistä kaikkien palkattavien kanssa. Työsopimukseen kannattaa kirjata perusteet kausitöiden määräaikaaisuudelle. Palkkatyövoiman perehdyttämiseen ja työnopastukseen sekä muuhun päivittäisjohtamiseen, kuten tiedottamiseen, liittyvät lukuisat seikat olivat parhaiten hallinnassa puutarhatiloilla. Puutteita oli erityisesti osalla kasvi- ja eläintiloista. Tuotantohygieniaan ja terveysturvallisuuteen liittyvät seikat toteutuivat tiloilla paremmin kuin edellä mainitut työvoiman johtamiseen liittyvät seikat. Lähes kaikilla tiloilla oli parannettavaa työntekijöiden motivaatiota ja hyvinvointia edistävässä seikoissa. Eniten haasteita esiintyi nyt työyhteisön sisäisessä tiedonkulussa, kanssakäymisessä ja ohjeiden noudattamisessa. Johtaminen omalla esimerkillä sekä säännöllinen ja avoin keskustelu, kuuntelu ja palaute molemmin puolin olivat hyviä johtamiskäytäntöjä myös kulttuurieroista johtuvien haasteiden ratkaisemisessa. Osa yrittäjistä kiitteli työntekijöitään erityisen sitoutuneiksi ja motivoituneiksi sekä piti työyhteisön ilmapiiriä hyvänä, tasa-arvoisena ja keskustelevana. Yrittäjät toivoivat, että palkkatyövoiman rekrytointiin ja johtamiseen liittyvä materiaali koottaisiin sähköisenä, ytimekkäänä ja ajantasaisena mieluiten yhteen paikkaan. Materiaalia kannattaa kääntää ja täydentää kyselyssä todettujen tarpeiden mukaisesti. Materiaalista tiedottamisen ja kouluttamisen on syytä olla toistuvaa ja monikanavaista. TTS:n hankkeessa tehdään seuraavaksi kysely palkkatyövoimalle. Lisäksi haastatellaan yrittäjiä ja palkkatyöntekijöitä. Tämän jälkeen laaditaan tiedotus- ja koulutusmateriaalia, jota on jo nyt runsaasti saatavilla Puutarhaliiton hankkeen kotisivuilla.

**AVAINSANAT:** johtaminen, maatalous, puutarhatalous, työ

## 1-16 Synergiakartta maatalousteknologian tutkimukseen ja koulutukseen

Janne Karttunen<sup>1</sup>, Pasi Suomi<sup>2</sup>, Antti Lajunen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>TTS Työtehoseura

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Helsingin yliopisto/Agroteknologia

### TIIVISTELMÄ

Maatalousteknologiat tulevaisuudessa -hankkeen tavoitteena on tuottaa visio ja tiekartta peltoviljelyssä käytettävien uusien teknologioiden kehityksestä sekä niihin liittyvistä tutkimus-, tuotekehitys- ja osaamistarpeista. TTS:n, Luke:n ja HY:n yhteishanketta rahoittaa Maatalouskoneiden tutkimussäätiö. Hankkeen työryhmä laati kuvaukset, joissa tarkasteltiin peltoviljelyteknologioiden nykytilaa ja tulevaisuutta. Kuvaukset käsitelivät uusia mittausteknologioita, digitaalisen tiedon avulla syntyviä uusia palvelusisältöjä ja liiketoimintamalleja sekä teknologioiden käytössä tunnistettuja haasteita ja niihin liittyviä yrittäjien toimenpiteitä. Kuvauksia pohdittiin työpajassa, johon osallistui 30 henkilöä. Osallistujat edustivat alan tutkimusta, koulutusta, neuvontaa, edunvalvontaa, konevalmistajia ja yrittäjiä. Tavoitteena oli muodostaa käsitys siitä, miten teknologian hyödyntämistä kyetään edistämään etenkin digitaalisuuden suhteen ja miten maatalousteknologian koulutusta tulee kehittää. Työpajan tulosten mukaan haasteena uusien teknologioiden käyttöönotossa on tilojen keskimäärin iäkäs, hitaasti uusiutuva sekä määrällisesti ja laadullisesti sekalainen konekanta. Vain harvat tilat pystyvät hyödyntämään uutta teknologiaa laajasti. Hyötyjä tai kustannuksia ei tunneta riittävästi. Lisäksi käytettävyys ja yhteensopivuus voi myös olla haasteellista. Tarvitaan konkreettista tutkimustietoa uusien teknologioiden hyödyistä, kustannuksista ja tilakohtaisista käyttökohteista. Tarvitaan tukea käyttöönotossa sekä mahdollisuuksia päästä kokeilemaan teknologiaa käytännössä ennen investointeja. Lisäksi tarvitaan tiedotusta ja puolueetonta neuvontaa vaihtoehtoista sekä palveluja ja teknistä tukea ongelmatilanteisiin. Mitattujen tietojen hyödyntäminen peltoviljelyssä on tehokasta vain yksittäisillä tiloilla. Monella yrittäjällä ei ole riittävästi tietoa siitä, mitä pellolta kannattaa tai voi mitata. Epätietoisuutta esiintyy myös suhteessa mittaustarkkuuteen ja siihen, miten pellon sisäinen vaihtelu voidaan ottaa huomioon. Mittausteknologiassa voidaan tunnistaa monia kehityksen suuntia: mittausta työn yhteydessä, integroidut mittaussjärjestelmät, väylä- ja anturiteknologia, langaton tiedonsiirto, mittausten menetelmien standardointi ja tiedonhallinta-alustat. Peltoviljelydataa tulisi jalostaa hyödyksi matalalla kynnyksellä. Datan jakamisesta ja uudelleen yhdistelemisestä syntyvän arvon potentiaalia ei välttämättä ymmärretä. On kehitettävä systeemejä, jotka tuottavat ja välittävät osapuolille hyödyllistä dataa ja tietoa. Palvelut kykenevät louhimaan datasta tietoa eri toimijoiden tarpeisiin ja kommunikoimaan ketjussa tai verkostoissa laajasti. Esimerkkinä ovat tekoälysovellukset peltoviljelyn reaaliaikaisen päätöksenteon tueksi mm. tuotantoprosessien monitorointiin ja dokumentointiin. Tarvitaan tilakohtaisia suunnitelmia infrastruktuurin kehittämiseen vaiheittain sellaiseksi, joka mahdollistaa datan tuottamisen ja hyödyntämisen osana laajempaa datataloutta.

**AVAINSANAT:** automaatio, data, datakäytön kontrollointi, liiketoimintamalli, mittaaminen

## 1-18 Maatalouden työturvallisuuskulttuuri Suomessa

Jarkko Leppälä

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maataloustyössä on monenlaisia turvallisuusriskejä, joita voidaan pienentää, välttää, poistaa tai sietää. Se minkälaisiin toimenpiteisiin kulloinkin ryhdytään riskien hallitsemiseksi, riippuu toimintaan sovellettavasta turvallisuuskulttuurista. Luonnonvarakeskuksen koordinoimassa Sacurima COST Action-hankkeessa yhtenä tavoitteena oli selvittää, miten maatalojen turvallisuuskulttuuria voi mitata ja miten turvallisuuskulttuuri vaikuttaa riskikäyttäytymiseen ja työtapaturmiin. Hankkeessa järjestetyssä pilottitutkimuksessa testattiin turvallisuuskulttuurikyselyä, johon vastasi yhteensä 1642 maanviljelijää tai maatilatyöntekijää 12 Euroopan maasta vuosina 2019–2020. Kyselyn perustana käytettiin suunnitellun käyttäytymisen teoriaa. Kyselyn osat alueet olivat 1. taustakysymykset, 2. työvoiman ja tapaturmien määrät maatilalla, 3. koneiden käyttö, 4. eläinten käsittely, 5. kemikaalien käyttö, 6. kaatumis-, putoamis- ja liukastumisturvallisuus, 7. työturvallisuuskulttuuri viljelijäyhteisössä, 8. työn turvallisuuteen vaikuttavat tekijät. Kyselyyn osallistui satunnainen joukko maatalousyrittäjiä Belgiasta, Kroatiasta, Suomesta, Saksasta, Kreikasta, Irlannista, Pohjois-Makedoniasta, Romaniasta, Serbiasta, Ruotsista, Portugalista ja Turkista. Hanketta rahoittivat COST Association ja Suomen osalta Maatalousyrittäjien eläkelaitos (Mela). Suomesta tähän maatalojen turvallisuuskulttuurikyselyyn saatiin muihin maihin verrattuna suurin otos vastaajia (n=602). Kyselyaineistosta analysoitiin usean selittävän muuttujan regressioanalyysimenetelmällä, kuinka asenne, subjektiiviset normit ja havaittu käyttäytyminen ennustavat ns. hyvää turvallisuuskulttuuria ja -käyttäytymistä. Analyysi jaettiin kolmeen vaiheeseen: 1. maatalojen työtapaturmien syihin vaikuttavat tekijät, 2. turvalliseen käyttäytymiseen vaikuttavat tekijät ja 3. turvallisen käyttäytymisen keskiarvot. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että kehitettyä kyselytyökalua voidaan käyttää mittaamaan maatalousyrittäjien turvallisuuskulttuuria asenteiden, sosiaalisten normien, havaitun kontrollin, aikomusten ja turvallisuuden suhteen. Toiseksi tulokset vahvistivat hypoteesia, jonka mukaan käyttäytymiseen vaikuttavien tekijöiden avulla voidaan selittää joiltain osin maatalouden työtapaturmien esiintymistä. Esimerkiksi Suomessa kaatumis-, liukastumis- ja putoamistapaturmiin liittyvää asennetta olisi vara parantaa, vaikka näitä tapaturmia sattuu paljon. Ehkä suomalaiset ovat tottuneet liukasteluun ja kaatuiluun lumisissa ja märissä olosuhteissa. Eri maiden vertailu tällä kyselyotoksella oli hyödytöntä, koska eri maista saadut otokset olivat määrältään ja laadultaan liian erilaisia. Turvallisuuskulttuurimittarin käyttäminen vertailuun edellyttää jatkossa laajempaa ja yhtenäisempää kyselytutkimusta ja -otosta eri maista. Lisäksi menetelmää voitaisiin käyttää mittamaan myös muita työkuulttuuriin ja käyttäytymiseen vaikuttavia tekijöitä.

**AVAINSANAT:** maatalous, turvallisuuskulttuuri, kysely

## 1-18 Maa- ja metsätilojen työturvallisuuden kehittäminen (Matuke-hanke)

Jarkko Leppälä<sup>1</sup>, Kauno Voutilainen<sup>2</sup>, Risto Rautiainen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Savonia

### TIIVISTELMÄ

Arvioiden mukaan vuonna 2020 Pohjois-Savossa on noin 3500 maatalous ja puutarha-alan yritystä ja yleisin maatalojen tuotantosuunta on edelleen lypsykarjatalous (noin 900 maitotilaa). Maatalouden ammatinharjoittajina työskentelee n. 5000 ihmistä ja heidän palveluksessaan 500–1000 työntekijää. Lisäksi maatalous työllistää laajan joukon urakoitsijoita, lomittajia, perheenjäseniä, neuvoja, eläinlääkäreitä sekä kaupan ja hallinnon työntekijöitä. Maatilan johtajan tehtäviin liittyy siten oleellisena osana maatilan työn organisointi ja työturvallisuudesta huolehtiminen. Työturvallisuus nähdään päivittäisissä maatilan töissä keskeisenä työhyvinvoinnin ja osaamisen osa-alueena, jota ei pidä unohtaa. Työturvallisuus on merkittävä tekijä myös maatilayrityksen kannattavuuden kannalta, sillä yrittäjän tai työntekijän sairauspoissaolon suorat ja välilliset kustannukset voivat nousta hyvinkin korkeiksi. Myös korvaavan ammattitaitoisen työvoiman saanti voi olla vaikeaa, sillä usein loukkaantunut yrittäjä joutuu myös perehdyttämään sijaistyövoimaa. Arviolta 7 prosenttia maatalousyrittäjistä joutuu vuosittain työtapaturman uhriksi. Maa- ja metsätilojen työturvallisuuden kehittäminen - hankkeen (MATUKE) tavoitteena oli maatilojen työturvallisuustason kohottaminen. Hankkeessa toteutettiin maatilan työnjohdon koulutusohjelma eri turvallisuusteemakokonaisuuksia käyttäen. Koronapandemian aikana järjestettiin myös etäkoulutuspaketteja, mutta muuten koulutuksessa pyrittiin käytännönläheisesti kehittämään yrittäjien varautumista maatilan arjessa vastaantuleviin riskeihin. Koulutusteemoja olivat maatilan turvallisuusjohtaminen, kuljetus- ja nostoturvallisuus, työturvallisuuskortti, tulityökortti, kotieläin-turvallisuus, metsätilan turvallisuus, marjatilán turvallisuus ja kasvintuotannon turvallisuus. Turvallisen päivittäisen työskentelyn ja turvallisuusjohtamisen edistämiseksi luotiin selkeitä toimintamalleja ja välineitä, joiden avulla perehdyttäminen erilaisiin tilan töihin voidaan hoitaa järjestelmällisesti. Osassa koulutuksia hyödynnettiin Pelastusopiston työturvallisuuden harjoitusaluetta (TTHA), johon suunniteltiin ja toteutettiin maataloutta koskevia käytännönläheisiä turvallisuusrasteja. Osa koulutuksista järjestettiin opetusmaatiloilla. Hankealueena toteutettiin Pohjois-Savossa ja ajalla 1.7.2018–31.12.2021. Hankkeen päätoteuttajana oli Savonia-amk ja osatoteuttajina Luonnonvarakeskus sekä Ylä-Savon ammattiopisto (YSAO). Hankkeen rahoitti EU:n sosiaalirahasto.

**AVAINSANAT:** maatilan turvallisuus, riskienhallinta, koulutus

## 1-19 Holistinen riskienhallinta luonnonvara-aloilla

Jarkko Leppälä, Niko Hyppönen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Luonnonvarakeskuksen Rimsec-hankkeessa tavoitteena on kehittää luonnonvara-alan (tai biotalouden) yritysturvallisuutta ja koota yhteen siihen liittyvää käsitteistöä. Yritysturvallisuuden kannalta keskeinen työväline on käyttää ns. holistista eli kokonaisvaltaista riskienhallintaa yritysturvallisuuden kehittämisessä. Menetelmää on aikaisemmin käytetty eri teollisuuden aloilla ns. pk-rh-työkalun avulla, josta myöhemmin kehitettiin Maatila-rh välineitä maatalouteen. Holistisessa riskienhallinnan lähestymistavassa ajatellaan systeemin eli koko järjestelmän toiminnan olevan enemmän kuin osiensa summa. Maataloudessa ja luonnonvara-aloilla yleisesti pienyrittäjät pyrkivät hallitsemaan työssään ja liiketoiminnassaan useita tavoitteita ja niihin liittyviä riskejä samanaikaisesti. Harvassa ammatissa yrittäjä joutuu hallitsemaan yhtä montaa eri osaamisaluetta ja tehtäväkenttää. Maatalous- ja luonnonvara-aloilla toimivia pienyrittäjiä voi tavallaan pitää nykyajan superyrittäjinä, joiden tulee hallita ympäristö- ja luonnontieteet, taloustieteet ja ihmistieteet. Periaatteessa maatalojen johtamisen välineiden pitäisi olla edistyneempiä kuin muilla teollisuuden aloilla, mutta näin ei todellisuudessa välttämättä ole. Riskienhallinta perustuu eri riskilähteiden tunnistamiseen ja niiden hallintaan. Yritystoiminnassa riskejä ei voi välttää, mutta niitä voi hallita. Periaatteessa menestyvät yritykset hallitsevat parhaiten yrityksensä ja tuotantonsa riskit. Riskit määritetään yleensä niiden todennäköisyyden ja seurausten vakavuuden perusteella. Toisinaan todennäköisyyksiä on vaikea määrittää, jolloin on käytetty taajuuden laadullisia mittareita. Periaatteessa yrityksensä läpikotaisin tunteva maatalousyrittäjä pystyy luokittelemaan, onko tietty riski hänen tilallaan epätodennäköinen, mahdollinen tai todennäköinen. Lisäksi yrittäjän tulee erotella yrityksen tavoitteiden ja jatkuvuuden kannalta merkittävimmät riskit. Hankkeessa on koottu luonnonvara-alan yrittäjyyteen liittyvää kirjallisuustutkimusta, yrittäjä- ja asiantuntijatyöpajoja riskienhallinnasta sekä yrittäjäkyselydataa, joiden avulla voidaan määrittää maatalouden ja luonnonvara-alan riskejä ja osaamisvaatimuksia. Maatiloilla ilmastonmuutostoimenpiteiden ja taloudellisten haasteiden keskellä toimivat yrittäjät joutuvat käytännössä tasapainottelemaan omaisuuden ja investointien, tuotannon ja asiakasvaatimusten sekä työturvallisuutta ja ympäristön turvallisuutta koskevien tavoitteiden välissä. Luonnonvara-alan yrittäjät ml. maatalousyrittäjät tarvitsevat työkaluja ja ratkaisuja kokonaisvaltaiseen riskienhallintaan, jotta näihin eri tavoitteisiin voidaan vastata. On helppo asettaa vaatimuksia, jos niitä ei itse tarvitse olla käytännössä toteuttamassa. Periaatteessa maatalouteen tehtyä riskikarttaa voisi soveltaa myös muilla luonnonvara-aloilla toimenpiteiden suunnittelussa, osaamisen kehittämisessä ja koulutuksessa. Hankkeessa testataan myös riskienhallinnassa avustavia sähköisiä ohjelmia ja välineitä.

**AVAINSANAT:** luonnonvara-ala, maatalous, yritysturvallisuus, kokonaisvaltainen riskienhallinta



## 1-20 Maatilojen paloriskit

Kim Kaustell, Tiina Mattila

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maatiloilla riskit voidaan jakaa aiheutumisperusteen mukaan omaisuusriskeihin, tuotannon ja tuotteen laaturiskeihin, työnhallinnan ja sosiaalisen kestävyuden riskeihin, ympäristöriskeihin sekä taloudellisiin ja rahoitusriskeihin. Maatilojen tuotantorakennuspalot ovat yksi esimerkki omaisuusriskeistä, jotka hetkessä lamauttavat yritystoiminnan ja aiheuttavat usein tuntuvia taloudellisia tappioita. Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa tietoa palovahinkoihin liittyvistä riskikohteista ja riskeihin myötävaikuttaneista mekanismeista ennaltaehkäisevien menettelytapojen suunnittelun tueksi. Tutkimuksessa käytetty tilastoaineisto on poimittu Pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilastosta (Pelastustoimen PRONTO-tietokanta) ja se kattaa vuodet 2015–2020. Tarkasteluun otettiin onnettomuustyyppit: rakennuspallo, rakennuspalovaara, maastopalo, ja liikennevälinepalo. Vuosina 2015–2020 raportoitiin 1040 maatilan tuotantorakennuksien tulipaloon liittyvää hälytystehtävää, eli maatiloilla syttyi tulipalo joka toinen päivä. Määrällisesti eniten niitä sattui Varsinais-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla ja tilojen lukumäärään suhteutettuna Varsinais-Suomessa, Kanta-Hämeessä ja Satakunnassa. Tyypillisimpiä kohteita olivat lypsykarjarakennukset, viljankuivaamot ja lämpökeskukset. Arvioituja syttymisen aiheuttajia ovat lähes puolessa tapauksista koneiden tai laitteiden viat (48 %) tai ihmisen toiminta (19 %). Syttymisen aiheuttajaa ei voitu arvioida 12 %:ssa tapauksista. Koneiden tai laitteiden vioista tyypillisimpiä ovat polttolaitoksiin liittyvät ongelmat (esim. hakekattilan takapalo tai savuhormin huono kunto), sähköasennusten ja -laitteiden viat (vanhentuneet, ylikuormittuneet tai puutteellisesti ylläpidetyt laitteet ja asennukset) sekä polttomoottorikäyttöisten laitteiden vikaantumiset (esim. oikosulut tai ylikuumentuminen). Maatilojen tulipaloja tarkastellaan osana Etelä-Pohjanmaan ELY-keskuksen Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmasta vuosina 2020–2022 rahoittamaa Maatilojen riskit hallintaan toimivalla turvallisuusjohtamisella -hanketta.

**AVAINSANAT:** tulipalot, riskienhallinta, maatalous

## 1-21 Tuottajien välisen yhteistyön hyödyt ja mahdollisuudet viljanviljelyssä

Juuso Aalto-Setälä<sup>1</sup>, Csaba Jansik<sup>2</sup>, Sari Forsman-Hugg<sup>1</sup>, Päivi Kujala<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pellervon Taloustutkimus (PTT)

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tuottajien tuotteistaan saama hinta on avainroolissa, kun maatalouden kannattavuutta pyritään parantamaan. On pohdittava sitä, mitkä tekijät hintaan vaikuttavat ja erityisesti sitä, mihin hintaan vaikuttavista tekijöistä on tuottajien itse mahdollista vaikuttaa. Yhtenä tekijänä esiin nousee viljelijöiden välisen yhteistyön tuomat mahdollisuudet ja kasvattama neuvotteluvoima. Tuottajaorganisaatiolla tarkoitetaan tietyn maataloustuotteen tuottajien omasta aloitteestaan perustamaa yhteenliittymää, jonka tarkoituksena on helpottaa tuottajien toimintaa. Tuottajien yhteenliittymä vahvistaa yhteismyyntien sekä yhteisen tuotannon suunnittelua ja markkinoinnin kautta tuottajien asemaa markkinoilla ja siten mahdollistaen korkeamman tuottajahinnan. Vaikka tuottajaorganisaatioita voidaan hyväksyä kaikilta maataloustuotannon aloilta, niitä on tällä hetkellä pääosin vihannes- ja marja-aloilla. Myös lammas- ja kananmuna-aloille on tänä vuonna perustettu ensimmäiset tuottajaorganisaatiot. Maito- ja lihasektoreista merkittävä osa on perinteisesti ollut osuuskuntien hallussa. Osuuskunnat ovat tuottajien muodostamia ja sinällään toimivat myös tuottajien yhteenliittyminä. Varsinkin maitosektorilla osuuskunnat ovatkin käytännössä melko lähellä tuottajaorganisaatioita, eikä uusille tuottajaorganisaatioille siksi välttämättä ole tilaa näillä sektoreilla. Viljasektorilla puolestaan on ollut muutamia tuottajien yhteenliittymiä. Ne eivät ole hakeutuneet tuottajaorganisaatioiksi. Nimenomaan vilja-alalla tuottajaorganisaatiot voisivat tarjota tuottajille ja heidän väliselle yhteistyölle uusia mahdollisuuksia. Luonnonvarakeskuksen ja Pellervon taloustutkimuksen yhteisessä tutkimushankkeessa tarkastellaan kuvailevalla tilastollisella analysoinnilla kiinnostusta tuottajien välisen yhteistyön eduista sekä näkemyksiä esteistä, joita tuottajat kokevat olevan tällaisen yhteistyöorganisaatioiden syntymiselle. Lisäksi selviää, millaiseen yhteisomisteiseen kapasiteettiin investoiminen herättää kiinnostusta sekä kuinka paljon ollaan valmiita sitomaan omaa pääomaa yhteisomisteiseen kapasiteettiin. Tarkastelu perustuu kyselyaineistoon. Tiedonkeruu toteutettiin verkkokyselynä kesällä 2021 osana Makeran rahoittamaa ja Luken ja PTT:n yhteistyössä toteutamaa "Tuottajien yhteistyön markkinavaikutukset" -hanketta. Kyselyyn vastausmääräksi saatiin 1287 kappaletta ja vastausprosentiksi 22 %. Suurin osa vastaajista oli viljanviljelijöitä (N=565), joiden kiinnostusta tuottajaorganisaatioihin erityisesti tarkasteltiin. Tulokset osoittavat, että tuottajien välisen yhteistyön eduista viljanviljelijöitä kiinnostavat eniten yhteinen myynti ja markkinointi kotimaahan. Näkemykset esteistä antavat viitteitä siitä, että tuottajien välistä keskustelua tulisi lisätä. Viljanviljelijöiden investointikiinnostus suuntaa kuivaus- ja varastointikapasiteettiin sekä energiatuotantoon.

**AVAINSANAT:** tuottajaorganisaatio, yhteistyö, viljanviljely

## 1-22 Tutkimuksesta käytäntöön – maitotilayrityksen kokonaisvaltainen johtaminen

Jyrki Rajakorpi<sup>1</sup>, Margit Närvä<sup>1</sup>, Matti Ryhänen<sup>1</sup>, Timo Sipiläinen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto, Taloustieteen osasto

### TIIVISTELMÄ

Maitotilayritysten johtamisen haasteet kasvavat toimintaympäristön muutosten myötä. Parhaiten menestyvät maitotilayrittäjät, jotka suunnittelevat ja johtavat yritystään kokonaisvaltaisesti. Kokonaisvaltaisella johtamisella tarkoitetaan pitkän ja lyhyen aikavälin johtamista yhtenä kokonaisuutena. Tällöin pitkän aikavälin tavoitteita toteutetaan lyhyen aikavälin johtamisella eli kaikki toiminta tähtää strategian toteuttamiseen. Jokainen maitotilayritys on resursseiltaan erilainen, joten muiden maitotilayrittäjien tekemät ratkaisut eivät sovellu sellaisenaan kopioitavaksi. Tämän artikkelin tavoitteena oli kuvata, miten tutkimustietoa hyödyntämällä ja maitotilayrittäjien sekä eri sidosryhmien kanssa yhteiskehittämällä luotiin Maitotilayrityksen kokonaisvaltaisen johtamisen käsi- ja työkirja. Näiden avulla maitotilayrittäjä voi systemaattisesti suunnitella yritystoiminnan kehittämistä tavoitteidensa mukaisesti ja toteuttaa strategiaa niin lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä. Käsi- ja työkirjaa yhteiskehitettiin monivaiheisesti. Alussa kerättiin tutkimusaineistoa haastattelemalla maitotilayrittäjiä ja sidosryhmien edustajia. Tämän aineiston avulla selvitettiin kokonaisvaltaisen johtamisen nykytilaa maitotilayrityksissä sekä miten maitotilayritysten kokonaisvaltaista johtamista voidaan edistää. Lisäksi järjestettiin maitotilayrittäjille ja sidosryhmän edustajille työpajoja, joissa käsiteltiin millainen kokonaisvaltaisen johtamisen malli parhaiten huomioi maitotilayrittäjien ja sidosryhmien tarpeet. Maitotilayrityksen kokonaisvaltaisen johtamisen malli luotiin näiden teemahaastatteluiden, työpajojen, kirjallisuuden ja tutkijaryhmän tutkimusten pohjalta. Kokonaisvaltaisen johtamisen mallin pohjalta laadittiin käsi- ja työkirjaluonnokset. Maitotilayrittäjät ja sidosryhmien edustajat osallistuivat käsi- ja työkirjaluonnosten kehittämiseen antamalla palautetta ja kehittämissuhteita monessa vaiheessa: esitestaamalla luonnosversioita sekä osallistamalla teemahaastatteluihin ja työpajoihin. Lisäksi käsi- ja työkirjaluonnoksia pilotoitiin Etelä-Pohjanmaan ProAgrian, Seinäjoen ammattikorkeakoulun (SeAMK) ja ProAgria Keskusten Liiton toteuttamassa Johtohankkeessa sekä SeAMKin agrologi (AMK) -opetuksessa. Yhteiskehittämisen myötä käsi- ja työkirjaluonnoksia parannettiin, ymmärrettävyyttä selkeytettiin ja teksti muokattiin arkikielelle. Maitotilayrityksen kokonaisvaltaisen johtamisen käsi- ja työkirja pohjautuvat tutkimustietoon. Yhteiskehittämällä käsi- ja työkirja muokattiin maitotilayrittäjien käytännön johtamistarpeita vastaavaksi. Käsi- ja työkirja auttavat maitotilayrittäjää kokonaisvaltaisen johtamisen omaksumisessa ja maitotilayrityksen johtamisessa.

**AVAINSANAT:** johtaminen, strategia, yhteiskehittäminen, maitotilayritys

## 1-23 Maatilayrittäjien strategiset kehittämissuunnitelmat vuoteen 2027

Leena Rantamäki-Lahtinen<sup>1</sup>, Eero Liski<sup>2</sup>, Minna Väre<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto, Taloustieteen osasto

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maatilayritykset toimivat toimintaympäristössä, jossa jatkuvat muutokset ”syövyttävät” entisen strategian perusteita. Vaikka rakennekehityksen kulusta tiedetäänkin melko paljon, ei ole selvää, miksi samankaltaisilla tiloilla on tehty niin erilaisia valintoja. Tulevan kehityskulun ennakointiin tarvitaan lisää erilaisia lähestymistapoja. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella niitä todennäköisiä yritystason strategiovaihtoehtoja, joita maatalousyrittäjät valitsevat seuraavien vuosien aikana sopeutuessaan toimintaympäristön muutoksiin soveltaen koneoppimisen menetelmiä. Tutkimus on osa MMM Makeran rahoittamaa POMARAKE-hanketta. Johtamisen teorioiden näkökulmasta muutokseen voidaan sopeutua ja vastata eritasoisilla strategioilla. Tässä tutkimuksessa keskityttiin isoihin yritystason strategisiin valintoihin, kuten yrityskoon kasvattamiseen, laadulliseen erikoistumiseen ja jalostusasteen nostamiseen, yritys- ja tulostruktuurin monipuolistamiseen, toiminnan jatkamiseen entisellään sekä toiminnan lopettamiseen. Tutkimuksen aineistona käytettiin Kantar TNS:n vuonna 2020 keräämän viljelijäkyselyn aineistoa (N = 4083). Kyselyssä oli kysymyksiä liittyen viljelijän suunnitelmiin aina vuoteen 2027 asti. Tutkimuksessa mallinnettiin koneoppimisen menetelmillä erilaisten taustamuuttujien (11) vaikutusta strategiovaihtoehtojen valinnan todennäköisyyteen. Mallin rakenteeksi valittiin logistinen regressio. Mallissa pyrittiin maksimoimaan ennustetarkkuus parhaan mallin ja selittäjien löytämiseksi. Mallinnettavat strategiovalinnat olivat sukupolvenvaihdos, muun yritystoiminnan lisääminen ja vähentäminen, peltoalan lisääminen ja vähentäminen, päätuotantosuunnan vaihtaminen ja toiminnan jatkaminen. Strategiovalinnat olivat binaarisia muuttujia. Tulosten mukaan kahdelle strategiselle vaihtoehdolle (jatkaminen ja päätuotantosuunnan vaihtaminen) löydettiin hyvä malli ja muille tarkastelluille strategisille vaihtoehdoille potentiaalinen, mutta toistaiseksi riittämätön malli. Tarkastelussa mallin selittäviksi muuttujiksi valikoituivat jatkamisen osalta sukupolvenvaihdos, viljelijän ikäluokka, peltoala, työssä käynti, tilan yritysmuoto ja tilan lisätyövoima ja päätuotantosuunnan vaihtamisen osalta sukupolvenvaihdos, ikäluokka, nykyinen päätuotantosuunta, sesonkien lisätyövoima, kannattavuus sekä se, oliko tila luomussa vai ei. Koneoppimisen etuna on se, että tutkijoiden subjektiiviset valinnat eivät määritä malliin nousevia vaihtoehtoja, vaan siihen valikoituvat saatavilla olevista taustamuuttujista oleellimmat. Koneoppimista on maatalousekonomiassa käytetty menetelmänä vasta vähän. Viljelijöiden tai muiden yrittäjien kehittämissuunnitelmiin ja survey -aineistoihin liittyen menetelmää ei ole sovellettu juuri lainkaan. Koneoppiminen voikin tuoda uuden potentiaalisen menetelmän maatalousekonomian tutkimukseen ja tätä kautta myös uusia työkaluja päätöksenteon tueksi erityisesti politiikkatoimenpiteiden suunnittelun ja ennakkoinnin näkökulmasta.

**AVAINSANAT:** maatila, kehittäminen, strateginen johtaminen, koneoppiminen

## 1-24 Toimivat konseptit ja työkalut uuden tutkimustiedon jalkauttamisessa maatilayritysten johtamiseen

Susanna Lahnamäki-Kivelä, Pasi Rikkinen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maatila- ja puutarhayritysten johtamisen kokonaisuus on moninainen ja yrittäjien päätöksenteon tueksi tuotetaan runsaasti ja laajasti tutkimustietoa. Haasteena on kuitenkin se, että kaikki maatila- ja puutarhayrittäjille tarkoitettu tieto ei välity käytäntöön vaikuttavimmalla tavalla. FUBUMA-hankkeen työpaketissa 3. selvitetään millaiset toimintatavat ja -kanavat ovat sekä tiedonvälittäjien että yrittäjien näkökulmasta onnistuneita. Neuvonta ja koulutus vievät uusinta tutkimustietoa yrittäjille eri tavoin. Lisäksi tutkijat viestivät uusimmista tutkimustuloksistaan osana projektejaan. Tutkimustiedon käytäntöön saattamisessa eri toimijoilla on erilaisia toimintatapoja ja -menetelmiä saattaa tieto ja loppukäyttäjä yhteen. Tavat ja menetelmät kuitenkin muuttuvat ajassa ja viimeisimpänä isona ja koko yhteiskuntaa koskettavana muutoksena koronapandemian aikaansaamat uudet ratkaisut etäkokousten, -koulutusten ja -neuvonnan järjestämisessä. Tämä on edellyttänyt joustavuutta ja uusien toimintatapojen omaksumista kaikilta. Samalla tiedon käytäntöön saattamisen keinot ovat uudistuneet ja perinteisten tapojen rinnalle on löydetty uusia yhteyksiä ja kanavia. FUBUMA-hankkeessa haastatellaan tiedonvälittäjiä heidän kokemuksistaan vaikuttavasta tiedonjalkauttamisesta. Haasteltavat henkilöt edustavat noin kymmentä maatalouden ja puutarhatuotannon eri tuotantosuuntaa ja/tai eri toimijaryhmää sekä tiedon välittämistä. Teemahaastatteluiden avulla pyritään tunnistamaan yhteisiä tekijöitä onnistuneeksi koetusta tiedon käytäntöön saattamisen toimintatavasta, menetelmästä tai työkalusta. Hankkeen konkreettisenä tutkimustuloksena esitetään kuvaukset parhaiten onnistuneista toimintamalleista tiedon jalkauttamisen malleista. Näistä viestitään AgriHubi -maatilayritysten osaamisverkoston verkostoalustalla jatkossa. FUBUMA-hanke on Luonnonvarakeskuksen rahoittama hanke, jossa lähestytään maatila- ja puutarhayritysten liikkeenjohtoa eri näkökulmista. Viimeaikaisen farm business management -kirjallisuuden avulla tarkastellaan maatilayrityksen johtamista, tutkimustiedon hyödyntämistä maatilayrityksen johtamisessa sekä luodaan pilottina uusia johtamisen mittareita yrittäjien työvälineiksi eri datalähteitä yhdistämällä

**AVAINSANAT:** maatilayritys, liikkeenjohtaminen, tutkimustieto, tiedon hyödyntäminen

## 1-25 Puutarhatuotannon työllistävyyshkehitys

**Anna-Kaisa Jaakkonen, Pasi Mattila**

Luonnonvarakeskus (Luke), Tilastopalvelut

### TIIVISTELMÄ

Puutarhatuotanto työllistää runsaasti sekä vakituksessa työsuhhteessa olevia että kausityövoimaa. Erityisesti kasvihuonevihannestuotanto työllistää ympärivuotisesti, koska tuotantoa on myös talvella. Myös koristekasvien tuotannossa tarvitaan paljon työvoimaa. Avomaan puutarhatuotannossa kausityövoiman merkitys on suuri. Suurimmilla puutarhatiloilla kausityövoimaa määrä nousee jopa 500 henkilöön kasvukauden aikana. Kausityövoimasta valtaosa tulee Ukrainasta ja Venäjän alueelta. Vuonna 2020 maa- ja puutarhataloudessa työskenteli Suomessa 138 000 henkeä, jotka tekivät yhteensä noin 70 000 henkilötyövuoden työmäärän. Kausityövoimaa oli paljon, vaikka koronavirusepidemia vaikeutti ulkomaisen kausityövoiman saapumista Suomeen. Kuiva ja kuuma sää aikaisti kasvukautta, minkä vuoksi työntekijät eivät aina olleet käytettävissä kasvuvaiheisiin nähden oikeaan aikaan. Viime vuosina puutarhatalouden osuus maatalousalan kokonaistyömäärästä on ollut runsas kymmenes, mutta maatalousalalla tehdystä palkkatyömäärästä puutarhataloudessa tehdään yli puolet. Kausityövoiman käyttäjänä puutarhatalous on selvästi merkittävin tuotantosuunta. Yli puolet kausityövoimasta tulee ulkomailta. Maa- ja puutarhatalouden palkkatyövoiman työmäärä henkilöä kohti on kasvanut, mikä johtunee viljelymenetelmien kehityksestä: viljelytöitä tehdään aiempaa suurempi osa kasvukauden ajasta. Esimerkiksi tunneliviljely on mahdollistanut viljelyn aloittamisen entistä aikaisemmin keväällä.

**ASIASANAT:** maatalous, puutarhatuotanto, työvoima, kausityövoima

## 2 YMPÄRISTÖ, MAAPERÄ JA RAVINTEET

### **2-1 LIFE Carbon Farming Scheme -hanke kehittää kannustimia hiilensidontaan Euroopan maa- ja metsätaloudessa**

**Noora Harjama, Karoliina Rimhanen, Hannu Ilvesniemi**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **TIIVISTELMÄ**

Hiiliviljelymenetelmillä tehostetaan hiilen sitoutumista maaperään ja kasvillisuuteen sekä vahvistetaan hiilivarastoja maa- ja metsätaloudessa. Tutkimustieto hiiliviljelymenetelmistä lisääntyy koko ajan ja tiedon jakamisen tarve toimijoiden välillä on tärkeää tiedon hyödyntämiseksi, sekä kustannustehokkaiden ja vaikuttavien päästövähennystoimien saavuttamiseksi. Ilmastoviisaiden ratkaisujen käytäntöön vieni ja kannustinjärjestelmien kehittäminen on tärkeää kansallisten ja kansainvälisten ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. LIFE Carbon Farming Scheme- hankkeessa kehitetään hiiliviljelyn kannustinjärjestelmää Euroopan Unionin politiikan sääntelykehyksessä. Projektin kolme päätavoitetta ovat 1) lisätä ymmärrystä hiiliviljelyn kannustinjärjestelmän toteuttamisesta, 2) arvioida hiiliviljelyn kannustinjärjestelmän kysyntää ja tarjontaa maatalous- ja metsätaloussktoreilla, ja 3) arvioida vaihtoehtoisten menetelmien vaikutusta hiilivaraston kokoon maa- ja metsätiloilla viidellä Euroopan ilmastoalueella. Kolmannen tavoitteen osalta, hiiliviljelyn menetelmien hiilensidontavaikutusta arvioidaan tieteellisen tutkimustiedon ja käytännön tiloille tehtävien hiililaskelmien avulla. Hankkeessa on kerätty hiililaskelmia varten tilatietoja 20 maatilalta ja 7 metsätilalta eri puolilta Eurooppaa. Tiedot koostuvat viljelyhistoriasta, viljelykäytännöistä, viljelykierroista, satotasoista, viljelyaloista ja eläinmääristä sekä metsien osalta puustosta ja metsänkasvusta. Lisäksi viljelijöiden kanssa on keskusteltu viljelykäytännöistä, jotka voisivat heidän tilallaan olla mahdollisia hiilensidontan lisäämiseksi. Menetelmiä ovat esimerkiksi nurmen lisääminen viljelykiertoon, kerääjäkasvien käyttö, orgaanisten maanparannusaineiden käyttö tai satotason kasvattaminen. Hiililaskelmissa hyödynnetään Yasso-maaperämallia, jonka avulla arvioidaan eri hiiliviljelymenetelmien hiilensidontapotentiaalia tilatasolla. Esityksessä kerrotaan hiililaskentaesimerkeistä eri puolilta Eurooppaa. Hanke tuottaa kansainvälisiä tapahtumia, joiden avulla eurooppalaiset toimijat pystyvät verkostoitumaan ja keskusteluiden ja yhteistyön kautta varautumaan yhdessä entistä paremmin ilmastomuutoksen tuomiin haasteisiin. LIFE-hankkeen suora keskusteluyhteys Euroopan komissioon mahdollistaa vaikuttamisen maatalous- ja ilmastopolitiikan päätöksiin. Hanketta toteuttavat St1:n johdolla Baltic Sea Action Group, LUKE, North European Oil Trade, Puro.earth, ja Tyynelän tila. Hanke on saanut rahoituksen Euroopan unionin LIFE-valmisteluohjelmasta. Hankkeen toimiaika 6/2019–6/2022. Hankkeen verkkosivut <https://www.st1.com/st1-life>

**AVAINSANAT:** hiiliviljely, hiilimarkkinat, maatalous, metsätalous, ilmastomuutos

## 2-2 EJP SOIL -ohjelma edistää Euroopan laajuista maaperätutkimusta

Johanna Leppälä, Marja Kujala, Maarit Kytö, Elina Nurmi

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Vuoden 2020 alussa käynnistyi The European Joint Programme EJP SOIL -ohjelma, jossa on mukana 26 tutkimuslaitosta ja yliopistoa 24:stä Euroopan maasta. Suomea edustavat Luonnonvarakeskus (Luke) sekä maa- ja metsätalousministeriö. Viisivuotisen hankkeen tarkoituksena on tuoda esiin ja edistää maatalousmaan roolia yhteiskunnan keskeisten haasteiden ratkaisemisessa. Tällaisia haasteita ovat esimerkiksi ilmastonmuutos, ekosysteemipalveluiden häviäminen, biologisen monimuotoisuuden väheneminen sekä maaperän viljavuuden heikkeneminen. EJP SOIL -ohjelmassa kehitetään tietämystä ja työkaluja sekä luodaan tutkimusyhteistyötä maatalousmaan ilmastoviisaan hoidon edistämiseksi. Konsortion tutkimusyhteisön kehittämän EJP SOIL -tiekartan avulla määritetään muun muassa tulevaisuuden tutkimustarpeiden suuntaviivat. Yksi tavoite on ymmärryksen lisääminen maaperän hiilensidonnasta ja sen vaikutuksesta ilmastonmuutokseen. Euroopan alueelliset ominaispiirteet otetaan huomioon tutkimuksessa. Lisäksi yhdenmukaistetaan eurooppalaisia maaperätietojärjestelmiä myös kansainvälistä raportointia varten. Tieteellisten valmiuksien ja yhteistyön vahvistaminen kuten nuorten maaperätutkijoiden kouluttaminen kuuluu oleellisena osana ohjelmaan. Laaja sidosryhmäverkosto mahdollistaa aktiivisen tiedonvaihdon. Viljelijöiden rooli maaperän hoitajina on merkittävä, joten tutkimustiedon jalkauttaminen on hyvin tärkeää kestäväen maatalouden edistämässä. EJP SOIL -ohjelmassa on vuosittain sekä sisäinen että ulkoinen haku uusien tutkimushankkeiden käynnistämiseksi. Ne pyrkivät parantamaan tietämystä etenkin puutteellisesti tunnetuista maaperään liittyvistä teemoista. Luonnonvarakeskus on mukana konsortion ensimmäisen sisäisen haun tiimoilta helmikuussa 2021 alkaneessa kuudessa hankkeessa: CarboSeq, Sommit, INSURE, SCALE, i-SOMPE, SIREN. Lisäksi tuolloin alkoi neljä muuta hanketta (TRACE-Soils, STEROPES, SensRes ja CLIMASOMA). Toinen sisäinen haku on päättynyt. Tarkempaa tietoa näistä sekä koko ohjelmasta: <https://ejpsoil.eu/> Suomessa EJP SOIL -ohjelmaa rahoittavat Euroopan komissio sekä maa- ja metsätalousministeriö. Ohjelmaa koordinoi ranskalainen tutkimuslaitos Institut National de la recherche Agronomique (INRAE) yhteistyössä alankomaalaisen Wageningen Research (WR) -tutkimuslaitoksen kanssa.

**AVAINSANAT:** maaperä, maatalousmaat, ilmastonmuutos, tutkimus, yhteistyö



## 2-3 Bioeväät -hankkeella parannusta maan kasvukuntoon ja vesitalouteen

Jari Yli-Heikkilä, Sauli Jaakkola, Johanna Pihala, Jari Ruski

Pyhäjärvi-instituutti

### TIIVISTELMÄ

Ilmastonmuutos ja sen mukanaan tuomat sään ääri-ilmiöt tuovat haasteita ruoantuotantoon sekä vesien tilaan. Ilmaston muuttuessa kasvien kasvua rajoittavia tekijöitä ovat kuivuus sekä toisinaan runsaat sateet. Peltomaan kasvukuntoa tutkimalla voidaan vaikuttaa maan kosteuspitoisuuteen, rakenteeseen, ravinteiden ja pieneliöstön tasapainoon ja siten saada viljelyyn lisää tuottavuutta. Satakunta on monipuolinen ruoantuotantoalue ja alueen ruokaketju rakentuu useasta vahvasta tuotantosuunnasta ja niihin liittyvästä jalostuksesta. Jalostavan teollisuuden riittävän ja laadukkaan raaka-aineen saanti pohjautuu pitkälti maaperän hyvään rakenteeseen ja maan vesitalouteen. Bioeväät -hankkeen toiminta-alueena on koko Satakunta. Hankkeessa tuodaan viljelijöiden käyttöön maan kasvukuntoa sekä vesitaloutta parantavia uusia menetelmiä. Sopeutuminen ja varautuminen ilmastonmuutokseen maaperän kasvukuntoon ja vesitalouteen vaikuttamalla parantaa maaperän kykyä varastoida vettä, ravinteita sekä hiiltä. Ravinteet tulisi saada kasvien käyttöön mahdollisimman tehokkaasti, jotta ne eivät kulkeutuisi vesistöihin. Hanke sisältää kolme eri toimenpidekokonaisuutta: Edistetään hyvien käytäntöjen jalkauttamista Satakunnan viljelijöille, innovaatioiden pilotointi ja seurantadatan hyödyntäminen tilatasolla sekä luotujen mallien ja hyvien käytäntöjen levittäminen. Viljelijöiden käyttöön pyritään tuomaan viimeisin tieto ja tutkimusten tulokset hankkeessa edistettävistä aiheista. Bioeväät -hankkeessa yhteistyötiloilla tehtyjen käytännön pilottien ja toimenpiteiden seurantamenetelmiä kehitetään PeltoAI -hankkeessa. Hankkeessa luodaan monitieteisten kokeilujen ja demonstraatioiden avulla uusia tapoja ja toimintamalleja parantamaan maan kasvukuntoa ja vesitaloutta niin, että ravinteet kiertävät tehokkaasti, maan kasvukunto paranee, veden hyödyntäminen on kestäväällä pohjalla ja kaikki biomassat hyödynnetään kiertotalouden periaatteiden mukaisesti. Hankkeessa kerätty tieto jaetaan alueen viljelijöille seminaarien, työnäytösten, työpajojen sekä koulutustilaisuuksien välityksellä. Hankkeessa pyritään osaamisen, tiedonvälityksen, innovaatioiden sekä yhteistyön lisääntymiseen, ilmastonmuutoksen hillinnän ja ilmastonmuutokseen sopeutumisen tehostumiseen, luonnon monimuotoisuuden lisääntymiseen, vesistöjen sekä maaperän tilan paranemiseen, yritystoiminnan monipuolistumiseen sekä maataloustuotannon kilpailukyvyyn vahvistumiseen.

**AVAINSANAT:** bioeväät, kiertotalous, maan kasvukunto, ilmastonmuutos

## 2-4 Mitigating N<sub>2</sub>O emissions from cultivated acid sulfate soil by improved pH management

Anna-Maria Tuovinen<sup>1</sup>, Stefan Slob<sup>1</sup>, Ximenna Tarpio<sup>1</sup>, Frederick L. Stoddard<sup>1</sup>, Petri Penttinen<sup>2</sup>, Priit Tammeorg<sup>1</sup>, Asko Simojoki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural Sciences, University of Helsinki, Finland

<sup>2</sup>Department of Microbiology, Sichuan Agricultural University, China

### ABSTRACT

Agricultural soils are globally the largest source of the anthropogenic emissions of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) that has nearly 300 times the warming potential of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Hence, it is important to mitigate N<sub>2</sub>O emissions in crop production. In Finland there are 67000-336000 ha of agricultural acid sulfate (AS) soils which, due to the abundance of carbon and nitrogen, have the potential to produce much more N<sub>2</sub>O than other mineral soils. It has been previously reported that increasing the pH of acid soils decreases the N<sub>2</sub>O/(N<sub>2</sub>O+N<sub>2</sub>) ratio of denitrification. In a two-year field experiment, we studied how large are the N<sub>2</sub>O emissions produced by a boreal AS soil in southern Finland and whether liming of topsoil would decrease the emissions and increase yield and N uptake of barley. The experiment was a factorial split-plot design with main plots of fertilized (100 kg N ha<sup>-1</sup>) or unfertilized barley (*Hordeum vulgare* L.) or unfertilized fallow. Sub-plots were treated with three levels of powdered limestone (CaCO<sub>3</sub>) containing Mg: a total of 0, 6 or 12 t ha<sup>-1</sup> of CaCO<sub>3</sub> in the first year, and 0, 7.7 and 15.3 t ha<sup>-1</sup> in the second year, was added to reach the aimed pH (5, 6 and 7) in the no lime, low lime and high lime treatments, respectively. N<sub>2</sub>O flux and soil mineral nitrogen samples were collected biweekly during the growing season from sowing until late autumn. In the first year, the pH values in the no lime, low lime and high lime treatments were 5.5 ± 0.2, 6 ± 0.2 and 6.3 ± 0.2, and in the second year, 5.5 ± 0.3, 6.5 ± 0.2 and 6.8 ± 0.1, respectively. Liming significantly increased plant N uptake in both years, total biomass in the first year, and grain yield in the second year. At the beginning of the experiment, the variation in soil mineral N was large due to the pre-crop of faba-bean. In the second year, on the fertilized plots, soil mineral N content spiked up to 90 mg kg<sup>-1</sup>(DM) four weeks after N-fertilization whereas on unfertilized plots, the average was 9.9 ± 1.6. In both years, cumulative N<sub>2</sub>O emissions (for a period of 175 d and 125 d in the first and second year, respectively) were higher on fallow plots (13.9 ± 2.8 and 12.4 ± 2.8 kg ha<sup>-1</sup>) than on the ones with barley (9.8 ± 2.6 and 8.7 ± 2.6 kg ha<sup>-1</sup>), but the fertilization and lime treatments did not result in statistically significant differences in emissions. Grain yield-scaled cumulative N<sub>2</sub>O emissions averaged 2.6 ± 0.8 and 4.5 ± 0.7 g (N<sub>2</sub>O-N) kg<sup>-1</sup>(grain) in the first and second year, respectively, and there were no significant effects of N-fertilization or lime. This experiment confirmed previous results that emissions from AS soils are high. This was the case despite drier than normal summers during the field experiment. However, the effect of liming of topsoil on N<sub>2</sub>O emissions was not sufficient for it to be recommended as a mitigation method. Further research tested the hypothesis that most N<sub>2</sub>O is produced in the subsoil.

**KEYWORDS:** nitrous oxide, acid sulfate soil, liming, barley

## 2-5 Härkäpapu ja herne kasvinvuorotuksessa - vaikutukset satovakioituihin N<sub>2</sub>O-päästöihin hietasavimaalla

**Asko Simojoki, Jaakko Haarala, Aino Hämäläinen, Saana Hakkola, Jenni Orjala, Noora Vihanto, Frederick Stoddard, Pirjo Mäkelä, Laura Alakukku**

Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden osasto

### TIIVISTELMÄ

Palkokasvien viljelyn biologinen typensidonta vähentää synteettisten typpilannoitteiden tarvetta maataloudessa ja näiden valmistuksesta johtuvia kasvihuonepäästöjä. Palkokasveja sisältävien viljelykiertojen kasvihuonekaasupäästöistä on kuitenkin niukasti tietoa. Aiemmissä tutkimuksissa palkokasveja sisältäneet viljelykierrat ovat usein vähentäneet maaperän kasvihuonekaasupäästöjä, mutta toisaalta palkokasvien typpirikkaan kasviaineksen hajotus voi lisätä mineraalityypen määrää ja denitrifikaation riskiä märässä maassa. Härkäpavun ja herneen kasvinvuorotuksen kasvihuonekaasupäästöjen tutkimiseksi perustettiin Helsingin Haltialaan toukokuussa 2020 kaksi monivuotista kenttäkoetta, joissa on koejäseninä 10 erilaista viljelykiertoa neljänä kerranteena. Kasvien kasvua mitattiin ottamalla kasvustosta biomassanäytteitä eri kasvuvaiheissa ja korjaamalla tuleentunut siemensato. Maaperän N<sub>2</sub>O-päästöt määritettiin suljetun pimeäkammion menetelmällä kahden viikon välein kasvukauden aikana, ja samanaikaisesti määritettiin myös muokkauskerroksen kosteus ja mineraalityypipitoisuus. Sademäärää ja ilman lämpötilaa sekä pintamaan kosteutta ja lämpötilaa seurattiin myös jatkuvatoimisesti loggereilla. Alustavien tulosten mukaan härkäpavun ja herneen sadot, N<sub>2</sub>O:n kokonaispäästöt ja satovakioidut päästöt olivat ensimmäisenä vuonna samaa suuruusluokkaa kuin tavanomaisesti typpilannoitetun kauran (90 kg ha<sup>-1</sup>). Typpisatovakioidut päästöt olivat sen sijaan huomattavasti pienempiä kuin kauran, jos härkäpapua ja hernettä viljeltiin kerääjäkasvin kanssa. Toisen vuoden tulosten mukaan kauran, jonka esikasvina oli palkokasvi, sadot olivat typpilannoituksesta (0 tai 90 kg ha<sup>-1</sup>) riippumatta samaa suuruusluokkaa kuin monokulttuurina viljellyn typpilannoitetun kauran (90 kg ha<sup>-1</sup>). Satotasot tosin olivat matalia poikkeuksellisen epäedullisen kasvukauden takia. Härkäpapu kauran esikasvina vaikutti lisäävän N<sub>2</sub>O:n kokonais- ja satokorjattuja päästöjä, mutta vain typpilannoitetulla kauralla. Tämä johtui ilmeisesti ylilannoituksesta suhteessa kauran heikkoon kasvuun. Samansuuntainen tulos havaittiin rapsilla, jonka esikasvina oli herne. Herneen ja härkäpavun N<sub>2</sub>O-emissiot eivät olleet suurempia kuin kauran tai rapsin.

**AVAINSANAT:** kenttäkoe, N<sub>2</sub>O, palkokasvi, viljelykierto

## 2-6 Cover crops and trade-offs between soil carbon sequestration and greenhouse gas emissions, and N leaching losses

Elena Valkama

Natural Resources Institute Finland (Luke)

### ABSTRACT

Several soil management strategies have been shown to contribute to soil organic carbon (SOC) increase in agricultural soils, however, they may also stimulate GHG emissions, and may cause nitrogen leaching loss. These trade-offs can offset the climate mitigation that was intended via carbon sequestration. The aim of this study was 1) to review ten global and regional meta-analyses published in the years 2013-2021 that related to adoption of non-legume and legume cover crops (CC); 2) to evaluate the trade-offs and possible synergy; 3) to identify knowledge gaps and research needs. Global meta-analyses demonstrated that both non-legume and legume CC increased SOC stock by 10–15% in the topsoils and favored microbial biomass C and N by 40–50% compared to bare fallow. However, there are several constraints bringing uncertainty in SOC stock estimation, such as the lack of data on subsurface layers (>30 cm), using pedotransfer functions instead of measurements of bulk density, and the lack of data on experiments longer than 10 years. Therefore, it was recommended to maintain long-term experiments, to report soil bulk density to estimate SOC stock, and to collect soil samples from subsurface. There was a clear difference between non-legume and legume CC in terms of their effect on N<sub>2</sub>O emissions: legumes typically resulted in higher N<sub>2</sub>O emissions, while non-legume and mixed CC had either a neutral effect or emission reduction. In contrast to N<sub>2</sub>O, all types of CC resulted in stimulated CO<sub>2</sub> emissions, varied from 15% to 35% compared to bare fallow. There is a need to study the influence of CC residue quality and quantity on CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions. Similarly, meta-analyses clearly indicated differences between non-legume and legume CC in terms of N leaching reduction. Replacing a fallow with a non-legume cover crop reduced N leaching loss by about 50%, while using a legume did not have any effect on N leaching. Likewise, a meta-analysis of Nordic studies showed that non-legume cover crops, mainly ryegrass species, undersown to spring cereals, reduced N leaching loss by 50%. However, the effect of legume or mixed cover crops on N leaching losses in the Nordic countries have not been studied yet. In conclusion, trade-offs and synergies mostly depend on the types of CC and GHG. For non-legume CC, trade-offs were demonstrated between SOC and CO<sub>2</sub>, but not N<sub>2</sub>O, while a clear synergy with N leaching reduction. For legume CC, positive effects on SOC were accompanied by stimulated GHG emissions, and no N leaching reduction. However, there is a lack of an European meta-analysis on this topic, revealing a knowledge gap that needs to be filled in. Acknowledgements: this work is a part of the project ΣOMMIT - Sustainable Management of soil Organic Matter to Mitigate Trade-offs between C sequestration and nitrous oxide, methane and nitrate losses (EJP SOIL ID: 862695 funded under H2020-EU), 2021-2024.

**AVAINSANAT:** cover crops, soil organic carbon, GHG emissions, nitrogen leaching

## **2-7 Viljelymenetelmien vaikutus eloperäisten maatalousmaiden kasvihuonekaasupäästöihin: vertailussa kosteikkoviljelty nurmi, yksivuotiset viljat suorakylvöllä, kynnöllä ja kerääjäkasvilla**

**Henri Honkanen, Hanna Kekkonen, Kristiina Regina**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### **TIIVISTELMÄ**

Suomen maatalouden ja maankäyttösektorin päästöistä käytössä olevan eloperäisen maatalousmaan osuus on merkittävä. Erilaisten viljelymenetelmien vaikutuksesta korkean eloperäisen aineksen pitoisuuden omaaviin maatalousmaihin tiedetään vähän. SOMPA hankkeessa tutkittiin, voidaanko eri viljelymenetelmillä vaikuttaa yksivuotisten perinteisten viljelykasvien vuotuisen päästökuormaan ja miten korotettu vedenpinta vaikuttaa nurmikasvuston päästöihin. Näiden menetelmien vaikuttavuutta verrattiin keskenään maatalouden päästövähennyskeinoina. Suorakylvökoe perustettiin turvemaalle Jokioisten Kuumaan vuosiksi 2018–2021. Kenttä oli satunnaistettu ruutukoe, jossa oli neljä eri jäsentä: 1) tavanomainen syyskyntö, 2) suorakylvö, 3) kyntö + kerääjäkasvi ja 4) suorakylvö + kerääjäkasvi. Viljelykasveiksi valittiin vuorovuosin yksivuotisista kevätilviljoista kaura ja ohra, sekä kerääjäkasvina raiheinä. Kentän vieressä sijaitsi satunnaistettuna ruutukokeena kosteikkoviljelykenttä, jossa yhtenä jäsenenä kasvatettiin rehunurmea kosteikkoviljelyllä. Pohjavedenpinnantasoa säädeltiin säätösalaajituksella mahdollisimman korkeaksi. Koekentän pH oli 5.3, orgaanisen aineksen pitoisuus muokkauskerroksessa 43 % ja eloperäisen aineksen kerros oli yli 60 cm. Kaasuvuon mittaamista varten koeruutuihin oli asennettu 60cmx60cm kehikot. Typpioksiduuli (N<sub>2</sub>O), metaani (CH<sub>4</sub>) ja kasvuston hengityksen sekä maaperän hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) vuota mitattiin keskimäärin kahden viikon välein pimennetyllä kammiolla, joka muodosti kehikon kanssa suljetun systeemin (Reco). Puoli tuntia kestäneen mittauksen aikana kammiosta kerättiin neljä kaasunäytettä analysoitavaksi. Kasvukauden aikana kasvien yhteyttämistä mitattiin myös valoa läpäisevällä kammiolla, jolla hiilidioksidipitoisuuden muutosta seurattiin Vaisalan anturilla yhden minuutin ajan. Säähavaintoja ja mittaustuloksia hyödyntäen CO<sub>2</sub>-vuo mallinnettiin tunnin välein koko mittausjakson ajalle. Typpioksiduuli mallinnettiin vuorokausitasolle. Verrattuna tavanomaiseen syysmuokkaukseen, suorakylvö ja kerääjäkasvi eivät tuoneet merkittäviä päästövähennyksiä, vaan vuositasheet pysyivät syysmuokkauksen kanssa samankaltaisina. Monivuotinen nurmi kosteikkoviljelyssä taas vähensi turvemaan nettopäästöjä alle puoleen. Muiden kaasujen osalta tulokset esitetään lopullisessa posterissa. Kosteikkoviljely ei heikentänyt säilörehunurmen sadontuottokykyä, yksivuotisten viljojen satotulokset esitellään lopullisessa posterissa. Muokkauksen keventämisellä voi olla pieni vaikutus hiilipäästöjen vähentämiseksi, mutta merkittäviä eroja ei synny, vaan päästöt saattavat jopa kasvaa. Kosteikkoviljelyn avulla vastaavasti saadaan selkeämpiä vaikutuksia, kun tavoitellaan päästövähennyksiä turvemailla.

**AVAINSANAT:** turvema, kasvihuonekaasupäästöt, kosteikkoviljely, viljat

## 2-8 Response of a clay soil to ten years of no-till management – erosion, SOC and soil properties

Henri Honkanen, Eila Turtola, Riitta Lemola, Risto Uusitalo, Jaakko Heikkinen, Visa Nuutinen, Janne Kaseva, Kristiina Regina

Luonnonvarakeskus (Luke)

### ABSTRACT

Fostering soil carbon stocks of arable land is beneficial to soil structure and cropping properties, and mitigates climate change. No-till (NT) practice reduces soil erosion and improves soil structure by reducing the disturbance of soil surface compared to conventional tillage (CT). However, the effect may vary depending on soil types and climate. Soil aggregates are very responsive to changes in land use and their size distribution is related to carbon stability as well as soil hydrology and biology, therefore studying changes in aggregate fractions together with a range of other soil properties is a good way to estimate sustainability of NT compared to CT. We studied erosion rate, soil physical, chemical and biological properties, and carbon allocation to soil physical fractions (aggregates), in a clay soil in southwestern Finland after ten consecutive years of NT and CT treatments. The experimental field with a mean slope of 2% was divided in four 0.5 ha plots with similar drainage conditions, and each plot was divided in 4 subplots. Two of the plots were under NT management and two under CT by autumn moldboard plowing. The field was under spring cereal cultivation for the duration of the experiment. Water discharge was continuously monitored for the whole 10-year period by automatic measurement of drain flow from each subplot and surface runoff from each plot. Erosion was determined from flow-proportional water samples. Soil samples were taken in spring 2018 from three different layers (0–10 cm, 10–30 cm and 30–60 cm) of each subplot. Carbon concentration was measured from all soil layers, and the other soil properties were determined in the two uppermost layers. Size distribution of the soil aggregate fractions and particulate organic matter were done by using a wet sieving method and the carbon contents were measured with a LECO-2000 analyzer. Species distribution of earthworms was determined using the ISO standard method. During the 10-year experiment, total erosion was about 56% less in NT than in CT while total discharges were of the same magnitude. On the basis of the wet sieving, the amount of large aggregates and soil organic carbon was higher in the surface layer but lower deeper in the soil (10 to 30 cm) in NT compared to CT. Thus, the total carbon stock (0 to 60 cm layer) in NT ( $108 \pm 12 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ) was slightly lower than in CT ( $118 \pm 9 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ). However, there were no significant changes in the carbon stocks of either treatment compared to data of the beginning of the experiment period (2008). The observed earthworm abundance was higher in NT compared to CT. The results show that NT reduced erosion and had favourable impacts on many other soil properties on the top surface layer (0 to 10 cm), but not on the total carbon stock in 0 to 60 cm layer.

**KEYWORDS:** eroosio, suorakylvö, lierot, maaperän hiili

## 2-9 Greenhouse gas exchange in a grassland ecosystem in eastern Finland

Petra Manninen<sup>1</sup>, Saara Lind<sup>1</sup>, Hem Raj Bhattarai<sup>1</sup>, Hanna Ruhanen<sup>1</sup>, Daniel Forster<sup>1</sup>, Arja Mustonen<sup>1</sup>, Panu Korhonen<sup>1</sup>, Narasinha Shurpali<sup>1</sup>, Annalea Lohila<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

### ABSTRACT

Sustainability of grasslands and agricultural lands are a vital part of carbon sustainability goals 2035 established by The Government of Finland. To reach this goal, Finland needs to reduce the greenhouse gas (GHG) emissions (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O). Agricultural soils are among the main reasons for increasing atmospheric concentrations of N<sub>2</sub>O. However, soils do not only produce and emit these gases, but also act as their sink through various processes. Mineral soils cultivated with perennial grasses have shown potential to act as CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> sinks. Previous studies have found that N<sub>2</sub>O has a missing sink in soils, but the knowledge about this sink and processes related to it is limited. To address this gap in knowledge, research like my PhD study that link below (soil-microbe-rhizosphere) and above-ground (photosynthesis) processes affecting GHG exchange and investigate the processes associated with soil N<sub>2</sub>O uptake, are vital. My PhD study, a part of the Academy of Finland funded ENSINK project, will investigate a grassland ecosystem for the possible N<sub>2</sub>O sink. It aims to unravel the soil, plant and atmospheric factors affecting the sink and evaluate the GHG exchange of a grassland cultivated under boreal climate. The research is conducted in a 6.3 ha agricultural field on mineral soil (silt loam), near Maaninka, eastern Finland. The field is mainly cultivated with red clover (*Trifolium pratense*) and timothy (*Phleum pratense*) mixture and its CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O exchange at an ecosystem level will be measured with eddy covariance technique year-round. To better understand the ecosystem level GHG exchange, an intensive study area (24 x 42 m) within the study site will be studied simultaneously by closed-chamber-technique. Intensive sites are cultivated with red clover and timothy mixture (RCT) or tall fescue (*Festuca arundinacea*) and timothy mixture (TFT). Intensive sites are used to research more closely the interconnections between the observed GHG exchange and soil variables such as pH, dissolved organic carbon, ammonium, nitrate, and microbial biomass. In addition to these measurements, environmental and soil variables will also be measured. With results acquired by these measurements, annual GHG balance for the field will be calculated and new information about possible N<sub>2</sub>O sink will be obtained. This presentation will present my PhD project and its preliminary results from the growing season 2021.

**KEYWORDS:** legumes, nitrous oxide, carbon dioxide, climate smart agriculture

## 2-10 Peltomaan prosessit hiilensidontatoimien kohdentamisen pohjana (HiiletIn)

Riikka Keskinen<sup>1</sup>, Jari Hyväluoma<sup>2</sup>, Arttu Miettinen<sup>3</sup>, Eetu Virtanen<sup>4</sup>, Kari Hyytiäinen<sup>5</sup>, Sampo Pihlainen<sup>6</sup>, Marja Suutarla<sup>7</sup>, Helena Soinne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus

<sup>2</sup>Hämeen ammattikorkeakoulu

<sup>3</sup>Jyväskylän yliopisto

<sup>4</sup>Soilfood Oy

<sup>5</sup>Helsingin yliopisto

<sup>6</sup>Suomen ympäristökeskus

<sup>7</sup>ProAgria

### TIIVISTELMÄ

Edistämällä orgaanisen aineksen ja siten hiilen kertymistä maahan, voidaan parantaa peltomaan resilienssiä muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa ja samalla myös hillitä ilmastonmuutosta. HiiletIn-hankkeessa tutkitaan orgaanisen aineksen reaktioita suomalaisissa kivennäismaapelloissa. Kivennäismailla hiilen reaktioihin vaikuttavat orgaanisen aineksen syötteen laadun lisäksi viljelytoimenpiteet ja ilmasto, sekä olennaisesti myös peltomaan ominaisuudet kuten lajitekoostumus ja multavuus. Tästä johtuen viljelytoimet tulee suunnitella paikallinen maaperä ja ilmasto-olosuhteet huomioiden. HiiletIn-hankkeen päätavoitteena on tuottaa maan ominaisuudet huomioivaa tietoa kullekin alueelle parhaiten soveltuvista keinoista kerryttää orgaanisen aineksen määrää ja vähentää hiilen hävikkiä maasta, pyrkien samalla minimoimaan haitalliset vesistö- ja taloudelliset vaikutukset. Hankkeessa selvitetään orgaanisen aineksen reaktioita lajitekoostumukseltaan ja orgaanisen aineksen määrältään erilaisissa maissa käyttäen osin perinteisiä menetelmiä, mutta myös uusia kuvantamistekniikoita. Hanke lähtee mineraalipinnoilla tapahtuvista prosesseista ja laboratoriomittakaavan kokeiden lisäksi orgaanisen aineksen reaktioita tutkitaan myös peltomittakaavan kokeissa yhdessä viljelijöiden kanssa. Hankkeessa arvioidaan koko Suomen kivennäismaapelojen hiilensidontapotentiaali, tuotetaan tietoa hiilenkerryttämisen kannalta potentiaalisten peltojen sijainnista sekä tehdään analyysi ohjauskeinoista, joiden avulla maaperän hiilinielua voidaan kustannustehokkaasti kasvattaa. Hanke tuottaa myös tietoa orgaanisten maanparannusaineiden ominaisuuksista niiden optimaalisen kohdentamisen taustaksi. Hankkeessa tuotetun tiedon avulla pystytään arvioimaan eri toimien vaikutusta peltolohkotasolla, jolloin kivennäispeltojen hiilensidontaan tähtäävät viljelytoimet voidaan kohdentaa taloudellisesti ja ilmastovaikutusten kannalta optimaalisesti. HiiletIn-hanke käynnistyi maaliskuussa 2021 ja hankkeella on kolmivuotinen rahoitus Maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -tutkimus- ja innovaatio-ohjelman kautta. Hanke toteutetaan yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen, Hämeen ammattikorkeakoulu, Jyväskylän yliopiston, Helsingin yliopiston, Suomen ympäristökeskuksen, Soilfood Oy:n ja ProAgrian kanssa.

**AVAINSANAT:** orgaaninen aines, hiili, kivennäismaat



## **2-11 Biovalse – peltomaiden mikrobiomi ja hiilen pysyvyys suomalaisessa maatalousmaassa**

**Sannakajsa Velmala, Visa Nuutinen, Krista Peltoniemi, Taina Pennanen, Juha-Matti Pitkänen, Jaakko Heikkinen, Marleena Hagner, Riikka Keskinen, Kristiina Regina, Helena Soinne, Mika Kurkilahti, Juha Heikkinen, Tuija Hytönen, Carita Karenius, Leena Puura, Outi Haapala, Jenni Hultman, Hannu Fritze**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### **TIIVISTELMÄ**

Peltomaan mikrobiyhteisöihin vaikuttavat lukuisat tekijät, kuten esimerkiksi maalaji, viljelymenetelmät, sekä orgaanisen aineen määrä. Suomessa peltomaiden kemiallisia ominaisuuksia on seurattu valtakunnallisesti jo lähes 50 vuoden ajan Valse-tutkimuksissa. Vuonna 2018 tutkimuksen kohteena oli erityisesti peltomaiden hiilipitoisuus ja sen pitkäaikaisuusmuutos. Silloin kerättiin myös ensimmäisen kerran näytteet muokkauskerroksesta peltomaan mikrobidiversiteetin tutkimista varten. Syväsekvensoinnin avulla selvitimme sieni- ja bakteerilajistoa yli 600 näytepisteestä. Kokeilemme myös eläinlajien sekvenssipohjaista tutkimista samoista näytteistä. Jatkotutkimuksissa yhdistämme tiedot viljelytoimista ja -tavoista maiden hiilipitoisuuteen ja mikrobidiversiteettiin, ja selvitämme minkälaisia yhteyksiä löydämme näiden tekijöiden välille. Tutkimus lisää tietoutta mikrobiomin yhteydestä hiilen kiertoon ja pysyvyyteen peltomaassa, sekä viljelytoimien ja ympäristötekijöiden vaikutuksesta maan mikrobistoon.

**AVAINSANAT:** sieniyhteisöt, bakteeriyhteisöt, eDNA

## 2-12 Orgaanisten maiden ilmastopäästöjen hillintä nautakarjatiljoilla (OMAIHKA) – hanke

Sanna Saarnio, Kristiina Regina, Sanna Hietala, Saara Lind, Arja Mustonen, Hanna Kekkonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Orgaanisia maita on Suomen viljelyalasta n. 10 % ja niiden osuus maatalouden kasvihuone-kaasupäästöistä on 50–60 %, kun huomioidaan viljeltyjen orgaanisten maiden päästöt sekä maatalous- että LULUCF-sektoreilla. Orgaanisten maiden ilmastopäästöjen hillintä nautakarjatiljoilla (OMAIHKA) –hankkeen keskiössä ovat vapaaehtoiset pilottitilat, joista kolme sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, kaksi Savossa ja yksi Kainuussa. Pilottitiloilta on valittu niin maaperäominaisuuksiltaan kuin viljelytilanteiltaan erilaisia turvepeltoja kasvihuone-kaasumittauksiin. Maastomittaukset antavat tietoa muun muassa erilaisten nurmen uusimistapojen / ajankohtien ja nostetun pohjavesitasen vaikutuksista maaperäpäästöihin. Kammio- ja lumigradien menetelmillä seurataan ympärivuotisesti maaperän ja ilmakehän välistä hiilidioksidi- ( $\text{CO}_2$ ), metaani- ( $\text{CH}_4$ ) ja dityppioksidivuota ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Lisäksi tallennetaan tietoa ympäristöolosuhteista (pintamaan lämpötila, pohjaveden syvyys), viljelytoimista ja arvioidaan nurmisatoa määrälakorjuin. Tuloksia hyödynnetään sekä maidon että naudanlihan elinkaarilaskelmien kehittämisessä. OMAIHKA-hankkeessa on myös tutkittu kairaamalla kymmenien turvepeltojen turpeen syvyys ja määritetty hehkuskevennyksen avulla orgaanisen aineen pitoisuus eri syvyyksillä turveprofiilia. Saatua tuloksia verrataan samojen kohteiden aistinvaraisiin analyyseihin (Viljavuuspalvelu/Eurofins Oy) ja Geologian tutkimuslaitoksen Maannos-tietokannan tietoihin. Tilojen omista peltolohkoista tuotetaan karttasovellus, josta viljelijä voi tarkastella peltolohkojensa maalajeja ja käytön mukaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Monipuolinen vuorovaikutus ja tiedonvälitys viljelijöiden, viranomaisten ja tutkijoiden välillä on olennainen osa hanketyötä. Hanketta rahoittaa Maa- ja metsätalousministeriön MAKERA-rahoitus, Valio Oy, Atria Oy, MTK, Salaojituksen tukisäätiö sr ja toteutukseen osallistuvat Luonnonvarakeskuksen lisäksi asiantuntijoita Valio Oy:stä, Atria Oy:stä sekä Avoin ry:stä.

**AVAINSANAT:** nurmiviljely, turvepelto, kasvihuonekaasut, nautakarjatalous

## 2-13 Rakennekalkki maatalouden ravinnepestöjen vähentäjänä

Juha Kääriä<sup>1</sup>, Helena Soinne<sup>2</sup>, Antti Kaseva<sup>1</sup>, Terhi Ajosena<sup>3</sup>, Sauli Jaakkola<sup>4</sup>, Maria Kämäri<sup>5</sup>, Sakari Malmilehto<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Turun ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>ProAgria Länsi-Suomi

<sup>4</sup>Pyhäjärvi-instituutti

<sup>5</sup>Suomen ympäristökeskus

<sup>6</sup>Sokerijuurikkaan tutkimuskeskus

### TIIVISTELMÄ

Suomen hallitus on mm. sitoutunut Saaristomeren tilan nopeaan parantamiseen ja tämän tavoitteen saavuttamiseksi tulee valuma-alueen pelloilta tulevan ravinnekuormituksen vähentämiseksi toteuttaa tehokkaita toimenpiteitä. Maatalouden maanparannusaineiden (rakennekalkki, kipsi, ravinnekuuti ja biohiili) käyttö vähentää pelloilta valuvaa ravinnekuormitusta tehokkaasti ja nopeavaikutteisesti. Peltolohkojen tilan parantamiseen tähtääviin toimenpiteisiin rakennekalkin käyttö onkin varteenotettava vaihtoehto. Rakennekalkki on tarkoitettu savimaille ja etenkin Saaristomeren tilan parantamisessa on ratkaisevaa, että Varsinais-Suomessa runsaina esiintyviltä savimailta tulevaa kuormitusta saadaan vähennettyä. Rakennekalkituksen vesistövaikutukset tunnetaan jo varsin hyvin ja rakennekalkkitutkimuksia on tehty erityisesti Ruotsissa mutta myös Suomessa. Rakennekalkki on yksi tärkeimmistä maatalouden kuormitusta vähentävistä vesiensuojelutoimenpiteistä Ruotsissa. Rakennekalkituksessa savimaahan muokataan maatalouskalkin ja aktiivisen rakennekalkin seosta. Rakennekalkitus eroaa tavallisesta, lähinnä maan pH:n noston vuoksi tehtävästä kalkituksesta siten, että sillä voidaan nopeammin vaikuttaa savimaan rakenteeseen. Maatalouskalkki on yleensä jauhettua kalkkikiveä eli kalsiumkarbonaattia ( $\text{CaCO}_3$ ) eikä sitä muokata maahan kuten rakennekalkkia. Rakennekalkin tulee sisältää kalsiumkarbonaatin lisäksi myös reaktiivista kalkkia (poltettua  $[\text{CaO}]$  tai sammutettua kalkkia  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ). Rakennekalkin eroosiota vähentävä vaikutus perustuu kalsiumionin ( $\text{Ca}^{2+}$ ) kationinvaihtoreaktioihin savespartikkelien pinnoilla ja suolavahvuuden nousuun, minkä seurauksena savespartikkelit flokkuloituvat muodostaen mikromuruja. Eroosion väheneminen pienentää samalla maahiukkasiin sitoutuneen fosforin kuormaa. Koska rakennekalkituksen eroosiota vähentävät vaikutukset perustuvat reaktioihin, jotka edistävät savespartikkeleiden välisiä kontakteja ja siten maamurujen muodostumista, potentiaalisesti suurin kuormituksen vähentyminen saadaan aikaiseksi savimailloilla, joiden rakenne on lähtökohtaisesti huono. Rakennekalkittavan pellon kuivatus, eli yleensä salaojitus, on oltava kunnossa ennen rakennekalkitusta. Mikäli syksyllä ei ole rakennekalkitukseen sopivaa säätä, on parempi siirtää rakennekalkitusta vuodelle kuin onnistua toteutuksessa vain osittain. Rakennekalkin voi levittää kesällä tai syksyllä kuivaan maahan. Rakennekalkituksen etuina ovat muun muassa helpompi maan muokkautuvuus, josta taas on seurauksena polttoaineen kulutuksen väheneminen ja sitä myöden myös ympäristöystävällisyyden paraneminen. Rakennekalkittu peltolohko kuivuu nopeammin keväällä ja kestää vastaavasti paremmin pitkäaikaisen kuivuuden haitallisia vaikutuksia. Rakennekalkitus nostaa maan pH:ta, jolloin myös kalkituksen tarve vähenee.

**AVAINSANAT:** rakennekalkki, ravinnekuormitus, fosfori

## 2-14 Maanparannuskuitujen syyslevitys pidättää typpeä peltomaan mikrobistoon

Ansa Palojärvi, Petri Kapuinen, Risto Korpinen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Ravinteiden huuhtoutuminen pelloilta sadonkorjuun jälkeen kuormittaa vesistöjä merkittävästi. Peltokuituhankkeessa ([www.luke.fi/peltokuitu](http://www.luke.fi/peltokuitu)) selvitettiin metsäteollisuuden sivutuotteena syntyvän kuitulietteen ja sekalietteestä kalkkistabiloimalla valmistetun ravinnekuidun käyttöä maataloudessa maanparannusaineena syksyllä sadonkorjuun jälkeen. Kuitujen syyslevityksen tarkoituksena oli pidättää pellossa jäljellä oleva tai sinne mineralisoitua liukoinen typpi siten, että se on seuraavan vuoden satokasvin käytettävissä.

Mikrobisto on aktiivinen osa maan orgaanista ainesta ja ravinteiden dynaaminen varasto. Mikrobibiomassa on yleinen maan laadun (soil quality) indikaattori ja sen määrässä tapahtuvat muutokset voivat ennakoida maan eloperäisen aineksen kokonaismäärän muutoksia. Sekä peltokuitujen kenttäkokeesta että maamonoliittikokeesta (mmk) määritettiin mikrobibiomassa (Cmic, Nmic) kuitukäsittelyjen jälkeisenä keväänä (kenttäkokeet) tai kasvukauden jälkeen eri maakerroksista eri kuitulisäysmääriä (mmk). Kuidut vähensivät tehokkaasti nitraatin huuhtoutumista syksyn, talven ja alkukevään aikana, mutta suurina annoksina alensivat seuraavan vuoden satoa. Kuitujen lisäysten ansiosta mikrobibiomassan määrä kasvoi maan pintakerroksessa. Muutokset Cmic/Nmic-suhteessa viittaavat siihen, että kuitulisäykset aiheuttavat muutoksia bakteerien ja sienten biomassasuhteessa siten, että sienten määrä lisääntyy. Sienten katsotaan kerryttävän bakteereja paremmin kestävää hiiltä maaperään. Kuitujen lisäys pidättää (immobilisoi) typpeä peltomaan mikrobibiomassaan syyslevityksen jälkeen ennen seuraavaa kasvukautta. Mikrobiston hetkellinen C ja N -määrä on kuitenkin pieni lisäysmääriin verrattuna. Hiilen varastoitumisesta peltomaahan ja maan kunnon muutoksista kuitukäsittelyjen vaikutuksesta tarvittaisiinkin pitkäaikaista seurantatietoa.

**AVAINSANAT:** kuituliete, maanparannusaine, mikrobibiomassa, ravinteet

## 2-15 Orgaanisten lannoitteiden ja täydennyslannoitettujen metsäteollisuuden kuitulietteiden vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen nurmen perustamisen yhteydessä

Kirsi Järvenranta<sup>1</sup>, Arja Mustonen<sup>1</sup>, Maarit Termonen<sup>1</sup>, Katja Alhonoja<sup>2</sup>, Johanna Nikama<sup>3</sup>, Mari Rätty<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Kuopio Maaninka

<sup>2</sup>Gasum

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Jokioinen

### TIIVISTELMÄ

Orgaanisten lannoitteiden ja maanparannusaineiden sekä hiilisyötteiden käyttö yleistyy peltoviljelyssä. Jotta tuotteiden käyttöä voidaan optimoida, tarvitaan tietoa niiden vaikutuksesta maan rakenteeseen, hiilen kiertoon, ravinteiden hyväksikäyttöön sekä huuhtoutumiseen. Luke Maaningalla toteutettiin "Orgaanista voimaa peltoon ja parteen" sekä "Biosfääri Pohjois-Savo; Biomassan ja biojalostusteknologioiden hyödyntäminen liiketoiminnan kasvattamisessa" -hankkeiden yhteistyönä 2020–2021 koe, jossa tutkittiin metsäteollisuuden kuitulietteitä ja Gasumin orgaanisia lannoitteita verrattuna naudanlietteen käsittelyjäännökseen sekä väkilannoitteeseen. Suojaviljan kanssa perustettavaan nurmeen levitettiin metsäteollisuuden kuitulietettä (21–28 t ha<sup>-1</sup>, liuk-N 15 kg ha<sup>-1</sup>, P 26 kg ha<sup>-1</sup>), Gasumin orgaanista lannoitetta (Vehmaan konsentraatti 4.8 t ha<sup>-1</sup>; liuk-N 104 kg ha<sup>-1</sup>, Turun konsentraatti 10.4 t ha<sup>-1</sup>; liuk-N noin 68 kg ha<sup>-1</sup>) sekä naudanlietteen käsittelyjäännöstä (36.4 t ha<sup>-1</sup>; liuk-N 69 kg ha<sup>-1</sup>), jotka äestettiin n. 7 cm:n syvyyteen. Toinen metsäteollisuuden kuitulietteistä oli kalkkistabiloitu puhdistamoliete (kalkkikuitu Kuopio; Fortum Waste Solution Oy), toinen tuotteistamaton kuituliete (Stora Enso Oyj, Varkaus). Kuitulietteet täydennettiin 40 tai 80 kg N ha<sup>-1</sup>, lisänä 40 kg K ha<sup>-1</sup> ja tuotteistamattomalle kuitulietteelle tehtiin lisäkoejäsen stabiloimalla liete sammutetulla kalkilla. Gasumin tuotteita ja naudanlietteen käsittelyjäännöstä ei täydennetty mineraalilannoitteilla. Typen hyväksikäytön arvioimiseksi kokeessa oli N-portaat 0, 40, 80, 120 kg N ha<sup>-1</sup>, lisänä 10 kg P ha<sup>-1</sup>, 40 kg K ha<sup>-1</sup>. Koeasetelma oli epätäydellisten lohkojen koe neljällä toistolla. Koeruuduilta nostettiin syksyllä maamonoliitit (halkaisija 15 cm, syvyys 40 cm), jotka altistettiin SIMU-olosuhdekammiossa kevätvaluntaolosuhteille. Päivälämpötila oli +10, yö -3 astetta. Kenttäkapasiteettiin kostutettuja maamonoliitteja sadetettiin 4 peräkkäisenä vuorokautena 25 mm vrk<sup>-1</sup>. Läpisuotautunut vesi mitattiin ja siitä määritettiin DOC, haihdutusjäännös, TotN, TotLiukN, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, P, K, Mg, Ca ja S. Monoliittien läpi suotautui n. 81 mm vettä, käsittelyiden välillä ei ollut eroja. Monoliittivesien KokonaisN-pitoisuus vaihteli välillä 11.1 mg l<sup>-1</sup> (Nporras 40N) – 26.9 mg l<sup>-1</sup> (Fortum Ca-kuitu+80N) ja vaikka hajonta oli huomattavaa (sem 2.98), em. käsittelyiden välinen ero oli tilastollisesti merkitsevä (p = 0.04). Yli 90 % huuhtoutuneesta kokonaistypestä oli NO<sub>3</sub>-N-muodossa ja vain n. 6 % orgaanisessa muodossa. Monoliittivesien DOC -pitoisuus oli 8.6 mg l<sup>-1</sup> (sem 1.14), käsittelyiden välillä ei havaittu eroja. Monoliittivesien K ja P-pitoisuuksissa ei havaittu eroja käsittelyiden välillä, sen sijaan Ca, Mg ja S-pitoisuuksissa Gasumin Vehmaan konsentraatti oli korkein ja poikkesi sekä N-portaista että useista muista käsittelyistä. Lannoitteiden rikkipitoisuus ja erityisesti rikin liukoisuus heijastui monoliittivesiin selvästi. Kokeen satotuloksia on käsitelty toisaalla tässä julkaisussa (Termonen ym.).

**AVAINSANAT:** nurmi, ohra, orgaaninen lannoite, kuituliete, huuhtoutuminen, maamonoliitti

## 2-16 Maan fosforivarantojen ja lannoituksen tutkimiseen kehitettiin uusi tutkimusalusta – mihin lannoitefosfori maassa päättyy?

Arja Mustonen<sup>1</sup>, Maarit Termonen<sup>1</sup>, Kirsi Järvenranta<sup>1</sup>, Perttu Virkajärvi<sup>1</sup>, Markku Yli-Halla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Maan fosforivarat voidaan luokitella käyttökelpoisuutensa ja huuhtoutumisherkkyytensä mukaan 1) maanesteessä liukoisena olevaan epäorgaaniseen ja orgaaniseen, 2) hiukkaspinnoille pidättyneeseen, 3) maan orgaanisen aineksen sisältämään, 4) kemiallisesti saostuneeseen ja 5) kiviaineksen rapautumattomien mineraalien fosforiin (P). Näiden jakeiden biologinen käyttökelpoisuus ja koko vaihtelevat suuresti. Kasvit hyödyntävät vain epäorgaanista fosfaattifosforia. Epäorgaanisen P:n varat koostuvat stabiilista ja labiilista osuudesta. Labiilien jakeiden koko vaikuttaa siihen, kuinka hyvin maaveden helppoliukoisen P:n pitoisuus tyydyttää kasvien P-tarpeen. Luke Maaningalle perustettiin v. 2017–2019 tutkimuskenttä, jolla voidaan tutkia viljavuusluokan ja P-lannoituksen vaikutuksia sekä näiden yhdysvaikutusta rehukasvien satoon samoissa olosuhteissa. P-luokaltaan (0–20 cm) välttävälle (rm HsS, Viljavuus-P 6.0 mg l<sup>-1</sup>) avokesantopellolle satunnaistettiin kolmena toistona pääruudut, joiden P-pitoisuus nostettiin kaksoissuperfosfaattilannoituksella välttävältä (0 P), tyydyttävältä (325 kg P ha<sup>-1</sup>) tai hyvältä (650 kg P ha<sup>-1</sup>) P-luokkaan. Perustamisen yhteydessä kenttä kynnettiin neljästi ja P-tilan vakiintumista seurattiin viljavuustutkimuksella. Myös pohjamaan (20–30 cm) viljavuus-P nousi perustamisessa. Pääruutujen P-tilaa säädettiin vielä 2018, jonka jälkeen kentälle kylvettiin ohra ja v. 2019 italianraiheinä. Kevällä 2020 pääruuduilta otetut maanäytteet (0–20 cm) analysoitiin Hedleyn uutoin, jossa ensin vesi (H<sub>2</sub>O) ja sitten natriumbikarbonaatti (NaHCO<sub>3</sub>) uuttavat liukoista ja labiilia P:a. Sitten raudan (Fe) ja alumiinin (Al) oksideihin sitoutunut P uutetaan natriumhydroksidilla (NaOH). Lopuksi jäännös-P uutetaan suolahapolla (HCl). Maan irtotiheys määritettiin sylinterinäyttein syksyllä 2020. Lannoittamattomalla pääruudulla ”Välttävä” oli huomattavat P-varat (2535 kg ha<sup>-1</sup>), josta liukoisen ja labiilin P:n osuus oli 276 kg (11 %), Fe- ja Al-oksidiin oli sitoutunut 904 kg (36 %) ja jäännös-P:n osuus oli 1355 kg (53 %). Annettu lannoitus lisäsi maan P-varastoa merkittävästi, mutta vain 244 kg (75 %) tyydyttävältä ja 426 kg (66 %) hyvältä P-luokan ruuduille annetusta P:sta löytyi uutoissa kerroksesta 0–20 cm. Epäorgaaninen P-jae kasvoi sekä tyydyttävältä että hyvältä pääruudulla. Tyydyttävältä pääruudun liukoisen ja labiilin, Fe- ja Al-oksidiin sekä jäännös-P:ksi sitoutuneen epäorgaanisen P:n muutos oli 100, 105 ja 95 kg ha<sup>-1</sup>. Liukoisen ja labiilin jakeen kasvu oli merkitsevä. Vastaavat muutokset hyvässä luokassa olivat 173, 178 ja 141 kg ha<sup>-1</sup>, kaikki merkitseviä. Orgaanisen P:n muutos sen sijaan ei ollut merkitsevä. Tutkimuskenttä on perustunut hyvin, ja se luo ainutlaatuisen mahdollisuuden tutkia P-lannoituksen vaikutusta maan eri P-luokissa muilta osin vakioissa ympäristöissä. Kentälle perustettiin Luken rahoituksella v. 2020 P-porraskoe ohralle ja nurmelle. Makera (MMM) on rahoittanut kentän perustamista ja sillä tehtävää koetta.

**AVAINSANAT:** fosfori, fosforilannoitus, epäorgaaninen fosfori, orgaaninen fosfori

## 2-17 Turvepeltojen hiilipäästöt kuriin innovatiivisella vesienhallinnalla (VESIHIISI) - Hanke-esittely

**Merja Myllys<sup>1</sup>, Jaakko Heikkinen<sup>1</sup>, Jere Kaivosoja<sup>1</sup>, Kauko Koikkalainen<sup>1</sup>, Heikki Lehtonen<sup>1</sup>, Enso Ikonen<sup>2</sup>, Toni Liedes<sup>2</sup>, Lauri Markelin<sup>3</sup>, Minna Mäkelä<sup>4</sup>, Roope Näsi<sup>3</sup>, Anne Ola<sup>1</sup>, Timo Räsänen<sup>1</sup>, Jyrki Savela<sup>2</sup>, Juha Suomalainen<sup>3</sup>, Janne Torvela<sup>2</sup>, Domna Tzemi<sup>1</sup>, Mika Tähtikarhu<sup>1</sup>, Joni Vasara<sup>2</sup>, Henrik Wejberg<sup>1</sup>, Helena Äijö<sup>4</sup>, Kristiina Regina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Oulun yliopisto

<sup>3</sup>Maanmittauslaitos

<sup>4</sup>Salaojajhdistys

### TIIVISTELMÄ

Turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöt ovat yli puolet maatalouden kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä, vaikka niiden pinta-ala on noin 10 % viljelystä alasta. Korkean vedenpinnan on todettu olevan tehokkain keino hidastaa turpeen hajoamista ja siitä johtuvia hiilipäästöjä ilmakehään ja vesistöihin. VESIHIISI-hanke tähtää hiilipäästöjen vähentämiseen turvepeltoilta edistämällä vesienhallintamenetelmien, kuten säätösalaojituksen ja salaojakastelun, käyttöä päästövähennyskeinoina. Hanke toteutetaan Luonnonvarakeskuksen, Maanmittauslaitoksen, Oulun yliopiston ja Salaojajhdistyksen yhteistyönä vuosina 2021–2023. Hanke kuuluu Maa- ja metsätalousministeriön Hiilestä kiinni -tutkimusohjelmaan, ja sitä rahoittaa ministeriön lisäksi Salaojituksen tukisäätiö. Hanke koostuu viidestä työpaketista, joiden tavoitteena on 1) tuottaa tarkennettu arvio vesienhallinnan mahdollisuuksista vähentää hiilen häviämistä turpeesta ilmakehään ja vesistöihin, 2) tuottaa hydrologisilla simulaatioilla tieto vedenpinnan säätelymenetelmien soveltuvuudesta eri olosuhteisiin, 3) kehittää maankosteuden mittaamiseen perustuvia kaukokartoitusmenetelmiä ilmastotoimien kohdentamiseen ja päästöarvioiden tarkentamiseen, 4) arvioida vesienhallinnan maatilatason taloudellisia edellytyksiä ja vaikutuksia sekä tunnistaa kannustimia vesienhallinnan käyttöönottoon ja 5) kehittää turvepeltojen vesienhallintaan soveltuva automatisoitu, verkottunut ja etähallittava säätökaivojärjestelmän prototyyppi, joka tarjoaa myös mahdollisuuden salaojakasteluun. Hanke kehittää vesienhallinnan avulla saavutettavien päästövähennysten teknologisia edellytyksiä, vesienhallinnan vaikutusten arviointia sekä ohjauskeinoja, jotka edistävät vesienhallintamenetelmien käytäntöön vientiä, päästövähennyskeinojen aiempaa tehokkaampaa kohdentamista ja Suomen hiilineutraalisuuskehitystä. Samalla edistetään vesistökuormituksen vähentämistavoitetta ja kuivuuden torjuntakeinoja. Hanke edistää myös päästövähennystoimien vaikutusten raportointia ja luo edellytyksiä uudelle yritystoiminnalle. Tulokset on tarkoitettu hyödynnettäväksi niin käytännön toimissa kuin maatalouspolitiikan päätöksenteon tukena.

**AVAINSANAT:** turvepellot, kasvihuonekaasupäästöt, ravinnehuuhtoumat, säätösalaojitus, salaojakastelu, vesitalousmallinnus, kaukokartoitus, ohjauskeinot, automaatio

## 2-18 Maatalousmaidien turvetieto

Tapio Salo<sup>1</sup>, Timo Räsänen<sup>1</sup>, Jonne Pohjankukka<sup>1</sup>, Merja Myllys<sup>1</sup>, Maarit Middleton<sup>2</sup>, Tapio Kananoja<sup>2</sup>, Matti Laatikainen<sup>2</sup>, Eetu Puttonen<sup>3</sup>, Mika Karjalainen<sup>3</sup>, Juha Oksanen<sup>3</sup>, Åke Möller<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Geologian tutkimuskeskus

<sup>3</sup>Maanmittauslaitos

<sup>4</sup>Ruokavirasto

### TIIVISTELMÄ

Orgaaniset maalajit ovat merkittävä kasvihuonekaasujen lähde. Suomessa on arvioitu, että turvepellot tuottavat 50–60 % maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä, vaikka niiden osuus on vain 10 % peltomaapinta-alasta. Turvemaiden kasvihuonekaasupäästöt ovat korkeita suuren orgaanisen aineksen määrän ja peltojen kuivatuksen vuoksi. Kuivatus nopeuttaa orgaanisen aineen hajoamista, josta syntyy hiilidioksidi- (CO<sub>2</sub>) ja dityppioksidipäästöjä (N<sub>2</sub>O). Suomen ilmastotavoitteiden toteuttaminen osana EU:n yhteistä maatalouspolitiikkaa edellyttää kohdennettuja toimenpiteitä eri maalajeille ja maankäyttömuodoille. Maatalouden turvemaiden osalta tämä edellyttää turvepeltolohkojen tunnistamista ja toimenpiteiden kohdistamista peltolohkokohtaisesti. Maalajitieto ei kuitenkaan ole nykyisellään tähän tarkoitukseen riittävän tarkkaa ja sitä on parannettava. Viimeaikainen kehitys kaukokartoitus- ja koneoppimismenetelmissä on luonut uusia mahdollisuuksia turvemaiden kartoittamiseen ja niihin liittyvän tiedon tarkentamiseen. Hyödyntämällä tätä uutta kehitystä ja yhdistämällä se laajoihin maastoaineistoihin, voidaan myös kansallista tietoa maatalouden käyttämistä turvemaista tarkentaa. Käynnistyvässä Maatalousmaidien turvetieto (MaaTu)-hankkeessa hyödynnettäviä kaukokartoitusaineistoja ovat sähkömagneettinen ja gammasäteilyaineisto, Sentinel-1 ja -2 satelliittiaineistot sekä LIDAR-aineistot. Mallinnuksen opetukseen ja validointiin soveltuvia mitattuja aineistoja ovat mm. GTK:n hallinnoimat turvevarojen, happamien sulfaattimaiden ja maaperäkartoituksen aineistot sekä Luken käytössä olevat VMI-, BioSoil ja VALSE-aineistot. Viljavuusanalyysien maaperätietojen saatavuus ja käyttömahdollisuudet validoinnissa selvitetään myös. Lisäksi kootaan ja esikäsitellään vektorimuotoiset maaperä- ja maannospaikkatietoaineistot koneoppimismallinnukseen syötettäväksi. Hankkeen tavoitteena on parantaa maaperätietämystä maatalouden turvemaiden osalta ja siten tukea maatalous- ja ilmastopoliittisten toimenpiteiden valmistelua, sekä ilmasto-, ympäristö- ja vesiensuojelutoimenpiteiden tarkoituksenmukaista kohdentamista. Tavoitteiden saavuttamiseksi hankkeessa perehdytään kansainvälisiin maaperätiedon tuotantomalleihin sekä turvemaiden ja turvepeltolohkojen määrittelyyn. Tavoitteena on tuottaa koko maan kattava paikkatietoaineisto, jota voidaan hyödyntää turvepeltolohkojen tunnistamiseen. Lisäksi tuotetaan tilastotietoa maatalouden turvemaista ja niiden käytöstä erilaiseen tuotantoon. Tuotettavat paikkatietoaineistot ja julkaisut pyritään julkaisemaan kaikille avoimesti saatavaksi hankkeen lopuksi joulukuussa 2023.

**AVAINSANAT:** turvepellot, kaukokartoitus, maaperäaineistot



## 2-19 Vähempipäästöiset nurmikierrat turvepelloilla (VÄPÄ)

**Maarit Liimatainen<sup>1</sup>, Saara Lind<sup>1</sup>, Jaana Nieminen<sup>1</sup>, Miika Läpikivi<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>1</sup>, Kati Mattila<sup>1</sup>, Perttu Virkajärvi<sup>1</sup>, Erkki Joki-Tokola<sup>1</sup>, Hannu Marttila<sup>2</sup>, Björn Klöve<sup>2</sup>, Marika Sohlo<sup>3</sup>, Risto Jokela<sup>3</sup>, Tuuli Hakala<sup>4</sup>, Juha Nousiainen<sup>4</sup>, Jari Korva<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Oulun yliopisto

<sup>3</sup>ProAgria Oulu

<sup>4</sup>Valio Oy

<sup>5</sup>Osuuskunta Pohjolan Maito

### TIIVISTELMÄ

Suomi on asettanut tavoitteeksi olla hiilineutraali yhteiskunta vuonna 2035 ja tavoitteen saavuttamiseksi on etsitty erilaisia päästövähennyskeinoja. Eloperäisten viljelymaiden hiilidioksidipäästöjen lisääminen maataloussektorin päästöihin yli kaksinkertaistaa toimialan kasvihuonekaasujen kokonaispäästön, joten on ymmärrettävää, että maatalouden päästövähennyksiä etsitään erityisesti eloperäisten maiden viljelystä. Suuri osa turvepelloista sijoittuu maantieteellisesti alueille, joilla karjatalous on maatalouden keskeinen tuotantosuunta. Se on turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen hillinnän kannalta toisaalta myönteinen asia, sillä karjatilojen nurmiviljely tuottaa niille kasvihuonekaasupäästöjä hillitsevän pitkäkestoisen kasvipeitteen. Monivuotinen nurmipeite synnyttää yksivuotisiin viljelykasveihin verrattuna selvästi vähemmän päästöjä, mutta nurmikasvuston uusiminen viljelykiertojen välillä aiheuttaa tutkimusten perusteella suhteellisen suuren päästökuorman. ”Vähempipäästöiset nurmikierrat turvepelloilla” eli VÄPÄ-hankkeessa päätavoitteena on selvittää eloperäisten maiden kasvihuonekaasupäästöjä vähentävien viljelytekniikoiden, kuten kevennetyn muokkauksen ja pohjavedenpinnan noston toteutuksen mahdollisuuksia ja esteitä tilatasolla. Hankkeeseen valittiin joukko Pohjois- ja Keski-Pohjanmaan maakunnissa sijaitsevia lypsykarjataloja. Hankkeen edustajat vierailivat hankkeen alkuvaiheessa kaikilla demotiloilla ja keskustelivat tilojen kanssa erityisesti, miten tilalliset viljelevät omia turvemaitaan. Lisäksi keskustellaan turvepeltojen viljelystä syntyvien päästöjen vähennyksiin esitetyistä keinoista, viljelijöiden omista kokemuksista ja keinojen toteutettavuudesta heidän tilallaan. Tutkimuksen kautta osoitettuja erilaisia kasvihuonekaasupäästöjen hillintäkeinoja testataan tilallisten kanssa tavoitteena saada kokemuksia keinojen toimivuudesta käytännön maatalouden harjoittamisessa. Hankkeen aikana kootaan avoin tietopankki kotimaisista eloperäisten maiden kasvihuonekaasupäästöjen mittaustutkimuksista ja päästöihin vaikuttavista tekijöistä. Tietopankin, pellonpiennarpäivien sekä erilaisten opetus- ja viestintämateriaalien avulla tietoa jalkautetaan eteenpäin viljelijöille ja muille sidosryhmille. Hankkeen tavoitteena on luoda viljelijöille työkalupakki turvepeltojen ilmastoystävälliseen viljelyyn. Hanke on saanut rahoituksen Maa- ja metsätalousministeriön Nappaa Hiilestä Kiinni -kehittämishankerahoitusauksessa, jossa haettiin maa- ja metsätalouden ilmastotoimia sekä muutokseen sopeutumista edistäviä käytännönläheisiä hankkeita, jotka hyödyntävät jo olemassa olevaa tutkimustietoa sekä kokemuksia ja jalkauttavat parhaita käytäntöjä toimintaan.

**AVAINSANAT:** turvepellot, nurmikierto, kasvihuonekaasut, viljelijäyhteistyö

## 2-20 Turvemaiden eri maankäyttömuotojen ympäristövaikutukset

Maarit Liimatainen<sup>1</sup>, Jaana Nieminen<sup>1</sup>, Miika Läpikivi<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>1</sup>, Kati Mattila<sup>1</sup>, Erkki Joki-Tokola<sup>1</sup>, Hannu Marttila<sup>2</sup>, Iida Höyhtyä<sup>2</sup>, Tung Pham<sup>2</sup>, Markus Saari<sup>2</sup>, Björn Klöve<sup>2</sup>, Anna-Kaisa Ronkanen<sup>3</sup>, Markku Yli-Halla<sup>4</sup>, Mika Isolhti<sup>5</sup>, Merja Veteläinen<sup>5</sup>, Markku Äijälä<sup>5</sup>, Timo Mäkinen<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Oulun yliopisto

<sup>3</sup>SYKE

<sup>4</sup>Helsingin yliopisto

<sup>5</sup>Boreal Kasvinjalostus Oy

<sup>6</sup>Naturcom Oy

### TIIVISTELMÄ

Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteessä on meneillään hanke RATKU (Ratkaisuja turvemaiden eri maankäyttömuotojen ympäristövaikutusten vähentämiseen), jossa tutkitaan eri maankäytössä olevien turvemaiden ympäristövaikutuksia vuosina 2021–2023. Hankkeen ensimmäisen osan tavoitteena on tutkia turvemaiden eri maankäyttömuotojen synnyttämiä ympäristövaikutuksia. Tarkasteltavat maankäyttömuodot ovat metsäojitettu turvemaata, viljelty turvemaata, viljelyn päätyttyä soistuva ja metsittyvä turvepelto sekä luonnontilainen suo, jolloin voidaan tarkastella siirtymiä eri maankäyttömuodoista toiseen ja peilata eri maankäyttömuotojen ympäristövaikutuksia. Koealueet sijaitsevat maantieteellisesti lähellä toisiaan Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteen ympäristössä ja ovat maapohjatyypiltään keskenään vertailukelpoisia. Edellä mainituilta maankäyttömuodoilta mitataan kasvihuonekaasupäästöjä kenttämittauksin pimeäkammio menetelmällä ja koealueet perustettiin alkukesästä 2021. Vesistökuormituksen osalta hankkeessa keskitytään erityisesti turvemaissa esiintyvään fosforiin. Laboratorio-olosuhteissa Oulun yliopistolla koealueiden turveprofieista määritetään fosforin huuhtoutumispotentiaali ja kolonnikokeissa tutkitaan vedenpinnan korkeuden vaihtelun vaikutusta kasvihuonekaasupäästöihin sekä valuntaan. Hankkeen toisessa osassa tavoitteena on tutkia miten kasvilaji vaikuttaa hiilensidontaan. Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteeseen perustettiin kesällä 2021 turvemaalle (Ct) ja kivennäismaalle (Kht) kenttäkoe ruutukoemittakaavassa. Kokeissa ovat kasvilajeina mukana timotei, ruokonata, nurminata, englannin raiheinä, puna-apila, alsikeapila, ohra ja ruokohelmi. Kasvihuonekaasuja mitataan sekä pimeillä että valoisilla kammioilla, jolloin saadaan kokonaiskuva niin hiilidioksidipäästöistä kuin hiilensidonnasta. Kasvihuonekaasumittausten lisäksi hiilen kiertoa tutkitaan niin maan päällä kuin maan alla määrittämällä hiilen määrä sato- ja maanäytteistä sekä analysoimalla juurien biomassaa. Hanke tuottaa monipuolisesti uutta tietoa ojitettujen turvemaiden ilmasto- ja vesistövaikutuksista sekä turvepeltojen hiilensidonnasta pohjaksi päätöksentekoon, kun etsitään keinoja ympäristöystävälliseen turvemaiden maankäyttöön ja ilmastoystävälliseen turvepeltojen viljelyyn. Hanke rahoitetaan Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen myöntämällä EAKR-rahoituksella niin, että hankkeen päätoteuttaja on Luonnonvarakeskus ja osatoteuttaja Oulun yliopisto. Hankkeen osarahoittajia ovat Boreal Kasvinjalostus Oy ja Naturcom.

**AVAINSANAT:** turvemaata, maankäyttö, fosforikuormitus, hiilensidonta

## 2-21 Maa- ja metsätalouden turvemaiden vesitalouden yhteishallinta

**Maarit Liimatainen<sup>1</sup>, Erkki Joki-Tokola<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>1</sup>, Miika Läpikivi<sup>2</sup>, Jaana Nieminen<sup>1</sup>, Hannu Marttila<sup>3</sup>, Lauri Ikkala<sup>3</sup>, Markus Saari<sup>3</sup>, Björn Klöve<sup>3</sup>, Toni Liedes<sup>3</sup>, Markku Yli-Halla<sup>4</sup>, Seija Virtanen<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Oulun yliopisto

<sup>3</sup>Oulun yliopisto

<sup>4</sup>Helsingin yliopisto

<sup>5</sup>Salaojituksen tukisäätiö sr

### TIIVISTELMÄ

Metsät ja pellot ovat molemmat vesistöjen hajakuormituslähteitä, mutta niiden kuivatus suunnitellaan edelleen usein toisistaan erillään. Pohjanmaalla kuivatusratkaisujen yhteissuunnittelu olisi järkevää, sillä suuri osa alueen viljelymaista sijoittuu jokivarsiin ja metsien kuivatusvedet johdetaan viljelyalueiden kuivatuskanavien lävitse jokiin. Turvepeltojen kasvihuonekaasujen (KHK) päästöjen hillitsemiseksi suositellaan säätsalaojitusta, joka mahdollistaa pellon pohjaveden pinnankorkeuden säätelyn niin, että turpeen hitaampi hajoaminen vähentää siitä syntyviä KHK- ja ravinnepäästöjä. Säätelyn haasteena on usein kuitenkin se, että siihen ei ole tarjolla riittävästi vettä. Kasvukauden alussa vettä on tarjolla lumen sulamisen takia runsaasti, mutta pelto on kuivatettava keväällä niin, että sen kantavuus riittää viljelytoimien toteutukseen. Kasvukauden edetessä lämpötilan kohoaminen ja sen myötä tapahtuva haihdunnan lisääntyminen kuivattavat maata niin, että sadanta riittää turvaamaan lähinnä vain kasvuston vedentarvetta, mutta ei kasvattamaan säätovesimäärää. Säätoveden hankkiminen ojastoon pumppaamalla on aivan liian kallista. Jos ilmastonmuutos etenee ennustetusti, vuotuisen sadannan määrä kasvaa jatkossa samalla, kun kasvukauden alun kuivuus lisääntyy. Muutoksen ennustetaan lisäävän peltojen kastelutarvetta samalla, kun vesitalouden kokonaisvaltaiseen hallintaan kaivataan lisääntyvän kiintoaine- että ravinnekuormituksen hillitsemiseksi uusia ratkaisuja. Niiden muotoilussa on järkevää yhdistää maa- ja metsätalouden intressit niin, että tavoiteltu ratkaisu on kustannustehokas ja synnyttää lisäarvoa molemmille osapuolille. Rakennamme Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteessä olevan viljeltyjen turvemaiden tutkimuskentän yhteyteen varastoallasta, johon varastoidaan kentän yläpuoliselta valuma-alueelta kertyviä turvemetsien kuivatusvesiä. Hankkeessa demonstroidaan, kuinka metsätalouden kuivatusvesiä voidaan käyttää säätsalaojitetun pellon pohjaveden pinnankorkeuden säätelyssä. Säätelyn tavoitteena on vähentää ojastoa tukkivien ruostesakkojen syntymistä, estää peltomaassa vielä jäljellä olevien sulfidien hapettuminen sulfaateiksi ja vähentää eloperäisten maiden viljelyssä syntyviä KHK-päästöjä. Järjestelyssä tavoiteltujen vaikutusten todentamista ja kastelusta mahdollisesti syntyvien haittojen ilmenemistä tutkitaan käynnissä olevassa TurveSopu-hankkeessa sekä tulevaisuuden jatkohankkeissa. Seurannassa keskeistä on veden liikkeen hydrologinen mallintaminen ja sen perusteella rakennettava kastelutarpeen ohjausjärjestelmä. Tavoitteena on, että käynnissä oleva ja käynnistyvä tutkimus pyrkivät synnyttämään yhden ratkaisumallin, joka voi auttaa maa- ja metsätaloutta sopeutumaan sadannan määrässä ja jakautumisessa tapahtuviin ennustettuihin muutoksiin.

**AVAINSANAT:** vesienhallinta, turvepellot, säätsalaojitus, kastelu

## 2-22 Maaningan uudistettu huuhtoumamittauskenttä vahvistaa maatalouden vesitutkimusta

**Pauliina Taimisto, Kirsi Järvenranta, Mari Rätty, Perttu Virkajärvi**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Peltoviljelyn ympäristökuormitus on tärkeä tekijä ruoantuotannon vaikutuksia arvioitaessa. Ilmaston muuttuessa sateiden määrä ja ajoittuminen sekä roudan syvyys ja kesto muuttuvat, mikä vaikuttaa merkittävästi hydrologiaan. Vaikutusten tunnistaminen vaatii virtaamien ja huuhtoumien ympärivuotista jatkuvatoimista seurantaan ajanmukaisesti viljelykäytäntöihin yhdistettynä. Tältä pohjalta nurmituotantoon erikoistuneen Luke Kuopion Maaningan toimipaikan huuhtoumamittauskenttä uudistettiin täysin yhteistyössä Kuopion vesiklusteri KWC-kehityshankkeen ja Senaatin kanssa vuosina 2019–2021. Maaningalle rakennettu huuhtoumamittauskenttä (0,6 ha) koostuu 16 eristetystä koeruudusta, joista voidaan mitata yksilöllisesti sekä pohjavesivaluntaa maahan upotettujen lysimetrialtaiden (muovialtaan reuna maan pinnasta 0.3 m; altaan pohjan syvyys maanpinnasta 2.0 m; koko 6 m x 10 m) kautta että pintavaluntaa kunkin ruudun päädyssä sijaitsevan teräskourun avulla (keruuala 12.5 m x 20 m). Valumavedet ohjataan erillisissä putkistoissa tutkimusrakennukseen, missä valumaveden määrää seurataan jatkuvatoimisesti paineantureilla ja vedestä kerätään kokoomanäytteet automaattisen näytteenottojärjestelmän sekä cobotin avulla. Muita reaaliaikaisesti vedestä mitattavia parametreja ovat mm. sameus ja pH. Lisäksi alueelta seurataan maan lämpötilaa ja kosteutta. Järjestelmä on suunniteltu niin, että siihen on kytkettävissä tarpeen mukaan uusia sensoreita. Kentän rakennusvaiheessa ruutujen maat (HHT/Hs) tasalaatuistettiin kuorimalla ne kerroksittain (0–30 cm pintamaa, 30–60 cm keskikerros ja 60–200 cm pohjakerros), seulomalla ja sekoittamalla jokainen kerros ja palauttamalla sekoitettu aines kerroksina uusiin lysimetrialtaisiin ja pintamaaksi. Koeruudut voidaan hoitaa yksilöllisesti nykyaikaisilla maatalouskoneilla ja menetelmillä. Uusi koealue mahdollistaa tutkimusasetelmana 4 käsittelyä x 4 toistoa, mikä on merkittävä parannus aiempaan kenttään verrattuna. Pintavalunnan ja veden imeytymisen samanaikainen mittaaminen mahdollistaa laajat ravinnekiertotutkimukset. Kentän välittömässä läheisyydessä sijaitseva Ilmatieteenlaitoksen sääasema mahdollistaa laskennallisen vesitaseen estimoinnin. Huuhtoumamittauskenttä liittyy osaksi eurooppalaista Analysis and Experimentation on Ecosystems (AnaEE) verkostoa, joka kokoaa kansainvälisesti yhteen ympäristötutkimusosaamista ja -infrastruktuuria. Huuhtoumamittauskentän tuottama empiirisiin kokeisiin ja mittauksiin perustuva tieto on korvaamatonta tuotannon aiheuttamien vaikutusten arvioimisessa sekä ympäristömallinuksissa. Kentän tuottamaa tietoa tarvitaan, jotta saadaan keinoja ruoantuotannon kestäviin ratkaisuihin sekä dataa kansallisen ja EU-tason päätöksenteon tueksi. Huuhtoumamittauskentän sekä KWC-klusterin kehittämistä tukevat mukana olevien organisaatioiden lisäksi Pohjois-Savon liitto ja EAKR.

**AVAINSANAT:** huuhtouma, ravinnekuormitus, vesistö, ravinteet

## 2-23 Peltoalueen valunnan ja fosforin huuhtoutumisen mallintaminen Gårdskullan kartanon tutkimusalueella ICECREAM-mallilla

Saga Sundholm

Aalto-yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Erosion ja ravinteiden huuhtoutumisen matemaattinen mallintaminen on keskeinen menetelmä eri maankäyttömuodoilta tulevan hajakuormituksen tutkimuksessa kokeellisen tutkimuksen ohella. SYKEssä on 1990-luvulta lähtien kehitetty ICECREAM-mallia peltolohkolta tulevan kuormituksen laskentaan pohjoisissa olosuhteissa, pohjana Yhdysvalloissa kehitetty CREAMS/GLEAMS-malli. Malli on nykyisin osa SYKEssä kehitettyä VEMALA-mallijärjestelmää, joka on operatiivinen, koko Suomen valuma-alueet ja pellot kattava ravinnekuormitusmalli vesistöille. VEMALA-ICECREAM-mallilla arvioidaan maatalouden aiheuttama kuormitus pintavesiin eri vesistöalueilla ja koko Suomessa. Tässä tutkimuksessa VEMALA-ICECREAM-mallilla sovellettiin Siuntion Kirkkojoen valuma-alueella sijaitsevalle Gårdskullan kartanon peltoalueelle (5.4 ha), joka on Etelä-Suomelle tyypillinen loiva, salaojitettu savimaa. Tavoitteena oli testata erityisesti peltoalueen hydrologiaa ja fosforin huuhtoutumista kuvaavien osamallien toimintaa pitkäaikaista mittausaineistoa vasten. Aineisto koostui pintakerros- ja salaojavalunnan, lumen sekä valuntavesien kiintoaine- ja ravinnepitoisuuksien mittauksista yli kymmenen vuoden (2008–2019) ajanjaksolta, jonka aikana siirryttiin viljanviljelystä luonnonmukaiseen nurmeen. Koealueelta oli saatavissa myös rakeisuus ja vedenpidätyskäyrä eri syvyyksiltä. Malli sovellettiin alueelle tietokannan maalajilla (savi) ja koealueen mittauksista määritetyllä maalajilla (hiesusavi). Uusi maalaji määriteltiin malliin lähinnä maaperän fysikaalisilla ominaisuuksilla. Mallinnustulosten vertailu mittaustuloksiin antoi tietoa operatiivisen mallin kyvystä arvioida maankäyttömuodon ja sääolojen vaikutusta hydrologisiin prosesseihin ja ainevirtoihin. ICECREAM-malli toisti mittauksissa havaittua fosforikuorman fraktioiden suhteellista muutosta: siirryttäessä nurmiviljelyyn liukaisen fosforin osuus kokonaisfosforikuormasta kasvoi, ja vastaavasti hiukkasmaisen fosforin osuus laski. Malli kuitenkin yliarvioi huomattavasti kokonaisfosforikuormaa, sekä vuosittaista valuntaa aiheuttaen ongelmia vesitaseessa. Malli yliarvioi etenkin hiukkasmaisen fosforin kuormaa. Päinvastoin malli merkittävästi aliarvioi eroosiota nurmiviljelyn aikana. Yliarvioitu vuosittainen kokonaisfosforikuorma laski johdonmukaisesti, kun maalaji määriteltiin mallissa tarkemmin koealueen mukaan. Tämä myös merkittävästi laski yliarvioitua hiukkasmaisen fosforin kuormaa. Suurin osa Gårdskullan peltoalueen vuosittaisesta valunnasta kulkeutui salaojien kautta, mikä on yleistä Etelä-Suomen savimailla. Jatkossa ICECREAM-mallin kehityksessä olisi tärkeää keskittyä salaojavalunnan mallinnukseen (mukaan lukien pohjaveden ja salaojan interaktion), sillä mallissa ei tällä hetkellä ole sen yksiselitteistä kuvausta. Ainekuormatulokset eri tuotantosuuntien ajanjaksoilta osoittivat, että ICECREAM-malli vaatii kalibrointia erilaisilta peltoalueilta mitattuja aineistoja vasten mallinnustulosten luotettavuuden parantamiseksi.

**AVAINSANAT:** peltolohkomalli, fosforikuorma, eroosio, savimaat

## 2-24 Case study: Building a probabilistic soil water model during a crop field subirrigation experiment

Antti Halla, Petri Linna, Nathaniel Narra

Tampereen yliopisto

### ABSTRACT

Availability of water during the growing season is an important growth limiting factor in Finland and expected to be increasingly so. Subirrigation can be a cost-effective way of increasing the availability of water to the crops in case of existing drainage system and presence of an abundant water supply. Measuring the effects of subirrigation can also provide a way of estimating soil hydrological properties and its variation within field both horizontally and vertically, as different types of soils have different capillary rise heights and speeds, resulting in varying amounts of water available for the plants to use. A more complete picture of the field hydrological properties would help in developing sustainable water management practices in the changing climate conditions. Bayesian probabilistic modeling is a way to combine prior information with observations from heterogeneous data sources into an incrementally improving soil water model of a crop field. That model can then be used to estimate field characteristics and to simulate its behavior in different scenarios, while quantifying the remaining uncertainty. In this study, such a model was built from ground up and its implications evaluated. A 4-ha field in Satakunta was set up for subirrigation during the growing season of 2021. The field consists of two sides with separate drainage lines. One side is open drainage while the other has a control well with a fixed damming height. Water was pumped back to the drainage pipes from the nearby river to keep the water level at the maximum height and the water flow was measured. Soil moisture sensors were installed on both sides to monitor the soil moisture content in three different depths. The field was selected for the experiment for its history of relatively uniform soil, proximity of the river and availability of electricity on the site. The field was studied as part of PeltoAI and BioEväät projects. The model building began with a simplified conceptual water balance model that assumed a relationship between yield and minimum total plant available water. This water was then divided into components of precipitation, soil water capacity and capillary rise. The model was initialized with prior information from regional weather and crop water consumption statistics as well as research literature. Calibration was done using the available on-site measurements such as soil samples, soil sensor and yield mapper data to constrain the model parameters. The data was fused together into a single probabilistic model that also incorporated the uncertainties in the inputs. The model was used to estimate the relative contribution of precipitation, soil water capacity and capillary rise on total plant available water during growing season, as well as to study the effects of irrigation on the water balance.

**KEYWORDS:** modeling, water management, irrigation, uncertainty

## 2-25 Kosteikkoviljelyä edistetään viljelijöiden ehdoilla

**Hanna Kekkonen, Sanna Saarnio, Jaana Sorvali, Antti Miettinen, Elina Virkkunen, Kristiina Regina**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Turveltojen osuus viljelystä pinta-alasta on noin 10 %, mutta niiden hiilidioksidi- ja dityppioksidipäästöt ovat yli puolet maatalouden kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä. Näillä pelloilla tehokkain keino vähentää päästöjä on pohjaveden pinnan nosto (vettäminen), jota voi toteuttaa säätösaloajituksella tai padottamalla. Muita keinoja ovat kasvipeitteisyyden lisääminen (esim. yksivuotisten kasvien viljelyn välttäminen) ja muokkauksen vähentäminen. Tehokkaimmat vähennykset saadaan kohdentamalla toimia esimerkiksi tuotantokykynsä menettäneille tai muista syistä heikottuottoisille turvepelloille joko ennallistamalla tai siirtymällä kosteikkoviljelyyn. Kosteikkoviljelyllä voidaan muuttaa perinteisille viljelymenetelmille ja -kasveille heikosti soveltuva lohko tuottavaksi nostamalla pohjaveden pintaa erilaisilla ojitusratkaisuilla mahdollisimman lähelle maanpintaa, ja viljelemällä määrisä olosuhteissa viihtyviä kasveja. Veden luonnollinen saatavuus on kosteikkoviljelyn edellytys. Kosteikkoviljely (paludiculture) on ennallistamista lievempi käyttömuodon muutos, ja se mahdollistaa täysin uusia hyötykäytön muotoja pelloille, joiden satopotentiaalia haittaa esimerkiksi ojituksen huono kunto. Kosteikkoviljelyyn sopivilla kasveilla, kuten osmankäämillä, ruokohelvellä ja pajulla voidaan korvata turvetta lämpölaitoksissa, karjatilojen kuivituksessa tai kasvihuonetuotannossa. Ruokohelpi sopii hyvin myös rehukasviksi. Kannattavuuden edellytyksenä on toimivat markkinat, ja sitä edistäisi myös korkean jalostusarvon tuotteiden kehitys. TURINA-hankkeessa perustetaan kokeiluluontoisia kosteikkoviljelmiä niistä kiinnostuneiden viljelijöiden turvepelloille. Hanke etsii kohteita erityisesti kosteikkoviljelyyn tai ennallistamiseen tähtäävään turveltojen vettämiseen. Tarkoituksena on löytää yhteensä noin 40 kiinnostunutta viljelijää muutamalta eri alueella, sekä eteläisemmästä Suomesta että Pohjanmaalta. Hanke tähtää siihen, että kosteikkoviljelytuotteille löytyy myös ostajia, ja siksi siinä pyritään mahdollistamaan yritysten ja viljelijöiden konkreettista yhteistyötä. Pilottikohteista kerättyjen kosteikkoviljelykokemusten pohjalta luodaan laajempaan käyttöön soveltuva toimintaohjeistus. Hankkeessa arvioidaan kokeilulohkoilla tehtävien toimenpiteiden vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin sekä viljelijälle aiheutuvat kustannukset ja tulonmenetykset. Lisäksi vertaillaan toimenpiteiden kustannusvaikuttavuutta. Maatalousyrittäjien kokemukset ja tietotaito ovat avainasemassa uudenlaisten toimivien menetelmien yleistymisessä. Yhdessä viljelijöiden kanssa linjataan, millaisia kannustimia pellonkäytön muutoksiin tarvittaisiin. Hankkeessa järjestetään viljelijöille ja muille alan toimijoille webinaareja, työpajoja ja pellonpiennarpäiviä, joissa pääsee tutustumaan aiheeseen. TURINA-hankkeen koko nimi on Turveltojen ilmastokestävä viljely – viljelijän näkökulma, ja sitä rahoittaa maa- ja metsätalousministeriö. Hankkeen toiminta-aika on 2021–2023.

**AVAINSANAT:** kosteikkoviljely, turvepellot, ilmasto, maatalous

## 2-26 Kosteikkoviljelyllä pienempiin ilmastopäästöihin turvepelloilla – alustavia tuloksia

Sanna Saarnio, Raisa Mäkipää, Hanna Kekkonen, Kristiina Regina

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Suomen kasvihuonekaasupäästöistä merkittävä osa on peräisin ojitetuilta turvemailta. CANEMURE-hankkeen maatalousosiossa tutkitaan kosteikkoviljelyn vaikutuksia turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöihin. Hanke pyrkii myös edistämään kosteikkoviljeltyjen tuotteiden markkinoita saattamalla viljelijöitä ja alan yrityksiä yhteen. Hankkeessa perustettiin kaksi koealaa Ruukkiin, Siikajoelle vuoden 2019 aikana. Ensimmäisellä koealalla viljellään ruokohelpeä (*Phalaris arundinacea*) ja toisella koealalla oli kahtena vuonna riistapelto ja kolmantena vuonna siltä on korjattu heinää. Kummallakin koealalla on kosteikkoviljelyalue ja kuivempi kontrollialue. Kosteikkoviljelyalueella vesitaso on nostettu aiemmasta ojitussyvyydestä lähelle maanpintaa säätopatojen avulla. Pitkinä kuivina kausina vesitaso pääsee kuitenkin myös kosteikkoviljelyalueilla vähitellen laskemaan, koska alueille ei ole pumpattu lisävettä. Lisäksi vedenpinta on myös tarkoituksella laskettu tilapäisesti alemmas, kun viljelytoimenpiteet ovat sitä edellyttäneet. Molemmilla pelloilla on mitattu kammiomenetelmällä ympärivuotisesti CO<sub>2</sub>-, CH<sub>4</sub>- ja N<sub>2</sub>O-vuota maaperän ja ilmakehän välillä sekä yhteyttämiseen ja hajotusprosesseihin vaikuttavia ympäristökijöitä (kasvillisuuden kehitys, lämpötila, vesitaso, yhteyttämisseiteily). Kosteikkoviljelty ruokohelppi on käytetty sekä lampaiden ja nautojen kuivikkeiksi että turpeettoman kasvualustan tuotantoon ja heinä rehuksi naudoille. Aiemman tutkimustiedon perusteella oletamme, että veden kyllästämissä kerroksissa turpeen hajoaminen hidastuu merkittävästi ja siten kosteikkoviljely vähentää hiilidioksidipäästöjä. Samaan aikaan käynnistyvät hapettomat hajotusprosessit, joiden lopputuotteena kosteikkoviljelyistä turvepelloista voi tulla vähäisiä metaanilähteitä. Tosin märistä ja kasvittomista ojista metaania voi vapautua merkittävästi myös kuplimalla. Dityppioksidipäästöt voivat kuivina vuosina olla tavanomaisesti ojitettua peltoa suuremmat, jos kosteikkoviljelmä säilyy padotuksen ansiosta märempanä, mutta runsassateisina vuosina hyvin märät olosuhteet voivat myös rajoittaa N<sub>2</sub>O-päästöjä paremmin kuivuviin peltoihin verrattuna. Alustavat tulokset näyttäisivät tukevan lähtöoletuksia.

**AVAINSANAT:** kosteikkoviljely, turvepelto, kasvihuonekaasut, ruokohelppi



## 2-27 Vesistövaikutukset työpaketti

**Päivi Laine, Anne-Mari Ventelä, Johanna Pihala, Teija Kirkkala, Sauli Jaakkola**

Pyhäjärvi-instituutti

### TIIVISTELMÄ

Vihannesten tuotannossa on tarpeen kiinnittää huomiota keinoihin, joilla vesistökuormitusta voidaan vähentää ja viljelyn taloudellinen kannattavuus varmistaa. Nämä tavoitteet eivät ole ristiriidassa, sillä monet vesiensuojeluun tähtäävät keinot parantavat peltojen kasvukuntoa ja satovarmuutta ja tuovat taloudellista hyötyä etenkin pidemmällä aikavälillä. Ravinnekuormitusta on helpoin vähentää sen alkulähteellä. Peltojen fosforivarannon alentaminen negatiivisen fosforitaseen kautta on hyvin hidasta, joten tarvitaan keinoja, joilla voidaan edistää ravinteiden päätymistä mahdollisimman tehokkaasti viljelykasvien käyttöön. Kasvukauden aikana lannoituksen ajoitus ja tarpeenmukaisuus ovat tässä merkittävässä asemassa; oikeassa muodossa ja oikeaan aikaan annettu ravinnelisäys päätyy suoraan kasvien käyttöön. Lisäksi kasvua edistävien, suotuisien kasvuolosuhteiden luomisessa avaintekijöitä ovat maan rakenne ja vesitalous. Ravinnepoistuma tapahtuu veden mukana huuhtomana, joten kasvukauden ulkopuolella vedenhallintaan ja veden aiheuttaman eroosion vähentämiseen tähtäävät toimet ovat avainasemassa. Ohjailemalla pellolla veden virtailuja ja hidastamalla virtauksen nopeutta esimerkiksi pellon pinnan muotoilun, ojituksen ja kasvipeitteisyyden avulla voidaan edistää veden suotautumista ja varastoitumista maaperään. Maaperän lajitekoostumus, joka on suhteellisen muuttumaton, määrää pitkälti veden pidätyskyvyn, mutta vaikuttamalla maan rakenteeseen voidaan edistää pellon vesitaloutta. Vesistökuormituksen hallintaan tarvitaan ajantasaista tietoa pellon ravinnevarannon tilanteesta ja pellon kasvukunnosta. Kuormituksen hallinnassa voidaan käyttää ja tarvitaan monenlaisia toimia, jotka on harkittava lohkokohtaisesti sen ominaisuuksien perusteella. Toimia ei välttämättä pysty toteuttamaan joka vuosi, osa menetelmistä tuottaa tuloksia nopeasti ja osa vaikutuksista näkyy vasta vuosien kuluttua, joten ravinnekuormituksen vähentäminen on jatkuvaa pitkän aikavälin toimintaa. VIKERA-hankkeen vesistövaikutukset-osakokonaisuudessa seurattiin intensiivisimmin pitkään vihannesviljelyssä olleiden peltojen halki virtaavan Kaukanaronojan tilaa ja vuonna 2020 näytteenottoa tehtiin myös sen läheisistä salaojavesistä. Kaukanaronojan valuma-alueesta 26 % on peltoa ja peltojen vallitsevat maalajit ovat hietta ja hiesu. Kaukanaronoja on esimerkki erikoiskasvinviljelyalueen ojasta, jossa vesiensuojelu on huomioitu.

**AVAINSANAT:** vihannesviljely, vesistökuormitus

## 2-28 Peltomaiden kasvinsuojeluainejäämät Suomessa – PesResValse

Marleena Hagner

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Suomen peltomaiden tilaa koskevassa tietämyksessä on merkittävä tietoaukko kasvinsuojeluaineiden jäämien kohdalla. PesResValse -tutkimus (2021–2023) tuottaa ensimmäisen koko Suomen kattavan aineiston pestisidien esiintymisestä peltomaissa. Valtakunnallinen peltomaiden kemiallisen tilan seurantatutkimus (Valse) on pitkäaikaisin ja alueellisesti laajin viljelymaiden tilaa koskeva seurantatutkimus Suomessa. Näytteenotto on tähän mennessä toteutettu viisi kertaa (1974, 1987, 1998, 2009 ja 2018) koko Suomen kattavassa näytealaverkossa (yhteensä 630 näytealaa). Näytealoilta (10m×10m) on otettu kokoomanäyte pintamaasta (0–15 cm) ja näytteestä on määritetty viljavuusmuuttujat sekä hivenravinne- ja raskasmetallipitoisuudet. Tuorein seurantakerros on tehty 2018 (Valse V; 2018–2021; rahoitus MMM ja Luke). Sen painopisteinä ovat mm. maaperän hiilipitoisuuden ja -varaston muutokset ja niiden arviointia koskevat menetelmälliset seikat. Valse V-tutkimuksen yhteydessä tutkimus laajenee koskemaan maaperän biodiversiteettiä (Biovalse-hanke; 2020–2021). PesResValse -tutkimukseen on valittu 150 pellon otos Valse V -tutkimuksen aikana otetuista, pakastimessa säilytetyistä näytteistä. Mukana on sekä luomu että tavanomaisia viljapeltoja, nurmia ja vihannesviljelmiä. Maalajeista edustettuna ovat karkea- ja hienojakoiset mineraalimaat sekä orgaaniset maat. Näytteistä analysoidaan 170 eri pestisidiä ja/tai niiden hajoamistuotetta Wageningenin yliopistossa Hollannissa. Lisäksi Luonnonvarakeskuksessa analysoidaan erikseen glyfosaatti ja sen hajoamistuote AMPA sekä yhteistyössä Helsingin yliopiston kanssa useita triatsoli yhdisteitä uusilla menetelmillä. Tutkimuksessa etsitään vastausta seuraaviin kysymyksiin: Löytyykö suomalaisista peltomaista pestisidijäämiä? Miten pellon maantieteellinen sijainti, maalaji ja satokasvi vaikuttavat jäämien esiintymiseen? Yhdistämällä kasvinsuojeluainejäämätieto aiempien/meneillään olevien Valse V -aineistoa hyödyntävien tutkimusten kanssa on mahdollista myös arvioida jäämien merkitystä peltomaan mikrobi-/eliöyhteisöjen rakenteelle ja toiminnalle. Lisäksi pyritään arviomaan aiheuttavatko havaitut jäämät riskiä ympäristölle (maaperän toiminta, biodiversiteetti).

**AVAINSANAT:** kasvinsuojeluainejäämät, glyfosaatti, triatsoli, peltomaa

## **2-29 Mikromuovit maatalousmaassa – Maatalousmuovien käyttäjien kokemuksia ja arvio maatalouden muovivirroista**

**Milja Räisänen, Sami Alt, Sari Kauppi, Helena Dahlbo, Salla Selonen**

Suomen ympäristökeskus

### **TIIVISTELMÄ**

Erilaisten muovituotteiden avulla puutarha- ja maanviljelytoiminnassa voidaan tukea kasvien kasvua. Muovi voi esimerkiksi suojella, ohjata ja vauhdittaa kasvua, ja tuotteet voidaan sen avulla kuljettaa ja säilöä. Lukuisista hyödyistä huolimatta maatalousmuovit ovat myös potentiaalisia mikromuovien lähteitä. Maatilatalouden kehittämisrahaston (Makera) rahoittama MicrAgri-hanke selvittää mikromuovien merkittävimpiä päästölähteitä maatalousmaahan, arvioi muovihuikkasten vaikutuksia maaperässä ja esittää toimenpiteitä mikromuovipäästöjen vähentämiseksi. Tämä posteriesitys käsittelee hankkeen puitteissa toteutettavan verkkokyselyn aineistoa. Kyselyn avulla selvitetään maa- ja puutarhataloustuottajien, viherrakentajien sekä kotipuutarhureiden käyttämiä maatalousmuoveja, havaintoja niiden hajoamisesta sekä ehdotuksia keinoista vähentää muovien pääsyä ympäristöön. Aineiston avulla saadaan myös selville minkälaista muovitietoa vastaajat kaipaavat. Kysely toteutetaan syksyllä 2021. Kyselyaineiston lisäksi esitetään arvioita erilaisten maatalousmuovijätteiden ja maataloudessa runsaasti käytettyjen muovikalvojen määrästä. Myöhemmin tutkimuksessa tullaan arvioimaan näiden lukujen avulla valtakunnallista mikromuovikuormitusta.

**AVAINSANAT:** mikromuovi, maaperä, muovivirta, katekalvo

## **2-30 Mikromuovien vaikutus maaperässä – tarkastelussa perinteinen ja biohajoava muovi**

**Liisa Maunuksela<sup>1</sup>, Salla Selonen<sup>2</sup>, Essi Roininen<sup>1</sup>, Ilse Heiskanen<sup>2</sup>, Minna Sepponen<sup>2</sup>, Ansa Palojärvi<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ruokavirasto

<sup>2</sup>Suomen ympäristökeskus (SYKE)

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### **TIIVISTELMÄ**

Maa- ja puutarhataloudessa käytetään katekalvoja, joilla pystytään helpottamaan viljelyä, vähentämään kasvinsuojeluaineiden käytön tarvetta ja parantamaan maatalouden kannattavuutta, mutta jotka toisaalta saattavat toimia mikromuovien lähteinä maaperään. Perinteisestä muovista koostuvia katekalvoja korvaamaan on kehitetty biohajoavia kalvoja, joita ei kerätä viljelymaalta pois, vaan jotka jätetään maaperään hajoamaan. Hajoaminen pohjoisissa oloissa on kuitenkin hitaampaa kuin ihanteellisissa laboratorio-olosuhteissa, ja maaperään saattaa kerääntyä muovihiukkasia, jos alueella käytetään biohajoavia kalvoja vuodesta toiseen. Tässä tutkimuksessa tarkastelimme perinteisestä ja biohajoavasta muovista tehtyjen muovihiukkasten (< 1 mm) vaikutuksia kasveihin, lieroihin ja mikrobien toimintaan. Kokeet tehtiin kahteen otteeseen: välittömästi mikromuovien maahan sekoittamisen jälkeen sekä noin kahden kuukauden kuluttua mikromuovien lisäämisestä. Kokeiden tulokset saadaan syksyn 2021 aikana. Tämä tutkimus on osa Maatilatalouden kehittämisrahaston (Makera) rahoittamaa hanketta ”Mikromuovit maatalousmaassa – Päästöt, vaikutukset ja vähentäminen (MicrAgri)”.

**AVAINSANAT:** mikromuovi, ekotoksikologia, maaperä, biohajoava katekalvo

### 3 TEKNOLOGIA, ENERGIA JA DATA

#### **3-1 Towards smart solutions for remote farming, forestry and rural areas**

**Gilbert Ludwig**

JAMK University of Applied Sciences

##### **ABSTRACT**

Agriculture, forestry, rural businesses, and remote rural societies in general, are increasingly facing challenges related to revenues, the sustainable use of natural resources and digital divides due to remote location, ultimately affecting vigour and livelihood attractiveness of rural areas. Co-operation concepts and continuous knowledge creation using smart technology for monitoring, gathering, processing, analysing, and sharing vital information between key stakeholders can help remote rural areas to overcome such challenges. An improved functioning of actionable agriculture, forestry and rural knowledge and innovation systems is needed, for timely innovation and to speed up the rate of knowledge creation and usability. An important constraint of such development, especially in remote, last mile areas, is the lack of adequate broadband width. Other technological challenges relate to the lack of standards regarding IoT protocols, interoperability and ease of integration, the debate on data ownership and cybersecurity, and the usability of end-user applications. The research group for applied Smart Farming in JAMK Institute for Bioeconomy has begun the development of a holistic solution to support remote rural areas, especially in the context of smart farming, forestry and rural businesses. The solution involves customised 5G pop-up or private networks to ensure adequate and stable connectivity in rural areas as well as energy efficient edge computing solutions using standardised IoT protocol to support smart data collection in last mile areas. We further propose a cost-effective, open standard, interoperable farm information management system (FMIS) to allow deployment of IoT combined with real-time multi-source data, AI, machine learning and dashboard tools for diagnostics, decision-support, data sharing (e.g., farmer data-cooperatives), and rural business opportunity creation. As a result, information on environmental, social, and economic performance of technologies, sustainability, decision making tools, management practices, benchmarking, and business opportunities in the context of remote rural areas is improved, increasing thereby their respective adoption. The presentation introduces the outlined holistic solution for remote farming, forestry and rural areas, and invites the research community to join tackling the common challenge.

**AVAINSANAT:** smart farming, rural areas, last mile, connectivity, FMIS

## 3-2 Creating the Tarvaala Smart Farm Living Lab concept

**Hannu Haapala**

JAMK Biotalousinstituutti

### **ABSTRACT**

Smart Farming Technologies (SFTs) have the potential to help agriculture fulfil the Sustainable Development Goals (SDGs) set by the United Nations. SFTs are used to digitalize farming and help the farmers and other interested parties, such as administration and business partners, to have a better situation awareness on the farming-related processes. On farm level, based on the situation, Farm Information Management Systems (FMISs) are used to make informed decisions on the needed actions. JAMK Institute for Bioeconomy has established a novel research group for Smart Farming Research. Central part of the research is done on the Tarvaala Smart Farm where SFTs, including technologies for data-based farm management, are evaluated, and demonstrated. To define the needs for such a Smart Farm, a survey including interviews among potential stakeholders was done. Results of the survey, discussed in detail in the presentation, were utilized to define and fine-tune the concept to be realized. Consequently, based on the survey and related innovation sessions, the Tarvaala Smart Farm concept is based on the ideas of a Living Lab. In a Living Lab, end-users of the SFTs are integral part of operation. In this case Farmers form the main end-user segment. Cooperation is done with multiple stakeholders and experts using Multi-Actor Approach (MAA) methodologies. Use-Centred Design (UCD) is utilized to make sure that the operation yields highly usable results. Education is closely integrated to the RDI being done. The main goal of the Tarvaala Smart Farm concept is to speed up SDG-related digital innovation and to enable increased use of relevant SFTs, enabling faster Green Transition in Finnish agriculture. The Smart Farm acts between RDI and adoption of technologies, building trust on new technologies, and reducing risks.

**KEYWORDS:** smart farming, living lab, multi-actor approach, innovation, management, education

### 3-3 Chasing the taste of tomato: implementing instruments and methods of data-steered production in the Digitomkku EIP project (Österbottens Svenska Producentförbund)

Irene Vänninen<sup>1</sup>, Timo Kaukoranta<sup>1</sup>, Petri Linna<sup>2</sup>, Tom Lillhonga<sup>3</sup>, Mikael Mattfolk<sup>4</sup>, Esa Palmujoki<sup>5</sup>, Viveka Öling-Wärnå<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Tampereen yliopisto

<sup>3</sup>Novia Yrkeshögskolan

<sup>4</sup>Österbottens Svenska Producentförbund

<sup>5</sup>SCADS

#### ABSTRACT

Advances in digital technologies have increased chances of data-based steering of plant production. A range of sensors measuring plant physiology can be implemented even by companies of smaller size to assess their value. In Digitomkku (an EIP project in 2020–21), two pilot tomato firms used the Phytosense system to continuously measure stem diameter variation and the volume of sap flow through the plants. These parameters indicate how well plants function and whether they allocate assimilates to vegetative or generative growth. Weekly measurements of crop characteristics (e.g. top growth, position of first flowering cluster, leaf area index, fruit load) served as reference to Phytosense data. Other new sensors included infrared radiometers for leaf temperature, line PAR sensors to capture PAR light from a larger area than single eye PAR-sensors, and a porometer to measure stomatal conductance in different and changing light profiles. Data were transferred to the Pylot platform for visualization and use for analyses. The proximate goal of Digitomkku was to demonstrate to growers the use and benefits of new sensors for plant physiology and its couplings with environmental variables. The ultimate objective was to find out if weekly measured Brix values (g sugars/ 100 g fruit FW) could be predicted based on greenhouse climate, Phytosense, plant characteristics, and growth substrate EC data to eventually achieve more even sensory quality of tomatoes. We also wanted to see which of these parameters contribute the most to the formation of Brix value during the 10-month cropping cycle of tomatoes. A survey of NIR sensors was made to semi-automatize Brix measurements, and regression models were produced for NIR measurements of Brix, acid content and lycopene of tomatoes. The project time was, however, not enough to implement the best found NIR sensor. Six weeks of measurement data prior to Brix value measurement was selected for the model creation. Several AI (Artificial Intelligence) methods were tried out, including neural networks such as convolutional network. The main challenge in the modelling was the insufficient amount of response data from the 35 weeks. For example, the risk for overfitting the model would decrease if measurement data were available from several cropping cycles. Pilot farms provided feedback on the new instruments at the operational group's meetings. Digitomkku demonstrated available digital instruments and other tools and accumulated experience for advancing data steered tomato production and aroused interest in growers to systematically follow the sugar levels of tomatoes as one indicator of sensory quality. NIR sensors for Brix measurements need to be implemented in a follow-up project needed for more data. The potential of certain wavelengths to increase the transfer of sugars into fruits in the darkest winter months should be studied in combination with the semi-automated measurements of Brix-values with NIR sensors.

**KEYWORDS:** greenhouse tomato, taste models, digital sensors, plant physiology, greenhouse climate

### **3-4 Increasing the positioning accuracy of agricultural and forest vehicles by a movable RTK-station**

**Antti Lajunen<sup>1</sup>, Julius Pietarinen<sup>1</sup>, Jori Uusitalo<sup>2</sup>, Veli-Pekka Kivinen<sup>2</sup>, Omid Abdi<sup>2</sup>, Mikko Leinonen<sup>2</sup>, Juho Luotola<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Agricultural Sciences, University of Helsinki

<sup>2</sup>Department of Forest Sciences, University of Helsinki

#### **ABSTRACT**

The objective of this research is to assess the improvement of positioning accuracy by using a movable Real Time Kinematic (RTK) station for agricultural and forestry vehicles. It is crucial to determine accurate positions for the vehicle or its operating parts in order to implement precision farming methods or automated operation in forest environments. This research aims to assess the usability of using a movable RTK-station together with Global Navigation Satellite System (GNSS) in different agricultural and forestry environments. Nowadays GNSS provides a positioning accuracy that is quite useful for many consumer products, but it is not enough for applications that need at least centimeter-level precision. The other challenge of precise positioning is rough terrain environments that have vegetation and other obstacles influencing on the positioning accuracy. As there is a crucial need for accurate positioning methods in agricultural and forestry environments, our objective is to propose and innovative but still rather simple solution for this challenge. The approach includes of using already existing technologies and applying them in two different context, agriculture and forestry. The baseline technical solution includes a movable RTK-station that provides the RTCM correction data for calculating the vehicle position in centimeter level accuracy. The practical positioning measurements were carried out in the Viikki Research Farm for the agricultural context we also tested the system in a rich set of forest environment having variation in forest density, tree species mixture and topography. Measurements were carried out with and without correction signal for analyzing the improvement of the positioning accuracy. The research results show the improvement of positioning accuracy including an evaluation of the environmental characteristics that influence on the accuracy. The project results create an important foundation for the development and implementation of automated operations in agricultural and forestry environments.

**KEYWORDS:** vehicle positioning, real time kinematics, positioning accuracy, automated operation



### 3-5 Field mapping and virtualisation

Animesh Kumar, Antti Lajunen

University of Helsinki

#### ABSTRACT

Autonomous field robots have been a significant contributor towards the advent of precision agriculture in the past few years. Their applications can range widely from seeding and harvesting, to farm maintenance. Regardless of the application, field mapping is one of the corner stone operations for autonomous functioning. In this study, we aim at creating virtual maps of fields and its surrounding environments using Robot Operating System (ROS) environment. The experiments are conducted in the Viikki Research Farm at the University of Helsinki, Viikki campus. The data is collected using a 2D LIDAR mounted atop an electric all-terrain vehicle (ATV). The LIDAR used for the experiment has a working range of 20 meters, an aperture angle of 270 degrees, and a scanning frequency of 50Hz. LIDAR computes the time taken by its emitted light waves to bounce off surrounding objects and reach back to the LIDAR sensor, thereby generating LIDAR data points. With the help of ROS visualisation tool (rviz), the scanned LIDAR data points can then be projected onto a 2D virtual environment to generate point clouds, which estimates the localised position of objects mapped by the LIDAR. Hence, by locally mapping the objects in a 2D virtual environment, the virtualisation of field maps can be achieved. These virtualised maps can further be utilized to train for operations like remote sensing, object detection or even real time monitoring of the field robot. The virtualised maps can also be utilised for performing simulations on field operations. In the next stages of our research, the virtualisation of fields would be used for simultaneous localisation and mapping of the field robot, which in conjunction with an object detection algorithm would be utilized for path planning and autonomous navigation of the field robot.

**KEYWORDS:** field robotics, ROS, LIDAR

### 3-6 Weed detection using data fusion and deep learning

Leon-Friedrich Thomas, Mikael Änäkkälä, Antti Lajunen

University of Helsinki

#### ABSTRACT

In recent years weed detection using deep learning have developed into a popular research field in the context of precision agriculture. This development is mainly driven by an increase in performance in state of art deep learning models and a rise in the availability of data collection platforms and more affordable sensors. This particular research tries to contribute to the research field by applying data fusion within a deep learning model for the detection of weeds in multiple crop fields. It is intended to achieve more reliable and robust results by incorporating multiple data types into selected deep learning models. For this research, a data set of multiple fields were collected using a self-built drone, which was provided by the Agrotechnology department of Helsinki University. The crops cultivated on the selected fields were wheat, oat as well as rapeseed. For the data collection a multi-spectral camera, MicaSense RedEdge TM3, as well as an RGB and thermal camera, FLIR Duo Pro R, and a flight altitude of 10 meters were used. The multi-spectral camera was calibrated for each field data collection individually using a reflectance target. To ensure high geographical accuracy of the different sensor data, the collected data were georeferenced with six ground control points, which were measured during the data collection in the fields with a precision GPS. The preprocessing to orthomosaics maps (geometrically correct aerial image) of the different data types was done individually by sensor and field using the software PIX4Dmapper. Further, the RGB images were used to generate a high-resolution point cloud, which was used to create a digital surface model (DSM) of each field. As the crop height and the weed height often differ, this was seen as valuable information to incorporate into the deep learning models. The deep learning models, which will be applied to these combined multisource data sets, are a supervised model of the Yolo-v family and a self-supervised model. This will be done to compare supervised and self-supervised model performances. For the application of these models, training data generation and augmentation will be applied. This research is not yet concluded so that only preliminary results can be presented here. The novelty of this research lies in the data fusion of different sensors for weed detection, as a weed detection system combining multi-spectral and thermal imagery with a DSM in a deep learning model, is to my knowledge, not yet published by other researchers. Furthermore, by exploring the benefits of multi-source data fusion in different types of deep learning models for weed detection it is hoped to contribute to the development of robust and reliable weed detection approaches.

**KEYWORDS:** weed detection, deep learning, data fusion

### 3-7 Field parcel zoning using multi-year remote sensing images for identifying field inspection sites

**Nathaniel Narra**

Tampere University

#### **ABSTRACT**

In considering a field parcel as a substrate for crop yields – it is rarely homogenous in nature. Precision agriculture aims to match management practices with the spatial heterogeneity at the field level. Such practices aim to minimize wastage and optimize productivity. These are especially important considerations when dealing with ecological concerns. Consequently, delineating zones that suitably capture this heterogeneity assumes significance. This work describes a procedure where open data such as remote sensing multispectral images, weather and digital elevation maps are used to identify performance zones. Here, performance is considered to be analogous to the observed spectral response. These responses over the entire growing season, including pre- and post-crop time periods, are clustered into relatively similar groups. The differences in spectral response can be taken as a proxy for differing growth conditions, whose components include soil, topology, weather and plants. The underlying factors can be complex to isolate, however, this work doesn't aim to explain them, but merely to indicate differences that may or may not be significant but may warrant investigation. The zoning approach is based on the k-means clustering of spatio-temporal image data obtained from the ESA Sentinel-2 mission, along with weather data. The clustering method is applied over both – predefined vegetation indices as well as the multispectral bands themselves. The observations for each growing season for every field parcel produce a zone map. temporal dimension is limited to the sequence of images for a single growth season. Five such zone maps (for years 2017–2021) were created for each field and compared between themselves. Finally, the implemented Python code is integrated into the peltodata.fi portal for making online use possible and more approachable to willing farmers and practitioners. The results show that zones are not necessarily consistent across years. This is an interesting occurrence, which may be, among other reasons, due to differing growth conditions including climate and management practices. While no quantitative assessments and formal interpretations can be made without additional information, it serves as supplementary information for an experienced practitioner to investigate further. In instances when data collection through sensor systems or sample collection needs to be planned, these zone maps can serve as a guide for choosing potential sites for sensor deployment.

**KEYWORDS:** remote sensing, clustering, zoning, peltodata

### 3-8 Maissikasvuston ominaisuuksien määrittäminen ilmakuvien avulla

**Mikael Änäkkälä, Antti Lajunen, Seija Jaakkola, Pirjo Mäkelä, Anniina Liimatainen, Tapani Jokiniemi**

Helsingin yliopisto

#### TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kuinka dronella otettujen ilmakuvien avulla voidaan arvioida kasvuston eri ominaisuuksia. Tutkimuksessa verrataan myös teknisesti erilaisia kameroita keskenään ja arvioidaan kuinka hyvin yksittäiset kamerat soveltuvat kasvuston ominaisuuksien määrittämiseen. Dronen ottamien kuvien pohjalta luodaan kasvustomalleja, jotka olisivat tarpeeksi tarkkoja kuvaamaan kasvuston eri ominaisuuksia, kuten lehtivihreäpitoisuutta, lehtialaindeksiä tai kuiva-ainesatoa. Tässä tutkimuksessa kuvattavat maissikoeruudut ovat osa TUKEVA (Tulevaisuuden kestävä karkearehualinnat) hanketta, jossa tutkitaan erilaisten karkearehujen ympäristövaikutuksia sekä niiden vaikutusta maidontuotannon hiilijalanjälkeen. Kuvattavana kasvustona oli maissia, joita kasvatettiin 10 m x 3 m koeruuduissa. Koeruutuja oli yhteensä 81 kappaletta ja niiden korjuu suoritettiin kolmena eri ajankohtana kasvukauden aikana. Korjuussa koko koeruudun sato kerättiin, jolloin saatiin punnittua kasvuston tuoresato sekä kuiva-ainesato. Kasvustosta mitattiin lisäksi lehtialaindeksi, lehtivihreäpitoisuus sekä korkeus ennen jokaista kuvauskertaa. Kasvusto kuvattiin kahdella dronella ennen jokaista korjuukertaa. Kuvauksissa käytettiin kolmea erilaista kameraa: multispektri-, lämpö- ja RGB-kameraa. Tutkimuksen aineisto kerättiin kesän 2020 aikana kolmena eri päivänä. Multispektrikameran kuvista luodaan ortomosaiikkikuvia (geometrisesti korjattu ilmakekuva) eri aallonpituusalueista ja kasvillisuusindekseistä. Lämpökameran ottamista kuvista saadaan luotua lämpökartta kuvatusta alueesta. RGB-kameran kuvista luodaan 3D-malli, josta voidaan laskea kasvuston muodostama tilavuus. Tuloksissa esitetään kuinka eri aallonpituusalueista, kasvillisuusindekseistä ja 3D-malleista luodut kasvustomallit pystyvät kuvaamaan kasvustosta mitattuja ominaisuuksia. Yhdistämällä arvoja useammalta aallonpituusalueelta ja kasvillisuusindeksiltä saadaan luotua tarkempia kasvustomalleja kuin mitä yksittäisillä aallonpituusalueilla/kasvillisuusindekseillä.

**AVAINSANAT:** drone, 3D-malli, multispektri, RGB-kamera

### 3-9 Ohrien paikantaminen dronilla gluteeniton kauraviljelyksillä

Oiva Niemeläinen<sup>1</sup>, Markku Niskanen<sup>1</sup>, Roope Näsi<sup>2</sup>, Niko Koivumäki<sup>2</sup>, Juho Kotala<sup>3</sup>, Jere Kaivosoja<sup>1</sup>, Eija Honkavaara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Paikkatietokeskus

<sup>3</sup>ProAgria Etelä-Pohjanmaa

#### TIIVISTELMÄ

Pienikin vieraan viljalajin esiintyminen sadossa gluteenittoman kauran tuotannossa voi aiheuttaa suuret tulonmenetykset viljelijälle. Vieraiden lajien havainnointi ja poisto on työläs ja kustannuksia aiheuttava työvaihe. DroniLuuppina -hanke kehittää dronihavainnointimenetelmiä vieraiden viljalajien tunnistamiseen ja paikantamiseen kaura- ja ohrakasvustoista. Hanke kehittää ja ottaa käyttöön dronipohjaisen kaukokartoitusmenetelmän vieraiden viljalajien havainnointiin gluteeniton kaura sekä siemenviljaviljelyksillä, sekä kehittää kartoitustiedon käyttöä viljelytekniikassa mm. lannoituksessa ja kasvitautien torjunnassa, ja siten edesauttaa korkealaatuisen siemenmateriaalin ja erikoisviljaraaka-aineen tuotantoa. Lisäksi hanke tuottaa tietoa ja ohjeistusta parhaista käytännöistä droniaineistojen kaupalliseen hyödyntämiseen. Hankkeen toteuttavat Luonnonvarakeskus, Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus (FGI) ja ProAgria Etelä-Pohjanmaa yhteistyössä alan sidosryhmien kanssa. Hanke alkoi vuonna 2021. Koulutuskasvustoja kylvettiin Jokioisilla ja Ilmajoella ja niihin kylvettiin ohraa 0.5 ja 1 siementä/m<sup>2</sup> kun kauran ja ohran siemenmäärä oli 500 kpl/m<sup>2</sup>. Kasvustoja kuvattiin eri ajankohtina ja erilaisilla sensoreilla varustetuilla droneilla, mm. DJI Matrice 300 RTK, jossa sensoreina oli P1 fotogrammetrinen kamera ja MicaSense Altum multispektrikamera. Kasvustoja kuvattiin 12–17 m lentokorkeuksilta eri suuntauksilla (viistoon, pystysuoraan). Pikselikoko oli 1.5–2 mm. Vieraat viljalajit havainnoitiin kasvustosta visuaalisesti ja paikannettiin. Lisäksi kuvattiin viljelijöiden gluteeniton kaura ja siemenviljakasvustoja noin hehtaarin koelalalta, jolla paikannettiin vieraat viljayksilöt. Tekoälyn avulla opetetaan kuvauksista saadun kuva- ja spektriaineiston tulkintaa. Tuloksena saadaan käsitys minkälaisella laitteistolla ja kuvauksella on mahdollista saavuttaa käyttökelpoisia tuloksia. Lisäksi testataan opetetun mallin käyttämistä maatilaviljelyksillä hankealueella. Valmiissa sovelluksessa drone lentää ja analysoi keräämänsä kuvat ja lähettää ongelmapaikkojen sijainnit viljelijälle, kuvia tallentamatta. Tässä hankkeessa tehdään mittausmenetelmän ja analytiikan kehittämistä sekä arvioidaan kaukokartoituksen tarkkuutta ja nopeutta eri ominaisuuksien havainnoinnissa. Vieraat lajit dronilla esiin siemen- ja puhdaskauraviljelyksiltä ”DroniLuuppina” hanketta rahoittavat Hämeen, Etelä-Pohjanmaan ja Kaakkois-Suomen ELYt Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman kautta. Hanke kiittää myös Agronomiliiton Oiva Kuusiston säätien tukea. Hankkeen kesto on 1.1.2021–31.12.2022. Posterissa esitetään kuvia kasvukaudelta 2021 sekä alustavia tuloksia tunnistamisen onnistumisesta.

**AVAINSANAT:** kaukokartoitus, tekoäly, paikkatieto, kaura, siementuotanto

### 3-10 Drone-tutkimus nurmituotannon kehityksen tukena

Jere Kaivosoja, Oiva Niemeläinen, Panu Korhonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Luonnonvarakeskuksessa on noin kymmenen vuoden ajan tehty tutkimusta drone-tekniikan hyödyntämisestä nurmiviljelyssä. Tällä hetkellä meneillään on kolme hanketta: Flexigrobots, Cybergrass sekä Rehudrooni, joissa nurmien kaukokartoituksen kehitys on keskiössä. Näissä hankkeissa tehdään kotimaista tutkimusyhteistyötä Paikkatietokeskuksen, VTT:n, MTech Oy:n, Probot Oy:n ja ProAgrian sekä useiden nurmituotantoon kytkeytyvien liiketoimijoiden kanssa. Hankkeissa tutkitaan mm. säilönurmen määrän ja laadun kartoitusta, seossuhteiden määrittämistä, korjuuajan optimointia lohko- ja tilatasolla, täydennyskylvöjen toteutusta, siilojen tilavuusmittauksia sekä laitumien rikkakasvi- ja satokartoituksia. Lentotoiminnan ja aineistojen käsittelyn lisäksi selvittämme, miten kerätty tieto saadaan osaksi konkreettista päätöksentekoa maatiloilla. Sovellusten toteutuskelpoisuus osana käytännön viljelyä on kaikissa hankkeissa kaukokartoitustutkimuksen keskiössä. Flexigrobots on kansainvälinen hanke, joka toimii EU:n H2020-EU.2.1.1. -ohjelman alla. Hanke tutkii monipuolisten ja monikäyttöisten robottiratkaisujen hyödyntämistä maataloudessa. Suomessa hanke mm. pilotoi maatilatasolla ISOBUS-traktoreiden, pienien peltorobottien sekä kuvaus- ja ruiskudronejen käyttöä. Cybergrass-hanke on Euroopan aluekehitysrahaston rahoittama ja kuuluu Interreg Botnia-Atlantica -ohjelmaan. Tavoitteena hankkeessa on esitellä uusi drone- ja satelliittiaineistoa sekä ympäristömuuttujiin pohjautuvaa mallinnusta hyödyntävä nurmirehun määrän- ja laadunarviointimenetelmä lohkokohtaiselle sadon määrälle ja laadulle. Rehudrooni – kaukokartoitusmenetelmiä rehuntuotannon tueksi -hanke on Pohjois-Savossa toteutettava Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelman 2014–2020 rahoittama hanke, jonka tavoitteena on tuottaa ja jalkauttaa tietoa droneihin pohjautuvien kaukokartoitusmenetelmien mahdollisuuksista rehuntuotannon kestävä kehityksen edistämiseksi. Hanke mm. kerää poikkeuksellisen kattavat ilmakeuhäily-aineistot Luke Kuopion Maaningan toimipaikan nurmiruutukokeista erilaisilla kuvausteknologioilla ja kehittää niiden pohjalta uudenlaisia kuvantulkintamenetelmiä rehusadon määrän ja laadun arviointiin. Dronetekniikat tarjoavat jo nyt monipuolisia apukeinoja tutkimusympäristössä, mutta jokapäiväisen käytön mahdollistavat tekniikat ovat vasta kehityksessä. Sovellusmahdollisuuksien moninaisuus ja taloudellisen hyödyn epäsuoruus omalta osaltaan hidastavat suoraviivaisten ratkaisuiden löytymistä. Kehityksen nopeuttamiseksi hankkeet tuottavat yhdessä oppaan käytännössä toimivalle, kustannustehokkaalle ja luotettavalle dronetoiminnalle karjataloilla. Julkaisussa kuvataan toimintasuositukset, jotka kattavat mm. kuvauskaluston, kuvaustekniset asiat sekä kuvananalysointimenetelmät ja tulosten viennin viljelysuunnittelun tueksi erilaisiin ohjelmistoihin.

**AVAINSANAT:** UAV, nurmi, kaukokartoitus

### **3-11 Proximal soil sensing for assessing soil spatial heterogeneity in Southern Finland**

**Hella Ellen Ahrends, Antti Lajunen**

University of Helsinki

#### **ABSTRACT**

Proximal soil sensing allows for assessing soil spatial heterogeneity at a high spatial resolution. These data can be used for decision support on soil and crop agronomic management. Recent sensor systems are capable of simultaneously mapping several variables, such as soil electrical conductivity, organic matter, temperature, and water content, in real-time. In spring 2021, we used a commercial soil scanner (Veris iScan+) to derive information on soil spatial variability for three different fields located in the Viikki Research Farm in Southern Finland. Furthermore, we explored the relation between mapped soil layer data and soil resistance profiles derived from hand-held penetrometer measurements. Uncalibrated data on electrical conductivity (EC), IR reflectance and topsoil moisture were clustered using k-means and fuzzy c-means algorithms. Delineated zones matched areas with significant differences in mean soil resistance (mR) and depth to the layer with maximum resistance (DxR) with significant negative correlations between topsoil moisture and DxR and significant positive correlations between mR and EC. Results illustrate the potential of multi-sensor data platforms for agronomic decision making, i.e. for precision agriculture (e.g., sowing, fertilization, risk assessments), in areas where soil substrates may change at small spatial scales, such as Southern Finland.

**KEYWORDS:** electrical conductivity, soil organic matter, proximal soil sensing

### 3-12 Monitoring and tracking of the fields in organic production

Tuija Ranta-Korhonen, Leena Pekurinen

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

#### ABSTRACT

Newly developed environmental monitoring technologies provide new opportunities for monitoring the environmental impacts of agriculture. New technologies such as online sensors and drones open possibilities for the continuous surveying of soil fertility and can give fast and efficient information about changes in the soil. The South-Eastern Finland University of Applied Sciences participates in an active partner in the “Environmentally Friendly Smart Organic Agriculture – EFSOA” project, which investigates the environmental impacts of organic farming. The Project is funded by the South-Eastern Finland–Russia CBC 2014–2020 programme. South-Eastern Finland University of Applied Sciences is cooperating with a local farmer in the South-Savo region. The study investigates an organic field with a five-year crop rotation, and monitors the changes in soil humidity, temperature, and salinity using wireless online sensors. The measurement results are transferred and stored in a cloud service provided by the sensor manufacturer. Additionally, the cloud service enables the comparison and analysis of the results. With this data, the farmer can make informed decisions about placing farming inputs in the field at the right time, as well as the knowledge to identify the field areas, which for example, could benefit from irrigation or extra fertilizing. The monitoring results also help to gain more accurate information about soil processes. This is significant both from environmental and economic perspectives. Drone technologies and multispectral imaging also provide a new kind of tools to monitor the state of the fields and soil fertility. Both drone and camera technologies have developed significantly in recent years. At the same time, the technology has become more affordable and therefore the technology is more accessible. Drone imaging can be carried out several times during the growing season if needed. However, the imaging and the analysis of the pictures require special expertise, which is a challenge that needs to be addressed in the future. Finally, the “EFSOA” project also carries out soil sampling, soil fertility studies and water sampling. This kind of fieldwork and the new monitoring technologies support each other and help to form the larger picture of soil fertility, soil nutrients and humidity, and crop development during the growing season. With the challenges posed by climate change smart information about changes in crop growth will be essential to respond and adapt to future challenges.

**KEYWORDS:** online monitoring, soil sensors, organic farming, soil fertility



### 3-13 Utilizing real-time mobility measurement of agricultural tractors

**Konsta Sarvela**

Jyväskylän ammattikorkeakoulu

#### **ABSTRACT**

Mobility of tractors on the field is a good indicator of the bearing capacity of soil. It tells accurate enough whether it is wise to execute the timely task or not. In practice, in the springtime when the soil can still be moist after winter, the only way used to assess the mobility has been to visually observe it while walking on the field. Sometimes the assessment is not done but farmers just perform the operation when it causes damage to soil structure. An experimental mobility measurement system was constructed and tested at the University of Helsinki, Department of Agricultural Sciences. Sensors were used to gather the needed data. A Masters thesis was written under the subject of Environmental Technology in Agriculture. According to the results, tire slip is a reliable measure to estimate the bearing capacity especially when the field is not uniform. Soil structure is variable across the field but with large machines it is not reasonable to drive across the field just to work on a small area. With the help of underground soil moisture sensors and, in the future, UGVs (Unmanned Ground Vehicles), farmers can conduct the operation within the limits of the bearing capacity on the dry parts of a field. In this way, the field does not have to be completely dry and time savings can be significant. Tire slip can also be caused by too high traction power requirement. Thus, it would be wise to adjust the working depth of the implement automatically according to the slip. Further tests could be done at the Tarvaala Smart Farm using fully autonomic tractors. The solution could be integrated to a new product. Real life condition tests at The Smart Farm could help the end users to build trust on the final product and eventually adopt this kind of latest technology.

**KEYWORDS:** smart farming, soil sensors, mobility

### 3-14 Konsepti tunnistejärjestelmästä viljatilän sisäiseen jäljitettävyyteen

Ari Ronkainen<sup>1</sup>, Jyrki Hyrrönmäki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Cinia Oy

#### TIIVISTELMÄ

Tilalla kasvaa yleensä eri laatuista viljaa eri lohkoilla ja eri kohdissa lohkoja. Viljelijällä saattaa olla tavoitteenaan tuottaa esimerkiksi erittäin laadukkaita eriä tai eriä, jossa jokin laatukriteeri on optimoitu markkinoita ajatellen. Näin viljasadosta on mahdollista saada paras mahdollinen hinta. Saadakseen toivottuja laatueroja viljaa, viljelijä joutuu tunnistamaan keskenään vastaavat laadut jo pellolla ja suunnittelemaan puintioperaationsa niin, että toivotut laatuerot pysyvät erillään. Viljan käsittelyssä maatilalla on monta vaihetta ja viljankorjuuseen ja -käsittelyyn on olemassa erilaisia apuvälineitä, jotka auttavat tunnistamaan laadun, sekä hallinnoimaan ja seuraamaan puinti- ja viljankäsittelyprosessia. Valued Grain Chain -kokeilussa (<https://valuedgrainchain.eu>) kokeiltiin laatuviiljaerien tunnistamista jo pellolla, puintisuunnitelman luomista tunnistettujen laatuerojen perusteella ja laatuerojen pitämistä erillään käsittelyn eri vaiheissa. Kokeilussa käytettiin neljää eri järjestelmää viljan laadun selvittämiseen, sekä puintiprosessin ja viljankäsittelyn hallinnointiin. Jotta eri järjestelmiin kertynyt tieto voidaan yhdistää fyysisiin viljaeriin ja jotta viljaerän jäljitettävyyden tilan sisällä saadaan todennettua ja varmistettua, tarvitaan järjestelmä, joka yhdistää eri järjestelmien sisältämät tiedot yhteen ja yhdistää ne tiettyyn viljaeriin. Valeud Grain Chain -kokeilussa luotiin konsepti järjestelmästä, jolla tieto eri järjestelmistä voidaan sitoa tiettyyn fyysiseen viljaeriin ja jolla eri järjestelmissä oleva tieto voidaan yhdistää. Konsepti perustuu erilliseen tunnistejärjestelmään, joka luo uniikin (GUID/UUID) tunniste jokaiselle viljaerälle. Tunniste itsessään on dataobjekti, eli se sisältää myös muuta tietoa tietorakenteessa, kuin pelkästään GUID/UUID -tunnisteen. Aina, kun jokin järjestelmä luo viljaerän, se pyytää erälle tunnisteeseen. Tunnistejärjestelmä pitää kirjaa mille järjestelmälle, mille asiakkaalle ja mille lohkolle tunnisteita on pyydetty. Tämän pohjalta voidaan tunnisteella kysellä missä järjestelmissä tietoa on ja käyttää tunnistetta avaimena tietoon. Viljaerän ja siihen liittyvän datan siirtyessä järjestelmästä toiseen, tulee siirtää myös tunniste, jotta jäljitettävyyden järjestelmästä toiseen säilyy. Kun viljaeriä yhdistetään tai jaetaan, pyydetään aina uusi tunniste. Tunnisteeseen liitetään aiempien erien GUID/UUID-tunnisteet, jolloin voidaan jäljittää taaksepäin, mistä eristä nykyinen erä on luotu. Prosessin eri vaiheiden tunnisteille on annettu hierarkia, joten tunnisteesta selviää, mistä vaiheesta käsittelyketjua kukin tunniste on tullut. Tunnisteeseen voidaan liittää, myös muuta tietoa. Keskusteluna voidaan todeta, että konseptin toteuttaminen vaatii jonkin verran sitoutumista järjestelmätoimittajilta. Myös tunnistepalvelun toteuttaminen kannattaa mahdollisesti hajauttaa. Hajautuksessa voisi hyödyntää lohkoketjuteknologiaa.

**AVAINSANAT:** jäljitettävyyden, tunniste, jäljitettävyydenjärjestelmä, järjestelmäintegraatio

### 3-15 Digimaatalous.fi – Maatalouden uusien teknologioiden esittelysivusto

**Reetta Palva**

TTS Työtehoseura

#### TIIVISTELMÄ

Maatalouden uusien teknologioiden käyttöönotossa on parannettavaa. Muutama vuosi sitten tehdyn kyselyn mukaan vain noin joka kymmenes suomalainen maatila käyttää tuotannossaan runsaasti automaatiotekniikkaa tai muuta avustavaa tekniikkaa. Teknologioita käytetään yleisimmin kooltaan suurilla tiloilla ja koneurakoinnissa. Yhtenä haasteena uuden teknologian käyttöönotossa on maatalojen iäkäs ja hitaasti uusiutuva konekanta. Käyttöönottoa hidastaa myös tiedon puute teknologioista ja niillä saavutettavista hyödyistä. Monista uusista teknologioista on olemassa tutkimustietoa ja käytännön kokemuksia, mutta kaiken kaikkiaan tieto on hajallaan. Vuoden 2020 lokakuussa avatulle ammattiartikkelien alustalle, Digimaatalous.fi -sivustolle, kootaan tietoa maatalouden uusista teknologioista yhteen paikkaan ja helposti lähestyttävään muotoon. Sivuston pääasiallinen kohdeyleisö ovat maatalousyrittäjät. Se tarjoaa hyvän tietopankin myös maatalousalan opintoihin. Teknologioita esitellään Tieto ja käytäntö -artikkeleissa, joiden kirjoittajina on useita asiantuntijoita tutkimus-, koulutus- ja neuvontaorganisaatioista. Käytännönläheisissä artikkeleissa kuvataan teknologian toimintaperiaate, hyödyt, rajoitukset ja huomioitavat asiat. Keskeisenä johtolankana artikkeleissa ovat uusien teknologioiden mahdollisuudet edistää maatalouden kestävästä kehitystä ympäristön, kannattavuuden sekä työn ja hyvinvoinnin näkökulmasta. Sivuille kootaan myös teknologioiden ABC:tä, sanakirjaa, jossa avataan aihealueen termistöä. Sivuilta löytyy artikkeleita esimerkiksi drooneista, ISOBUS-järjestelmästä, satokartoituksesta, peltoroboteista ja GPS-ohjausjärjestelmistä. Kotieläinpuolen artikkelien aiheita ovat muun muassa lämpökuvaus nautojen hoidossa, pihattojen paikannusjärjestelmät ja säilörehun kuiva-ainemittarit. Peltoviljelyn ja kotieläintuotannon lisäksi on kategoria ”monenlaiset teknologiat”, jonka artikkeleita data-alustat kasvihuonetuotantoon sekä puheohjaus datankeruussa. Sivusto on rakennettu TTS Työtehoseuran Kestävästä kehitystä maatalouteen uusilla teknologioilla -hankkeessa (2019–2021), jonka tavoitteena on välittää puolueettomasti uusia ratkaisuja digitaalisuuden, automatiikan ja älyteknologian hyödyntämisestä maataloudessa. Sivustolle voi tarjota artikkelia tai ehdottaa tutkimusta, asiantuntijuutta tai käytännön kokemuksia artikkelin aiheeksi. TTS Työtehoseuran koordinoiman hankkeen rahoittaa Hämeen ELY-keskus Euroopan maaseudun kehittämisrahastosta valtakunnallisena hankkeena. Pääyhteistyökumppaneina ovat Hämeen ammattikorkeakoulu, Luonnonvarakeskus ja ProAgria Keskusten liitto.

**AVAINSANAT:** uudet teknologiat, maatalous, digitaalisuus, älymaatalous, kestävä kehitys

### **3-16 Lypsy- ja lihakarjan terveystietoa keräävät tietokannat Ruotsissa, Saksassa, Suomessa ja Virossa – yhtäläisyyksiä, eroja ja kehittymismahdollisuuksia**

**Pekka Kilpeläinen, Tuija Kallio, Vesa Virtanen**

Oulun yliopisto, Kajaanin yliopistokeskus, Mittaustekniikan yksikkö

#### **TIIVISTELMÄ**

Tämä työ on tehty ERA-Net Cofund ICT-Agrifood –ohjelman hankkeessa “Releasing the Potential of ICT for Sustainable Milk and Beef Cattle Value Chains (SustainIT)”, joka tunnistaa esteitä ICT:n nykyistä tehokkaammalle käytölle maataloudessa sekä tutkii maito- ja lihakarjan terveys- ja hyvinvointitietojen hyödyntämismahdollisuuksia. Kaikissa hankkeeseen osallistuvissa maissa on lakisääteinen eläinrekisteri ja tietokanta antibioottien käytön seurannalle, sekä tuotosseurantatiedon tallentava tietokanta. Saksassa ja Suomessa antibioottien käyttö voidaan tallentaa myös yleisempään terveystietokantaan. Kussakin maassa kerätään ja tallennetaan terveys-, hoito- ja lääkintätietoja, vaikka tiedonkeräyskäytännöt eroavat. Eroja maiden välillä on myös siinä, kuinka tietokannat ovat saaneet alkunsa ja kehittyneet, sekä kuinka niitä rahoitetaan. Suomelle ja Ruotsille on ominaista terveystietokantojen kehittyminen tuottajien omistamien osuuskuntien, maatalousalan yhdistysten tai tuottajataustaisten organisaatioiden alkuun laittamina. Lähtökohdina ovat alkujaan olleet tuotosseurannan ja jalostuksen tarpeet. Suomessa muista maista poiketen meijerit ja teurastamot ovat toimineet aloitteellisesti ja osallistuvat edelleen NASEVA-tietokannan kehittämiseen ja tukemiseen vahvasti. Suomalaisia ohjelmistoja käytetään myös Ruotsissa suurimman tuotantoeläinyhdistyksen ylläpitämän terveystietokannan yhteydessä. Viro pienenä kieli- ja talousalueena on kehittänyt tietokantansa ja maatilan hallintaohjelmia itse. Kehitystyössä maataloushallinnolla on ollut aktiivinen rooli ja terveystietoja sisältävän tietokannan ylläpitäjä on valtion lähes kokonaan omistama yritys. Tietokantoja on kaksi: lakisääteinen eläinrekisteri ja karjan tuotosseuranta. Alkusuynä on ollut tuotosseurannan ja maidon laboratorioanalyysitulosten kerääminen ja tallentaminen. Samaan tietokantaan on vähitellen liitetty terveystietoa ja työtä jatketaan. Iso osa tietojen kirjaamisesta on tuottajien vastuulla. Heitä myös koulutetaan tähän, samoin kuin tietojen hyödyntämiseen. Saksassa osavaltiot toimivat itsenäisesti, mutta muutaman osavaltion yhteisiä tietokantoja on. Etelä-Saksan Baijerin tilanne oli tarkemmin selvitystyön kohteena. Lakisääteisten rekistereiden lisäksi heillä on käytössä kaksi päällekkäistä terveystietokantaa: tuottajille ICT-palveluja tuottavan yrityksen ylläpitämä ja usean osavaltion yhteistyönä syntynyt yritysmuotoinen tietokanta. Lisäksi terveystietoja tallentaa elintarvikealan sertifikaatteja tarjoava kaupallinen yritys. Tietokannoilla ei ole tiedonvaihtoa keskenään, eikä jäseniä niin kattavasti kuin esimerkiksi Suomessa. Terveystietojen omistus säilyy kaikkialla tuottajilla. Heiltä tarvitaan lupa myös tietojen katseluun ja käyttöön. Eniten kehittämistä on edelleen siinä, kuinka tietokantojen välinen tiedonsiirto on saatu toimimaan ja miten käytännöllisesti tieto on hyödynnettävissä tietokannoista.

**AVAINSANAT:** eläinterveys, tietokanta, tuotosseuranta, jalostus

### 3-17 Sähköntuotannon ja -kulutuksen yhteensovittaminen sikalassa – case study

Petri Kapuinen

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Maatilalla tuotetusta sähköstä saadaan paras tuotto, kun se käytetään kokonaisuudessaan samalla kiinteistöryhmällä. Tällöin se kokonaisuutena maksaa tilalle siirtomaksun ja useimmissa tapauksissa myös sähkön valmisteveron palauttamatta jäävän osuuden verran vähemmän. Usein tuotannon ja kulutuksen huiput ovat eri aikaan. eTu-hankkeen (Energiantuotannon ja -käytön tulevaisuus maataloilla) osana tutkittiin mahdollisuuksia sovittaa yhteen sähköntuotanto ja -kulutus erässä suurehkossa emakkosikalassa. Sikalan sähkönkulutustiedot kerättiin jakeluyhtiön palvelusta tuntidatana. Läheisen säähavaintoaseman säädata kerättiin Ilmatieteenlaitoksen palvelusta mm. ilmanvaihdon kulutuksen lämpötilariippuvuuden selvittämiseksi. Yksittäisten kulutuskohteiden kulutusta mitattiin etäluettavilla tiedonkeruulaitteilla. Niillä mitattiin mm. erilaisella teknologialla varustettujen porsitusosastojen valaistuksen, ilmanvaihdon ja lämpölamppujen sähkönkulutusta kohteesta riippuen runsaan vuoden ajan, jolloin saatiin mittaustietoa eri osastojen sähkönkulutuksesta ja sen jakautumisesta näiden kesken eri vuodenaikoina. Kiertoaika osastoilla on suhteellisen lyhyt, joten tietoa saatiin esimerkiksi usealta laktaatiokaudelta. Vastaavaa dataa kerätiin myös välikasvatamosta sekä siemennys- ja joutilasosastolta. Tiedonkeruulaitteilla kerätyssä datassa havaintoväli on minuutti. Sikalan erikoisuutena lämmityksessä on lämpöpumppujärjestelmä, jonka lämmönlähteenä on lantakanavien lanta. Lämmön pumpppaaminen lannasta alentaa sen lämpötilaa ja sitä kautta kaasujen tuotantoa, mikä mahdollistaa pienemmän minimi-ilmanvaihdon. Lämpöpumppujärjestelmän sähkönkulutus on kovilla pakkasilla noin puolet sikalan sähkönkulutuksesta. Sen tehokerroin muodostuu ratkaisussa varsin korkeaksi, koska lannan lämpötila on selvästi korkeampi kuin esimerkiksi maan. Muita hallitsevia kulutuskohteita ovat lämpölamput, joiden kulutus ei oleellisesti vaihtele vuodenaikojen mukaan, sekä siemennysosaston valaistus, jolla pyritään edistämään emakoiden tiinehtymistä. Valaistuksen kulutuksessa on lähinnä sama vuorokausirytmä vuodenaikojen riippumatta ja sitä säädellään kellokytkimillä. Valaistus voi kytkeytyä päälle myös liittyen koneelliseen ruokintaan. Porsitusosastoilla valaistuksen osuus kulutuksesta on pieni. Ilmanvaihdon kulutus moninkertaistuu porsitusosastoilla kesähelteillä suhteessa minimi-ilmanvaihtoon, mutta silti sen merkitys jää lämpölamppujen kulutuksen varjoon. Kokonaisuutena sikalan kulutus noudattaa vuorokausirytmä, jossa kulutushuippu on keskipäivällä ja minimi yöllä. Kulutusprofiili antaa hyvät lähtökohdat omalle sähköntuotannolle aurinkopaneeleilla. Kulutuksen tasoittaminen vuorokauden sisällä on haasteellista, koska keskeinen syy vuorokausivaihteluun on valaistus, joka on päällä päivällä työntekijöiden mutta myös emakoiden tiinehtymisen edistämiseksi. Vuorokauden sisäisen kulutuksen tasaamiseksi osa henkilökunnasta ja emakoista pitäisi siirtää yövuoroon.

**AVAINSANAT:** sähkönkäyttö ja -tuotanto, sikala, aurinkopaneeli, lämpöpumppu

### 3-18 Hygrothermal properties of bio-based insulation materials for building industry

Filip Fedorik<sup>1</sup>, Jiri Zach<sup>2</sup>, Hanna-Riitta Kymäläinen<sup>3</sup>, Risto Kuisma<sup>3</sup>, Marja Jallinoja<sup>4</sup>, Kimmo Illikainen<sup>5</sup>, Sanna Alitalo<sup>5</sup>, Marja Lehto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University of Oulu

<sup>2</sup>Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering

<sup>3</sup>University of Helsinki, Department of Agricultural Sciences

<sup>4</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>5</sup>Oulu University of Applied Sciences, School of Engineering

#### ABSTRACT

It is important for the EU to enhance energy-efficiency, decrease lifespan carbon-intensiveness and increase sustainability of buildings. Building materials are an important factor in sustainability of buildings. The target of the European Renovation Wave Strategy is to increase energy-efficiency in housing by 2030. In the strategy specifically renewable insulation materials, which so far have a market share of less than 2% at the EU level, are mentioned. Due to the environmental impacts of conventional insulators (rock wool, glass wool and expanded polystyrene EPS), bio-based insulation materials have gained interest, and alternative insulation materials are sought for. In this study hygrothermal properties of eight bio-based thermal insulators were examined. The raw materials of the insulators were recycled paper, wood shavings, peat, and chicken feathers. About 65% of land area in Finland is forest. Recycled paper has potential to further decrease the environmental impacts of wood production, and wood chips are an important byproduct of sawn wood production. Peat is formed by decomposition and fragmentation of plants, mostly moss. Peatland and area covered with peat is approximately 27.6% of the land area in Finland. Approximately 10 000 tons of chicken feather is produced annually in Finland, and currently most poultry feathers are disposed of, used in landfills, or incinerated. The following hygrothermal properties were determined: density, thermal conductivity, specific heat capacity, moisture isotherm, and water vapor resistance factor. All insulation materials provide sufficient hygrothermal performance, which was comparable with conventional insulation materials with minimum embodied energy. The thermal conductivity of the materials was between 0.033–0.044W/(m·K) at 10 °C. The thermal resistances were in the low-to-medium density range. The water vapor diffusion resistance factor of the materials was in the range of 2.30–3.89 indicating high permeability. The moisture isotherms revealed the hygroscopic nature of the materials. Many factors affect the overall environmental impacts of insulators. According to literature, e.g. the fossil climatic impact of insulators made from peat and moss are significantly greater than those of cutter shavings and recycled paper insulator, but the energy intensity of loose-fill insulators made from these raw materials is smaller than that of board insulators. This study was carried out in four projects: Paikalliset Biopohjaiset Rakennusmateriaalit – PaiBiRa (A73145, funded by the European Regional Development Fund [ERDF] leverage from the EU 2014-2020), Climate Change and Health – CLIHE (project 329885, funded by the Academy of Finland, awarded to Filip Fedorik), New business from byproducts – Uusivu (funded by the Rural Development Programme for Mainland Finland 2014–2020 [chicken feathers]), and the Internal project of Faculty of Civil Engineering, Brno University of Technology (FAST-S-21-7355).

**KEYWORDS:** bio-based, renewable, thermal insulation, hygrothermal properties

### 3-19 Ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energia- tehokkuusvaatimuslaki ja sen vaikutus biokaasuntuotannossa

Virpi Reinikainen

ProAgria Etelä-Savo

#### TIIVISTELMÄ

2.8.2021 astui voimaan laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista, joka tukee EU:n tavoitteita olla hiilineutraali vuonna 2050. Laki velvoittaa kuntia ja valtiota hankkimaan tietyn osuuden vähä- ja nollapäästöisiä ajoneuvoja, kun ne tekevät uusia, lain voimaantulon jälkeen tehtäviä hankintoja. Hankinnoilla tarkoitetaan tieliikenteen moottoriajoneuvojen ostoa, vuokrausta, leasing-vuokraa, ajoneuvon osamaksuhankintaa tai tiettyjen liikennepalveluiden hankintaa. Velvoitteet on jaettu kahdelle hankinta-ajanjaksolle, 2.8.2021–2025 ja 2026–2030. Laissa on huomioitu alueellinen oikeudenmukaisuus ja kuntien osalta ympäristöystävällisten hankintojen vähimmäisosuuksia on porrastettu kunnittain perustuen etäisyyksiin, alueiden taloudellisiin valmiuksiin ja latausinfraan saatavuuteen. Etelässä kunnille on tiukemmat vaatimukset kuin pohjoisessa. Lisäksi 17 isolle kaupungille on tiukemmat vaatimukset. Laki korvaa ajoneuvojen energia- ja ympäristövaikutusten huomioon ottamisesta julkisissa hankinnoissa annetun lain. Lain vaatimukset on jaettu kolmeen eri ajoneuvoluokkaan eli henkilöautot ja kevyet hyötyajoneuvot, kuorma-autot ja linja-autot. Laki ei koske kaukoliikenteen linja-autoja, maa- ja metsätaloudessa käytettäviä ajoneuvoja tai kaksi- ja kolmipyöräisiä ajoneuvoja, eikä sääntelyä sovelleta esimerkiksi hälytysajoneuvoihin, asevoimien ajoneuvoihin ja rakennustyömaiden ajoneuvoihin. Myös pyörätuolinkäyttäjille tarkoitettut M1-luokan ajoneuvot on vapautettu vaatimuksista. Ympäristöystävällisiä henkilö- ja kevyt hyötyajoneuvoja ovat ensimmäisellä hankinta-ajanjaksolla lataushybridit tai täyssähköautot, toisella hankinta-ajanjaksolla täyssähköautot. Kummankin hankinta-ajanjakson aikana on näistä hankinnoista oltava 38.5 % ympäristöystävällisiä, eri maakuntiin kuuluvilla kunnilla on eri vähimmäisosuudet. Ympäristöystävällinen kuorma-auto kulkee joko biopolttoaineella, sähköllä, kaasulla tai vedyllä. Ensimmäisellä hankinta-ajanjaksolla näitä on oltava 9 % hankinnoista ja toisella hankinta-ajanjaksolla 15 %. Eri maakuntiin kuuluvilla kunnilla on eri vähimmäisosuudet. Ympäristöystävällinen linja-auto kulkee joko sähköllä, vedyllä, kaasulla tai biopolttoaineella. Kummankin hankinta-ajanjakson aikana puolet ympäristöystävällisistä linja-autoista on oltava täyssähköbusseja, ensimmäisellä jaksolla 20.5 % ja toisella jaksolla 29.5 %. Tavoite on porrastettu alueellisten erojen mukaan. Julkinen sektori voi halutessaan olla tärkeässä roolissa alkutuotantoon vaikuttajana, vaikka ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuslain vähimmäisosuudet eivät kuntaa koskisikaan. Jos toimintapoliittiset valinnat, mukaan lukien kunnan hankintastrategia, on tehty ennen kilpailuttamista, voidaan hankintatoiminta toteuttaa siten, että hankittavan palvelun sisältö määritellään niin, että paikallisillakin toimijoilla on mahdollista osallistua kilpailuun tasavertaisina yrittäjinä.

**AVAINSANAT:** biopolttoaine, ympäristöystävälliset julkiset hankinnat, alkutuotanto

### 3-20 Hajautettu biokaasuntuotanto tukemaan liikenteen siirtymää fossiilisesta uusiutuvaan

Saija Rasi<sup>1</sup>, Salla Ruuska<sup>2</sup>, Sari Luostarinen<sup>1</sup>, Auvo Sairanen<sup>1</sup>, Elina Virkkunen<sup>1</sup>, Jukka Markkanen<sup>1</sup>, Lilli Frondelius<sup>1</sup>, Olli Niskanen<sup>1</sup>, Ville Pyykkönen<sup>1</sup>, Kalle Aro<sup>1</sup>, Miika Kahelin<sup>2</sup>, Seppo Mönkkönen<sup>2</sup>, Jukka Ruotsalainen<sup>2</sup>, Mikko Järvinen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Savonia

#### TIIVISTELMÄ

Suomi tavoittelee kunnianhimoisesti kasvavaa biokaasuntuotantoa sekä tehokkaampaa ravinteiden kierrätystä. Suurin lisäpotentiaali biokaasuntuotannossa on maatalouden biomassoissa, ml. kotieläintuotannon lannat ja erilaiset kasvibiomassat. Pohjois-Savossa etenkin vahvan lypsykarjatuotannon lanta ja kasvintuotannon sivuvirrat voisivat mahdollistaa merkittävän biokaasuntuotannon ja tehostaa ravinteiden käyttöä paikallisesti ja alueellisesti. TEM:n asettaman kansallisen biokaasuohjelmaa valmistelleen työryhmän loppuraportin mukaan (28.1.2020) biokaasualan kehityksen merkittävimmät haasteet liittyvät toiminnan heikkoon kannattavuuteen. Kannattavuuden pullonkauloja ovat korkeat investointikustannukset sekä biokaasun ja mädätteen tai siitä jalostettujen lannoitevalmisteiden markkinoiden kehittymättömyys. FarmGas-PS 2 hankkeessa luodaan Pohjois-Savoon teknistaloudellinen ja kestävä toimintakonsepti, jossa biokaasun tuotanto ja mädätteen hyödyntäminen tapahtuvat hajautetusti maatiloilla tai maatilojen yhteisissä pienissä, alle 20 000 tn v<sup>-1</sup>, biokaasulaitoksissa. Biokaasun sisältämä energian hyödynnetään sen sijaan keskitetysti joko paineistettuna (CBG) tai nesteytettynä biometaanina (LBG). Hankkeessa selvitetään erilaisia biokaasun puhdistus-, nesteytys- ja kuljetusvaihtoehtoja, joita voidaan käyttää hajautetusti ja pienemmässä mittakaavassa. Tekniset ratkaisut voivat olla sijoitettu laitoksille tai osa tekniikasta voi olla laitosten yhteiskäytössä. Hankkeessa tehtävät skenaariot ovat lähtökohta maatilojen biokaasulaitosten varsinaiselle investointipilotille 2022–2025. Biokaasulaitoksille laaditaan perusliiketoimintamalleja, jotka pohjautuvat pohjoissavolaisten tilojen tai tilakeskittymien tietoihin. Mallien perusteella voidaan arvioida hajautetun tuotantokonseptin kannattavuutta sekä tilojen että muiden toimijoiden kannalta. Hanke tuottaa myös selkeän yhteenvedon biokaasuntuotantoon vaikuttavista ajureista ja muutospainesta paikallisella tasolla. Hankkeessa testataan ja demonstroidaan myös lantaan perustuvia ratkaisuja kuiviketurpeen korvaajina. Samalla parannetaan tilojen kannattavuutta, omavaraisuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Aiemmin Pohjois-Savossa on testattu ja otettu käyttöön muutamalla tilalla naudan lietalan separoinnin kuivajae navetan kuivikkeena. Biokaasuprosessin vaikutusta kuivajakeen hygieniaan ja käyttökelpoisuuteen kuivikkeena testataan mädätteestä separoitavalla kuivajakeella. Lietelannan kuivajakeen ja mädätteen kuivajakeen lisäaineina testataan esimerkiksi ruokohelpisilppua, kuitupuristetta, peltolevityskelpoista tuhkaa ja biohiiltä. Esimerkkilaitoksille lasketaan, miten ravinnetase muuttuu, kun mädäte käytetään sellaisenaan, separoituna lannoitteena tai separoituna kuivikkeena. Hanke toimii ajalla 1.6.2021–30.8.2023. Luonnonvarakeskuksen ja Savonia-ammattikorkeakoulun toteuttamaa hanketta rahoittaa Euroopan unionin aluekehitysrachasto Pohjois-Savon liiton kautta.

**AVAINSANAT:** biokaasu, hajautettu energiantuotanto, liikennebiokaasu, kuivike



### 3-21 Taipuvapohjainen leikkuupöytä ja erityyppiset laonnostimet herneen puinnissa

Matts Nysand, Heikki Jalli

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### TIIVISTELMÄ

Yleinen tahtotila on kauan ollut lisätä herneen ja härkävavun viljelyä ja sen myötä kotimaisen valkuaisen tuotantoa. Herneen ongelmalliseksi koettu puinti on kuitenkin tekijä, joka on rajoittanut viljelijöiden kiinnostusta. Herne lakoontuu melko usein, jolloin sen puinti on hidasta ja hankalaa. Lisäksi leikkuupöytä ei saa laon alimpia palkoja talteen. Siksi pöytätapot voivat olla suuret, jopa yli tonni hehtaarilta kuivapainona. Luonnonvarakeskus tutki vuonna 2019 mahdollisuutta vähentää tappioita käyttämällä leikkuupöytää, jonka terä ja pohja ovat taipuisat (Cressoni), joten se mukailee pellon epätasaisuuksia. Tällaisia pöytiä käytetään ulkomailla erityisesti soijan puintiin. Taipuvapohjaisen leikkuupöydän hyöty koevuonna oli kuitenkin pieni. Sitä käytettiin neljässä puinnissa: kaksi kertaa pystyherneessä, kerran lakoherneessä ja kerran lakokaurassa. Vain yhdessä puinnissa, pystyherneessä, syntyi tilastollisesti merkitsevä ero leikkuupöytätapoissa verrattuna tavalliseen pöytään, 166 kg ha<sup>-1</sup> taipuvan pöydän eduksi. Eron arvo oli noin 33 € ha<sup>-1</sup> koevuoden herneenhinnalla. Taipuvapohjaisen pöydän hankinta herneen tavanomaisia viljelyaloja varten ei ainakaan tämän koevuoden tuloksen perusteella kannata, koska sen hinta on suuruusluokkaa 7000 € kalliimpi kuin vastaavan levyisen tavallisen leikkuupöydän. Lakoherneen puinnissa, jossa taipuvapohjaisen pöydän odotettu hyöty olisi todella tarvittu, siitä ei ollut hyötyä. Laon korkeus oli noin 15 cm, ja molempien pöydän tappio oli noin 1100 kg ha<sup>-1</sup>. Laonostimia käytettiin tavallisessa pöydässä kauraa puitaessa, ei muissa puinneissa kummassakaan pöydässä. Taipuvaan pöytään niitä ei voi kiinnittää, lakoherneessä niitä ei voitu käyttää tukkeutumisten takia, ja pystyherneessä niitä ei katsottu tarpeelliseksi. Tutkimusta oli tarkoitus jatkaa seuraavana vuonna mutta ei voitu, koska taipuvapohjaisen pöydän kaatokelan käyttö vikaantui eikä sitä voitu korjata puintikaudella. Syksyllä 2020 verrattiin kahta laonostinmallia kiinnitettynä tavalliseen leikkuupöytään lakoherneen puinnissa. Laon korkeus oli noin 30 cm maasta. Ilman laonostimia jäi keskimäärin 606 kg ha<sup>-1</sup> hennettä saamatta talteen pellolle. Jäykähköjä laonostimia (Sampo) käytettäessä jäi noin 60 kg ha<sup>-1</sup> ja nivelöityjä (Gaterman) noin 120 kg ha<sup>-1</sup> pellolle. Laonostinmallien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä eli malleja voidaan pitää samanveroisina. Laonostimia käyttämällä saatiin siis keskimäärin noin 520 kg ha<sup>-1</sup> enemmän hennettä talteen. Mainitut tappiot, myös pöytätyypivertailussa, olivat pelkkiä leikkuupöytätapoita. Niiden lisäksi tulleet puintikoneiston tappiot ovat riippumattomia leikkuupöytävarustuksesta. Paheneva ongelma, syksyn edetessä ja syyskosteuden lisääntyessä oli, että laonostimet työnsivät hernekasvustoa eteensä ja välillä piti mennä poistamaan tukokset. Vielä syyskuussa laonostimet toimivat kutakuinkin, mutta lokakuun vielä kosteammassa oloissa herneen puinti ei enää onnistunut ollenkaan laonostimia käyttäen.

**AVAINSANAT:** herne, puintitappiot, leikkuupöytä, laonnostimet

## 4 KOTIELÄIMET

### **4-1 Umpilehmien kivennäisruokinta: kyselytutkimus maidontuottajille**

**Jonna Koskinen, Hilka Kämäräinen, Heli Wahlroos, Suvi Kyytsönen, Leena Kärkkäinen**

Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, FINLAND

#### **TIIVISTELMÄ**

Ummessaolokausi on lypsylehmän tuotantokierrossa tärkeää aikaa, sillä silloin luodaan pohja menestyksekkäälle tuotantokaudelle. Optimaalisella umpikauden ruokinnalla pystytään ehkäisemään monia ruokintaperäisiä sairauksia ja muita terveysongelmia. Lisäksi sillä voidaan edesauttaa helppoa poikimista ja korkeaa tuotosta lypsykaudelle. Umpilehmien kivennäisaineiden tarve on hyvin erilainen kuin muiden lehmien tai hiehojen. Vääränlainen kivennäisaineiden saanti voi sairastuttaa lehmät monella tavalla ja tuottaa ylimääräisiä lisäkustannuksia maitotilalla. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, minkälaisia karkearehujä umpilehmien ruokinnassa käytetään ja miten kivennäisruokinnasta huolehditaan. Lisäksi tutkimuksessa kartoitettiin maidontuottajien asenteita ja näkemyksiä umpilehmien kivennäisruokintaan. Tutkimuksessa tarkasteltiin sekä umpilehmien karkearehuista otettuja kivennäisanalyyssejä (n=23) että sähköisellä kyselylomakkeella kerättyjä vastauksia (n=29). Kyselytutkimukseen vastasi 11 maitotilallista, joilta oli tiedossa umpilehmien ruokinnassa käytettyjen karkearehujen kivennäisanalyysien tulokset. Vastaajista hieman yli puolet (55 %) oli ottanut umpikauden rehuista kivennäisanalyysit. Reilu kolmannes vastaajista (35 %) oli ottanut kivennäisanalyysit joistakin umpikauden rehuista mutta ei kaikista. Vastaajista noin neljäsosa (28 %) käytti umpilehmien ruokinnassa lypsylehmien ylijäämärehua, joka ei lähtökohtaisesti ole sopivaa umpilehmille korkean energiapitoisuutensa vuoksi. Lypsylehmien ylijäämärehun käyttö oli yleisempää erillisruokinnassa kuin seosrehuruokinnassa. Vastaajista 72 %:lla oli umpilehmille oma ruokintasuunnitelma. Vastausten perusteella voidaan päätellä, että maitotilalliset pitävät umpilehmien optimaalista kivennäisruokintaa pääosin hyvin tärkeänä mutta haastavana toteuttaa oikein. Tulokset osoittavat, että on sellaisiakin maitotiloja, joissa umpilehmiä ruokitaan ilman ruokintasuunnitelmaa ja rehujen kivennäisanalyyssejä. Vastausten perusteella karkearehujen analysoinnissa olisi parannettavaa. Ruokinnassa oli yleistä käyttää monia eri komponentteja. Ruokinnan kokonaiskivennäisainepitoisuutta ei voida tietää luotettavasti, jos kivennäisanalyysi puuttuu yhdestäkin rehusta. Umpilehmien hoito ja ruokinta on monimutkainen kokonaisuus. Umpilehmien kivennäisruokintaan tulisi kiinnittää aiempaa enemmän huomiota maitotiloilla. Oikea kivennäisruokintakaan ei auta ehkäisemään terveysongelmia, jos lehmiä syötetään muuten esimerkiksi liian energiapitoisella rehulla ja ne pääsevät lihomaan umpikaudella. Olisi ensiarvoisen tärkeää ottaa kivennäisanalyysit kaikista umpilehmille syötettävistä rehuista, jotta umpilehmien ruokintaan osataan optimoida tarpeisiin nähden sopivat kaupalliset kivennäisvalmisteet.

**AVAINSANAT:** lypsykarja, ruokinta, karkearehut, kivennäisaineet

## 4-2 Herne rypsin korvaajana lypsylehmien karkearehualtaisessa ruokinnassa

Anni Halmemies-Beauchet-Filleau, Elina Röyttä, Marjukka Lamminen, Tuomo Kokkonen, Aila Vanhatalo

Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Herne (*Pisum sativum*) on typensitojakasvi. Herneen ja muiden palkoviljojen viljely monipuolistaa viljelykiertoa, ylläpitää maan kasvukuntoa ja parantaa täydennysvalkuaisen omavaraisuusastetta kotieläintuotannossamme. Herneen siemenet sisältävät vähemmän valkuaista, mutta huomattavasti enemmän tärkkelystä kuin lypsylehmien ruokinnassa valkuaislisänä tyypillisesti käytetty rypsirouhe tai -puriste. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli verrata herneen ja rypsin vaikutusta lypsylehmien syöntiin ja maidontuotantoon ruokintamallin soveltuessa myös luomutuotantoon. Kokeessa tutkittiin myös merilevälisien vaikutusta maidon jodipitoisuuteen. Siltä osin tulokset on raportoitu rinnakkaisessa tiivistelmässä. Ruokintakoe tehtiin Viikin opetus- ja tutkimustilan navetassa keväällä 2020 osana kansainvälistä EIT Food INSPIRE-projektia. Kokeessa oli 12 keski- tai loppulypsykaudella olevaa ay-lehmää. Koemallina oli syklinen jaksokoe, jossa oli 3 jaksoa ja 6 koeruokintaa. Lehmät saivat vapaasti seosrehua, joka pohjautui 2. sadon nurmisäilörehuun (D-arvo 661 g kg<sup>-1</sup> kuiva-ainetta) ja ohraan. Koekäsittelyinä olivat seosrehun isonitrogeeninen valkuaiståydennys rypsipuriste tai herne (72 tai 109 g kg<sup>-1</sup> seosrehun kuiva-ainetta, vastaavasti) sekä lisävalkuaista sisältävien ruokintojen täydentäminen kahdella eri merilevällä. Seosrehun lisäksi lehmät saivat 1.8 kg d<sup>-1</sup> väkirehua, joka sisälsi melassileikettä, melassia, teollista kivennäistä ja merileväruokintoissa myös merilevää. Ruokinnan karkea- ja väkirehun suhde kuiva-aineessa oli 65:35. Koeruokinnat eivät vaikuttaneet rehun syöntiin, joka oli keskimäärin 22.9 kg kuiva-ainetta d<sup>-1</sup>. Maitotuotos (28.2 vs. 29.7 kg d<sup>-1</sup>) ja energiakorjattu maitotuotos (30.3 vs. 31.2 kg d<sup>-1</sup>) olivat pienemmät herne- kuin rypsirookintoissa. Herneruokinta lisäsi maidon valkuaispitoisuutta rypsirookintaan nähden (38.6 vs. 36.9 g kg<sup>-1</sup>), mutta valkuaisrehun lähteellä ei ollut vaikutusta valkuaisuutokseen herneruokinnan pienemmästä maitotuotoksesta johtuen. Maidon ureapitoisuus oli herneruokinnassa hiukan suurempi kuin rypsirookinnassa (26 vs. 23 mg dl<sup>-1</sup>) huolimatta siitä, että raakavaluaisen saanti oli rypsirookinnassa hieman herneruokintaa suurempi. Palkoviljojen valkuaisen pötsihajoavuuden tiedetään olevan rypsivaluaista suuremman, mikä on todennäköisesti johtanut pötsissä hajoavan rehuvaluaisen suurempaan ylimäärään saatavilla olevaan energiaan nähden herneruokintoissa rypsirookintoihin verrattuna. Pötsimikrobien niukka energian saanti saattoi rajoittaa hernevaluaisen hyväksikäyttöä, koska kokeessa oli karkearehualtainen ruokinta ja säilörehun sulavuus oli keskinkertainen. Merilevätäydennys ei vaikuttanut maitotuotokseen tai maidon koostumukseen laktoosin, rasvan, valkuaisen ja urean osalta. Hernevaluaisen maidontuotantovaste lypsylehmien karkearehualtaisessa ruokinnassa ei ollut tässä tutkimuksessa aivan rypsiuristeen veroinen, mikä saattoi ainakin osaksi johtua säilörehun heikohkosta sulavuudesta.

**AVAINSANAT:** lypsylehmä, herne, rypsi, valkuainen

## 4-3 Tuoresäilötty ohra kasvavien sonnien seosrehuruokinnassa

Arto Huuskonen, Katariina Manni

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin kolmella eri tavalla tuoresäilötyn ohran tuotantovaikutuksia maitorotuisten sonnien ruokinnassa. Koe suoritettiin Luke Ruukin toimipisteen tutkimuspihatossa. Kokeessa oli 52 kpl holstein- ja 48 kpl Nordic Red -rotuisia sonnia. Eläimet jaettiin kokeen alussa rodun perusteella neljälle koeruokinnalle, jolloin kullekin ruokinnalle tuli 13 holstein- ja 12 Nordic Red -sonnia (5 karsinaa ja 25 sonnia / koeruokinta). Ruokintakoetta varten viljelty Brage-ohra korjattiin puimalla ja säilöttiin neljällä eri tavalla: 1) puinti ja kuivaus noin 13 % kosteuspitoisuuteen, 2) puinti noin 30 % kosteuspitoisuudessa, säilöntä muurahaishappopohjaisella säilöntäaineella (AIV 2000 Plus Na), 3) puinti noin 20 % kosteuspitoisuudessa, säilöntä Maxammon-menetelmällä ja 4) puinti noin 20 % kosteuspitoisuudessa, säilöntä propionihappopohjaisella säilöntäaineella (Eastman Stabilizer Crimp). Koekäsittelyn 1 kuivattu ohra varastoitettiin kokonaisina jyvänä ja litistettiin ennen ruokintaa. Koekäsittelyjen 2–4 ohrat murskesäilöttiin. Murskaus tehtiin Murska 2000 valssimyllyllä, joka oli varustettu baggerilla. Tuoresäilötty viljat varastointiin tuubeissa, joiden halkaisija oli noin 2 metriä. Kukin viljan koekäsittely muodosti oman koeruokintansa. Ruokinta tapahtui seosrehuruokintana perustuen vapaaseen seosrehun saantiin. Kaikilla koekäsittelyillä seosrehussa oli nurmisäilörehua 50 %, ohraa 48.5 % ja kivennäis-vitamiiniseosta 1.5 % rehuannoksen kuiva-aineesta. Analyysitulosten perusteella kaikki tuoreviljat olivat säilyneet hyvin. Havaitut käymishappojen, etanolin ja ammoniumtyypen määrät olivat kaikilla tuoreviljoilla matalalla tasolla. Maxammon-menetelmällä säilötty ohra oli selkeästi emäksistä, koska menetelmä perustuu säilönnässä muodostuvaan ammoniakkikaasuun, joka tyypillisesti nostaa pH:n välille 8–9. Kokeessa käytetty nurmisäilörehu oli sekä ravitsemuksellisesti että säilönnällisesti laadultaan hyvää. Ruokintakoe alkoi tammikuussa 2019, jolloin sonnit painoivat keskimäärin 381 kg ja olivat 290 vuorokauden ikäisiä. Koe kesti 168 vuorokautta, ja sonnit teurastettiin keskimäärin 458 vuorokauden iässä. Tuoreviljaruokinnalla olleet sonnit söivät kokeen aikana seosrehua keskimäärin 6 % enemmän kuin kuivattua viljaa saaneet sonnit (11.19 vs. 10.57 kg ka pv<sup>-1</sup>), minkä seurauksena myös niiden energian saanti oli suurempaa. Sen sijaan eri tuoreviljaruokintojen välillä ei havaittu eroja rehun syönnissä tai energian saannissa. Tuoreviljaruokinnalla olleiden sonnien päiväkasvu (1410 vs. 1330 g pv<sup>-1</sup>) oli keskimäärin 6 % ja nettokasvu (759 vs. 729 g pv<sup>-1</sup>) 4 % parempi kuin kuivattua viljaa saaneilla sonneilla. Parempi kasvutulos johtui todennäköisesti suuremmasta energian saannista lisääntyneen rehun syönnin seurauksena. Eri tavoilla säilöttyjen tuoreviljojen välillä ei havaittu eroja sonnien kasvussa. Ruokintakäsittelyillä ei ollut merkittäviä vaikutuksia ruhon laatuun.

**AVAINSANAT:** naudanlihantuotanto, rehuvilja, tuoresäilöntä

## 4-4 Propionihappopitoinen säilöntäaine hidastaa vastapuidun viljan lämpenemistä

Arto Huuskonen, Katariina Manni, Erkki Joki-Tokola

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Viljan murskesäilöntä on edullinen ja nopea tapa säilöä viljaa. Yksi viljan tuoresäilönnän haaste on viive puinnin ja murskauksen välissä. Nykyisin säilöntäaine lisätään viljan sekaan yleensä vasta murskausvaiheessa. Tällöin vilja on saattanut odottaa murskausta kasassa tai kärryssä pahimmillaan jopa muutamia vuorokausia. Viiveen seurauksena viljan mikrobipitoisuudet lisääntyvät ja vilja lämpenee. Aerobisten mikrobien kasvua ja viljan lämpenemistä voidaan estää lisäämällä viljaan propionihappoon perustuvaa säilöntäainetta puintivaiheessa tai välittömästi sen jälkeen. Tätä menetelmää demonstroitiin Luke Ruukin toimipisteessä. Syksyllä 2018 tehtiin esikoe, jonka pohjalta koejärjestelyjä tarkennettiin ja koe toistettiin seuraavana syksynä. Molemmissa kokeissa viljana oli Brage-ohra. Koekäsittelyt tehtiin propionihappopitoisella säilöntäaineella, jonka annostelutasot olivat 2, 4 tai 6 l tn<sup>-1</sup>. Lisäksi mukana oli kontrollikäsittely ilman säilöntäainetta. Vuoden 2018 kokeen käsittelyt viljat ja kontrolli laitettiin avoimiin, 80 cm:n korkuisiin ja 150 litran suuruisiin saaveihin. Vuonna 2019 viljamäärät olivat edellistä vuotta pienempiä, ja ne laitettiin käsittelyiden jälkeen avonaisesti 30 litran styrox-kylmälaukkuihin. Molempina vuosina viljan lämpötilaa mitattiin viljan seassa olevilla dataloggereilla 10 vuorokauden ajan. Esikokeessa vuonna 2018 käsitelty viljamäärä oli kohtuullisen iso, minkä seurauksena viljan käsittely kesti kauan ja osa viljasta ehti lämmentä ennen käsittelyä. Tämä näkyi tuloksissa, sillä jopa korkeimman säilöntäainemäärän saanut vilja lämpeni enimmillään 35 °C:een. Ilmeisesti lämpenemisen estäminen on huomattavasti vaikeampaa, jos mikrobit ovat jo ehtineet lisääntyä viljassa. Siten mikäli puinnin jälkeen on tarkoitus lisätä säilöntäainetta lämpenemisen estämiseksi, on käsittely syytä tehdä viipymättä puinnin yhteydessä. Pidemmän aikavälin tarkastelussa propionihappopitoisen säilöntäaineen lisäys kuitenkin rajoitti viljan lämpenemistä kontrolliin verrattuna. Syksyn 2019 kokeessa säilöntäainekäsittelyiden jälkeen jo tunti säilönnästä kaikkien käsittelyiden viljan lämpötila oli noussut. Kosteaa viljan pilaantumisherkkyys näkyi viljan lämpötilan nopeana nousuna säilöntäainelisäyksestä huolimatta. Propionihappopitoinen säilöntäaine kuitenkin rajoitti lämpenemistä. Koko seurantajakson aikana kahdella suurimmalla säilöntäaineen annostelutasolla lämpötilan nousu oli vähäisempää kuin pienimmällä säilöntäainemäärällä ja kontrollilla. Vaikka propionihappoa sisältävä säilöntäaine on tarkoitettu ensisijaisesti kuivahkon viljan säilöntään, kun pääasiallinen haaste on homeiden torjunta, tulosten perusteella sitä voidaan käyttää kosteammallakin viljalla ehkäisemään puidun viljan lämpenemistä, mikäli murskaus viivästyy. Edellytyksenä kuitenkin on, että säilöntäainekäsittely tehdään joko puinnin yhteydessä tai välittömästi sen jälkeen. Näin tehty säilöntäaineen lisäys viljaan tuo joustavuutta viljan korjuuseen ja murskesäilöntään.

**AVAINSANAT:** vilja, tuoresäilöntä, hiiva, home

## 4-5 Lyhyellä kasvuajalla korjatun nurmen jälkisadon maidontuotantovaikutus

Auvo Sairanen, Annu Palmio

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Oletusarvoisesti nurmirehujen jälkisatojen maidontuotantovaikutus on ensimmäistä satoa heikompi. Jälkisatojen osalta kolmen niiton strategian erikoismuoto on aikaistettu toinen säilörehusato. Ensimmäinen sato korjataan kohtuullisen aikaisin, jolloin 4–5 viikon jälkikasvuajalla päästään 1500–2000 kg ka ha<sup>-1</sup> satotavoitteeseen toisessa korjuussa ja kolmas sato pääsee kasvuun aikaisin heinäkuussa. Tällöin loppukesän osuus kasvuajasta lyhenee ja kolmannen sadon - ja samalla koko kesän rehusadon - maidontuotannollinen arvo on paras mahdollinen. Tässä esitetty koe oli osa VarmaNurmi-hanketta ja kokeen tavoitteena oli tutkia aikaistetun toisen sadon korjuuajankohdan vaikutusta lypsylehmien rehun syöntiin ja maitotuotukseen. Oletuksena oli, että erot eri säilörehusatojen maidontuotantovaikutuksessa ovat pieniä. Kokeessa oli 39 keski- ja loppulaktaatioissa ollutta lypsylehmää, joiden maitotuotos oli 30 (± 8.4) kg ja aikaa poikimisesta 185 (± 72.7) pv kokeen alkaessa. Koemallina oli kaksijaksoinen cross-over. Lehmät oli jaettu poikimakerran, maitotuotoksen ja poikima-ajankohdan perusteella seitsemään blokkiin. Koekäsittelyinä olivat ensimmäinen, toinen ja kolmas säilörehusato. Toinen sato oli paalattu ja kaksi muuta säilötty laakasiilossa. Rehut syötettiin lehmille seosrehuna, jonka keskimääräinen väkirehuprosentti oli 36 ja rypsin osuus seoksen kuiva-aineessa 9 %. Säilörehujen sellulaasiliukoisuuteen perustuvat D-arvot olivat satojärjestyksessä 704, 720 ja 697 g kg<sup>-1</sup> ka. Vastaavasti raakavalkuiset olivat 174, 213 ja 178 g kg<sup>-1</sup> ka. Aikaisin korjattu toinen sato oli selvästi sulavinta. NIR-analyysin perusteella rehut olivat säilyneet hyvin ja ainoastaan toisen sadon rehussa ammoniakkin ja haihtuvien rasvahappojen osuudet olivat lähellä suositusten maksimiarvoja. Aikaistettu jälkisatojen korjuuajankohta toimi kokeessa hyvin. Ensimmäinen ja viimeinen sato tuottivat maitoa saman verran ja toinen sato oli tuotantovaikutukseltaan korkein. Ekm-tuotokset satojärjestyksessä olivat 33.0, 34.6 ja 32.9 kg pv<sup>-1</sup> ( $p < 0.01$ ). Hankkeen edellisessä kokeessa aikaistettu kolmas sato tuotti noin 1.5 kiloa vähemmän maitoa ensimmäiseen satoon verrattuna. Rehujen syönti oli linjassa aikaisempien koetulosten kanssa eli ensimmäistä sadon dieettiä syötiin eniten ja kolmannen sadon dieettiä vähiten. Näiden dieettien välinen ero rehunkulutuksessa oli 1.2 kg ka pv<sup>-1</sup>. Ensimmäisen sadon kuiva-aine ja säilörehun syönti-indeksi olivat koerehuista korkeimmat. Lukuarvot huomioiden ensimmäisen sadon tuotantovaikutus oli odotuksia heikompi jälkisatoihin verrattuna. Kuiva-aineena laskettu rehuhyötysuhde oli aikaisempien koetulosten kaltainen eli ensimmäisen sadon rehuhyötysuhde oli matalin. Satojärjestyksessä hyötysuhteet olivat 1.35, 1.45 ja 1.40 kg EKM kg<sup>-1</sup> kuiva-ainesyöntiä. Aikaistetun toisen säilörehusadon maidontuotantovaikutus oli odotuksia parempi. Tutkimuksen mukaan lyhennetyllä nurmen jälkikasvuajalla on positiivisia vaikutuksia säilörehun rehuarvoon ja sitä kautta maitotuotukseen.

**AVAINSANAT:** nurmi, korjuuaika, d-arvo

## 4-6 Terästysrehu - aikaisin korjattu ensimmäinen sato vastapoikineiden energiataseen ylläpitäjänä

**Auvo Sairanen, Sari Kajava**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tuotannon kannalta lehmien kriittisin ajanjakso on poikimisen jälkeinen kuukausi, jolloin lehmät ovat negatiivisessa energiataseessa ja alttiimpia tuotantosairauksille. Sateisena kesänä korjatun säilörehun laatu jää usein riittämättömäksi vastapoikineiden vaatimuksiin nähden. Tilanteeseen voi varautua ylläpitämällä hyvälaatuista ensimmäisestä sadosta korjattua rehun varmuusvarastoa, josta voi käyttää nimitystä terästysrehu. Rehu voi olla paalattu, jolloin se on joustavasti kohdennettavissa vastapoikineiden ryhmälle. Tässä esitetty koe oli osa VarmaNurmi-hanketta ja tutkimuksen tavoitteena oli testata terästysrehun vaikutusta vastapoikineiden lehmien energiataseeseen. Ruokintakäsittelynä kokeessa oli nurmirehun jälkisato (Perusrehu) tai jälkisadon ja ensimmäisen sadon seos (Terästysrehu). Terästysrehudieetissä jälkisadosta oli korvattu 40 % ensimmäisen sadon rehulla. Nurmen ensimmäisen sadon D-arvo oli  $713 \text{ g kg}^{-1}$  ka ja jälkisadon D- arvo  $706 \text{ g kg}^{-1}$  ka. Jälkisato oli kuivuuden hidastaman kasvun vuoksi poikkeuksellisen sulavaa. Koerehut syötettiin seosrehuna, jossa keskimääräinen väkirehuosuus oli 44 %. Lehmiltä mitattiin maitotuotos, rehunkulutus, elopaino ja laskennallinen energiatase 8 viikon ajan poikimisesta alkaen. Kokeen jälkeen lehmät siirtyivät samalle vakioruokinnalle, joka muodosti samalla jälkikovariaattijakson. Koeasetelma oli satunnaistettujen lohkojen koe toistomittauksella. Lohkon muodosti poikimisten suhteen toisiaan lähellä oleva pari, jonka tuotoshistoria oli samankaltainen. Mallin kiinteät muuttujat olivat dieetti, pari, jälkikovariaatti ja toistotekijänä laktaatioviikko. Lisäksi testattiin laktaatioviikko\*dieetti yhdysvaikutus. Terästysrehun käyttö lisäsi odotetusti sekä syöntiä että maitotuotosta heti poikimisen jälkeen. Ensimmäiset kaksi viikkoa maitotuotokset olivat molemmilla ryhmillä samat, mutta syönti oli Terästysrehulla suurempi. Tilastotestin mukaan kokeessa ei ollut laktaatioviikko\*dieetti-yhdysvaikutusta rehun hyväksikäytössä tai energiataseissa, mutta syönti- ja tuotosdatan perusteella terästysrehusta saatava etu oli suurimmillaan heti poikimisen jälkeen ja pieneni kokeen edetessä. Laskennallinen energiavaje oli syvimmillään kaksi viikkoa poikimisen jälkeen ja Perusrehulla vaje oli  $20 \text{ MJ ME pv}^{-1}$  suurempi kuin Terästysrehulla. Poikimisen jälkeen lehmien elopaino oli molemmilla ryhmillä sama  $690 \text{ kg}$ . Perusrehuryhmän lehmät menettivät painoaan keskimäärin  $38.6 \text{ kg}$  ja Terästysrehuryhmän lehmät vain  $8.4 \text{ kg}$ . Painonpudotus kesti Terästysryhmällä viisi viikkoa ja Perusryhmällä kuusi viikkoa. Terästysrehun käytöstä oli selkeästi hyötyä lehmien painonmenetyksen hillitsemisessä ja energiataseen hallinnassa poikimisen jälkeen. Kokeessa käytetty Perusrehu oli myöhäisestä korjuuajankohdasta huolimatta laadultaan hyvää, joten Terästysrehun ravitsemuksellinen etu todennäköisesti kasvaa korvattavan rehun laadun heikentyessä.

**AVAINSANAT:** energiatase, herutusvaihe

## 4-7 Lajikkeen, korjuuajan ja katekalvon vaikutus säilörehumaissin satoon Pohjois-Savossa

Auvo Sairanen<sup>1</sup>, Anniina Liimatainen<sup>2</sup>, Kaisa Kuoppala<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Maissinviljelyn raja siirtyy vähitellen kohti pohjoista. Yli 10 000 kuiva-ainekilon satotasoa voidaan odottaa Pohjois-Savossa ja Keski-Pohjanmaalla. Rajoittavana tekijänä viljelyssä on kasvuvaatimuksiin nähden matala lämpösumma, jonka vuoksi kasvustoon ei ehdi muodostua riittävästi rehuarvoa nostavaa tärkkelystä. Maissin lämpösummavaatimusta on saatu pienennettyä jalostuksen avulla. Aikaisten maissilajikkeiden soveltuvuutta Pohjois-Savon olosuhteisiin tutkittiin Luke Kuopion Maaningan toimipisteellä kasvukausina 2019 ja 2020. Ensimmäisenä vuonna lajikkeet olivat MAS08F, MAS10A, Pioneer 7326 ja Pioneer 7034. Toisena vuonna lajikkeet olivat MAS10A, Pioneer 7326, Ambient ja Pyroxenia. Lajikkeista kaksi viimeisintä voidaan lukea ultra-aikaisiin. Katekalvon vaikutusta testattiin MAS10A ja Pioneer 7326 lajikkeilla kolmella korjuuajalla. Viimeisin oli kasvuston lakastuttua ja kaksi edellistä noin kolmen viikon välein. Kylvön ja korjuun välisen ajan lämpösumma oli ensimmäisenä koevuonna 1205 °C. Heinä- ja elokuu olivat poikkeuksellisen vähäsateisia. Sato lisääntyi korjuuaikojen (26.8–3.10) välillä 75 kg ka/pv viimeiseen korjuukertaan saakka. Kuiva-aine oli korjuuhetkellä 195 g/kg ka (+ 1.1 g/pv). Lajikkeista suurin sato oli MAS10 A lajikkeella (15305 kg ka/ha) muiden lajikkeiden välillä ei ollut eroja ja niiden keskisato oli 13078 kg ka/ha. Lajikkeiden välillä ei ollut eroa D-arvossa (viimeisessä korjuussa keskimäärin 564 g/kg ka). Sadon tärkkelyspitoisuus jäi viimeisessä korjuuajankohdassa kaikilla lajikkeilla keskimäärin alle 20 g/kg ka. Vuonna 2020 maissin kylvön ja korjuun välinen lämpösumma oli korjuuhetkellä 15.10. 1288 °C. Varsinkin elokuu oli poikkeuksellisen lämmin. Kesäkuu oli lähes sateeton, mutta heinäkuusta eteenpäin sadesumma oli tavanomainen. Sato lisääntyi korjuuaikojen (28.8.–15.10) välillä 84 kg ka/pv. Kuiva-aine oli viimeisessä korjuussa 226 g/kg ka (+ 1.3 g/pv). Tärkkelystä rehuun oli kertynyt viimeiseen korjuuajankohtaan mennessä keskimäärin 99 g/kg ka. Yllättäen aikaisten ja myöhäisempien lajikkeiden välillä ei ollut merkitsevää eroa tärkkelyspitoisuudessa eikä myöskään D-arvossa (keskimäärin 649 g /kg ka). Ultra-aikaisten lajikkeiden keskisato oli 15170 kg ka/ha ja myöhäisempien keskisato oli 19170 kg ka/ha. Korjuuajankohdan eteneminen vähensi sokeripitoisuutta, mutta muuten korjuuajankohtien erot rehuanalyysiarvoissa olivat molemmissa kokeissa pieniä. Samoin katekalvon vaikutus rehun laatuun jäi vähäiseksi, mutta se nosti satoa molempien vuosien keskiarvona 3813 kg ka/ha. Kummassakaan kokeessa kasvuolosuhteet eivät olleet riittävän suotuisia saavuttamaan maissirehulle tavoiteltavaa tärkkelyspitoisuutta. Riittämättömän lämpösumman lisäksi kuivuus hidastaa maissin kehitystä. Katekalvolla oli suuri merkitys sadon lisääjänä, mutta se ei nopeuttanut kasvien tuleentumista. Ultra-aikaisten lajikkeiden sadon määrä oli muita pienempi eikä kasvuston energia- tai tärkkelyspitoisuus kompensoinut sadon vähäistä määrää.

**AVAINSANAT:** maissi, lämpösumma



## 4-8 Orgaaniset hapot parantavat kuivahkon murskeviljan säilönnällistä laatua

Marketta Rinne, Marcia Franco, Tomasz Stefanski, Taina Jalava, Kaisa Kuoppala, Arto Huuskonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Murskevilja säilöntämenetelmänä tuo monia etuja rehuviljan kuivaamisen verrattuna. Vaatimukset korjuuajalle ja säälle eivät ole yhtä tiukat kuin kuivan viljan, ja kuivurin investointi- ja käyttökulut jäävät pois. Murskeviljan tuotantovaikutuksen niin maidon- kuin lihantuotannossa voi myös olettaa olevan vähintään yhtä hyvän kuin vastaavan kuivan viljan. Murskeviljan säilöntään on kuitenkin paneuduttava huolella. Säilöntä perustuu samaan mekanismiin kuin nurmisäilörehulla eli hapettomissa olosuhteissa tapahtuvaan maitohappokäymiseen. Kun viljan kosteus on korkeahko (yli 30 %), se säilyy yleensä hyvin, sillä se tiivistyy tehokkaasti eikä kuivuus rajoita maitohapon tuotantoa. Usein murskesäilöitään kuitenkin kuivempaa viljaa, jolloin homehtumisriski säilönnän aikana samoin kuin rehun jälkilämpenemisherkkyys kasvavat. Tässä pilottimittakaavan säilöntäkokeessa selvitettiin happopohjaisten säilöntäaineiden vaikutusta kuivahkon murskeviljan säilönnälliseen laatuun. Kokeessa käytettiin puintikostea vehnää, joka murskattiin Murska-myllyllä ja johon lisättiin vettä niin, että raaka-aineen kosteuspitoisuus oli 28 %. Mikrobiologiselta laadultaan viljan jyvät olivat hyviä (kokonaisbakteerien, hiivojen ja homeiden määrät  $1.4 \cdot 10^7$ ,  $7 \cdot 10^4$  ja  $2.3 \cdot 10^5$  pesäkkeitä muodostavaa yksikköä/g). Vilja säilöttiin lasipurkkeihin ja säilöntäaineina käytettiin yhteensä 7 erilaista muurahaishappo- ja propionihappopohjaista säilöntäainetta kolmena kerranteena. Lisäksi tehtiin kontrollirehu ilman säilöntäainelisäystä. Säilöntäaika oli 2 kk ja rehut analysoitiin Luken laboratorion standardimenetelmin. Lisäksi rehujen aerobista stabiilisuutta eli pilaantumisherkkyttä säilön avaamisen jälkeen selvitettiin mittaamalla lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden nousua sekä seuraamalla silmämääräisesti rehujen homehtumista. Vilja oli sen verran kuivaa, että säilönnän aikana ei tapahtunut maitohapon muodostumista. Kontrollirehussa oli tapahtunut jonkin verran etanolikäymistä (etanolin pitoisuus 8 g/kg kuiva-ainetta) ja se myötä säilöntätappiot olivat kontrollirehussa suuremmat kuin muissa rehuissa. Säilöntäaineiden käyttö laski rehujen pH:ta, joka oli kontrollirehussa 6,16 ja käsitellyissä rehuissa keskimäärin 5,29. Säilöntäaineiden lisäys paransi myös rehujen aerobista stabiilisuutta. Kontrollirehussa 2 C-asteen lämpötilan nousu saavutettiin 87 tunnissa, kun parhaalla säilöntäainekäsittelyllä (muurahaish- ja propionihappo yhdessä, annostus 7 l/tonni) aika pidentyi 174 tuntiin. Säilöntäainepitoisuuden lisääminen lisäsi tehoa, joten haastavissa tilanteissa säilöntäaineen määrän lisääminen parantaa säilöntävarmuutta. Lämpötilan nousun ja hiilidioksidin muodostumisen yhteys oli hyvä ( $R^2 = 0.979$ ), joten molemmat menetelmät soveltuvat tutkimuskäyttöön. Silmämääräinen homehtumisen arviointi ei ollut yhtä tarkka menetelmä, mutta antoi kuitenkin viitteitä pilaantumisherkkydestä ( $R^2 = 0.567$ ).

**AVAINSANAT:** aerobinen stabiilisuus, muurahaishappo, propionihappo, rehuvilja

## 4-9 Murskeviljan kosteuspitoisuus ja säilöntäaineet vaikuttavat säilönnälliseen laatuun

Marketta Rinne, Marcia Franco

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Murskeviljan säilöntä perustuu samaan mekanismiin kuin nurmisäilörehulla eli hapettomissa olosuhteissa tapahtuvaan maitohappokäymiseen. Raaka-aineen kosteuspitoisuus vaikuttaa mikrobitoiminnan aktiivisuuteen ja mitä kuivempaa vilja on, sitä vähemmän käymistä tapahtuu. Murskeviljan mikrobitoimintaa voidaan ohjata myös säilöntäaineilla. Tässä pilottimittakaavan säilöntäkokeessa selvitettiin murskeviljan kosteuspitoisuuden ja säilöntäainevaihtoehtojen vaikutusta murskeviljan käymislaatuun ja aerobiseen stabiilisuuteen. Kokeessa käytettiin puintikosteaa (kosteuspitoisuus 199 g kg<sup>-1</sup>) ohraa, joka murskattiin Murska-myllyllä ja johon lisättiin vettä niin, että säilöttyjen erien kosteuspitoisuudet olivat 228, 287 ja 345 g kg<sup>-1</sup>. Vilja säilöttiin lasipurkkeihin kolmena kerranteena ja säilöntäaineina käytettiin kolmea erityyppistä säilöntäainetta: heterofermentatiivinen maitohappobakeeriympä (LAB), suolapohjainen säilöntäaine (suola) ja muurahais- ja propionihappopohjainen säilöntäaine (happo). Lisäksi tehtiin kontrollirehu ilman säilöntäainelisäystä. Rehut analysoitiin Luken laboratorion standardimenetelmin. Kosteuspitoisuus lisäsi lineaarisesti käymistuotteiden (maitohappo, etikkahappo, etanoli) muodostumista ja ammoniumtyypen osuutta kokonaistypestä ja laski pH:ta (5.81, 4.83 ja 4.28 kosteuspitoisuuden noustessa). Myös voi-happo oli hieman kohonnut korkeimmassa kosteuspitoisuudessa ilman säilöntäainetta tehdyssä rehussa. Kosteuspitoisuuden lisääminen paransi rehujen aerobista stabiilisuutta, joka tässä kokeessa mitattiin aikana, joka ilman kanssa kosketuksissa olevan näytteen lämpenemiseen kuluu 2 C-asteen eron saavuttamiseen. Ajat tunteina nousevan kosteuspitoisuuden järjestyksessä olivat 107, 168 ja 267. Kontrolliin verrattuna LAB lisäsi maitohappokäymistä ja paransi hieman aerobista stabiiliisuutta. Suolan vaikutukset käymisprofiiliin olivat vähäisiä, mutta aerobinen stabiilisuus parani. Happo rajoitti käymistä ja paransi aerobista stabiilisuutta. Säilöntäaineiden tulokset järjestyksessä kontrolli, LAB, suola ja happo olivat pH:n osalta 5.32, 4.75, 5.29 ja 4.54; ja aerobiselle stabiilisuudelle vastaavasti 103, 131, 190 ja 298 tuntia. Säilöntäaineiden käyttö pienensi myös painotappiota säilönnän aikana. Tuloksissa havaittiin joitain yhdysvaikutuksia. Esimerkiksi happo paransi aerobista stabiilisuutta selvästi myös kuivimmassa viljassa (tulos 265 h) jossa muiden säilöntäaineiden teho oli vähäisempi (keskiarvo 58 h). Lisäksi happo rajoitti ammoniakkityypen osuutta kokonaistypestä myös kosteimmissa rehussa. Säilöntäaineiden käytöstä oli etua kaikissa kosteuspitoisuuksissa. Jos murskevilja on kuivahkoa, haasteena on homehtuminen ja nopea lämpeneminen siilon avaamisen jälkeen. Kovin kostea vilja puolestaan on altis virhekäymiselle. Kosteuspitoisuuden määrittäminen auttaa tunnistamaan riskejä rehun laadulle ja mahdollistaa niihin varautumisen säilöntäainetta käyttämällä.

**AVAINSANAT:** aerobinen stabiilisuus, käymislaatu, ohra, rehuvilja

## 4-10 Säilörehun laatuun vaikuttavat monet tekijät

Marketta Rinne, Marcia Franco, Arto Huuskonen, Katariina Manni

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Säilörehun säilönnällinen laatu vaikuttaa säilöntätappioiden määrään, aerobiseen stabiilisuuteen sekä eläinten syöntiin ja tuotokseen ja lopulta vielä tuotteiden laatuun, joten sitä ei voi liikaa korostaa. Säilörehun laatuun vaikuttavat lukuisat tekijät kirjaimellisesti ruohonjuuritasolta lähtien. Tässä abstraktissa esitetään tulokset kahdesta pilottimittakaavan säilöntäkokeesta, joissa selvitettiin säilöntäaineiden, siilon painottamisen ja esikuivauksen vaikutuksia nurmisäilörehun laatuun. Kokeet suoritettiin Luke Jokioisilla timotei-nurminadan seoskasvustosta, joka korjattiin maatilamittakaavan tarkkuussilppurilla. Molemmissa kokeissa käytettiin samoja viittä säilöntäainekäsittelyä valmistajien suosittelemilla annostustasoilla: Kontrolli, homofermentatiivinen maitohappobakteeriympä (hoLAB), heterofermentatiivinen maitohappobakteeriympä (heLAB), suola ja muurahaihapopohjainen tuote (happo). Ensimmäisen sadon raaka-aineen kuiva-ainepitoisuus oli  $358 \text{ g kg}^{-1}$  ja siilojen painotus tehtiin joko normaalisti, löyhästi tai viivästyttämällä seuraavaan päivään. Viivästetty käsittely tiivistettiin normaalisti, mutta silo jätettiin auki seuraavaan päivään, jolloin tiivistystä jatkettiin. Toisessa sadossa rehut tehtiin tuoreesta ( $223 \text{ g kg}^{-1}$ ) tai pitkälle esikuivatusta ( $517 \text{ g kg}^{-1}$ ) raaka-aineesta. Säilöntä tehtiin koesiiloihin 3 kerranteena käsittelyä kohti ja säilöntäaika oli 3 kk. Näytteet analysoitiin Luken laboratorion standardimenetelmin. Säilöntäaineiden vaikutukset rehujen käymislaatuun ja aerobiseen stabiilisuuteen olivat varsin tyypillisiä. Siilojen painotusmenetelmillä oli vain vähäisiä vaikutuksia tuloksiin. Tässä voi kuitenkin olla kysymys siitä, että pilottisiilot eivät tämäläyppisissä kysymyksissä kuvaa riittävästi maatilasiilojen olosuhteita, jotka eivät ole täysin ilmatiiviitä ja joiden rintamus on syöttöaikana pitkään auki. Ruohon esikuivaus rajoitti käymistä ja vaikutus oli erityisen voimakas happokäsittelyllä. Keskimääräinen aerobinen stabiilisuus oli käsittelyille kontrolli, hoLAB, heLAB, happo ja suola 143, 137, 248, 297 ja 348 tuntia. Jälkimmäisessä kokeessa hoLAB lämpeni jopa kontrollia nopeammin. Pilottimittakaavan siilot soveltuivat hyvin säilöntäaineiden vaikutusten selvittämiseen, mutta siilojen painotuksen osalta erot eivät vastanneet oletusta. Myös jälkilämpenemistuloksia muiden kuin säilöntäainekäsittelyiden osalta on tulkittava varovasti, koska kuiva-ainepitoisuuden muutos vaikuttaa näytteen lämpötilouteen. Tässä kokeessa säilöntäainekäsittelyiden ja muiden menetelmien väliset yhdysvaikutukset olivat vähäisiä eli säilöntäaineet vaikuttivat pääsääntöisesti samansuuntaisesti painotuksesta ja rehun kuiva-ainepitoisuudesta huolimatta. Ympit vahvistivat hieman maitohappokäymistä ja HeLAB:in etu jälkilämpenemistä estävänä hoLAB:iin verrattuna tuli selvästi esiin. Happo rajoitti käymistä ja hidasti jälkilämpenemistä. Suolan vaikutus käymislaatuun oli vähäinen, mutta se osoittautui tehokkaaksi jälkilämpenemisen estäjäksi.

**AVAINSANAT:** aerobinen stabiilisuus, esikuivaus, painotus, säilöntäaine

## 4-11 Oljen irtosäilöntä

**Katariina Manni, Arto Huuskonen**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Kuivikekäyttöön tarkoitettu olki korjataan yleensä paalaamalla ja säilöntä perustuu korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen. Mikäli olki joudutaan korjaamaan paaleihin kosteana, se pitää kääriä muoviin säilyvyyden varmistamiseksi. Tämä lisää työtä ja kustannuksia. Yksi vaihtoehto on korjata olki silppurilla ja varastoida se irttona esimerkiksi katon alle, laakasiiloon tai aumaan. Oljen irtosäilöntäkoetta toteutettiin maatilamittakaavassa Luonnonvarakeskuksen koetoiminta-asemalla Ruukissa syksyllä 2020. Ohranolki korjattiin tarkkuussilppurilla ja siirrettiin peräkärjessä varastoihin. Vertailussa oli viisi erilaista säilöntämenetelmää: Katon alle tiiviisti varastoitu mahdollisimman kuiva olki (1), kahteen laakasiiloon toiseen ilmatiiiviisti puintikosteana (2) ja toiseen mahdollisimman kuivana (3) AIV Ässä Na -säilöntäainetta käyttäen, säilörehulla painottaen ja vakuukalvolla ja aumamuovilla peitettynä varastoitu olki sekä kahteen peltoaumaan tiivistämättä ja aumamuovilla peitettynä varastoitu mahdollisimman kuiva olki, joista toisen seassa oli Propcorn NC -säilöntäainetta (4) ja toinen varastoitiin ilman säilöntäainetta (5). Olkivarastojen lämpötilaa mitattiin dataloggereilla koko varastointijakson ajan. Olkimäärät punnittiin ja varastointitilavuudet mitattiin säilönnän yhteydessä. Oljesta määritettiin korjuun yhteydessä ja kaksi kertaa varastoinnin aikana kuiva-ainepitoisuus ja vedensidontakyky sekä arvioitiin subjektiivisesti säilyvyyttä, pölyävyyttä ja hygieenistä laatua. Sateisista korjuuoloista johtuen osa säilöntäkäsittelyistä jouduttiin tekemään suunniteltua märemmällä oljella. Peltoaumoihin varastoidun oljen kuiva-ainepitoisuus korjuuhetkellä oli vain 40 % ja se kompostoitui. Katon alle varastoidun oljen kuiva-ainepitoisuus oli säilöntähetkellä 67 %, laakasiiloon varastoidun kuivemman oljen 71 % ja puintikostean 55 %. Säilönnän alussa mitattu oljen vedensitomiskyky oli sitä parempi, mitä kuivempaa olki säilöntähetkellä oli. Myöhemmissä mittauksissa ero ei ollut enää yhtä selkeä. Laakasiiloihin säilötty olki ja painona ollut säilörehu säilyivät hyvin. Ainoastaan pohjalle kertyneen puristenesteen seurauksena olki oli märkää ja siten käyttökelpotonta. Katon alle tiivistämällä varastoitu olki säilyi kohtalaisesti. Alussa se lämpeni huomattavasti, mutta lämpötila aleni varastoinnin edetessä. Lisäksi siinä oli homeisia kohtia, jotka aiheuttivat pölyämistä olkea käsiteltäessä. Laakasiiloissa olki oli tiiviimmin varastoituneena kuin katon alla, mikä vähentää varastotilan tarvetta. Oljen säilöntä ilmatiiivisti laakasiiloon on varteenotettava vaihtoehto. Ilmatiivis säilöntä näyttäisi soveltuvan melko kosteankin oljen säilöntään niin, että olki säilyy käyttökelpoisena kuivikkeena ja ruokinnassa käytettäväksi.

**AVAINSANAT:** kuivike, silppuri, säilöntäaine

## 4-12 Murskesäilötyn viljan säilönnällinen ja mikrobiologinen laatu tilanäytteissä

Katariina Manni, Arto Huuskonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Homeet voivat olla yksi tuoresäilötyn viljan ongelma. Mikäli vilja puidaan suosituksia kuivempaan, hyötynä on puintiön nopeutuminen, mutta samalla säilönnälliset haasteet, erityisesti homehtumisriski, saattavat lisääntyä. Homeet voivat aiheuttaa rehun nopean pilaantumisen, varsinkin, jos säilö avataan lämpimällä ilmalla. Murskesäilötty vilja voi pilaantua kauttaaltaan tai siinä saattaa esiintyä yksittäisiä pilaantumispesäkkeitä. Tilanäytteisiin perustuvassa selvityksessä seurattiin murskesäilötyn viljan mikrobiologista laatua ja käymislaatua puinnista ruokintaan saakka. Näytteitä otettiin kuuden tilan viljasta ennen murskausta ja säilöntää sekä kaksi kertaa säilönnän jälkeen, kun vilja oli syötössä. Murskesäilötty viljanäytteet otettiin pinnasta ja syvemältä rehusta. Ennen murskausta ja säilöntää otetuista näytteistä määritettiin kuiva-aine, raakavalkuainen, kuitu ja tärkkelys. Lisäksi tehtiin mikrobiologiset analyysit, joissa määritettiin kokonaisbakteerien, hiivojen ja homeiden määrät. Murskesäilötystä viljoista määritettiin kuiva-aine, käymislaatu (pH, ammonium-N, sokerit, etanoli, maitohappo ja haihtuvat rasvahapot) sekä hygieeninen laatu (hiivat ja homeet). Pääosin viljat olivat suosituksia kuivempia. Ennen säilöntää otetuissa näytteissä oli erittäin suuret bakteeri-, hiiva- ja homepitoisuudet. Kaikista näytteistä laskettuna bakteereita oli keskimäärin 8.0, hiivoja 6.4 ja homeita 5.4  $\log_{10}$  pmy  $g^{-1}$ , pmy tarkoittaa pesäkkeitä muodostavaa yksikköä. Murskesäilönnän jälkeen otettujen analyysitulosten perusteella osalla tiloista vilja oli säilynyt erittäin hyvin, mikä näkyi sekä käymislaadun että mikrobiologisen laadun tuloksissa, kun taas osalla tiloista säilönnällisessä laadussa oli havaittavissa puutteita. Yksittäisiä syitä heikentyneeseen säilönnälliseen laatuun saattoi olla liian vähäinen säilöntäaineen määrä ja biologisen säilöntäaineen toimimattomuus johtuen viljan korkeasta kuiva-ainepitoisuudesta. Koska bakteerien, hiivojen ja homeiden määrät ovat suuria vastapuidussa viljassa, on syytä pyrkiä minimoimaan aika, jonka vilja joutuu odottamaan ennen säilöntää. Onnistunut säilöntä pysäyttää hiivojen ja homeiden kasvun. Mikrobiologinen laatu ja käymislaatu ovat säilönnän onnistumisen mittareita. Niiden perusteella tilanäytteiden tulokset osoittivat, että murskevilja voi olla hygieeniseltä laadultaan sekä erinomaista että arveluttavaa. Ongelmatilanteissa asioita tulee tarkastella laaja-alaisesti. Säilöntähetken liittyvät tekijät, kuten viive puinnin ja murskauksen välissä, käytetty säilöntäaine ja sen määrä, viljan kosteuspitoisuus ja säilötyn viljan ilmatiiviyys ovat asioita, jotka vaikuttavat säilönnälliseen lopputulokseen. Nämä kaikki on syytä huomioida tilanteissa, joissa tavoitteena on ratkoa ongelmia tai ylipäätään parantaa säilönnällistä laatua.

**AVAINSANAT:** tuoresäilöntä, bakteeri, hiiva, home

## 4-13 Ruokohelpi kasvavien lihanautojen kuivikemateriaalina

Katariina Manni<sup>1</sup>, Maarit Hellstedt<sup>2</sup>, Arto Huuskonen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Maa- ja metsätalousministeriö

### TIIVISTELMÄ

Viljan olki ja turve ovat yleisesti käytettyjä kuivikemateriaaleja. Tulevaisuudessa niiden saatavuuteen ja riittävyteen liittyy kuitenkin epävarmuutta, minkä vuoksi niille on alettu etsiä vaihtoehtoja. Yksi kiinnostusta herättänyt kuivikemateriaali on ruokohelpi. Tähän on vaikuttanut muun muassa se, että ruokohelven viljelykustannukset ovat melko pienet ja sen sadontuotto kyky on suuri. Ruokohelpi on monivuotinen heinäkasvi, joka kasvaa koko Suomessa. Parhaiten sen viljelyyn soveltuvat multa- ja turvemaat, joilta saadaan yleensä suurimmat sadot. Ruokohelpikasvusto voidaan korjata nurmen korjuukoneilla. Korjuuajankohta voi olla alkukevät tai myöhäiskesä. Ruokohelven kuivikekäyttöä on tutkittu kahdessa eri kokeessa Luonnonvarakeskuksen koetoiminta- asemalla Ruukissa. Kuivikevertailut tehtiin eristämättömässä tuotantorakennuksessa loppukasvatuksessa olevilla sonneilla, joita kasvatettiin viiden eläimen ryhmäkarsinoissa. Puolet karsina-alasta oli kestokuivitetua makuualuetta ja puolet kiinteäpohjaista lantakäytävää, joka tyhjennettiin muutaman kerran viikossa. Ensimmäisessä vertailussa oli ruokohelpi ja vehnäolki yksinomaisina kuivikkeina sekä seoksena turpeen kanssa. Toisessa vertailussa ruokohelpeä ja turvetta käytettiin ainoana kuivikkeina. Ruokohelpi ja vehnäolki olivat silputtuja. Vertailujaksojen aikana määritettiin kuivikemateriaalien ja kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet. Lisäksi kuivikepatjoista mitattiin säännöllisesti lämpötila ja haitallisten kaasujen (NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S) pitoisuudet. Kaikissa kuivikepatjoissa tapahtui palamista, minkä seurauksena niiden lämpötilat olivat korkeampia kuin ympäristön lämpötila. Molemmat korsimateriaalit, ja erityisesti ruokohelpi, osoittautuivat hyvin lämpöä tuottaviksi kuivikemateriaaleiksi. Ruokohelpeä yksinomaisena kuivikkeena käytettäessä makuupatja lähti nopeasti palamaan ja kuivikepatjojen lämpötila oli muita korkeampi. Turve puolestaan oli korsimateriaaleja huonommin lämpöä tuottava. Eläinten aktiivisuus vaikutti kuivikepatjan paksuuteen ja lämpötilaan. Ruokohelpikarsinassa, jossa sonnit olivat selkeästi muita aktiivisempia, makuupatja oli ohuempi ja sen lämpötila alhaisempi kuin muissa samalla kuivituksella olleissa karsinoissa. Eläinten aktiivisuuden lisääntyessä kuivitusarve kasvaa, mikä tulee huomioida kuivituksen määrässä. Vaikka turve oli selkeästi korsimateriaaleja kosteampi materiaali, erot eivät näkyneet kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa. Kaikilla kuivitusvaihtoehdoilla kuivikepatjan pinnasta mitatut ammoniakki- ja hiilidioksidipitoisuudet olivat pieniä eikä rikkivetyä havaittu mittauksissa lainkaan. Yksinomaisena kuivikkeena turvetta kului kaksinkertainen määrä ruokohelpisilppuun verrattuna. Myös käytettäessä turpeen ja korsimateriaalin seosta kuiviketta kului kiloina enemmän kuin korsimateriaalien ollessa ainoa kuivike. Ruokohelven pölyävyys oli sen huomattava haittapuoli. Tulosten perusteella ruokohelpi osoittautui varteenotettavaksi kuivikemateriaaliksi lihanautoilla.

**AVAINSANAT:** kuivitus, turve, korsimateriaali, sonni

## 4-14 Kuivikemateriaaleja vertailussa kasvavilla lihanaudoilla

Katariina Manni, Arto Huuskonen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Hyvällä kuivituksella ja eläinten puhtaudella edistetään eläinten hyvinvointia ja terveyttä sekä varmistetaan elintarvikkeiden hygieenistä laatua. Siksi on tärkeää huolehtia riittävästä ja toimivasta kuivituksesta. Kuivikkeita on erityyppisiä ja niiden ominaisuudet saattavat vaihdella huomattavasti. Materiaalista riippumatta kuivikkeiden tärkeimpiä tehtäviä on imeä kosteutta, sitoa kaasuja, tuottaa lämpöä ja pehmentää makuualustaa. Luonnonvarakeskuksen koetoiminta-asemalla Ruukissa vertailtiin yleisimpien kuivikemateriaalien, viljan oljen ja turpeen lisäksi myös vähemmän käytettyjä materiaaleja, ruokohelpeä, heinää, kartonkihylsyä ja kompostoimatonta turvepohjaista hevoselantaa lihanautojen makuualueen kuivituksessa. Olkea, ruokohelpeä ja turvetta käytettiin osassa vertailuista ainoana kuivikkeena, muita aina yhdessä jonkun toisen kuivikkeen kanssa. Kuivikevertailut tehtiin neljässä eri jaksossa sonneilla, joita kasvatettiin viiden eläimen ryhmäkarsinoissa. Puolet karsina-alasta oli kestokuivitettua makuualueetta ja puolet kiinteäpohjaista lantakäytävää, joka tyhjennettiin muutaman kerran viikossa. Vertailujaksojen aikana määritettiin kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuudet ja kuivikepatjoista mitattiin säännöllisesti lämpötila, kosteus ja haitallisten kaasujen (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) pitoisuudet. Kahdelta viimeiseltä jaksolta mitattiin myös kuivikkeiden käyttömäärät. Koska kuivikkeiden käyttömäärissä oli eroja ja osa kuivituksesta oli kahden kuivikkeen yhdistelmiä, ei yksiselitteisiä eroja yksittäisten kuivikemateriaalien välillä voida todeta. Tulokset olivat siten vain suuntaa antavia. Kuivikemateriaalien keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 33–85 %. Suurin kuiva-ainepitoisuus oli kartonkisirpulla ja pienin hevosen kuivikelannalla. Kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuuksien väliset erot eivät kuitenkaan näkyneet kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa, jotka vaihtelivat välillä 31–46 %. Yksi selittävä syy saattoi olla erot kuivikkeiden käyttömäärissä ja osassa myös käytetyt kuivikkeiden seokset. Erityisesti ruokohelppi ja myös olki osoittautuivat hyvin lämpöä tuottaviksi kuivikemateriaaleiksi. Heikoiten lämpöä tuottava materiaali oli hevosen kuivikelantaa yhdessä oljen tai turpeen kanssa käytettynä. Myös turve näyttäisi olevan lämmöntuotoltaan korsimateriaaleihin verrattuna heikompi kuivikemateriaali. Kaikilla kuivitusvaihtoehdoilla kuivikepatjan pinnasta mitatut ammoniakki- ja hiilidioksidipitoisuudet olivat pieniä eikä rikkivetyä havaittu mittauksissa lainkaan. Hevosen kuivikelantaa ja turvetta kului tuorepainokiloina mitattuna eniten. Tehtyjen vertailujen perusteella on vaikea tehdä johtopäätöksiä eri materiaalien kuivikeominaisuuksien vaikutuksista käyttömääriin. Koska kuivituksen toteutustapoja ja erilaisia kuivikemateriaaleja on paljon, kuivitushuolto vaatii suunnitelmallisuutta ja on viime kädessä aina tilakohtainen ratkaisu.

**AVAINSANAT:** kuivitus, turve, korsimateriaali, sonni

## 4-15 Turvetta korvaavien kuivikemateriaalien vertailu broilereilla

Gabriel Da Silva Viana<sup>1</sup>, Katariina Manni<sup>1</sup>, Heidi Högel<sup>1</sup>, Maarit Hellstedt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Maa- ja metsätalousministeriö

### TIIVISTELMÄ

Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit (Turveke) hanke on Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston tukema hanke, jossa etsitään turvetta korvaavia kuivikemateriaaleja. Broilereilla tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin rahkasammalen sekä ruokohelpi- ja järviruokosilpun käyttöä turvetta korvaavina kuivikemateriaaleina. Turve toimi kokeessa kontrollina. Kuivikemateriaalien vertailu tehtiin Luonnonvarakeskuksen Jokioisten koepaikalla. Kokeessa oli 336 Ross 308<sup>®</sup> lintua, joista puolet oli kukkoja ja puolet kanoja. Linnut tulivat kokeeseen kuoriutumispäivänä ja kokeen kesto oli 35 päivää. Karsinat kuivitettiin ennen lintujen tuloa. Kaikilla materiaaleilla kuivikekerroksen paksuus oli 2.5 cm, joka vastaa tyyppillistä turvekuivituksen käyttö määrää. Kullakin kuivikemateriaalilla oli seitsemän karsinaa. Linnut olivat 12 linnun ryhmässä karsinoissa, joiden koko oli 1 m×1 m. Karsinoissa oli ruokintalaitteet ja juomanipat. Kaikki linnut olivat samalla ruokinnalla. Vettä ja rehua oli tarjolla vapaasti koko kokeen ajan. Lintujen rehunkulutus ja päiväkasvu mitattiin ja laskettiin rehuhyötysuhde. Sulkapeitteen puhtaus ja jalkaterveys arvioitiin kokeen lopussa. Eri kuivikemateriaaleilla olleiden lintujen elopainossa, rehunkulutuksessa, kasvunopeudessa tai rehun hyväksikäyttökyvyssä ei havaittu eroja koko kokeen ajalta laskettuna. Sulkapeitteen puhtaudessa ja jalkaterveydessä puolestaan oli eroja. Turve- ja rahkasammalkuivituksella olleet broilerit olivat selkeästi puhtaampia kuin korsimateriaaleilla olleet. Erittäin likaisien lintujen osuus ruokohelpisilpulla oli 36 % ja järviruokosilpulla 48 %, kun turve- ja rahkasammalkuivituksella erittäin likaisia lintuja ei ollut lainkaan. Myös jalkaterveys oli selkeästi huonompi korsimateriaaleilla olleilla linnuilla. Arvioitaessa jalkaterveyttä asteikolla 0–4, jossa nolla kuvaa täysin tervettä jalkapohjaa, turve- ja rahkasammalkuivituksella olleilla linnuilla jalkaterveys luokitui kahteen parhaaseen luokkaan 0 ja 1 ja näistäkin suurin osa parhaimpaan luokkaan 0. Ruokohelpi- ja järviruokosilpulla oli luokkien 0 ja 1 lisäksi myös lintuja, joiden jalkaterveys oli luokassa 2 ja järviruokosilpulla myös luokassa 3. Lisäksi korsimateriaaleilla parhaassa jalkaterveysluokassa oli selvästi vähemmän lintuja kuin turve- ja rahkasammalkuivituksella olleilla. Ruokohelpi- ja järviruokosilpulla kuivitetuissa karsinoissa lanta sekoittui huonosti kuivikemateriaalin sekaan, minkä seurauksena pehkun pintaan kertyi lantaa muodostaen tiiviin kerroksen. Tämä oli todennäköinen syy sille, että korsimateriaaleilla kuivitetuissa karsinoissa linnut olivat likaisempia ja niiden jalkaterveys oli huonompi kuin turve- ja rahkasammalkuivituksella. Tulosten perusteella rahkasammal oli turpeen veroinen kuivikemateriaali broilereilla. Erityisesti lintujen likaisuuden ja heikentyneen jalkaterveyden vuoksi ruokohelpi- ja järviruokosilppu eivät soveltuneet broilereilla käytettäväksi kuivikkeeksi ainakaan yksinomaisena kuivikemateriaalina.

**AVAINSANAT:** rahkasammal, ruokohelpi, järviruoko, jalkaterveys



## 4-16 Kuiviketurpeen korvaajat broilerituotannossa

Sanna Ekström

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Suomessa siipikarjanlihan kysyntä on kasvanut viime vuosina merkittävästi, sen kulutus on kasvanut 4 % vuosivauhtia 2010-luvulla. Broilerituotannon kilpailuetuna on Suomessa pitkään ollut antibioottivapaus, tätä on tukenut kuiviketurpeen käyttö. Kuivikkeena turve onkin lintujen hyvinvoinnin kannalta erinomainen, se on imukykyinen ja happamuudeltaan sopiva, mikä estää bakteerien kasvua. Turpeen käyttö kuivikkeena on osaltaan tukenut suomalaisen broilerituotannon saavuttamaa erinomaista eläintautitilannetta ja terveitä jalkapohjia, mikä on lintujen hyvinvoinnin tärkeä mittari. Kuiviketurpeen saatavuus sekä hinta ovat olleet hyviä. Tulevaisuudessa kuiviketurpeen saatavuus voi kuitenkin vaarantua, kun energiaturpeen käyttöä vähennetään ilmastosyistä. Suon arvokkain osuus turvetuotantoyritysten kannalta on energiaturve. Energiaturpeen noston yhteydessä saadaan kuiviketurvetta. Vaikka kuiviketurvetuotantoa ei olla näillä näkymin kieltämässä, saattaa energiaturpeen käytön väheneminen vaikuttaa kuiviketurpeen hintaan. On arvioitu, että kuiviketurpeen hinta voi jopa kaksinkertaistua energiaturpeen noston loputtua. Nykyhetkellä kuiviketurpeen korvaavia kotimaisia vaihtoehtoja on heikosti saatavilla, mikä vaikuttaa elintarviketuotannon kuluihin ja kannattavuuteen. Tällä voi olla pitkällä aika välillä vaikutusta myös suomalaisen siipikarjan kilpailukykyyn, sillä turpeen ominaisuuksia vastaavaa kuiviketta ei ole tällä hetkellä saatavilla. Seinäjoen ammattikorkeakoulun toteuttamassa hankkeessa selvitetään korvaavia kuivikevaihtoehtoja ja niiden seossuhteita siipikarjatuotannossa. Tässä hankkeessa tutkitaan eri vaihtoehtojen kuivike- ja jälkikäyttömahdollisuuksia. Tarkastelussa on myös materiaalin hygieenisuus, käyttöturvallisuus, käytettävyys, saatavuus, hinta ja ympäristövaikutukset. Hankkeessa selvitetään yhteistyössä Biolan Oy:n kanssa kuivikkeiden ominaisuuksia laboratorionkokein ja tehdään kuivikekokeita pilottitiloilla. Lisäksi selvitetään kuivikkeiden taloudellista kannattavuutta sekä kuivikelannan vaikutusta ravinteiden kiertoon ja peltokäyttöön. Hankkeen tuloksilla pyritään löytämään potentiaalisia sekoitussuhteita vaihtoehtoisille kuivikkeille, jotta korkeatasoinen broilerituotanto, johon kuuluu erinomainen eläinten hyvinvoinnin taso ja antibioottivapaus, pystytään ylläpitämään samalla tasolla suomessa myös tulevaisuudessa. Manner-Suomen maaseuturahaston (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus) rahoittamassa hankkeessa toteutusaika on 1.8.2021–31.7.2023.

**AVAINSANAT:** kuiviketurve, broileri, kuivikevaihtoehdot

## 4-17 Esiselvitys kuitupuristeen kuivikeominaisuuksista

Heli Tikkanen, Salla Ruuska, Sanna Antikainen, Maarit Janhunen, Suvi Kyytsönen, Heli Wahlroos

Savonia-ammattikorkeakoulu Oy, Iisalmi/Kuopio, Finland

### TIIVISTELMÄ

Turpeen tuotannon vähentyessä lypsykarjatalous tarvitsee vaihtoehtoisia kuivikemateriaaleja. Kuivikkeen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat hyvä nesteensitomiskyky ja makuumukavuus. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Stora Enson kartonki- ja sellutehtaan jäteveden puhdistuksessa syntyvän kuitupuristeen kuivikeominaisuuksia (kuiva-ainepitoisuutta ja nesteensitomiskykyä) yhteistyössä Biosfääri-hankkeen kanssa. Lisäksi kuitupuristetta havainnoitiin aistinvaraisesti. Määritykset tehtiin sekä tuoreelle että kuivatulle kuitupuristeelle. Pääosin puukuidusta koostuvasta kuitupuristeesta (tuore ja kuivattu) määritettiin kuiva-ainepitoisuus ja nesteensitomiskyky. Kuitupuristeiden kuiva-ainepitoisuus määritettiin SFS 3008 -standardin mukaisesti: näytteitä kuivattiin 15 tuntia 105 °C:n lämpötilassa, minkä jälkeen näytteen loppupainoa verrattiin sen alkupainoon. Nesteensitomiskykyä mitattiin liottamalla kuitupuristenäytteitä lehmän virtsassa. Liotuksen jälkeen näytteet riiputettiin, valutettiin ritilän päällä ja lopuksi punnittiin. Liotus, riiputus, valutus ja punnitus toistettiin näytteille kuusi kertaa. Tuoreen kuitupuristeen kuiva-ainepitoisuus oli alhaisempi kuin kuivatun (36 %; n=4 vs. 45 %; n=3). Tuoreen kuitupuristeen nesteensitomiskyky (335 g nestettä l<sup>-1</sup>) oli alhaisempi kuin kuivatun kuitupuristeen (391 g nestettä l<sup>-1</sup>). Aistinvaraisessa, subjektiivisessa kuitupuristeen arvioinnissa havaittiin, että kuitupuriste tuntui pehmeältä. Arvioinnissa huomattiin myös, että kuivattu kuitupuriste tuntui tuoretta puristetta hienojakoisemmalta. Tuoreen kuitupuristeen tuoksu oli voimakas ja pistävä. Kuivatun kuitupuristeen haju taas oli tuoretta puristetta miedompi. Kirjallisuustietoihin verrattuna kuitupuristeen nesteensitomiskyky on kutteria ja sahanpurua parempi, vaikka kuitupuristeen kuiva-ainepitoisuus jäi kutterin ja sahanpurun kuiva-ainepitoisuutta alhaisemmaksi. Kilpailukykyisen nesteensitomiskyvyn lisäksi kuitupuriste tuntuu pehmeältä, mikä viittaa sen hyvään makuumukavuuteen. Ennen kuin kuitupuristetta testataan lypsylehmien kuivikkeena, on huolellisesti tutkittava, millaisia vaikutuksia sillä on eläinten ja ihmisten terveyteen. Lisäksi olisi hyvä selvittää, millaisia vaikutuksia kuitupuristekuivikkeella on peltoviljelyyn. Kuitupuristetta ei ole lähiaikoina saatavilla kuivikekäyttöön.

**AVAINSANAT:** kuivikkeet, hyvinvointi, lypsykarja, nauta

## 4-18 Kuiviketurpeen vaihtoehtoja hevosella

Markku Saastamoinen<sup>1</sup>, Katariina Manni<sup>1</sup>, Maarit Hellstedt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Maa- ja metsätalousministeriö

### TIIVISTELMÄ

Hevosala on määrällisesti merkittävin kuiviketurpeen käyttäjä: turpeen osuus on yli 40 % käytetyistä kuivikkeista, ja sitä kuluu vuosittain 370–400 000 m<sup>3</sup>. Suomessa käytetään kuivikkeena myös kutterinlastua, olkea, olkipellettiä, sahanpurua, puupellettiä ja hampua. Hevosten suorituskyvylle ja terveydelle on oleellista, että kuivike tukee hengitysteiden terveyttä. Kuivikkeiden mikrobiologinen laatu on tärkeää, koska huono laatu lisää hevosten ja ihmisten sairastumisen riskiä. Hyvä kuivike sitoo tehokkaasti nesteitä ja ammoniakkia. Lisäksi se on helppo varastoida ja kuljettaa, sen saatavuus on hyvä ja se on käytössä edullinen. Tärkeä hevosten kuivikkeiden ominaisuus on kompostoituminen, joka vaikuttaa kuivikelannan jatkokäyttöön, koska käytännössä hevosen lanta hyödynnetään peltoviljelyssä tai puutarhataloudessa. Hevosten pito tapahtuu pääsääntöisesti muualla kuin maataloilla, jolloin lanta luovutetaan käyttöön muualle. Lannan varastointi ja kuljettaminen sekä mahdolliset vastaanottajan perimät maksut ovat talleille huomattava kustannuserä. Turpeen kuivikeominaisuudet ovat hyvät, ja sen on todettu täyttävän edellä mainitut hyvän kuivikkeen vaatimukset. Kuiviketurpeen määrä ja saatavuus tulevat todennäköisesti heikentymään. Turveke -hankkeessa verrattiin kutterinlastusta valmistettua murukuiviketta, ruokohelpipellettiä ja tekstiilibrikettiä turpeeseen kuivikkeena hevosilla. Kokeeseen tutkittavat kuivikkeet valittiin laboratoriotutkimusten (nesteiden ja kaasujen pidentävyys) perusteella. Kuivikkeiden vertailu tehtiin LUKEn Ypäjän koepaikalla Ypäjän Hevosopiston tallissa. Kokeen kesto oli kahdeksan viikkoa. Kullakin kuivikemateriaalilla oli kolme hevosta. Hevoset olivat 9 m<sup>2</sup>:n karsinoissa. Karsinakohtaisesti mitattiin NH<sub>3</sub> -pitoisuus kerran viikossa 1 vrk ajan. Tallin lämpötila ja ilmankosteus mitattiin koko kokeen ajan (mittausväli 1 h). Kuivikkeiden käyttömäärät mitattiin ja käyttöominaisuuksia arvioitiin subjektiivisesti. Ilmaan vapautuneet ammoniakkipitoisuudet olivat hyvin pieniä kaikilla kuivikkeilla, ja osassa karsinoita pitoisuudet olivat alle mittausrajan 1 ppm. Murukuivikkeella, ruokohelpipelletillä ja turpeella muodostui karsinaan hyvä patja. Turpeen nesteen (virtsan) imukyky oli hyvä. Tekstiilibriketin imukykyä pidettiin melko huonona. Kokeen puolivälissä ruokohelvellä kuivitetut karsinat olivat huomattavan märkiä, eli sen nesteensitomiskyky heikkeni ohjeellisilla käyttömäärillä, minkä vuoksi kuivitusuutta lisättiin. Kuivikkeita käsiteltäessä murukuivikkeen ja ruokohelpipelletin pölyävyys oli melko vähäistä, tekstiilibriketti puolestaan oli erittäin pölyävää. Turvetta kului tilavuuden perusteella eniten johtuen sen selkeästi muista pienemmästä kuutiopainosta, ruokohelpipellettiä ja murukuiviketta puolestaan kului vähiten. Kuivikkeiden käyttömäärään vaikuttaa kuivikkeen ominaisuuksien lisäksi kuivituskäytäntö sekä hevosen virtsantuotanto ja käyttäytyminen. Turveke -hanketta rahoitti Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto.

**AVAINSANAT:** kuivike, talli, hevonen

## 4-19 Turvetta korvaavien kuivikkeiden typen käyttökelpoisuus astiakokeessa

Tapio Salo<sup>1</sup>, Katariina Manni<sup>1</sup>, Maarit Hellstedt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Maa- ja metsätalousministeriö

### TIIVISTELMÄ

Koska turpeen käyttöä on vähennettävä ilmastosyistä, myös kuiviketurpeen rinnalle olisi löydettävä uusiutuvia ja/tai kierrätettäviä materiaaleja. Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto rahoitti ”Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit (Turveke)” -hanketta 2019–2021. Hankkeessa tutkittiin turvetta korvaavien materiaalien sopivuutta hevosten (tekstiilibriketti, ruokohelpipelletti ja murukuivike), broilerin (rahkasammal, järviruoko- ja ruokohelpisilppu) ja lihanautojen (ruokohelpisilppu) kuivikkeeksi. Turve oli vertailuna mukana kaikissa kuivikekokeissa. Kokeissa saatujen kuivikelantojen ravinnepitoisuudet määritettiin ja lantojen typen käyttökelpoisuutta tutkittiin astiakokeessa. Astiakokeessa käytettiin hietamaata, jonka orgaanisen aineksen pitoisuus oli alhainen. Kuivikelantoja annosteltiin ennakkonäytteiden mukaan 2000 mg kokonaistyppeä astiaa kohden. Tämä vastaa viiden litran kasvatustasioissa typpipitoisuutta 400 mg l<sup>-1</sup> maata. Koekasvina oli italian raiheinä, josta korjattiin kolme satoa. Sadontuottoa verrattiin typpilannoitukseen, joka oli 0, 100, 200, 300 tai 400 mg l<sup>-1</sup> maata. Muita ravinteita lisättiin määrät, joiden arvioitiin riittävän hyvään kasvuun. Kuivikelantojen tuottama sato rinnastettiin typpilannoituksen tuottamaan vastekäyrään, ja saatua lannoitusvaikutusta verrattiin kuivikelantojen ammonium- ja kokonaistypen määrään. Broilerin kuivikelannoissa kokonaistyppeä oli 30–34 g kg<sup>-1</sup> tuoretta lantaa, ja ammoniumtyppeä oli kokonaistypestä 12–19 %. Kaikkien broilerin kuivikelantojen kokonaistypen käyttökelpoisuus verrattuna kontrollilannoitukseen oli hyvä, 38–44 %, eivätkä kuivikelannat eronneet toisistaan. Broilerin kuivikelannan orgaanista typpeä vapautui hyvin raiheinän käyttöön ja kuivikelannasta määritetty vesiliukoinen typpi kuvasi tarkemmin typen käyttökelpoisuutta kuin epäorgaanisen typen määrittäminen. Hevosen kuivikelannoissa oli kokonaistyppeä 2.9–4.5 g kg<sup>-1</sup>, ja siitä ammoniumtyppeä oli 6–13 %. Kokonaistypen käyttökelpoisuus oli paras turvekuivikkeessa, 14 %. Murukuivikkeen ja ruokohelpipelletin kokonaistypestä käyttökelpoista oli 7 %. Tekstiilibrikettiä sisältänyt kuivikelanta esti raiheinän kasvun lähes kokonaan. Ammoniumtypen käyttökelpoisuus oli ruokohelpi- ja turvekuivikelannoissa yli 100 %, ja murukuivikkeessa hieman pienempi. Naudan kuivikelantojen kokonaistypen pitoisuus oli 8.0–9.6 g kg<sup>-1</sup> tuoretta lantaa. Ammoniumtyppeä oli suhteellisesti enemmän turvelannassa (14 %) kuin ruokohelpisilppua kuivikkeena käytettäessä (3 %). Kokonaistypen käyttökelpoisuus ei eronnut kuivikkeiden välillä ja kokonaistypen käyttökelpoisuus vastasi 16–22 %:a kokonaistypen määrästä. Molempien kuivikelantojen typpilannoitusvaikutus oli suurempi kuin ammoniumtypen määrän perusteella arvioitiin. Kuivikelantojen typen käyttökelpoisuus oli tavanomainen tai hyvä lukuun ottamatta tekstiilibrikettiä, joka esti raiheinän kasvun lähes täysin. Tekstiilibriketin kuivikekäyttö vaatii jatkokehitystä myös peltolevityksen osalta.

**AVAINSANAT:** kuivikelanta, turve, typpi

## 4-20 Umpikauden pituuden vaikutus lypsylehmien maitotuotokseen ja hyvinvointiin

**Eveliina Heikkinen, Leena Kärkkäinen, Hilka Kämäräinen, Suvi Kyytsönen, Heli Wahlroos**

Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, Finland

### TIIVISTELMÄ

Umpikausi on yksi tärkeimmistä vaiheista lypsylehmän tuotantokierrossa. Sen aikana utarekudos pääsee palautumaan edellisen tuotantokauden rasituksesta, ja silloin on myös mahdollista hoitaa utaretulehduksia. Umpikausi aiheuttaa kuitenkin haasteita, sillä sen toteuttaminen vaatii monia muutoksia lehmien päivittäisissä rutiineissa ja ruokinnassa. Muutokset aiheuttavat lehmille stressiä, ja usein poikimisen jälkeen lehmät kärsivät myös negatiivisesta energiataseesta. Stressi ja negatiivinen energiatase lisäävät sairastumisen riskiä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaisia vaikutuksia umpikauden lyhentämisellä tai poistamisella on lehmien maitotuotokseen ja hyvinvointiin. Kirjallisuuskatsauksessa koottiin yhteen tutkimuksissa saatuja tuloksia umpikauden pituuden vaikutuksista lehmien maitotuotokseen, terveyteen ja aktiivisuuteen, joiden avulla voidaan arvioida eläinten hyvinvointia. Tapaustutkimuksessa luotiin esimerkit, millä tavoin lyhyt umpikausi ja umpikaudettomuus voidaan toteuttaa. Lisäksi tarkasteltiin, mitä vaikutuksia näillä toimintamalleilla voi olla. Tutkimuksessa seurattiin neljän lehmän maitotuotosta ja kuntoluokkaa sekä ternimaidon laatua ja määrää. Kahdella lehmistä oli lyhyt umpikausi (noin 30 päivää) ja kahdella lehmälle ei ollut umpikautta lainkaan. Umpikauden lyhentäminen ja poistaminen pienensivät poikimisen jälkeistä maitotuotosta, mutta niillä oli positiivinen vaikutus maidon valkuaispitoisuuteen alkulypsykauden aikana. Sekä lyhyen umpikauden että umpikaudettomien lehmien maidon solulukku oli alkulypsykaudesta korkeampi kuin tavanomaisen umpikauden lehmillä. Korkeampaa solulukua ei kuitenkaan yhdistetty suurempaan kliiniseen utaretulehduksen esiintyvyyteen. Umpikaudettomien lehmien energiatase poikimisen jälkeen oli parempi kuin tavanomaisen umpikauden lehmillä. Lyhyen umpikauden todettiin voivan nopeuttaa negatiivisen energiataseen muuttumista positiiviseksi, eikä negatiivinen energiatase ollut yhtä vakava kuin tavanomaisen umpikauden lehmillä. Kirjallisuuskatsauksen ja tapaustutkimuksen perusteella umpikauden lyhentämisellä tai poistamisella on suuri vaikutus erityisesti alkutuotoskauden maidontuotantoon. Lehmien parantunut terveys ja hedelmällisyys sekä maidon mahdollisesti paremmat pitoisuudet voivat korvata maitotuotoksen aiheuttamaa tulonmenetystä. Lyhyt umpikausi ja umpikaudettomuus voivat olla toimivia toimintamalleja, mutta ne eivät sovellu kaikille lehmille. Kirjallisuuskatsauksen ja tapaustutkimuksen tulokset olivat yhtenevät. Umpikauden pituuden vaikutuksia määrittävät kuitenkin aina myös eläinyksilö ja vallitsevat olosuhteet. Tutkimuksen tuloksia voivat hyödyntää neuvojat, maitotilayrittäjät ja muut lypsykarjan parissa työskentelevät. Umpikauden pituuden vaikutuksia tulisi tutkia lisää erityisesti pitkällä aikavälillä useamman tuotantokauden ajan. Myös vaikutus utareterveyteen ja hedelmällisyyteen vaatii lisätutkimusta. Toimintamalleja tulisi lisäksi tarkastella kannattavuuden näkökulmasta.

**AVAINSANAT:** lypsykarja, umpikausi, maitotuotos, hyvinvointi

## 4-21 Farmer views about cattle grazing in Finland

Iryna Herzon, Nora Berglund, Traci Birge, Peter Krawczel, Aino Pietikäinen, Tuomo Kokkonen, Annukka Vainio

Helsingin yliopisto

### ABSTRACT

In Finland and many other European countries, indoor housing of dairy cattle has been increasing at the expense of grazing. According to Finnish legislation, only dairy cows housed in tie-stalls are required to have outdoor access for 60 days per year between May and September. There is no requirement to provide cattle housed in freestalls outdoor access. Pressure to intensify production leads to increase in herd sizes, regional concentration, lack of suitable pastureland near large barns, and automation of milking. Conversely, grazing is regarded as important for animal welfare, maintenance of biodiversity and cultural landscapes. Farmers' own expertise, technical skills and access to advisory services seem to influence on-farm solutions to retain full-time or part-time grazing of dairy cattle. Farmer perceptions towards grazing have not been studied in Finland, and they need to be understood better in order to provide adequate support for sustainable management of grazing. The research aims at gaining understanding of the external and internal factors driving the farm-level decisions related to grazing regimes. The data was collected on 30 dairy farms with a gradient of grazing from zero to maximum, including under organic systems. Concept of good farming ideal is used to examine farmers' decision-making. The study contributes to the research project "Graze-WELL" (2021–2023), which aims to determine how welfare of dairy cattle and potential for carbon sequestration are realized under different grazing regimes. Firstly, we conducted an online questionnaire with cattle farmers with different grazing practices. Next, we conducted semi-structured interviews with 7 dairy producers to further explore farmer views about grazing, biodiversity, and animal welfare. Farm visits included an interview with the farmer and an animal welfare assessment of the lactating dairy cows. Body condition score, hygiene, injuries, and locomotion of the cows were assessed. The results from the assessments will be used with interview results to enrich the data. Preliminary results indicate that farmers who practice grazing perceive grazing more positively than the farmers who do not practice grazing. Farmers who grazed seemed to consider it almost as an intrinsic value, whereas farmers with no grazing saw it as a production method, which they were afraid would become an obligation. Further interviews, together with welfare assessment, will generate a more comprehensive view on farmers' attitudes and state of animal welfare in the studied farms.

**KEYWORDS:** dairy cattle, welfare, grazing

## 4-22 Lämpökuvantaminen: utaretulehdus vaikuttaa vain vähän lypsylehmien utareen pintalämpötilaan

Salla Ruuska<sup>1</sup>, Lilli Frondelius<sup>2</sup>, Heli Lindeberg<sup>2</sup>, Inka Nykänen<sup>3</sup>, Matti Pastell<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu Oy, Iisalmi, Finland

<sup>2</sup>Tuotantojärjestelmät, Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka, Finland

<sup>3</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu Oy, Iisalmi, Finland

<sup>4</sup>Tuotantojärjestelmät, Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki, Finland

### TIIVISTELMÄ

Utareterveys on yksi suurimmista lypsykarjatalouden haasteista. Utaretulehdus voidaan havaita epäsuorasti esimerkiksi California Mastitis Test:in (CMT) avulla. CMT-testi perustuu somaattisten solujen (SCC) määritykseen maitonäytteestä, mutta utaretulehdus voi oireilla myös esimerkiksi utareen pintalämpötilan nousuna. Lämpökameran avulla voidaan mitata ja visualisoida pintalämpötiloja, joten sen hyödyntäminen utaretulehdusten havaitsemisessa kiinnostaa viljelijöitä. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, voidaanko lämpökuvantamista hyödyntää utareterveyden seurannassa. Kokeessa seurattiin 49 lehmää joko poikimisesta eteenpäin kuuden kuukauden ajan (n=28) tai loppulypsykaudesta kolmen kuukauden ajan (n=21). Lehmien utareet kuvattiin FLIR T540 -lämpökameralla (IR-resoluutio 464x348, herkkyys 0.03 °C ja tarkkuus ±2 °C) kolme kertaa viikossa iltalypsyn yhteydessä. Kuvaus tehtiin ennen lypsyvalmisteluja, sillä utareiden puhdistus vaikuttaa niiden pintalämpötilaan. Lämpökuvat otettiin hieman etuviistosta, noin metrin etäisyydeltä utareesta. Lämpökameran asetuksissa huomioitiin erillisellä lämpömittarilla mitattu ympäristön lämpötila, ilmankosteus ja heijastuva lämpötila (ilman ja lypsyaseman lattian painotettu keskiarvo 3:1). Emissiivisyydeksi asetettiin 0.95. Normaaliin lypsyvalmisteluiden jälkeen jokaisesta utareneljänneksestä tehtiin CMT-testi (luokat 1–2: terve; luokka 3: piilevä utaretulehdus; luokat 4–5: utaretulehdus). Utareiden pintalämpötilat analysoitiin ThermaCAM Researcher Pro 2.10 -ohjelmalla. Vapaapiirtotyökälulla rajatuista utareneljänneksistä määritettiin alueen maksimi-, minimi- ja keskipintalämpötila (ka) sekä alueen pintalämpötilan keskihajonta (sd). Yksittäisten utareneljänneksien (n=3569) keskimääräinen pintalämpötila oli  $35.2 \pm 1.2$  °C (ka ± sd). Yhteensä 238 utareneljänneskohtaista CMT-näytettä ylitti piilevän tai kliinisen utaretulehduksen rajan: luokka 3, n=145; luokka 4, n=55; luokka 5, n=38. Tilastoanalyyssissä mallinnettiin CMT-luokan, laktaatiopäivän, maitomäärän, analysoidun neljänneksen (etu/taka) ja ilman lämpötilan vaikutusta pintalämpötilaan. CMT-luokalla oli tilastollisesti merkitsevä yhteys utareen pintalämpötilan keskiarvoon ja keskihajontaan: lämpötilan keskiarvo oli korkeampi luokissa 2 ( $p=0.038$ ; mallin kerroin 0.11) ja 3 ( $p=0.0212$ ; kerroin 0.17) luokkaan 1 nähden. Myös ilman lämpötila vaikutti utareneljänneksen pintalämpötilaan: mitä korkeampi ilman lämpötila kuvaushetkellä oli, sitä korkeampi oli neljänneksen keskipintalämpötila ja sitä pienempi keskihajonta. Utareiden pintalämpötilat vaihtelivat tilastollisesti merkitsevästi CMT-luokkien välillä, mutta erot olivat hyvin pieniä (keskimäärin < 0.2 °C) ja epäjohdonmukaisia. Tulosten perusteella voidaankin todeta, että lämpökuvantaminen tällä tavalla tehtynä ei toimi utaretulehdusten havaitsemisessa. Vastaava tulos on saatu myös kansainvälisissä tutkimuksissa.

**AVAINSANAT:** nauta, utareen sairaudet, infrapunakuvaus

## 4-23 Lämpökuvaus sorkkaterveyden ja poikimahalvausten havainnoinnissa

Inka Nykänen<sup>1</sup>, Salla Ruuska<sup>1</sup>, Lilli Frondelius<sup>2</sup>, Heli Lindeberg<sup>2</sup>, Matti Pastell<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Savonia-ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Karjakokojen kasvaessa nautojen terveyden ja hyvinvoinnin seurantaan tarvitaan apuvälineitä. Yksi mahdollinen väline on lämpökuvaus. Sairaudet ja stressi vaikuttavat eläimen pintalämpötilaan ja lämpökuvauksen avulla nämä muutokset on mahdollista havaita. Lämpökuvauksen käyttöönoton esteenä on kuitenkin ollut käytännön kuvaus- ja tulkintaohjeiden puuttuminen. Kuvaa Nautaa -hankkeessa testattiin Luke Maaningan tutkimusnavetassa lämpökuvausta utaretulehdusten, sorkkaterveyden, poikimahalvausten sekä poikimisen seurantaan. Lämpökuvauksen havaittiin soveltuvan sorkkaterveyden sekä poikimahalvausten varhaiseen havainnointiin. Tulosten perusteella kehitettiin kuvaus- ja tulkintaohjeet, jotka lopuksi testattiin käytännön olosuhteissa. Sorkkaterveyden seurannassa etsitään ruununrajan maksimipintalämpötila lämpökameran avulla. Kuvaukseen tehdään noin metrin etäisyydeltä ja mahdollisimman kohtisuoraan. Sorkkasairaudet nostavat ruununrajan pintalämpötilaa, mutta myös ympäristön lämpötilalla ja sillä, onko kyseessä etu- vaiko takasorkka, on vaikutusta. Tämän vuoksi kerätyn aineiston pohjalta kehitettiin nämä tekijät huomioiva laskuri, joka kertoo, onko ruununraja normaalia lämpimämpi. Laskuri löytyy verkkosivulta <https://kuvaa-nautaa.github.io/sorkat/>. Helppokäyttöiseen laskuriin syötetään maksimipinta-lämpötila sekä ilman lämpötila ja mikä sorkka on kyseessä. Mikäli ruununrajan pintalämpötila poikkeaa ennustetusta enemmän kuin +2 °C, laskuri kehottaa tarkistamaan sorkan sorkkasairauksien varalta. Poikimahalvausten varhaisessa havainnoinnissa lehmän lantion ja takareiden alueen maksimipintalämpötila mitataan lämpökameran avulla kuuden tunnin sisällä poikimisesta. Lämpökuvaus tehdään suoraan takaapäin ja kuvatessa varotaan mittaamasta pintalämpötilaa hävyn tai utareen takakiinnityksen alueelta. Poikimahalvauksessa lehmän pintalämpötila laskee. Jos mitattu maksimipintalämpötila on alle 33 °C, on lehmän veren kalsiumpitoisuus todennäköisesti alle viitearvon ja sillä on siten riski sairastua poikimahalvaukseen. Ympäristön lämpötila vaikutti myös poikimahalvauksissa eläimen pintalämpötilaan, mutta tämä aineisto ei riittänyt ympäristön lämpötilan huomioivan mallin kehittämiseen. Lämpökuvaus- ja tulkintaohjeet todettiin käytännön testauksessa pääosin toimiviksi. Lämpökuvaus manuaalisesti vie kuitenkin aikaa ja vaatii huolellisuutta. Lisäksi lämpökameroiden mittaustarkkuus, kuvausolosuhteet sekä eläinyksilöiden ja nautarotujen väliset luonnolliset erot pintalämpötiloissa hankaloittavat tällaisen raja-arvoihin perustuvan tulkintaohjeen käyttöä ja lämpökuvatessa saadaan myös turhia vääriä hälytyksiä tai ongelmia jää havaitsematta. Menetelmää olisikin kehitettävä automatisoidumpaan ja paremmin yksilölliset erot sekä ympäristön lämpötilan vaikutukset huomioonottavaan suuntaan.

**AVAINSANAT:** lämpösäteily, nauta, eläinten hyvinvointi



## 4-24 SenseHub-anturilla mitatun lypsylehmiensyöntiajan validointi

**Terhi Mehtiö, Joel Kostensalo, Lilli Frondelius, Marja-Liisa Sevon-Aimonen, Juha Heikkinen, Matti Pastell**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

SenseHub on lehmien ja hiehojen seurantajärjestelmä, joka tuottaa tiloille tietoa muun muassa eläinten terveys- ja kiimatilanteesta. Järjestelmä kerää automaattisesti syöntiaika-, märehtimisaika- ja aktiivisuusmittauksia lehmien kaulapantaan kiinnitetyn anturin avulla. Esimerkiksi muutokset syöntiajassa ja aktiivisuudessa voivat kertoa eläimen hyvinvoinnista, koska sairas lehmä ei mielellään käytä aikaa liikkuen tai syömässä seisoen. Koska mittauksia on Suomessa olemassa suuresta määrästä eläimiä, olisi niitä mahdollista hyödyntää tulevaisuudessa myös eläinjalostuksessa. Tätä ennen on kuitenkin varmistettava, että anturi mittaa eläinten käyttäytymistä oikein. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli verrata SenseHub-antureilla mitattua lehmien syöntiaikaa Insentec-mittakuppien syöntiaika- ja rehunkulutusmittauksiin. Tutkimusaineisto sisälsi SenseHub-sensorin ja Insentec-järjestelmän mittauksia Luken Jokioisten tutkimusnavetan 54 eläimestä aikaväliltä lokakuu 2020 – toukokuu 2021. Vertailuissa hyödynnettiin graafisia tarkasteluja aikasarjoille ja jakaumille, korrelaatiokertoimia ja muita tunnuslukuja sekä lineaarisia sekamalleja. SenseHub ja Insentec-järjestelmien syöntiajat vastasivat hyvin toisiaan: tunneittain tarkastellessa syöntiaikojen korrelaatio oli  $r=0.81$ , päivittäin  $r=0.68$  ja koko 6.5 kk tarkastelujakson aikana  $r=0.65$ . Kummankaan järjestelmän mittaama syöntiaika ei kuitenkaan korreloinut rehunkulutuksen kanssa, kun tarkasteltiin päivittäisiä syöntejä tai pidemmän ajan keskiarvoja. Tyypillisille syöntiajoille Insentec- ja SenseHub-laitteistojen syöntiajat olivat yhtenevät, mutta SenseHubilla vaihtelu oli kuitenkin hieman suurempaa. Syöntiajoissa oli havaittavissa myös eläinkohtaista vaihtelua. Joillakin eläimillä SenseHub antoi systemaattisesti suurempia syöntiaikoja päivästä toiseen, kun taas toisilla Insentec-arvot olivat suurempia. Tulokset osoittivat, että SenseHub-anturilla mitattu syöntiaika kuvaa eläimen todellista syöntiaikaa riittävällä mittaustarkkuudella.

**ASIASANAT:** syöntiaika, rehunkulutus, mittaustarkkuus, hyvinvointi

## 4-25 Karitsoiden neljän kuukauden arvosteluiden ja teurastulosten muutokset vuosina 2010–2020

Sini Sillanpää<sup>1</sup>, Teija Rönkä<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ProAgria Etelä-Pohjanmaa

<sup>2</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy

### TIIVISTELMÄ

Lammastalouden päätuote on liha. Lihantuotannon kannattavuuteen vaikuttavat teuraiden myynnistä saadut tulot suhteessa tuotantokustannuksiin. Tuotettujen lihakilojen lisäksi tuottajan ruhosta saamaan hintaan vaikuttaa teurasruhon luokittuminen. Jalostusvalinnalla pyritään parantamaan eläinainesta, ja tässä hyödynnetään karitsoille 4 kk iässä suoritettavia elävän eläimen ulkomuotoarvostelua ja ultraäänimittausta. Nämä tulokset sekä tuotanto- ja teurastulokset tuottaja tallentaa jalostusohjelma WebLampaaseen. Ohjelmaan tallennettujen tulosten perusteella tutkittiin karitsoiden neljän kuukauden arvostelun tulosten ja teurastulosten kehitystä vuosina 2010–2020. Lisäksi verrattiin 4 kk iässä tehdyn elävän eläimen arvostelun tuloksia ja teurastuloksia keskenään. Alkuperäisessä aineistossa oli mukana 64 451 eläintä. Aineistosta poistettiin risteytykset, sekarotuiset, tallennusvirheinä pidettävät tai osittain puutteelliset tulokset, väärän ikäisenä elävänä arvostellut eläimet sekä yli vuoden ikäisenä teurastetut eläimet. Mukaan tutkimukseen otettiin roduista suomenlammas (SS1), kainuunharmaa (KK1), texel (TT1), rygja (RR1), oxford down (XX1) ja dorset (FF1), koska näillä roduilla oli riittävästi havaintoja vuosittain. Lopulliseen tutkimusaineistoon jäi 53811 eläintä, joista 33122 eläimellä oli teurastuspäivä. Aineisto käsiteltiin Excel - taulukkolaskentaohjelmalla. Aineistosta koottiin taulukot roduittain, niiden vuosittaisista keskiarvoista. Teurasarvostelun saaneiden eläinten tuloksista laskettiin korrelaatiokertoimet neljän kuukauden arvostelujen ja teurasluokitusten välillä. Ultraäänimittauksen tuloksena saatavat selkälihaksen ja rasvan paksuus olivat nousseet kaikilla eläimillä mitatuissa tuloksissa. Elävän eläimen ulkomuotoarvostelussa ja teuraseläimen lihakuudessa muutos on pieni. Ulkomuotoarvostelu antaa suuntaa teuraseläimen arvostelutulokseen. Karitsoiden mittaamista ja arvostelua ei tehdä kaikilla tiloilla, eikä kaikkia tuloksia tallenneta jalostusohjelmaan. Tämä on kuitenkin edellytys jalostusvalinnalle, eläinaineksen parantamiselle ja sitä kautta tilan taloudelliselle kehitykselle ja jalostuksen etenemisen seuraamiselle valtakunnallisesti.

**AVAINSANAT:** lammas, jalostus, teurasluokitus, elävän eläimen ulkomuotoarvostelu

## 4-26 Maito-liharoturisteytyksien tiineyden pituuteen vaikuttavat tekijät

Miia Hietaharju, Teija Rönkä

Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy

### TIIVISTELMÄ

Liharotujen käyttö lypsylehmien siemennyksissä on lisääntynyt huomattavasti. Vasikan isärodun tiedetään vaikuttavan tiineyden pituuteen. Tietoa tiineyden pituudesta tarvitaan poikima-ajankohdan ennustamiseen. Tietoa voidaan myös hyödyntää suunniteltaessa lehmien hoitoa lypsykauden lopulla ja ummessaolokaudella. Tutkimuksen aineistona olivat vuosina 2010–2018 syntyneet puhdasrotuiset lypsyrotujen vasikat (puhdasrotuaineisto) sekä maito-liharoturisteytysvasikat (risteytysaineisto). Aineistosta rajattiin pois luomiset, astutukseen perustuvat poikimiset ja virheellisiksi tulkitut hyvin lyhyet tai pitkät tiineydet. Lopulliseen, analysoitavaan aineistoon rajattiin kestoltaan 260–320 pv pituiset, keinosiemennykseen perustuvat ja täysiaikaisena poikimisena rekisteröidyt tiineydet. Puhdasrotuaineisto sisälsi rajauksien jälkeen 1885873 ja risteytysaineisto 244590 vasikkaa. Aineistosta laskettiin tiineyden pituus keskimäärin sekä tiineyden pituuden hajonta ja mediaani. Tulokset laskettiin isärodulle, emärodulle, emän poikimakerralle, vasikan sukupuolelle sekä näiden tekijöiden yhdysvaikutuksille. Tiineyden pituuteen vaikutti eniten vasikan isärotu. Ayrshire- ja holsteinrotuiset vasikat (puhdasrotuaineisto) syntyivät keskimäärin 279 pv tiineyden jälkeen. Tiineyden kesto oli pisin limousin- ja blonde d'aquitaine-risteytyksillä, keskimäärin 287 päivää. Emärotu, emän poikimakerta ja vasikan sukupuoli vaikuttivat tuloksiin tiineyden pituudesta huomattavasti vähemmän. Tutkittujen tekijöiden välillä ei ollut yhdysvaikutuksia. Tulosten hajonta oli 5–6 päivää eivätkä keskiarvot ja mediaanit poikenneet toisistaan. Saadut tulokset vastasivat MinunMaatilani-ohjelmassa käytössä olevia tiineyden pituuden oletusarvoja.

**AVAINSANAT:** liharodut, risteytys, lypsylehmä, tiineys

## 4-27 Hyönteiset lemmikkieläinten ja kotieläinten rehuna

Piia Kekkonen<sup>1</sup>, Susanne Heiska<sup>2</sup>, Jenni Korhonen<sup>3</sup>, Suvi Kyytsönen<sup>1</sup>, Laura Leinonen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, FINLAND

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus, Joensuu, FINLAND

<sup>3</sup>Itä-Suomen yliopisto, Kuopio, FINLAND

<sup>4</sup>Ylä-Savon ammattiopisto, Iisalmi, FINLAND

### TIIVISTELMÄ

Hyönteiset tarjoavat uusia mahdollisuuksia valkuaisomavaraisuuden lisäämiseen ja soijan korvaamiseen rehuissa. Insect Savo -hankkeessa selvitettiin hyönteisten käytön mahdollisuuksia tuotanto- ja lemmikkieläinten rehuna. Tavoitteena oli löytää kasvatukseen eri hyönteislajeille ja tutkia hyönteisten ravintosisältöjä, hygieenistä laatua sekä mahdollisuuksia kotitarvekasvatuksessa. Hankkeessa selvitettiin myös lemmikkieläinten omistajien kiinnostusta hyönteistuotteisiin. Hyönteiset ovat lajinomaista ravintoa useille eläinlajeille. Lainsäädäntö on kuitenkin rajoittanut hyönteisten käytön ainoastaan lemmikkieläinten, turkiseläinten ja kalojen rehuihin. Nyt uudistunut regulaatio mahdollistaa hyönteisistä eristettyjen eläinperäisten valkuaisien (PAP) käytön myös siipikarjan ja sian rehuissa. Lisäksi hyönteisten käyttöä rajoittavat Suomessa korkea hinta, tuotannon alhainen volyymi ja hyönteisten haastava käsiteltävyys. Ylä-Savon ammattiopistolle Peltoniemeeseen perustettiin hyönteishuone, jossa kasvatettiin kuutta eri hyönteislajia lemmikeille. Lisäksi maatiloilla kasvatettiin hyönteisiä kanoille ja ankoille osana rehustusta sekä virikkeenä. Kasvatuksessa tärkeää on huomioida hyönteislajille ominainen lämpötila, ruokinta ja riittävä veden määrä sekä ilmanvaihto. Hyönteisten käytöstä lemmikeille tehtiin lisäksi kyselytutkimus. Kyselytutkimuksessa hyönteispohjaiset lemmikkien rehut osoittautuivat suhteellisen tuntemattomiksi. Kiinnostuneimpia olivat kotitaloudet, joilla oli jyrjsijöitä, matelijoita, kaloja tai muita kotieläimiä. Itä-Suomen yliopistossa tutkittiin muun muassa kotisirkoille ja argentiinantorakalle annetun rehun vaikutusta lopputuotteen ravintosisältöön sekä kasvatukseen vaikuttavien tekijöiden vaikutusta hygieeniseen laatuun. Tulosten mukaan hyönteisten energia- ja suojaravintoainepitoisuudet vaihtelevat hyönteislajista riippuen huomattavasti, mutta yleisesti tarkasteltuna hyönteisten proteiinipitoisuus on korkea ja aminohappokoostumus vastaa pitkälti muita eläinproteiineja. Hyönteiset sisältävät myös runsaasti tyydyttymättömiä rasvahappoja, ja esimerkiksi linolihappotasot (omega-6) on luonnostaan korkea. Hyönteisten sisältämiin kivennäis- ja hivenainepitoisuuksiin voidaan vaikuttaa muun muassa ennen lopetusta tapahtuvalla ruokinnalla. Tutkittujen rehujen ja hyönteisten mikrobiologinen laatu oli hyvä. Tulevaisuutta ajatellen teknologiakehitys, tutkimus ja alan tunnettuuden lisääminen olisivat tärkeitä. Myös kuluttajat tarvitsevat ostopäätöksen tueksi puolueetonta ja luotettavaa tutkimustietoa hyönteisrehujen ominaisuuksista ja vaikutuksista lemmikkieläinten hyvinvointiin. Insect Savo -hanke toteutettiin yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun, Itä-Suomen yliopiston, Luonnonvarakeskuksen ja Ylä-Savon ammattiopiston kanssa. Pohjois-Savon liitto tuki hanketta Euroopan unionin Euroopan aluekehitysrahastosta vuosina 2019–2021.

**AVAINSANAT:** hyönteiset, rehu, kasvatukseen, ravintosisältö

## 5 KASVINTUOTANTO

### 5-1 Maan mikrobiyhteisöt porkkanapelloilla

Terhi Suojala-Ahlfors<sup>1</sup>, Taina Pennanen<sup>1</sup>, Sannakajsa Velmala<sup>1</sup>, Satu Latvala<sup>1</sup>, Minna Haapalainen<sup>2</sup>, Minna Pirhonen<sup>2</sup>, Pirjo Kivijärvi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto; Helsingin yliopisto

#### TIIVISTELMÄ

Porkkana on Suomen tärkein avomaanvihannes. Valtaosa sen sadosta varastoidaan kylmävarastoissa ympärivuotisen tarjonnan turvaamiseksi. Säilytyksen aikana varastotaudit aiheuttavat merkittäviä tappioita, jotka tyypillisesti ovat 10–30 % sadosta. Viljelykierto, lajikevalinta ja sadonkorjuun ajoittaminen ovat tärkeitä tautien hallinnan keinoja. Myös maan biologisen aktiivisuuden merkitystä tautien hallinnassa on korostettu, mutta maan mikrobiyhteisöjen ja varastotautien välisiä yhteyksiä ei ole tähän mennessä Suomessa tutkittu. Vuonna 2020 aloitettiin Maatilatalouden kehittämisrahaston (Makera) rahoituksella tutkimus, jossa selvitetään varastotauteja aiheuttavien sienitautien ja maan mikrobiyhteisöjen välisiä yhteyksiä porkkanapelloilla. Syksyllä 2020 kerättiin sato- ja maanäytteitä 14 porkkanapelloilta kolmelta eri viljelyalueelta. Satonäytteiden varastotautien määrä ja niiden aiheuttamat oireet arvioitiin kaksi kertaa varastointikaudella. Maanäytteistä, ritsosfääristä ja osasta porkkananäytteitä tutkittiin syväsekvensoimalla sieni- ja bakteerilajisto. Sadon säilyvyys vaihteli huomattavasti peltojen kesken: maaliskuun puolivälissä terveiden porkkanoiden osuus vaihteli 35 ja 95 prosentin välillä eri peltojen sadossa. Alustavat tulokset osoittavat, että mikrobiyhteisöjen koostumus vaihtelee selvästi peltojen välillä sekä näytetyypin mukaan. Varastotaudeista kärsivien porkkanaerien peltojen mikrobistoon kuului runsaasti esim. *Mycocentrospora acerina* -patogeenejä sekä *Mucor*-sukuun kuuluvia homeita. Terveitä porkkanoita tuottaneiden peltojen maaperässä esiintyi puolestaan runsaammin esim. biologisessa torjunnassa käytetyn *Trichoderma*-suvun homeita, AM-mykorrhizasieniä, *Hygrophoropsis*-suvun lahottajasieniä, *Chytridiomyces*- ja *Nectriaceae*-ryhmiin kuuluvia sieniä sekä *Streptomycetaceae*-heimon aktinobakteereita. Näytteenotto toistetaan syksyllä 2021.

**AVAINSANAT:** porkkana, varastotaudit, mikrobiyhteisöt

## 5-2 Vihannesten fosforilannoitustarve odotettua pienempi

Risto Uusitalo, Terhi Suojala-Ahlfors, Kari Ylivainio

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Kasvien tarpeen mukainen fosforilannoitus on tärkeää viljelyn talouden ja vesistövaikutusten hallinnan kannalta. Viljoilla ja nurmilla on todettu pitkäaikaisissa kenttäkokeissa, että kasvukauden alussa annettu fosforilannoitus lisää normaalivuosina satoa savimailla, joiden P-luku on korkeintaan  $6 \text{ mg l}^{-1}$  ja karkeammilla mineraalimailla, joiden P-luku on korkeintaan  $10 \text{ mg l}^{-1}$ . Vihannesten fosforilannoitustarpeesta ei ole ollut saatavilla tutkimustietoa, mutta vihanneksia on pidetty fosforin saannin suhteen vaativampina kuin muita peltokasveja. Vihannesten fosforilannoitusta tutkittiin vuosina 2014–2020 kolmessa Maa- ja metsätalousministeriön sekä Manner-Suomen maaseutuohjelman kehittämisohjelman rahoittamassa hankkeessa. Luken toimipaikoilla Piikkiössä ja Mikkelissä tehtiin 23 kenttäkoetta ja lisäksi vihannestiloilla yli 20 koetta. Koekasveina olivat keräkaali, sipuli, porkkana, lanttu, selleri, jäävuorisalaatti ja avomaankurkku. Koepaikoilla maan fosforiluokka vaihteli ”välttävää” ”korkeaan” viljavuusluokkaan. Eniten kokeita tehtiin ”välttävän” ja ”tyyydyttävän” fosforiluokan mailla, joilla satovasteita odotettiin todennäköisimmin saatavan. Fosforilannoituksella saatiinkin joinain vuosina sadonlisää (tyypillisesti 5–10 %) mailla, joiden fosforiluokka oli korkeintaan ”tyyydyttävä”. Suurimpien ympäristöohjelmassa sallittujen fosforimäärien käyttö jätti näillä peltomailla maahan käyttämätöntä fosforia, kun lannoitusmäärät ylittivät  $20\text{--}30 \text{ kg ha}^{-1}$ . Korkeampien fosforiluokkien mailla fosforilannoituksella ei saavutettu sadonlisää, vaan maahan aiemmin kertynyt fosfori tyydytti sadon fosforitarpeen. Kun käytettiin ympäristöohjelman sallimia lannoitusmääriä, fosforitaseet olivat usein reilusti ylijäämäisiä alhaisempien fosforiluokkien mailla ja alijäämäisiä korkeissa viljavuusluokissa. Reilusti kasvien fosforin ottoa suuremmat lisäykset eivät ole taloudellisesti järkevää, sillä ne eivät kokeissa parantaneet sadon määrää tai laatua. Koesarjan tulosten perusteella vihannesten fosforilannoitustarve ei ole selvästi suurempi kuin muiden peltokasvien. Lannoituksen säätäminen kasvien todellisen tarpeen mukaan on tärkeä vesiensuojelutoimi, joka ei aiheuta viljelijälle taloudellisia tappioita.

**AVAINSANAT:** fosfori, lannoitus, vihannesviljely, ravinnekuormitus

## 5-3 Viljakasvien typen lisälannoitustarpeen selvittäminen lehtivihreämittauksella

Essi Simola<sup>1</sup>, Juha Salopelto<sup>2</sup>, Kirsi Mäkinieniemi<sup>1</sup>, Suvi Kyytsönen<sup>1</sup>, Heli Walhroos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, FINLAND

<sup>2</sup>Hankkija Oy, Hyvinkää, FINLAND

### TIIVISTELMÄ

Viljojen kasvua ja kehitystä on seurattava kasvukauden aikana, jotta saavutetaan hyvä satotaso ja sadon laatu. Kasvuston lisätyppilannoitus tulisi tehdä kasvien tarpeen ja sadon laatuominaisuudet huomioiden. Viljelijä voi määrittää kasvuston typen riittävyden lehtivihreä- eli SPAD-mittarilla. Kasvien tarpeeseen tehty lannoitus on taloudellista ja säästää ympäristöä. Viljelijän työtä helpottaa selkeä ohjeistus, kuinka lehtivihreämittaria käytetään lisätyppilannoitustarpeen määrittämiseen. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa viljelijäohje SPAD-mittareilla mittaamisesta sekä viljakasvien lisätyppilannoitustarpeen määrittämisestä. Työn kenttäkokeessa tutkittiin Savonia-ammattikorkeakoulussa käytössä olleen edullisen lehtivihreämittarin, HAD-YL6 Chlorophyll meterin, luotettavuutta verrattuna kalliimpaan Yara N-Tester -lehtivihreämittariin, joka saatiin käyttöön Hankkijalta. Kenttätutkimusosio toteutettiin Hankkija Oy:n koeruutukentällä Elimäellä kesällä 2019. Tutkimuksessa mitattiin kaura-, ohra-, mallasohra- ja kevävehnälaajikkeita. Kenttätutkimuksessa selvitettiin molemmille yllä mainituille SPAD-mittareille ohjeellisia lehtivihreäsuositusarvoja korrenkasvuvaiheeseen, tähkälle ja röyhylle tulovaiheisiin sekä jyvän täytymis- ja tuleentumisvaiheeseen. Chlorophyll meter -mittarille selvitettiin muuntokerroin ( $R^2 = 0,69$ ), jolla voidaan muuttaa kyseisellä mittarilla mitattu SPAD-arvo N-Testerillä vastaavaksi SPAD-arvoksi 68 %:n tarkkuudella. Lisäksi satotaso- ja valkuaispitoisuustiedoilla saatiin tarkennettua, millä SPAD-arvoilla päädyttiin mihinkin satotasoon tai valkuaispitoisuuteen käytännössä. Viljelijäohjeessa opastetaan viljelijää hyödyntämään Yara CropSAT -satelliittipalvelua lehtivihreämittauksissa sekä määrittämään lisätyppilannoitustarpeen kasvustosta mitattujen lehtivihreäarvojen perusteella. Viljelijäohje on tiivis ja selkeä kaksisivuinen kokonaisuus, joka on käyttökelpoinen useilla SPAD-mittareilla, muillakin kuin Chlorophyll meter- ja N-Tester-mittareilla. Oppaaseen on koottu ohjeet lehtivihreän mittaamiseen, eri SPAD-mittareiden ohjeelliset SPAD-suositusarvot eri kehitysvaiheissa, Chlorophyll meter -mittarin muuntokerroin N-Testerille sekä ohjeistus tarvittavan lisätyppilannoitteen määrittämiseen. Tutkimuksessa huomioitiin ohjeellisten SPAD-arvojen luotettavuus hylkäämällä tavanomaisesta poikkeavat mittaustulokset ja uusimalla mittaukset. Ohjeellisissa SPAD-arvoissa on kuitenkin vielä tarvetta uudelle tutkimukselle, koska kenttätutkimus oli yksivuotinen. Viljelijöiden käytössä olevat satelliittipalvelut ja mittauslaitteet muuttuvat myös ajan kuluessa, joten niiden ajantasaisuuteen on kiinnitettävä huomiota. Kasvukauden muuttuneet sääolosuhteet lisäävät kasvuston seurannan tärkeyttä entisestään ja vaativat viljelijältä panostusta lisälannoitukseen.

**AVAINSANAT:** lisälannoitus, klorofylli

## 5-4 Kaliumilla turvemaat tuottamaan – kestävyttä tasapainoisella kasvinravitsemuksella

Raija Suomela, Hanna Laurell, Susanna Ylittervo

Oulun ammattikorkeakoulu Oy

### TIIVISTELMÄ

Kalium on keskeinen minimitekijä turvemailla. Kaliumin satovasteita rehuntuotannolle ei kuitenkaan seurata tarkasti, koska kaliumilla ei yksittäisenä ravinteena ole ympäristövaikutuksia. On mahdollista, että kaliumlannoitus on liian vähäistä Pohjois-Suomen eloperäisillä ja karkeilla kivennäismailla. Tällä voi olla negatiivinen vaikutus mm. typen ja fosforin hyväksikäyttöön. Kaliumilla turvemaat tuottamaan -hankkeessa määritettiin reservikaliumpitoisuuksia hankkeen pohjoispohjalalaisilta yhteistyötiloilta niiden tärkeimmiltä rehuntuotantolohkoilta. Hankkeessa selvitettiin myös eloperäisen peltolohkon maaperän ominaisuuksia ja sadon vastetta kaliumlannoitukseen. Biotiitin hyötyjen selvittämiseksi perustettiin tutkimusalue alueelle tyypilliselle turvemaalohkolle. Maanäytetuloksista paljastui syksyllä 2019, että reservikaliumpitoisuudet olivat testaukseen suunnitellulla peltolohkolla todella matalat. Turvemaalohkolle toteutettiin biotiittilannoitustestaus kaistamenetelmänä keväällä 2020. Lohkolle kylvettiin kaura, joka korjattiin kokoviljana. Lohko sai suosituksen mukaisen peruslannoituksen myös kaliumin osalta. Biotiitin maaperävaikutusta varten otettiin maanäytteet keväällä ennen biotiitin levittämistä sekä syksyllä sadonkorjuun jälkeen. Kauran kokoviljasato ja sadon laatu määritettiin syksyllä 2020. Nämä tulokset raportoidaan nyt lyhyesti alustavina tuloksina, ja raportointia laajennetaan tulevan satovuoden 2022 jälkeen. Vuoden 2020 alustavien tulosten mukaan biotiittikäsittelyt (5 tn ja 10 tn) yleensä nostivat maan reservikaliumpitoisuutta (keskimäärin 80 ja 275 mg l<sup>-1</sup> maata). Reservikaliumpitoisuudet jäivät biotiittikäsittelystä huolimatta kuitenkin edelleen melko matalalle tasolle (noin 300 ja noin 500), koska reservikaliumin lähtötaso oli ennen biotiittikäsittelyä todella huono (noin 270). Biotiitti ei vaikuttanut selkeästi viljavuuskaliumin määrään. Biotiittikäsittely nosti mm. keskimääräistä kalsium-, magnesium- ja fosforiviljavuutta, sekä mm. reservimagnesiumpitoisuutta. Alustavien tulosten mukaan biotiittikäsittelyt nostivat kokoviljan satotasoa keskimäärin 1300 kg ka ha<sup>-1</sup> eli noin 15 %. Sato ja sadon laatu tulosten osalta Kaliumilla turvemaat tuottamaan -hankkeessa selvitetään vielä, kuinka paljon maaperässä oli vaihtelua alueella, ja oliko vaihtelulla (erityisesti maan orgaanisen aineksen pitoisuus ja esiintymissyvyys) osuutta satoon. Tuloksiin yhdistetään vuoden 2021 ohran kokoviljasadon tulokset sekä syksyn 2021 maaperätulokset. Mikäli biotiitti osoittautuu sadonlisän aiheuttajaksi, sillä voidaan arvioida olevan myönteinen vaikutus pellon tuottavuuden lisäksi turpeesta vapautuvan typen hyödyntämiseen ja hiilen sitoutumiseen sadossa. Biotiitin vaikutukset maan pH-tilaan olivat maltilliset, joten käsittelyllä ei välttämättä ole ratkaisevaa merkitystä turpeen hajoamisen kiihtymiseen.

**AVAINSANAT:** turvemaat, reservikalium, biotiitti, ympäristö



## 5-5 Uudistavat viljelymenetelmät luomutuotannossa

Heli Lehtinen<sup>1</sup>, Sari Iivonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ruralia-instituutti, Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Luomuinstituutti, Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Maataloudelta odotetaan keinoja vähentää sen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ja muita ympäristöhaittoja. Regeneratiivinen eli uudistava viljely esiintyy julkisessa keskustelussa uutena keinona vähentää maatalouden ympäristöhaittoja, kääntää pellot hiilinieluisiksi sekä pysäyttää maatalousympäristön monimuotoisuuden heikkenemisen. Luonnonmukaisen sekä uudistavan viljelyn tavoitteet ovat pitkälti samankaltaisia. Molemmissa korostuu maan kasvukunnon ylläpitäminen ja parantaminen. Toisin kuin sertifioitu luomutuotanto, uudistavan viljelyn käsitettä ei kuitenkaan ole yksiselitteisesti vielä määritelty. Uudistavan viljelyn termin käyttöön sisältyy erilaisia tulkintoja ja painotuksia, mikä hankaloittaa termin käyttöä. Uudistava viljely pääperiaatteissaan sisältää viljelymenetelmiä, jotka tukevat maan kasvukuntoa ja lisäävät orgaanisen aineen syötteitä maaperään. Menetelmiä ovat muun muassa mahdollisimman monimuotoinen viljelykierto, yhteyttämisen ja aidon kasvipeitteisyyden maksimointi ympärivuotisesti, kerääjä- ja aluskasvien käyttö sekä orgaanisten lannoitus- ja maanparannusaineiden käyttö. Samalla pyritään minimoimaan maaperäeliöstöä haittaavia ja häiritseviä toimia, kuten voimallista maan muokkausta ja teollisten tuotantopanosten käyttöä. Luomu 2.0 – Tutkittua tietoa ja käytännön malleja regeneratiivisen luomuviljelyn kehittämisen tueksi –hankkeessa haastateltiin yhdeksää eteläsavolaista luomuviljelijää ja selvitettiin, mitä uudistavaksi miellettyjä viljelymenetelmiä tiloilla on käytössä. Tulosten perusteella menetelmiä sovelletaan jo melko laajasti, mutta eri tuotantosuuntien välillä on eroja menetelmien soveltuvuudessa. Uudistavat menetelmät soveltuvat hyvin nautakarjatilalle. Sen sijaan osa uudistavista menetelmistä koettiin heikommin soveltuvaksi avomaan vihannesviljelyyn, jossa erityisesti maan muokkauksen keventäminen sekä talviaikaisen kasvipeitteisyyden lisääminen nähtiin haastavana. Haastattelujen perusteella luomutiloilla tuotannon kehittäminen nähdään tärkeänä. Peltojen kasvukunnon parantamiseen ja ylläpitämiseen on kiinnostusta. Viljelyn kehittämisen tavoitteeksi mainittiin myös satotasojen nostaminen sekä paremman viljelyvarmuuden saavuttaminen. Uudistavien viljelymenetelmien ympäristövaikutusten arvioimiseen tarvittaisiin tilatasolla konkreettisia mittaus- ja seurantamenetelmiä. Vaikuttavuuden mittaamisella voitaisiin todentaa uudistavien menetelmien tuoma lisäarvo luomutuotannolle.

**AVAINSANAT:** luomutuotanto, regeneratiivinen, uudistava viljely

## 5-6 Effects of mixed pulp mill sludges on crop yields and quality

Sari Kinnula<sup>1</sup>, Marjaana Toivonen<sup>2</sup>, Helena Soinne<sup>3</sup>, Juuso Joonas<sup>1</sup>, Jukka Kivelä<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Suomen ympäristökeskus

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### ABSTRACT

Expansion and intensification of agriculture have caused adverse impacts on the environment, including increased greenhouse gas concentrations in the atmosphere, disturbed nitrogen (N) and phosphorus (P) cycles, soil degradation and biodiversity loss. These problems threaten the capacity of ecosystems to produce food for the growing human population. The challenges that food production faces have been proposed to be solved by agroecological, ecological or sustainable intensification, which all aim to increase production with minimised environmental impacts. These strategies include increasing the use of recycled organic fertilisers in agriculture in order to restore nutrient cycles and reduce the use of fertilisers made from non-renewable resources. One type of recycled organic fertiliser is pulp and paper mill sludges, which are by-products from the forest industry. Pulp mill sludges could provide a means to replace fertilisers made using non-renewable resources while adding slowly decomposing organic material to the soil and utilising nutrients from the forest industry. Currently, most of the sludges are incinerated or landfilled, which is associated with adverse environmental and economic impacts. From the ecological sustainability point of view, the nutrients should be recycled and not discarded. Our study tested the effects of composted and lime-stabilised mixed pulp and paper mill sludges on wheat (*Triticum aestivum*) yields, and the residual effect on oat (*Avena sativa*) yields, some grain quality characteristics and N uptake when mineral fertilisers were partly replaced by these types of sludges. A two-year field experiment in Viikki research farm, Helsinki, included two composted and two lime-stabilised mixed pulp and paper mill sludge treatments (all with additional mineral fertilisation), a mineral fertiliser treatment, and a zero-control treatment. All the fertilisers increased yields. There were no differences in crop yields between composted or lime-stabilised mixed pulp and paper mill sludges and mineral fertiliser treatments. There were no differences in any of the grain quality characteristics between any of the four different types of pulp mill sludges. However, some quality characteristics such as crude protein and N concentration, 1000-grain weight, and nitrogen (N) uptake were lower with all, or some pulp and paper mill sludges compared with mineral fertilisation. This result suggests that part of the mineral fertilisation for cereals could be replaced by using composted and lime-stabilised mixed pulp and paper mill sludges, but more information on N mineralisation from sludges is needed.

**KEYWORDS:** pulp mill sludge, soil amendment, recycled fertiliser, nutrient recycling

## 5-7 Metsäteollisuuden kuitulietteiden peltoviljelykäyttö karkeilla kivennäismailla

Maarit Termonen<sup>1</sup>, Riikka Keskinen<sup>2</sup>, Johanna Nikama<sup>2</sup>, Kirsi Järvenranta<sup>1</sup>, Helena Soinne<sup>3</sup>, Mikko Järvinen<sup>1</sup>, Kimmo Rasa<sup>2</sup>, Jaana Uusi-Kämppe<sup>2</sup>, Harri Auvinen<sup>4</sup>, Reijo Lappalainen<sup>5</sup>, Mari Rätty<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Maaninka

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Jokioinen

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki

<sup>4</sup>Savonia-ammattikorkeakoulu, Kuopio

<sup>5</sup>Itä-Suomen yliopisto, Kuopio

### TIIVISTELMÄ

Viimeaikaiset tulokset massa- ja paperiteollisuuden sivuvirroista ja tehtaan jätevesien puhdistusprosesseissa syntyvän kuitulietteen käytöstä maanparannusaineina hienojakoisilla viljelymailla ovat olleet lupaavia. Kuitulietteiden sato-, hiilisyöte- ja maanparannusvaikutusten selvittämiseksi karkeilla kivennäismailla perustettiin Biosfääri-hankkeessa (Biosfääri Pohjois-Savo; Biomassan ja biojalostusteknologioiden hyödyntäminen liiketoiminnan kasvattamisessa) Luke Maaningalle kaksivuotinen kenttäkoe. Kenttäkokeen lisäksi kuitulietteiden vaikutuksia karkeilla kivennäismailla tutkittiin inkubointikokeissa Jokioisilla. Kenttäkokeen koeasetelma oli epätäydellisten lohkojen koe neljänä kerranteena. Timotei-nurminatanurmi perustettiin kesäkuussa 2020 suojaviljan alle. Ennen kylvöä kuitulietteet levitettiin maan pintaan (21–28 tuore-t ha<sup>-1</sup>, liukoinen-N n. 15 kg ha<sup>-1</sup>, kokonais-P n. 26 kg ha<sup>-1</sup>) ja äestettiin n. 7 cm:n syvyyteen. Toinen metsäteollisuuden kuitulietteistä oli tyyppinimeltään kalkkistabiloitu puhdistamoliete (kalkkikuitu Kuopio; Fortum Waste Solution Oy), kun taas toinen oli hygienisoimaton ja tuotteistamaton (Stora Enso Oyj, Varkaus), eikä tutkituissa näytteissä todettu *E. coli*- tai salmonellabakteereita. Levitysmäärät suunniteltiin siten, että keskimääräinen kadmiumin enimmäiskuormitus ei ylittynyt ja lisätty hiilimäärä oli samansuuruinen kuitukoejäsenten kesken (toteuma n. 3100 kg C ha<sup>-1</sup>). Molemmilla kuitulietteilä oli mukana kaksi mineraalityypilannoitustasoa (40 ja 80 kg N ha<sup>-1</sup>, lisäksi 40 kg K ha<sup>-1</sup>), ja ylimääräisenä koejäsenenä hygienisoimattomalle lietteelle toteutettiin stabilointikokeilu sammutetulla kalkilla. Mukana oli myös mineraalityppiportaot (0, 40, 80, 120 kg N ha<sup>-1</sup>, lisäksi 10 kg P ha<sup>-1</sup>, 40 kg K ha<sup>-1</sup>). Nurmivuonna 2021 mineraalityypen lannoitustasot säilytettiin samanlaisina (lisänä 1. niitossa: 20 kg P ha<sup>-1</sup>, 25 kg K ha<sup>-1</sup>; 2. niitossa: 0 kg P ha<sup>-1</sup>, 25 kg K ha<sup>-1</sup>). Puimalla korjatun ohran sato (15 % kosteus) oli kuitukoejäsenillä 40 kg N ha<sup>-1</sup>-lisäyстasolla keskimäärin 2720 kg ha<sup>-1</sup> ja 80 kg N ha<sup>-1</sup>-tasolla 3840 kg ha<sup>-1</sup>, eikä kuitukoejäsenten välillä samalla tyyppitasolla ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Typen immobilisaation takia kuitukoejäsenten sadot olivat 40 kg N ha<sup>-1</sup>-lisäyстasolla keskimäärin 765 kg ha<sup>-1</sup> matalammat kuin vastaavan liukaisen väkilannoitetyypen antamat sadot ja Fortumin kuitulietteen kohdalla ero oli tilastollisesti merkitsevä. Vuonna 2021 tarkasteltiin jälkivaikutusta ja 1. nurmisadossa kuitukoejäsenet tuottivat keskimäärin 560 kg ka ha<sup>-1</sup> suuremman sadon verrattuna vastaaviin liukaisen väkilannoitetyypen antamiin satoihin, mikä oli todennäköisesti selitettävissä kuitujen sisältämän typen mineralisoitumisella. Fortumin kuitulietteilä ero oli tilastollisesti merkitsevä molemmilla tyyppitasoilla ja Stora Enson lietteellä 40 kg N ha<sup>-1</sup>-lisäyстasolla. Tutkimus on vielä kesken ja tulosten käsittely on parhaillaan käynnissä. Kokeessa tarkasteltiin myös kuitujen vaikutusta läpivaluntaveteen, ja nämä tulokset julkaistaan toisaalla tässä julkaisussa.

**AVAINSANAT:** kuitulietteet, karkeat kivennäismaat, tyyppi, maan rakenne

## 5-8 Jätteet ja tähteet käyttökelpoisiksi luomulannoitteiksi – Kasimir -hanke

Jukka Kivelä<sup>1</sup>, Elias Hakalehto<sup>1</sup>, Mika Juvonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>BioKymppi Oy

### TIIVISTELMÄ

Suomessa olevien biokaasulaitosten ansaintalogiikka perustuu jätteiden käsittelymaksuihin.

Biokaasulaitoksiin ohjautuu orgaaniset jätteet, tähteet ja sivuvirrat, joista ei pystytä tekemään myytäviä tuotteita. Biokaasulaitos pystyy kierrättämään ne lannoitteiksi ja tuottamaan samalla uusiutuvaa energiaa. Biokaasulaitosten kilpailukyky sivutuotteiden käsittelyssä perustuu jatkossa siihen, että nykyisistä raaka-aineista pitää jalostaa arvokkaampia tuotteita ja raaka-ainepohjaa laajennetaan vähemmän kilpailtuihin sivuvirtoihin. Yksi tällainen raaka-aine on kastiketehtaiden sivuvirtana syntyvä keitetty luuainne, erityisesti naudanluu. Kastikevalmistuksen sivutuotetta muodostuu vuosittain 8000–10000 tonnia vuosittain, joka sisältää luuainesta noin 3000–4000 tonnia. Tuote luetaan luokan 3 eläinjätteeksi ja se pitää hygienisoida ennen hyötykäyttöä. Luussa oleva kollageeni muuttuu keiton yhteydessä gelatiiniksi, mikä tekee luun murskaamisesta erittäin vaikeaa. Nykyisessä luun kompostikäsitelystä luun sisältämät fosfori ja kalsium menevät toisarvoiseen käyttöön, viherrakentamiseen. Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelman rahoittamassa Kasimir -hankkeessa kehitetään kastikevalmistuksen sivutuotteesta pelletöityjä kaupallisia luomuviljelyyn soveltuvia lannoitustuotteita, joita testataan kenttä- ja astiakokeissa. Jatkossa tavoitteena on jalostaa myös kastikesivutuotteen sisältämästä rasvasta ja proteiineista lisäarvotuotteita.

Luujuuholannoitteiden tutkimus: kenttäkoe Oraviallossa ja astiakoe Helsingin yliopiston kasvihuoneessa. Peltokokeessa testattiin kahta kehitysvaiheessa olevaa kierrätyslannoitevalmistetta, joiden kokonaispitoisuus NPK arvot ovat suluissa; L4 (8-6-0.2) ja L6 (6-6-6). Verranteena käytettiin Viljo -lannoitetta (8-4-8) ja lannoittamatonta lohkoa. Koelannoitteita käytettiin niin, että kokonaistyppeä tuli 40 tai 60 kg ha<sup>-1</sup>, Viljo -lannoitteessa annettiin vain 40 kg N ha<sup>-1</sup> annos. Kokeessa oli toistoja 3 kpl, jolloin ruutuja tuli yhteensä 18 kpl. Kokeen lannoituksen ja Roope -kauran ja aluskasvin (nurminata-koiranheinä -seos) kylvön teki tilan isäntä, jonka jälkeen hän kylvi koko lohkon kauralle. Viikin tutkimuskasvihuoneessa on tehty astiakoe, jossa on verrattu luujuuholannoitteita lannoittamattomaan ja kaupalliseen lihaluujuuholannoitteeseen raiheinällä. Lisäksi on tutkittu mikrobivalmisteen vaikutusta ravinteiden vapautumiseen. Tulosten perusteella luujuuhoseoslannoitteet vastaavat markkinoilla olevia luomuviljelyyn soveltuvia lihaluujuuholannoitteita. BioKymppi Oy kierrättää Itä-Suomen alueelta kerättyjä biojätteitä ja lietteitä energiaksi ja kierrätyslannoitteiksi myös luomutuotantoon. Prosessissa syntyvällä biokaasulla tuotetaan lämpöä lämpöverkkoon ja kaasukäyttöisillä moottoreilla tuotetaan sähköä. Muita mukana olevia yrityksiä ovat Finnoflag Oy, Ekosovellus Oy, Luukaisen puutarha Oy ja Kierto Ympäristöpalvelut Oy.

**AVAINSANAT:** luomuviljelyyn soveltuvat lannoitteet, ravinteiden kierrätys, eläinperäisten sivutuotteiden lannoituskäyttö

## 5-9 Vesiruton hyödyntäminen peltoviljelyssä

Lea Hiltunen<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>1</sup>, Ritva Nilivaara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Suomen ympäristökeskus (SYKE)

### TIIVISTELMÄ

Kanadanvesirutto (*Elodea canadensis*) on haitallinen vieraslaji, joka on levinnyt satoihin järviin erityisesti Koillismaalla sekä Etelä- ja Keski-Suomessa. Sen muodostamat massakasvustot haittaavat järvien käyttöä ja heikentävät vesistön monimuotoisuutta. Massakasvustojen poistaminen on vaikeaa, joten paras torjuntakeino olisi estää vesiruton leviäminen uusiin vesistöihin. Joissain järvissä massakasvustot kuitenkin haittaavat virkistys- ja hyötykäyttöä siinä määrin, että biomassan poistaminen on tarpeen. Vesistöistä poistettu vesiruttobiomassa sisältää merkittäviä määriä ravinteita ja energiaa, joiden tehokas hyödyntäminen edistäisi vesiruton poiston kannattavuutta. Suomen ympäristökeskus, Luonnonvarakeskus ja ProAgraria Oulu toteuttivat Kuusamon Vuotungissa 2019–2021 'Vesiruton ravinteet ja energia talteen' (ELODEA II) -hankkeen, jonka tavoitteena oli selvittää kustannustehokkaita tapoja vesiruton biomassan hyödyntämiseen. Yksi tapa vesiruton biomassan hyödyntämiseen voisi olla sen käyttö lannoitus- ja maanparannusaineena peltoviljelyssä. Sitä selvitettiin 2-vuotisissa kokovilja- ja perunapeltokokeissa. Lisäksi testattiin maatalouskoneiden soveltuvuutta vesiruton levitykseen. Syksyllä 2019 ja 2020 Vuotunki-järvestä nostettua vesiruttoa levitettiin nostopaikan läheisyydessä sijaitseville koealoille. Kokoviljapeltolohkolle vesiruttoa levitettiin kuivalannan tarkkuuslevittimellä noin 40 tonnia hehtaarille vuosittain. Perunapeltolohkolle levitys tehtiin käsin ja levitysmäärä oli 30 tonnia hehtaarille vuosittain. Levityskaistojen väliin jätettiin verranteeksi kaistoja ilman vesiruttoa. Kummallakin kokeella puolet alasta kynnettiin syksyllä ja puolet keväällä. Peltokokeet perustettiin vesiruton levitystä seuraavina keväinä. Kokoviljakoe oli samalla paikalla kumpanakin koevuonna, mutta viljelykiertosuositusten mukaisesti perunakoe sijoitettiin peltolohkon eri osiin eri koevuosina. Perunakasvuston kehitystä seurattiin kasvukauden aikana ja sato nostettiin syyskuussa. Kokoviljakokeessa satonäytteet otettiin elokuussa. Vesiruton koneellinen peltolevitys tarkkuuslevittimellä onnistui hyvin. Sekä koneellisesti että käsin pellolle levitetty vesiruttomassa hajosi nopeasti eikä aiheuttanut ongelmia myöhemmin syksyllä tehdyssä kynnessä. Ensimmäisen vuoden (2020) peltokokeissa vesiruton lannoitushyöty ei tullut esille kummallakaan viljelykasvilla. Kuiva alkukesä ja epätasainen kylvö saattoivat estää lannoitushyödyn näkymistä kokoviljakokeella. Perunakoe onnistui hyvin, sato oli runsas ja laadultaan hyvä, mutta eroja vesiruttoa saaneen ja käsittelemättömän kasvuston välillä ei ollut. Koska olosuhteet vaihtelevat suuresti kasvukausien välillä, kokemuksia ja tuloksia tarvitaan usean kasvukauden ajalta. Toisen kasvukauden (2021) näytteet ovat käsiteltävinä. Vesiruton hyödyntämisen teknisiä ja taloudellisia edellytyksiä maanparannus- ja lannoitusikäytössä voidaan arvioida luotettavasti, kun useamman vuoden tulokset ovat käytettävissä.

**AVAINSANAT:** vesirutto, *Elodea*, peruna, kokovilja

## 5-10 The use of Bioraiser as a fertilizer and soil water retention capacity improver on field

Jaakko J. Mäkelä<sup>1</sup>, Antti Penttilä<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biosorbio Oy

<sup>2</sup>HAMK Mustiala

### ABSTRACT

Bioraiser is a nontoxic, biodegradable, industrially processed resin-based product, which in its ground form can be used as a soil amendment material, to replace peat in greenhouse production, and as a low solubility source of nitrogen that increases soil water retention capacity. Field and greenhouse experiments operated by Biosorbio Oy from 2019 onward showcase its potential as a soil amendment material and potential replacement for peat in greenhouses. In autumn 2021, the third field trial of the Bioraiser material were concluded in Haukivuori. These experiments have a core of sweet corn, potato, and barley, which mainly remains unchanged throughout the experiment period. In addition to the core plants, a varying selection of new plants (broccoli 2020, fiber hemp 2021) are cultivated, and new agricultural techniques (Samco biofilm 2020) are piloted. All the experiments and all plants follow the same core design, with four treatments: added NPK, added Bioraiser, added Bioraiser and NPK, and control without any added fertilizer. In 2021 this core was extended to include treatments with Bioraiser modified with a surfactant (with and without), bringing the treatments to total number of six. This design was repeated yearly 2019–2021. Sweet corn -experiments were done in two replicate plots of 32 plants per plot in 2019 and 2020, and single plots with double number plants in 2021. All plants were in plot were harvested. Where applied, NPK was set to level of 100-13-35 ha<sup>-1</sup>, and Bioraiser to 4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (approx. 1 dl /plant). Potato experiments were done in four rows (six in 2021), of 50 meters, of which a central 10 m part was harvested for yield. Where applied, NPK was set to level of 60-38-143 ha<sup>-1</sup>, and Bioraiser to 1 dl / plant. Barley -experiments were done in four plots of 100 m, from which randomly placed sampling of set area was done during growing season and harvest. Where applied, NPK was set to a level of 90-12-31 ha<sup>-1</sup>, and Bioraiser to 7.5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Our results show that the combined application of Bioraiser and NPK -fertilizer increase yields with sweet corn. With potato and barley, the results range from increase of yield in combined use, to no effect, probably due to annual variation in hydrological and weather conditions. Biosorbio is a Finnish environmental engineering company that develops the Bioraiser growing medium product family, as well as the Oil sorbio -oil absorbent for spills and environment remediation, and the Algae Collector product lines. The company is based around the concept of scalable mobile industrial production units, which can be taken on site to produce all the company products as required, minimizing the required storage and logistics, and reducing the carbon footprint of the products drastically.

**KEYWORDS:** nitrogen, fertilizers, water retention, soil amendment

## 5-11 The use of the Bioraiser -growing medium in potting mixtures, and with greenhouse peat

Jaakko J. Mäkelä<sup>1</sup>, Antti Penttilä<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biosorbio Oy

<sup>2</sup>HAMK Mustiala

### ABSTRACT

Bioraiser is a nontoxic, biodegradable, industrially processed resin-based product, which in its ground form can be used to replace peat in greenhouse production, and as a low solubility source of nitrogen with increased soil water retention capacity in mixed growing mediums; use of the product as a solid single material growing medium is also studied. Field and greenhouse experiments operated by Biosorbio Oy from 2019 onward showcase its potential as a soil amendment material and potential replacement for peat in greenhouse production. In 2021 greenhouse experiments, the product was used in mixed mediums with peat, sawdust, and mulch. A wide range of growing mediums and mixing ratios were tested, ranging from 30 % to 60 % of Bioraiser in mixed growing mediums, and up to 100 % in Bioraiser solid growing medium experiments. The experiments ranged from germination and seedling experiments with cucumber, cereals, and perennial herbs to full growing season -experiments with flowers such as zinnias, tagetes, cosmos and rhodochiton flowers, and edibles like garden cress and tomatoes. According to our 2021 experiment results, rates of 30 % or less of Bioraiser to peat yield growth mainly indiscernible from the controls of 100 % peat. For mixtures richer than 30 %, the effect on growth is plant specific. For flowers and cress sown directly into mixed medium, mixtures of up to 60 % of Bioraiser to peat did not typically exhibit differences to 100 % peat medium (based on visual observation). For fruiting plants, seedlings were germinated in peat, and then transferred to growing bags. For low growing tomatoes in 2021, mixture of 50 % Bioraiser to peat yielded the same overall crop as the control treatment of pure greenhouse peat, with earlier start of and longer season, but lower yield peak than with the control treatment. For indeterminant tomatoes, mixtures richer than 60 % of Bioraiser tended to lead to stagnant growth. In our greenhouse cucumber pre-experiment, no differences were found in total pre-flowering biomass of plants, when growing in 50 % Bioraiser mixture; full scale cucumber experiments began in September 2021. In mixtures of sawdust and Bioraiser, the results have been so far indefinite, with the control of moisture and nutrients levels posing greater challenges than with peat mixtures. Biosorbio is a Finnish environmental engineering company that develops the Bioraiser growing medium product family, as well as the Oil sorbio -oil absorbent for spills and environment remediation, and the Algae Collector product lines. The company is based around the concept of scalable mobile industrial production units, which can be taken on site to produce all the company products as required, minimizing the required storage and logistics, and reducing the carbon footprint of the products drastically.

**KEYWORDS:** peat substitute, greenhouse, growing mediums

## 5-12 Ammoniakkiliuos ja hapotettu ammoniakkiliuos typpilannoitteena

Petri Kapuinen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

15 %:sta  $\text{NH}_3$ -liuosta syntyy noin 5000 m<sup>3</sup> vuodessa Gasum Oy:n Turun laitoksella, kun puhdistamolietettä mädätetään ja sen rejektistä poistetaan tyypeä. Pääosa  $\text{NH}_3$ -liuosta käytetään erilaisiin teollisiin tarkoituksiin. On odotettavissa, että vastaavia  $\text{NH}_3$ -liuosta tuottavia laitoksia tulee Suomeen useampiakin, kun typenpoisto vaatimukset kiristyvät. Tällöin saattaa käydä niin, että kaikelle  $\text{NH}_3$ -liuokselle ei löydy teollista käyttöä. Nykyisellään se ei ole hyväksyttävissä lannoitevalmisteen sopivan tyyppinimen puuttuessa. Tilanne saattaa muuttua, kun EU:n uutta lannoiteasetusta aletaan soveltaa ja kansallista lannoitevalmistelainsäädäntöä muutetaan sitä mukailevaksi. Nykytilassa  $\text{NH}_3$ -liuosta saadaan lannoitevalmistetta hapottamalla sitä rikki- ja/tai typpihapolla, jolloin sen ominaisuudet lannoitteena ja käsiteltävyys paranevat oleellisesti. Yli 10 %  $\text{NH}_3$ -liuos luokitellaan vaaralliseksi aineeksi, jonka kuljetukseen tarvitaan vastaavat luvat ja kalusto. Sitä voidaan kuitenkin traktorilla enintään 40 km h<sup>-1</sup> ilman näitä lupia ja muutoinkin vapaarajan, 1000 l, puitteissa. Korkean pH:n takia  $\text{NH}_3$ -liuoksen N haihtuu ilmaan nopeasti, minkä takia sen käsittely erityisesti suljetuissa tiloissa on vaarallista, koska esimerkiksi rikkoutuneesta astiasta vuotanut  $\text{NH}_3$ -liuos nostaa tilan  $\text{NH}_3$ -pitoisuuden vaaralliseksi. Lisäksi se aiheuttaa vioitusta kasvien lehdistä. Lisäksi  $\text{NH}_3$ -liuos syövyttää voimakkaasti kuparia ja sinkkiä ja niin muotoon niiden lejeerinkiä messinkiä. Levityslaitteissa kuten kasvinsuojeluruiskuissa saattaa olla näitä metalleja jopa piilossa, jolloin ne vioittuvat  $\text{NH}_3$ -liuosta levitettäessä.  $\text{NH}_3$ -liuoksen levitys tulisi tehdä sijoittamalla  $\text{NH}_3$ -tappioiden minimoimiseksi. Kenttäkokeissa on havaittu, että sijoittaminen kylvölannoittimeen asennetun nestelannoituslaitteiston ajolla samaan vakoon siemenen kanssa saattaa kuitenkin haitata itämistä ja orastumista. Sijoittaminen samaan vakoon on nykyisin käytäntö suorakylvökoneissa, koska erilliset lannoitevantaat 1.5-kertaistaisivat tarvittavan vantaiden painotuksen. Kun N-kilon hinta on noin 1 € ja N-lannoitus on noin 100 kg ha<sup>-1</sup>, lannoituskustannuksen potentiaalinen säästö on korkeintaan noin 100 € ha<sup>-1</sup>, jos  $\text{NH}_3$ -liuosta saisi ilmaiseksi. Hyöty häviää nopeasti mahdollisiin satotappioihin, kalustovaurioihin ja muihin ylimääräisiin kustannuksiin. Kun  $\text{NH}_3$ -liuosta hapotetaan rikkihapolla sopivan S-pitoisuuden saavuttamiseksi ja typpihapolla  $\text{NO}_3$ -typen lisäämiseksi sekä pH:n laskemiseksi  $\text{NH}_3$ :n haihtumisen estämiseksi ja kasvustovaurioiden välttämiseksi, saadaan selvästi hapottamatonta  $\text{NH}_3$ -liuosta parempi lannoitevalmiste. Pienessä mittakaavassa hapotuksen kustannukset ovat kuitenkin suuret suhteessa ravinteiden arvoon, koska hapot ovat pienissä erissä kalliita. Rikillä höystetyllä nestemäisellä ammoniumnitraattilannoitteella, jonka N ei haihtu ilmaan on kuitenkin huomattavia etuja joissakin käyttötarkoituksissa. Suomessa on runsaasti pieniä epämääräisiä nurmilohkoja, joiden tasainen lannoitus keskipakoislevittimellä on mahdotonta.

**AVAINSANAT:** ammoniakkiliuos, hapotus, nestemäinen lannoite, typpilannoitus



## 5-13 Kuitulietettä ja ravinnekuitua peltoon ravinteiden välittäjäksi syksystä seuraavalle kasvukaudelle

Petri Kapuinen

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Peltokuitu-hankkeessa ([www.luke.fi/peltokuitu](http://www.luke.fi/peltokuitu)) selvitettiin metsäteollisuuden sivutuotteena syntyvän kuitulietteen ja sekalietteen kalkkistabiloimalla valmistetun ravinnekuidun käyttöä maataloudessa maanparannusaineena syksyllä sadonkorjuun jälkeen levitettynä tarkoituksena sitoa pellossa silloin jäljellä oleva tai sinne mineralisoitua liukoinen tyyppi siten, että se on seuraava vuoden kasvin käytettävissä eikä kuitenkaan sido seuraavana keväänä käytettävän lannoitteen tyyppiä. Hankkeessa käytettiin tuoretta kuitulietettä ja Tampereen Lielahden pohjaan viime vuosisadan alkupuolella kertynyttä kuitulietteenä tuotteistettavissa olevaa sedimenttiä. Järvisedimentin elohopeapitoisuus oli korkea, mutta kuitenkin lannoitevalmistelainsäädännön sallimissa rajoissa rimaa hipoen. Kuitujen käytön vaikutusta maaperän typen sitomiseen verrattiin alus- ja kerääjäkasvien käytön vastaavaan. Kuidut vähentävät tehokkaasti nitraatin huuhtoutumista syksyn, talven ja alkukevään aikana mutta suurina annoksina alentavat seuraavan vuoden satoa. Sopiva kuituannos on noin 4 t org. C ha<sup>-1</sup>. Erityisesti ravinnekuidun käyttömäärää rajoittaa sen sisältämät haitalliset metallit. Suositellun ravinnekuituannoksen voi käytännössä levittää vain joka 4. vuosi, kuitulieteanneksen joka toinen. Ravinnekuidun annosta syksyllä rajoittaa myös sen sisältämä liukoinen tyyppi. Käytännössä senkin huomioon ottaminen johtaa samaan suositeltuun annokseen. Mitään suoranaisia taloudellisia hyötyjä niistä ei ollut viljelijälle esimerkiksi suurempina satoina normaalina kasvukautena. Poikkeuksellisissa sääolosuhteissa kesällä 2020 niillä saavutettiin kuitenkin pieni sadonlisä edellisenä syksynä lisätyistä kuiduista. Samalla kuitenkin kuidut alensivat sadon valkuaispitoisuutta, joten matalallakin satotasolla suuret kuituannokset aiheuttivat typenpuutetta, joka ei näkynyt sadossa siihen nähden suuren typpilannoituksen takia. Toisena vuonna kuitujen levittämisen jälkeen ei kuiduilla enää ollut vaikutusta satoon suurinakaan määrinä, mutta niiden vaikutus näkyi edelleen valkuaispitoisuudessa. Normaalina kasvukautena kuitujen käyttö saattaisivat näkyä satoa alentavana myös toisena kasvukautena kuitujen levittämisen jälkeen määrän ollessa suuri. Satohyötyjen puuttumisen takia kuitujen käytön lisääntyminen vaatii, että siitä maksetaan nykyistä suurempaa tukea. Nykyinen tuki 40 € ha<sup>-1</sup> levitysmäärän ollessa vähintään 15 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> eli 2.66 € m<sup>-3</sup>, ei kata kustannuksia. Vaikka viljelijät eivät välttämättä tätä tunnistaakaan, nykyinen tuki-instrumentti ohjaa käyttämään kuituja 15 m<sup>3</sup> vuodessa suositellun annoksen sijasta mutta joka vuosi. 15 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> on noin 1 t org. C ha<sup>-1</sup>. Tämä tutkimus ei anna suoraa vastatusta tällaisen käytötavan vaikutuksiin ensimmäistä levityskertaa lukuun ottamatta, jolloin näin pieni annos ei ollut kovin tehokas nitraatin huuhtoutumisen vähentämisessä. Pienen annoksen lisääminen vuosittain on selvittämisen arvoinen asia, mutta se vaatii noin viiden vuoden hankkeen.

**AVAINSANAT:** kuituliete, ravinnekuitu, nitraatti, huuhtoutuminen

## 5-14 Typpi-inhibiittori naudanlietteessä – koetuloksia kuivissa kasvuoloissa

Arja Mustonen<sup>1</sup>, Henna Hyttinen<sup>2</sup>, Maarit Termonen<sup>1</sup>, Hanna Mäkinen<sup>3</sup>, Kirsi Järvenranta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu

<sup>3</sup>BASF Oy

### TIIVISTELMÄ

Lietelannan typpi (N) on pääosin ammoniumtyyppiä, jonka maan mikrobitoiminta muuttaa nitraattitypeksi. Nitraattimuoto on maassa helposti huuhtoutuvaa. Inhibiittorin tavoitteena on hillitä typen nitrifikaatiota niin, että lannan typpi säilyisi vähemmän huuhtoutuvassa ammonium-muodossa. Typpi-inhibiittorin (Vizura; tehoaine 3,4-Dimetyylipyraatsoli fosfaatti DMPP) toimivuutta testattiin Orgaanista voimaa peltoon ja parteen (OrVo) -hankkeessa ruutukokeissa Luke Maaningalla vuosina 2020–2021 ja lisäksi 2021 peltokokeessa liha- ja maitotilalla. Ruutukokeissa käytettiin naudan lietelantaa ohran ja nurmen lannoitteena inhibiittorilla (LL+Vizura) ja ilman (LL). Vuonna 2021 nurmen ensimmäisen sadon sai 100 kg N ha<sup>-1</sup> väkilannoitteena. Toinen sato sai 82 kg N, josta lietteissä tuli 45 kg N ha<sup>-1</sup>. Vuonna 2021 ensimmäinen sato sai 100 kg N, josta 25 kg N ha<sup>-1</sup> tuli lietteessä edellisena syksynä ja toinen sato 115 kg N, josta 72 kg N ha<sup>-1</sup> lietteessä. Nurmikokeessa liete levitettiin sijoittamalla. Väkilannoitekontrolli sai 100 + 100 kg N ha<sup>-1</sup> molempina vuosina. Viljakokeen lietelannoituksessa tavoiteltiin 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Liete levitettiin letkulevitystä mukailten ja mullattiin välittömästi. Kokeissa oli neljä kerrannetta. Tulokset analysoitiin SAS-ohjelmiston Mixed-proseduurilla. Koevuosia 2020–2021 leimasivat pitkät kuivuusjaksot. Vuosien 2020 ohrasadot olivat LL+Vizuralla 4.3 ja LL:llä 3.7 tn ha<sup>-1</sup>, vastaavasti 2021 sadot olivat 2.6 ja 2.7 tn ha<sup>-1</sup>, erot eivät olleet merkitseviä. Nurmella v. 2021 ensimmäinen sato oli LL+Vizuralla 5.8 ja väkilannoitteella ja LL 5.5 tn ka ha<sup>-1</sup> molemmilla, erot eivät olleet merkitseviä. Toinen sato oli väkilannoituksella sekä v. 2020 että 2021 noin 700 kg ka ha<sup>-1</sup> parempi kuin lietteillä. Lietelannoitettujen nurmien v. 2020 toisen sadon sulavuus oli kuitenkin hieman parempi kuin väkilannoituksella (715–720 vs. 699 g kg<sup>-1</sup> ka), samoin kuin v. 2021 ensimmäisen sadon sulavuus (658–666 vs. 646 g kg<sup>-1</sup> ka). Toisaalta 2. sadon raakavalkuainen (rv) oli lietelannoitetuilla matalampi (126–132 vs. 147 g kg<sup>-1</sup> ka) v. 2020. Vuoden 2021 ensimmäisessä sadossa rv oli keskimäärin 119 g kg<sup>-1</sup>. Liha- ja maitotilalla toteutetussa peltokokeessa LL+Vizura lannoituksen vaikutusta verrattiin lietteellä (LL) lannoitetun sekä lannoittamattoman nurmirehun laatuun. Peltokoe tehtiin ensimmäisen säilörehun korjuun jälkeen. Tiloilta ei mitattu nurmisadon määrää. Mittaushetkellä lannoittamaton nurmi oli molemmilla tiloilla lyhyttä. Lihatilalla LL+Vizura kaistan nurmikasvusto oli korkeinta (40 cm), mutta maitotilalla LL-käsittelyn kasvusto oli n. 5 cm LL+Vizura lannoitusta pidempää. Molemmilla tiloilla lannoittamattoman käsittelyn rv oli matalin (70–90 g kg<sup>-1</sup> ka) ja LL+Vizura ja LL lannoitusten sadon rv:t olivat samaa tasoa (lihatila noin 140 g kg<sup>-1</sup> ka, maitotila noin 170 g kg<sup>-1</sup> ka). Tulokset ovat neljän näytteen keskiarvoja. Kasvukaudella kuivuus saattoi vaikuttaa satotuloksiin. Kenttäkokeet että peltokoe olivat lyhytkestoisia. Inhibiittoria tulisi testata myös sateisemmissä kasvuoloissa.

**AVAINSANAT:** nurmi, ohra, typpilannoitus, typpi-inhibiittori

## 5-15 Matala sängenkorkeus alensi kasvukauden kokonaissatoa laidundemossa

Arja Mustonen<sup>1</sup>, Maarit Termonen<sup>1</sup>, Essi Tahvola<sup>2</sup>, Sanna Kykkänen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Nautasuomi Oy

### TIIVISTELMÄ

Ylilaidunnus eli liian pitkään ja intensiivisesti toteutettu laidunnus on melko yleistä umpilehmä- ja hieholaitumilla sekä emolehmätiloilla. Luonnonvarakeskuksen Siikajoen toimipaikalla tutkittiin v. 2020–2021 ylilaidunnuksen vaikutuksia kasvukauden kokonaissatoon ja rehuarvoihin kokeessa, jossa laidunnusta simuloitiin koneniitoilla. Päärahoittajana toimi Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto. Kokeessa oli neljä nurmikasvilajia ja kaksi lajiseosta, jotka niitettiin lyhyeen (3 cm) ja pitkään (10 cm) sänkeen noin kolmen viikon välein, kasvuston ollessa laidunasteella. Niittoväli piteni loppukasvukaudesta. Vuonna 2020 korjattiin viisi ja 2021 neljä satoa. Käytetyt seokset olivat timoteilajikeseos, englanninraiheinän lajikeseos, heinä-apilaseos, rehukattara ja koiranheinä. Kontrollina käytettiin timotei-nurminataseosta. Typpilannoitus jaettiin neljään erään (80-80-60-20 kg N ha<sup>-1</sup>) ja muut pääravinteet annettiin viljavuusluokan mukaan. Kokeen maalaji oli erm KHT ja se toteutettiin osaruutukokeena kolmena kerranteena. Molempia kasvukausia leimasivat kuumat ja kuivat sääjaksot. Vuonna 2020 lyhyt sängenkorkeus alensi satoa merkittävästi. Keskimäärin kokonaissato oli lyhyellä sängenkorkeudella 9800 kg ja pitkällä 11600 kg ka ha<sup>-1</sup> (ero 1800 kg ka ha<sup>-1</sup>). Satoero syntyi lähes kokonaan toisessa sadossa. Kasvilajit tai lajiseokset tuottivat keskimäärin saman kokonaissadon, vaikka korjuukertojen välillä eroja olikin. Niittokorkeus ja kasvilaji tai -seos vaikuttivat rehuarvoihin. Ensimmäisen sadon D-arvo pitkällä sängellä oli lähes 40 g korkeampi kuin lyhyellä, mutta tilanne kääntyi päinvastaiseksi toisessa sadossa. Siinä erityisesti timoteitä sisältävissä seoksissa D-arvo oli lyhyellä sängellä 22–35 g kg<sup>-1</sup> ka korkeampi kuin pitkällä sängellä. Kolmannen ja neljännen sadon D-arvo oli kaikilla kasvilajeilla ja -seoksilla hyvä, yli 680 g kg<sup>-1</sup> ka. Vuonna 2021 niitto lyhyeen sänkeen vähensi jälleen kokonaissatoa (9000 vs. 9300 kg ka ha<sup>-1</sup>) ja vähennys syntyi niitoissa 1–3. Toisin kuin ensimmäisenä vuonna, myös kasvilajien välille syntyi eroja. Kontrollina käytetyn timotei-nurminataseoksen kokonaissato oli 10000 kg ka ha<sup>-1</sup> ja sen sato oli selvästi rehukattaraa (7700 kg ka ha<sup>-1</sup>) ja timoteitä (8300 kg ka ha<sup>-1</sup>) parempi. Englanninraiheinä ja heinä-apilaseoksen ensimmäinen sato oli (1200 kg ja 600 kg ka ha<sup>-1</sup>) kontrollia matalampi, mutta kokonaissadot olivat samat. Ensimmäisen sadon sulavuudet olivat laidunnurmille tyypilliseen tapaan korkeat. Toisessa sadossa timotein D-arvo (630 g kg<sup>-1</sup> ka) oli kontrollia (670 g kg<sup>-1</sup> ka) matalampi. Tulokset viittaavat siihen, että ensimmäisen vuoden nurmet voivat merkittävästi kärsiä lyhyestä sängestä ja havainto on todennäköisesti yleistettävissä todelliseen laidunnukseen. Lisäksi ensimmäisen vuoden lyhyt sänki voi vähentää satoa seuraavana vuonna. Kasvilajikohtaiset erot tulivat näkyviin toisena vuonna, vaikka niittokorkeus vaikutti kokonaissatoon kaikilla kasvilajeilla samalla tavalla. Aidossa laidunnuksessa kasvilajierot voivat korostua.

**AVAINSANAT:** nurmi, laidun, ylilaidunnus

## 5-16 Kaupallisten nurmiseosten sadontuotto ja rehuarvo erilaisilla viljelystrategioilla

Sanna Kykkänen<sup>1</sup>, Maarit Termonen<sup>1</sup>, Juha Salopelto<sup>2</sup>, Arja Mustonen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Hankkija Oy

### TIIVISTELMÄ

Nurmilajit ja -lajikkeet eroavat toisistaan mm. kehitysrytmissä ja kuivuuden siedossa. Kylvöseos voidaan täsmätä sopimaan tiettyyn niitto- tai lannoitusrytmiin. Luonnonvarakeskuksen Maaningan toimipaikassa testattiin erityyppisten kaupallisten seosten sadontuottoa ja rehuarvoja erilaisilla niitto- ja lannoitusstrategioilla vuosina 2020–2021 VarmaNurmi-hankkeessa, jonka päärahoittaja on Euroopan maaseuturahasto. Kokeessa oli pääruutuna kolme lannoitus- ja niittostrategiaa (Alennettu lannoitus, Pikkukakkonen ja Maksimilannoitus) ja osaruutuna viisi eri nurmiseosta (Hankkijan Laatu, Sulava, Tuurenurmi, Pro ja Rehevä) sekä kolme kerrannetta. ”Alennettu lannoitus” sai tyypeä ensimmäiselle sadolle 70 kg N ha<sup>-1</sup> ja toiselle sadolle 30 kg N ha<sup>-1</sup> väkilannoitteena ja lisäksi naudon lietettä 30 tn ha<sup>-1</sup>. Kolmatta satoa ei lannoitettu. ”Pikkukakkonen”-strategiassa toinen niitto tehtiin aikaisin (tavoite 1500 kg ka ha<sup>-1</sup>). Väkilannoitus annettiin ensimmäiselle (100 kg N ha<sup>-1</sup>) ja kolmannelle (2020: 40 tai 2021: 60 kg N ha<sup>-1</sup>) sadolle. Toinen sato sai vain lietelannoituksen (30 tn ha<sup>-1</sup>). ”Maksimilannoitus”-strategiassa nurmi sai 100+100+40 kg N ha<sup>-1</sup>, kaliumia joka sadolle ja kevätsadolle lisäksi fosforia ja lehtilannoituksen. Vuonna 2021 ”Maksimilannoitus”-strategian toinen sato sai osan lannoituksesta lietteestä (30 tn ha<sup>-1</sup>). Liete levitettiin sijoittamalla. Kuiva-ainesato ja rehuarvot määritettiin sadoittain. Koivuina satotason kehitystä rajoitti kuivuus. Vuonna 2020 korkein kokonaissato (9520 kg ka ha<sup>-1</sup>) saatiin ”Maksimilannoitus”-strategialla, joka toteutettiin täysin väkilannoituksella. ”Pikkukakkonen”-strategialla satotasoa (8240 kg ka ha<sup>-1</sup>) rajoitti todennäköisesti kolmannen sadon kasvuaikaan nähden liian matala N-lannoitus (40 kg N ha<sup>-1</sup>). Vuonna 2021 korkeampi kolmannen sadon N-lannoitus tasoitti satoeron ”Maksimilannoitus”-strategiaan nähden (8500 vs. 8950 kg ka ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>,  $p > 0,05$ ). Vuonna 2020 seokset olivat hyvin tasaväkisiä. Ainoastaan ”Pikkukakkonen” ja ”Alennettu lannoitus”-strategioilla puna-apilaa sisältävä ”Laatu” tuotti korkeamman sadon kuin osa muista seoksista. Seosten väliset erot tulivat näkyviin pääasiassa vuonna 2021, jolloin timoteivaltaisimmat seokset hyötyivät lämpimästä alkukesästä. Kokonaissadossa erot olivat kuitenkin pieniä. Ainoastaan ”Sulava”-seoksen kokonaissato oli muita merkittävästi alhaisempi kaikilla strategioilla (7390 vs. 8570 kg ka ha<sup>-1</sup>,  $p < 0,05$ ). Merkittävimmät niittokohtaiset seoserot liittyivät englanninraiheinän (Riikka) ja puna-apilan (Altaswede) talvituhoihin sekä mahdollisiin eroihin timoteilajikkeiden kehitysnopeudessa. Kasvilajien kehitysrytmien erot vaikuttivat jonkin verran seosten rehuarvoihin. Jälkisatojen typpilannoitus tulee painottaa sille sadolle, jonka sato-odotus on korkein. Puna-apila on hyvä seoskomponentti kuivina kasvukausina varmistamaan satoa ja typensaantia. Lajikkeen talvenkestävyys on varmistettava. Timotein valtaisuus seoksissa on perusteltua, kun lajike valitaan jälkikasvukykynsä mukaan niittostrategiaan sopivaksi.

**AVAINSANAT:** nurmi, seos, lannoitus, karjanlanta

## 5-17 Nurmipalkokasvilajien vaikutus säilörehunurmien viljelyvarmuuteen kahden tai kolmen korjuun strategiassa

Kirsi Mäkineniemi<sup>1</sup>, Hanna Kekkonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Satolab Oy

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Nurmipalkokasvit ovat kiinnostava lisä säilörehuksi viljeltävissä kasvustoissa. Puna-apilan tiedetään olevan toimiva seoskumppani myös pohjoisemmassa Suomessa, mutta alsikeapilan ja sinimailasen sopivuudesta on vähemmän tutkimustietoa. Nurmipalkokasvien on havaittu sopivan kahden korjuun strategiaan, mutta paine kolmeen korjuuseen ylittää nykypäivänä entistä pohjoisemmille alueille. Vertailimme Luonnonvarakeskus Ylistarossa, viljelyvyöhykkeellä III, vuosina 2016–2018 sinimailasen, puna-apilan ja alsikeapilan kasvua sekä puhtaina kasvustoina että seoksina timotein ja nurminadan kanssa sellaisissa monivuotisissa nurmik kasvustoissa, jotka korjattiin säilörehuksi joko kaksi tai kolme kertaa kasvukaudessa. Timoteilajikkeita oli kaksi: pohjoisen tyyppin Tuure ja eteläisen tyyppin Dorothy. Vertailukasvustona käytimme Dorothy-timotein ja Valtteri-nurminadan seoskasvustoa. Nurmipalkokasvilajikkeet olivat Saija (puna-apila), Frida (alsikeapila) ja Nexus (sinimailanen). Koe perustettiin korjuustrategioiden mukaan jaettiin blokkeihin kolmena kerranteena aikaisin korjatun kevätvehnän alle. Nurmivuosien lannoituksessa seoskasvustojen typpilannoitus puolitettiin verrattuna puhtaisiin heinäkasvustoihin ja puhtaiden nurmipalkokasvien lannoitus oli minimaalista. Timotei, puna-apila ja alsikeapila talvehtivat parhaiten ensimmäisen ja toisen talven yli, mutta sinimailanen kärsi talvituhosta niin, että kolmen korjuun strategiassa se lähes hävisi kasvustosta kolmanteen vuoteen mennessä ja rikkakasvit valtasivat kasvuston. Seoskasvustoissa ensimmäisen ja toisen nurmivuoden kolmen korjuun strategia vaikutti seuraavaan nurmivuoteen siten, että heinien kevättheys kasvoi heinä-nurmipalkokasvi-seoksissa, mutta pieneni kahden korjuun strategiassa. Kolmen korjuun strategia verotti erityisesti alsikeapilan ja sinimailasen seuraavien vuosien kevättheiksiä, mutta puna-apilan kevättheudet kasvoivat sekä kahden että kolmen korjuun strategioissa. Seoskasvustojen botaaninen koostumus oli heinävaltainen, ja rikkakasvien osuus pysyi kurissa kaikissa heinävaltaisissa kasvustoissa ja heinä-nurmipalkokasvi-seoskasvustoissa. Satotasot olivat korkeimmat verrokkina olleessa timotei-nurminata-seoksessa sekä puhtaassa timoteikasvustossa, mutta myös timotein ja puna-apilan seokset tuottivat korkeita satoja erityisesti kolmen korjuun strategiassa. Tulosten perusteella timotei-nurminata-seos on varma valinta viljelyvyöhykkeelle 3 sekä kahden että kolmen korjuun strategioihin. Kun kasvustoa halutaan täydentää nurmipalkokasveilla, on puna-apila varmin lajivaihtoehto ja myös alsikeapila vaikutti lupaavalta. Sinimailanen on lajina haasteellinen ja sopivan lohkon ja lajikkeen valinta on merkityksellinen tekijä. Lisättäessä nurmipalkokasveja säilörehukasvustoihin tulisi panostaa kasvustojen tiheyden tarkkailuun ja varautua täydennyskylvöihin.

**AVAINSANAT:** apila, sinimailanen, timotei, nurminata

## 5-18 Hukka-hanke - Herneen, härkämpavun ja makealupiinin tuotanto ja uudet korjuumenetelmät

Heikki Jalli

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Suomen nykyinen valkuaisomavaraisuus on alhainen. Suomen Akatemian strategisen tutkimuksen tuottamien skenaarioiden mukaan omavaraisuusasteen tavoitteeksi on asetettu 60 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Se merkitsee vanhojen ja uusien valkuaiskasvien laajaperäisempää viljelyä. Hukka-hanke (2019–2021) pyrki ratkaisemaan palkokasvien viljelyn ongelmakohtia. Kysymyksiä olivat Herneen laonesto, lakoherneen puinti, härkämpavun kasvitautien torjunta, herneen ja härkämpavun kylvötiheys ja herneen ja härkämpavun seosviljely, kasvustimulanttien käyttö, härkämpavun pölyttyminen, etäluettavat feromonipyydykset, kaksivaiheinen korjuu. Hanketoimijoina Luken lisäksi oli Satafood. Hakkeessa suuressa osassa olivat yritysvierailut, pellonpiennartilaisuudet, seminaarit ja sosiaalinen media, joilla pyrittiin välittämään tietoa, jota hanke tuotti. Hanke sai jatkoaikaa vuodelle 2022. Hankesuunnitelman ja omarahoituksen täyttöön liittyvä ruotsimatka on jäänyt korontilanteen takia tekemättä hankevuosina. Hankkeen kohdealueita olivat Varsinais-Suomi, Häme, Satakunta ja Pirkanmaa. Hanketta rahoitettiin Manner-Suomen maatalouden kehittämissohjelman varoista ja hankkeen tarvitseman yksityisen rahan ovat maksaneet Niemi-säätiö, A-Rehu Oy, Boreal Kasvinjalostus Oy, Satarehu Oy, Viljelijän Avena Berner, Suomen Viljava Oy, Verso Food Oy, HKScan Oyj ja Elomestari Oy.

**AVAINSANAT:** viljely, valkuaiskasvit, herne, härkämpäpu, lupiini

## 5-19 Nurmien täydennyskylvö ei näy aina sadossa

Markku Niskanen<sup>1</sup>, Elina Hautala<sup>2</sup>, Hannu Kivisaari<sup>2</sup>, Juho Kotala<sup>2</sup>, Sari Morri<sup>2</sup>, Sari Vallinholvi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>ProAgria Etelä-Pohjanmaa

### TIIVISTELMÄ

Nurmien täydennyskylvöillä pyritään pitämään nurmet hyvin tuottavina ja täystiheinä lisäämällä kasvustojen versotiheyttä sekä paikkaamalla nurmeen talven aikana tulleita aukkoja. Onnistuneen täydennyskylvön avulla voidaan pidentää nurmikierron pituutta ja siten vähentää kustannuksia. Täystiheät nurmet kilpailevat myös hyvin rikkakasvien kanssa vähentäen niiden torjuntapainetta. Täydennyskylvön hyötyjä satoon on vaikea havaita, nurmissa, joista puuttuvat selvät heikon perustamisen tai talvituhojen aiheuttamat aukot kasvustosta. Luke Seinäjoki ja ProAgria Etelä-Pohjanmaa tutkivat täydennyskylvön vaikutusta satoon ReTee hankkeessa vuosina 2019–2020. Kokeet toteutettiin kahdella tilalla Kauhavalla (tila1) sekä Jalasjärvellä (tila 2) käytännön viljelyyn tarkoitettulla täydennyskylvökälyllä. Täydennyskylvöt tehtiin aikaisin huhtikuussa molempina vuosina timotei /englanninraiheinä seoksella (80 %/ 20 %). Täydennyskylvömäärä oli 10 kg ha<sup>-1</sup>. Kokeessa oli neljä erilaista käsittelyä: 1) Ei täydennyskylvöä, 2) kulon haraus, ei täydennyskylvöä, 3) täydennyskylvö + haraus, 4) täydennyskylvö + haraus + jyräys. Koe toteutettiin kolmella kerranteella. Sato määritettiin kehikonäytteillä (2m<sup>2</sup>) ja analysoitiin Valion aluelaboratoriossa NIR-menetelmällä. Vuonna 2019 haraukskäsittelyt (2 ja 3) lisäsivät ensimmäisen niiton satoa 13 % pilottitila 1:llä. Toisella pilottitilalla harauksella ei saatu sadonlisäystä. Jyräyksen yhdistäminen täydennyskylvöön tilalla 2 alensi kevät-satoa yli 10 %. Toisessa niitossa täydennyskylvö ei vaikuttanut satoon kummallakaan koelohkolla. Kuivuuden vuoksi toisen niiton sato jäi erittäin pieneksi tilalla 2. Tilalla 1 täydennyskylvöt lisäsivät kolmannen niiton satoa keskimäärin 500 kg ha<sup>-1</sup>, mutta toisen tilan koelohkolla täydennyskylvöt eivät lisänneet satoa. Kokonaissadoissa tilalla 1 sadonlisä oli 11 % täydennyskylvö+ haraus yhdistelmällä. Toisella tilalla koekäsittelyt eivät lisänneet kokonaissatoa. Vuonna 2020 koekäsittelyt eivät lisänneet merkittävästi satoa koelohkoilla vertailussa ei käsiteltyyn koekaistaan. Tilalla 1 toisen niiton sato aleni vajaa 500 kg ha<sup>-1</sup>, kun haraukseen ja täydennyskylvöön yhdistettiin jyräys. Tämä näky myös kokonaissadossa, joka oli jyräyhdistelmässä 8 % alhaisempi ei täydennyskylvettyyn koejäseneen verrattuna. Tilalla 2 kolmannessa niitossa pelkkä haraus keväällä ilman täydennyskylvöä lisäsi satoa 10 %, mikä näky myös 5 % korkeampana kokonaissatona. Suuren mittakaavan peltokokeissa on vaikea saada luotettavia tuloksia suuren hajonnan vuoksi. Kesän kasvuoloilla on suuri vaikutus, koska täydennetyt nurmen uudet oraat voivat esimerkiksi kuolla kuivuuteen. Tulokset antavat lieviä viitteitä siihen, että kylvön yhteydessä tehty jyräys saattaa tiivistää maata ja siten heikentää kasvien veden ja ravinteiden saantia. Jos kasvustot ovat keväällä tiheitä eivätkä ole kärsi talvituhoista, pelkkä kulon haraus keväällä voi olla riittävä toimenpide virkistämään nurmen kasvua.

**AVAINSANAT:** nurmet, nurmien täydennyskylvö, nurmisato

## 5-20 Remote sensing, crop growth models, and artificial intelligence assisted silage production

Markku Niskanen<sup>1</sup>, Eija Honkavaara<sup>2</sup>, Julien Morel<sup>3</sup>, David Parsons<sup>3</sup>, Jere Kaivosoja<sup>1</sup>, Oiva Niemeläinen<sup>1</sup>, Terhi Korpi<sup>4</sup>, Juho Kotala<sup>4</sup>, Benjamin Bollhöner<sup>5</sup>, Anna Molander<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Natural Resources Institute Finland (Luke)

<sup>2</sup>Finnish Geospatial Research Institute

<sup>3</sup>Swedish University of Agricultural Sciences

<sup>4</sup>ProAgria Etelä-Pohjanmaa

<sup>5</sup>Hushållningssällskapet Norrbotten-Västerbotten

### ABSTRACT

Milk and beef production bring the main income to the farms in the Interreg Botnia-Atlantica region. High yield and good quality silage are important for profitable milk and meat production. The lack of field parcel specific data of the quantity and of quality of sward production is identified to be a bottleneck in the silage cultivation improvement process. This project proposes a solution to this need with a novel method for grass quality and quantity estimation based on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and satellites. The method provides assessment of parcel specific yield, and prediction of yield quality prior to harvest. The project has joint expertise from five organizations to apply the remote sensing yield prediction methods to help in management of silage production swards. SLU and Luke have expertise in grassland management and monitoring by satellite remote sensing, and of grass growth modelling. FGI has expertise in applying drone remote sensing methods into grassland management. Advisory services in Sweden (Hushållningssällskapet Västerbotten Norrbotten) and Finland (ProAgria Etelä-Pohjanmaa) have close contact with farms and to their needs in developing their milk and meat production. The project is organized in four activities: A1 'Test sites, satellite and UAV measurements and estimations', provides reference measurements on test sites in 2021 and on farms in 2022, and assesses how remote sensing technologies can be used for estimating grass quality and quantity parameters. A2 'Predictions: Developing prediction models for yield quantity and quality estimation', will use information from A1 and grass growth models to predict the quantity and quality in silage sward production. A3 'Agri-MES' Management and execution' will integrate the estimation and prediction techniques to farming processes. A4 'Dissemination': The project develops a novel method by using data obtained from swards by remote sensing and applying grass growth models for silage sward yield quantity and quality prediction prior to harvest. The project aims to develop a method that will become a part of the continuously developing cultivation management programmes provided by advisory organizations and agribusiness companies. Thereby the new method would provide crucial information easily and timely to the farmers to utilize in their silage sward cultivation management, eventually improving profitability of milk and meat production businesses. This will also help to alleviate the management pressure on the expanding farms which have a great number of fields of which many are located far away from the farm centre. CyberGrass I Introduction to remote sensing and artificial intelligence assisted silage production project is funded by Interreg Botnia Atlantica Programme and Österbotten Förbund and Region Västerbotten.

**KEYWORDS:** silage production, remote sensing, crop growth mode



## 5-21 Kipsi, uhka vai mahdollisuus

Susanna Muurinen, Sakari Malmilehto, Ruska Kaipainen, Marja Palomäki

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus

### TIIVISTELMÄ

Maatalous kohtaa useita vaatimuksia ja uhkia, mutta ne voidaan nähdä myös mahdollisuuksina. Yksi työkalu tähän työhön on kipsi. Yksi suurimmista maatalouden huolenaiheista on Itämeren rehevöityminen. Maatalous on yksi suurimmista rehevöitymisen aiheuttajista. Kipsin on osoitettu vähentävän fosforin huuhtoutumista pellolta vesistöön. Näin ollen kipsi on oiva väline vähentää maatalouden osuutta Itämeren rehevöittäjänä. Tavoitteena on siis pitää fosfori, ja maa-aines, siellä missä sen kuuluukin olla. Pellolla. Myös fosforilannoitteen valmistuksessa jää yli kipsiä. Kun kipsi otetaan peltokäyttöön, saadaan näin parannettua kiertotaloutta ja vähennettyä ylijäämäkipsin määrää. Kipsi toimii myös lannoitteena sen sisältämän rikin ja kalsiumin vuoksi. Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus on ollut mukana useissa projekteissa, joissa ei olla havaittu haittoja kipsin käytössä sokerijuurikkaan viljelyssä. Näissä projekteissa pääpaino on ollut maan ominaisuuksissa, kasvin ravinnetasoissa satoa unohtamatta. Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus on myös tutkinut kipsinkäyttöä *Aphanomyces* sientä vastaan. Kipsi toimii tähän tarkoitukseen hyvin, sillä *Aphanomyces* sienien tuhojen tiedetään vähenevän, kun korkean riskin (damping of testi indexi 70–100) maihin lisätään kalsiumia. Tämä tarkoittaa satotasojen nousua vähäisellä vaivalla.

**AVAINSANAT:** kipsi, maanparannusaineet, rehevöityminen, sokerijuurikas

## 5-22 Älykäs mekaaninen rikkakasvintorjunta sokerijuurikkaalla

Susanna Muurinen, Sakari Malmilehto, Marja Palomäki

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus (SJT)

### TIIVISTELMÄ

Kasvinsuojeluainevalikoiman väheneminen on luonut tarpeen uusille/vanhoille kasvinsuojelumenetelmille. Koska käytettävissä on ollut tähän mennessä tehokkaita herbisidejä, sokerijuurikkaan haraaminen on pitkään ollut vähemmän käytetty rikkakasvien torjuntamenetelmä viljelijöiden keskuudessa, ja siksi koneet ovat vanhentuneet tai kokonaan poistettu käytöstä. Etelä -Suomessa myös kevääät ovat muuttuneet kuivemmiksi ja lisäksi pitkään kesään ulottuvat kuivuusjaksot asettavat haasteita kasvinsuojelulle. Sääolosuhteet ja peltojen nopea kuivuminen keväällä puoltavat sokerijuurikkaan kylvöjä jo huhtikuun lopussa. Mutta samanaikaisesti kuivuus ja kemiallisen kasvinsuojelun aloittaminen on haastavaa vaihtelevien rikkakasvustojen kehittyessä, sekä jälleen sateiden alkaessa. Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksella testattiin kalustoa, joka soveltuu rivikasvien kuten sokerijuurikas, mekaaniseen rikkakasvintorjuntaan jo varhaisesta kasvuvaiheesta lähtien. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tuoda kokeisiin uudempaa tekniikkaa ja lisätä viljelijöiden kiinnostusta ja tuntemusta IPM-menetelmiä kohtaan. Koe aloitettiin vuonna 2020 ja vuonna 2021 koetta laajennettiin. Koealue sisälsi pitkiä käsittelykaistoja, joiden rivietäisyys oli 50 cm ja siemenväli vaihteli käytettävästä haraustekniikasta riippuen 18–9.5 cm. Kaistoissa oli 6–12 juurikasriviä. Haraus suoritettiin: Konskilde Vibro Crop Intelli (12-rivi) haralla, jossa on kameraohjaus ja johon voidaan liittää rivikohtainen kemiallinen käsittely; Garford Robo-crop inrow weeder (6-rivinen) täysin kameraohjaukseen perustuva rivihara ja rivivälihara, jossa kamerat tunnistavat sokerijuurikkaan taimen ja mahdollistavat rikkakasvien harauksen myös taimien välistä; vanhanmallinen Salo-hara (6-rivinen), jolla voidaan harata rikkoja rivien välistä ja jonka tarkkuus perustuu haraa ohjaavan henkilön reaktiokykyyn. Myös liekitystä testattiin sokerijuurikkaan ollessa BBCH 12 ja 14 asteella. Yksi koejäsen sisälsi biologista rikkakasvien hävitykseen soveltuvaa kemikaalia (AIV). Sitä levitettiin rivien väliin Varidome -ruiskulla. Sääolosuhteet vaikuttivat tuloksiin merkittävästi. Myöhäinen kylvö vuonna 2020 ja erittäin kuiva sää heinäkuussa 2021 pitivät rikkakasvimäärät kauttaaltaan alhaisina. Muuten mekaaniset harat toimivat hyvin. Haratussa koejäsenissä oli enemmän rikkakasveja kuin täysin kamallisesti torjutussa kontrollissa, mutta niillä ei ollut vaikutusta satoon.

**AVAINSANAT:** sokerijuurikas, kameraohjattu hara

## 5-23 Sokerijuurikkaan parhaat viljelykierröt -koulutushanke

**Tiina From**

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus

### TIIVISTELMÄ

Viljelykierron avulla voidaan vaikuttaa positiivisesti maaperän ravinteiden- ja vedenpidätyskykyyn, hiilensidontakykyyn, maaperäeliöihin, kasvinsuojeluaineiden käyttötarpeeseen, satotasoihin sekä ruuantuotannon taloudelliseen kannattavuuteen. Viljelykiertojen parantamisella on olennainen rooli ruuantuotantomenetelmien sopeuttamisessa ilmastonmuutokseen. Sokerijuurikas on yksi kiinnostavimmista viljelykasveista tulevaisuuden kiertotalousratkaisujen kannalta. Se on erinomainen hiilensitoja ja hapentuottaja. Sokerijuurikas on viljelijälle nykyhinnoilla taloudellisesti kaikkein kannattavin kasvi. Kotimainen sokerintuotanto kattaa vain 40–50 % tämänhetkisestä kulutuksesta. Satotasojen nousu Suomessa on ollut muuhun Eurooppaan verrattuna hidasta ja satotasojen vaihtelu tilojen välillä on suurta. Sokerijuurikkaan parhaat viljelykierröt -hankkeen (SORVI) tavoitteena on parantaa sokerijuurikkaan viljelykiertoja, jotka ovat olleet viime vuosiin asti hyvin lyhyitä tai puuttuneet tyystin, vaikka sokerijuurikkaan esikasviarvo esimerkiksi viljanviljelyssä on merkittävä. Viljelykiertojen monipuolistuminen parantaa sokerijuurikkaan satotasoa. Kemiallisen kasvinsuojelun tarve vähenee ja viljelijöiden tietotaidot digitaalisten maataloussovellusten käytöstä paranevat. Viljelijöiden taloudellinen kilpailukyky paranee. Samalla lisätään sokeriomavaraisuutta sekä säilytetään sokerijuurikas yhtenä viljelykasvivaltoehtona. Hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi järjestetään useita koulutustilaisuuksia, pellonpiennarpäiviä ja pienryhmiä. Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskuksen SORVI-hanke toteuttaa Manner-Suomen maaseudunkehittämissuunnitelman 2014–2020 toimenpidettä 1.1. Ammatillinen koulutus ja tietojen hankkiminen. Hankkeen toiminta-aika on 1.6.2021–30.11.2023. Hanke toimii Satakunnassa, Varsinais-Suomessa, Hämeessä, Etelä-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla. Kohderyhmänä ovat kaikki Suomen sokerijuurikkaan viljelijät sekä muut asiasta kiinnostuneet.

**AVAINSANAT:** sokerijuurikas, viljelykierto, koulutus

## 5-24 Biologinen tuholaistorjunta sokerijuurikkaalla

**Marja Palomäki, Tuure Houni, Susanna Muurinen**

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus (SJT)

### TIIVISTELMÄ

EU kieltäessä neonikotinoidien käytön peltoviljelykasveilla, sokerijuurikkaan viljelyssä tuli uusia haasteita tuholaisten torjunnassa. Suomessa voidaan käyttää siementen peittauksessa Force 20 SC (tefluthriini), mutta se tehoaa vain maaperän tuholaisten vioituksia vastaan. Ilman tehokkaita siementen peittäusainevalmisteita, pyretroidiruiskutukset ovat ainoa kemiallinen vaihtoehto tuholaisten torjumiseksi ja niiden aiheuttamien vioitusten vähentämiseksi. Siksi tarve löytää vaihtoehtoisia lähestymistapoja tai tekniikoita, kuten muita kuin kemiallisia vaihtoehtoja tuholaistorjunnassa, on tullut entistä tärkeämmäksi. Kolmivuotisessa Optimaalisen tuholaistorjunta- ja varoitusjärjestelmien kehittäminen sokerijuurikkaalle muuttuvassa ympäristössä -hankkeessa (TUJU) on tavoitteen optimoida menetelmiä sokerijuurikasta vioittavien tuholaisten torjumiseksi ja kehittää varoitusjärjestelmiä muuttuvassa toimintaympäristössä. Ensimmäisessä työpaketissa tutkitaan eri biologisten valmisteiden ja hyönteisverkon tehokkuutta tuholaisten torjuntana ruutukokeessa. Kun torjunnan kynnsarvot ylittyivät, kasvit ruiskutettiin pyretroidivalmisteilla, öljyllä, mäntysaippualla tai koivutisleellä. Hyönteisverkko laitettiin ruutuihin taimettumisen jälkeen. Kasveista arvosteltiin kirppojen, luteiden ja juurikaskärpäsen toukkien vioitukset kasvuasteella BBCH 10-16. Lopullinen sato määritettiin. Tulokset osoittivat, että biologisten valmisteiden ruiskutuksilla ei ollut fytotoksisia vaikutuksia pieniin kasveihin. Ne eivät kuitenkaan olleet riittävän tehokkaita tuholaistorjunnalle, kun kirppa- ja ludepaine oli korkea. Tarvittavien ruiskutusvälien tulisi olla lyhyempiä tuholaisten riittävän torjuntatason saavuttamiseksi. Hyönteisverkko on asetettava ennen juurikkaan taimettumista, jotta vältetään tehokkaasti tuholaisten aiheuttamat vioitukset. Tutkimus on saanut rahoitusta Maatilatalouden kehittämisrahastosta, Makera.

**AVAINSANAT:** sokerijuurikas, biologinen tuholaistorjunta, TUJU-Hanke

## 5-25 Kukkakaistat sokerijuurikkaan tuholaisten torjunnassa

Marja Palomäki, Tuure Houni, Susanna Muurinen

Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus

### TIIVISTELMÄ

Kukkakaistat kylvetään peltojen biologisen monimuotoisuuden parantamiseksi. Ne tarjoavat suojaa ja ruokaa pölyttäjille, tuholaisten luonnollisille vihollisille ja muille selkärangattomille. Kolmivuotisen hankkeen - Sokerijuurikkaan optimaalisen tuholaistorjunnan ja varoitusjärjestelmien kehittäminen muuttuvassa ympäristössä (TUJU) tavoitteena on tutkia kukkakaistojen vaikutusta sokerijuurikkaan tuholaisiin ja hyödyllisiin hyönteisiin. Kokeessa testattiin erityyppisiä kukkaseoksia. Viisi kaistaa kylvettiin yksivuotisia kasvilajeja sisältävillä seoksilla ja yksi monivuotisella seoksella. Sokerijuurikkaan BBCH 10-16 arvosteltiin kirppojen, luteiden ja juurikaskärpäsen toukan vioitukset. Pölyttäjiä ja luonnollisia vihollisia seurattiin. Kukkakaistoista mitattiin biomassat ja sokerijuurikkaan sato hiilen sitomisen määrittämiseksi. Kaikissa kukkakaistoissa oli eriaikaisesti kukkivia kasvilajeja. Kukkakaistoissa havaittiin runsaasti pölyttäjiä, kimalaisia ja mehiläisiä. Kukkakaistat lisäsivät luonnollisten vihollisten populaatioita, kuten kukkakärpäsiä, leppäkerttuja ja niiden toukkia, maakiitäjäisiä, sylkikuoriaisia ja hämähäkkejä. Sokerijuurikkaan tuholaisten aiheuttamat vioitukset sokerijuurikkaan taimissa olivat pienemmät kukkakaistojen vieressä. Tämä tutkimus on saanut rahoitusta Makerasta.

**AVAINSANAT:** sokerijuurikas, kukkakaista, monimuotoisuus, hiili

## 5-26 Annual flower strips for supporting natural enemies and pollinators in vegetable production

Pirjo Kivijärvi, Sari Himanen, Jani Grönlund

Luonnonvarakeskus (Luke)

### ABSTRACT

Natural enemies of pests can provide preventive control and buffer for pest peaks, while their efficacy varies a lot. Flower strips sown on vegetable fields diversifies the plot and supplements the resource base for natural enemies as well as pollinators. This is imperative when natural vegetation fails to sustain their populations. In 2020–2021, we tested annual flower strips in organic cabbage fields in Eastern Finland. Maximum three meter wide strips of 1) faba bean (*Vicia faba* L.) cv. 'Sampo' (seeding rate 200 kg ha<sup>-1</sup>), 2) faba bean ('Sampo' or 'Louhi', 100 kg ha<sup>-1</sup>) - phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth., 'Boratus', 7 kg ha<sup>-1</sup>) mixture, or 3) faba bean ('Sampo' or 'Louhi', 100 kg ha<sup>-1</sup>) – phacelia ('Boratus', 7 kg ha<sup>-1</sup>) - common vetch (*Vicia sativa* L., 'Ebena', 30 kg ha<sup>-1</sup>) mixture were sown to field edges and irrigation alleys after cabbage planting. The strips received equal fertilizing as cabbage. A cabbage field without flower strips served as a control field. In the experimental fields, yellow sticky traps and pit-fall traps were regularly used to observe insect dynamics in both years. In addition, floral visits by the main pollinator groups were recorded in 2020. In 2020, the cabbage fields with flower strips had higher numbers of beneficial insects observed compared to control, while there was no difference in cabbage yield or yield quality between the control and floral strip plots. Bumblebees, honeybees and parasitic wasps were most abundant in the flower strips during mid and late summer. Phacelia was the most attractive species for bumblebees and honeybees, whereas parasitic wasps favored faba bean. In the end of July 2020, the number of parasitic wasps per yellow sticky trap was approximately 120 in the faba bean strips. In late July 2021, the number of parasitic wasps per yellow sticky trap was more than eight times higher in the cabbage field with flower strips compared to control. In 2020, the occurrence of ground-dwelling generalist predators varied greatly between the field plots: they seemed more influenced by other factors than the floral strips. Ground beetles were the most abundant group. In 2021, the average number of ground-dwelling generalist predator individuals per pitfall trap was in the middle of the cabbage field 43, in cabbage bed next to flower strip 33 and in flower strips 28. Spider-group was the most abundant, which could be affected by the degradable plastic mulch used in the cabbage beds. We conclude that annual floral strips can increase the numbers of certain aboveground beneficials observed in organic cabbage fields. The flowering species studied varied in their attractiveness by insect group, which indicated that mixtures attract a more diverse set of beneficials.

**KEYWORDS:** flower strips, natural enemies, pollinators, vegetables

## 5-27 Kukkia ja mehiläisiä – pölytyspalveluiden tuotteistaminen

Suvi Myller, Arja Korhonen, Hannu Viitala, Suvi Kyytsönen, Heli Wahlroos

Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, Finland

### TIIVISTELMÄ

Maailmalta on viime vuosina kantautunut huolestuttavia uutisia pölyttäjien katoamisesta. Tulevaisuudessa tarhamehiläisillä voi olla ratkaisevan tärkeä rooli ruoantuotannossa pölyttämässä satokasveja, jotka eivät ole itse-pölytteisiä. Tarhamehiläisten avulla tuotettava pölytyspalvelu on ollut Suomessa toistaiseksi pienimuotoista. Pölytyspalveluiden yleistymisessä haasteena on ollut muun muassa mehiläispesien siirron logistiikka. Palvelulle on kuitenkin runsaasti kysyntää kasvinviljelijöiden keskuudessa, sillä tehokas pölytys parantaa sadon määrää ja laatua. Tutkimuksen tavoitteena oli löytää kalustoratkaisuja mehiläistarhaajien käyttöön pesien siirtojen helpottamiseksi. Lisäksi työssä tutkittiin laskelmien avulla mehiläistarhaajan mahdollisuutta ansaita elantonsa pölytyspalvelun tuotannolla. Työn pitkän aikavälin tavoitteena oli edistää sopimuskulttuurin yleistymistä maaseudun palveluiden tuotannossa sekä innostaa uusia mehiläistarhaajia tuottamaan pölytyspalvelua. Tutkimuksen osana tehtiin kehittämistyö, jossa haastatteluiden ja investointilaskelmien avulla tutkittiin mahdollisuutta tehostaa pölytyspalveluiden tuotantoa. Kalustoratkaisut koottiin toimeksiantajan ja mehiläistarhaajien haastatteluista saatujen tietojen pohjalta. Työssä kehitettiin neljä erilaista kalustomallia ja vaihtoehtoja tehtiin investointilaskelmat. Mehiläistarhaajien haastatteluissa ilmenneen kiinnostuksen perusteella jatkolaskelmiin valikoitui yksi laskelmamalleista. Syntynyt lopputulos nimettiin pölytyspalveluyksiköksi. Laskelmien avulla tutkittiin pölytyspalveluyksikön kannattavuus ja tarvittava yksiköiden määrä tarhaajan vuositulojen saamiseksi. Työssä perehdyttiin palvelun tuotteistamiseen sekä segmentoituihin pölytyspalveluasiakkaat. Lisäksi tehtiin vertailua pölytyspalvelusta ja hunajantuotannosta saatavien tuottojen välillä. Laskelmissa kannattavaksi osoittautui pölytyspalveluyksikkö, joka koostuu peräkärryalustasta, alustan päälle sijoitettavasta lavetista, 18 mehiläispesästä ja vaijerinosturista. Pölytyspalveluyksiköitä lisäämällä saatiin selville, että mehiläistarhaajan on mahdollista työllistää itsensä pölytyspalvelua tuottamalla osan aikaa vuodesta kannattavasti – edellytyksenä kuitenkin on, että mehiläistarhaajan ei tarvitse investoida sopivaan vetoautoon. Hunajantuotannon ja pölytyspalvelun tuottojen vertailussa johtopäätös oli, että hunajantuotanto tuottaa enemmän tuloa pienillä mehiläistarhoilla kuin pölytyspalvelu. Toiminnan laajuuden kasvaessa tilanne kääntyy pölytyspalvelun eduksi. Kannattavuuslaskelmavertailu hunajantuotannon ja pölytyspalvelun välillä olisi alaa hyödyttävä jatkotutkimusaihe.

**AVAINSANAT:** kannattavuus, investointi, pölytyspalvelu, tuotteistaminen

## 5-28 Improved *Fusarium* management on cereals with new biocontrol concepts

Tuija Sarlin<sup>1</sup>, Elina Sohlberg<sup>1</sup>, Veli Hietaniemi<sup>2</sup>, Sari Rämö<sup>2</sup>, Hanna Ranta<sup>3</sup>, Markku Välimäki<sup>4</sup>, Milla Välisalo<sup>5</sup>, Marja-Leena Lahdenperä<sup>6</sup>, Päivi Parikka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>3</sup>Ruokavirasto

<sup>4</sup>Sastamalan viljelijä rengas

<sup>5</sup>Lantmännen Agro Oy

<sup>6</sup>Lallemand Plant Care

### ABSTRACT

*Fusarium* species are the most important toxigenic fungi in cereals in Nordic countries. Incidences of toxigenic species are increasing. At the same time, the number of chemical plant protection products allowed is declining and organic farming is coming more popular. Thus, new management approaches are urgently needed in order to maintain the good quality and safety of cereal production. A 3-year national project "Improved *Fusarium* management with new biocontrol concepts (BIOTEHO)" aimed to discover and develop effective biological control means for the protection against *Fusarium* fungi especially in barley and oat production. Fungal strains belonging to the species of *Clonostachys rosea* and *Trichoderma harzianum* were selected as biocontrol agents. Single micro-organisms, a mixture of the selected species as well as an experimental *C. rosea* formulation were applied as biocontrol treatments in different growth phases of oats and barley in order to protect seeds in sowing, grains during the growing season as well as plant residues remained in the field. Effects of the treatments against *Fusarium* were studied in laboratory, in greenhouse as well as in field trials using both conventional plating and molecular biological methods. All tested *C. rosea* and *T. harzianum* strains were able to significantly suppress the growth of *Fusarium* fungi on naturally contaminated grain seeds in the laboratory seed treatment experiment. No negative effect on seed germination ability was detected. In the greenhouse trials, biocontrol agents, especially when applied as a seed treatment, were able to improve plant emergence and protect growing plants against *Fusarium* infection. No clear impact of the biocontrol treatments on the *Fusarium* contamination was observed under field conditions. However, in the field trials, the applied biocontrol treatments repeatedly increased crop yields, which can be indirectly interpreted as due to disease control. Biocontrol agents was observed to enhance biodegradation of *Fusarium* contaminated straw in the lab-scale experiments. In addition, a small number of biocontrol strains survived over winter in the treated plant residues indicating their potential to protect the subsequent crop. Our study revealed the potential of biological plant protection against *Fusarium* fungi in cereal production. However, further research is needed especially on the benefits of biocontrol treatment using multiple micro-organisms or selected microbial communities instead of a single strain. Moreover, particular attention should be paid to the formulation of biological plant protection products in order to secure their activity under harsh field conditions. Financial support from the Development Fund for Agriculture and Forestry (Makera, Dro 536/03.01.02/2017) and from the companies is gratefully acknowledged.

**KEYWORDS:** biocontrol, *Fusarium*, oats, barley



## 5-29 Soijapavun kääpiökasvuviruksen (SbDV) ensihavainto Suomessa

Annika Luoto<sup>1</sup>, Mikko Lehtonen<sup>2</sup>, Jari Valkonen<sup>3</sup>, Johanna Santala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ruokavirasto, Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Ruokavirasto

<sup>3</sup>Helsingin yliopisto

### TIIVISTELMÄ

Palkokasvien viljely on Suomessa kasvavan kiinnostuksen kohteena ja maassamme viljellään yli kymmentä kasvilajia, jotka kuuluvat hernekasvien (*Fabaceae*) heimoon. Soijapapuakin viljellään koeluonteisesti jo Etelä-Suomessa ja Ahvenanmaalla. Herneen ja härkäpavun osalta viljelty pinta-ala on viimeisten vuosien aikana selvästi kasvanut ja ennusteiden mukaan kasvu vain jatkuu tulevina vuosina. Hernekasvien viruksia on Suomessa tutkittu viimeksi vuonna 1993. Tällöin tutkittiin pavun keltamosaiikkiviruksen (Bean yellow mosaic virus, BYMV) eri kantoja herneellä ja härkäpavulla, sekä rehuvuohenherneen taudinkestävyyttä hernekasveja yleisesti vioittavia viruksia vastaan. Aiemmat tutkimukset 1960- ja 1970-luvuilla painottuivat lähinnä BMYV:en, jota havaittiin herneen lisäksi myös puna- ja alsikeapilalla. Muualla Euroopassa hernekasvien viruksia on viime vuosina tutkittu varsinkin Saksassa, jossa tehtiin myös Euroopan ensimmäinen, ja tähän mennessä ainoa, havainto soijapavun kääpiökasvuviruksesta (Soybean dwarf virus, SbDV) vuonna 2008. Virus raportoitiin tällöin esiintyvän härkäpavulla, sekä valko- ja puna-apilalla. Vuonna 2018–2020 toteutettiin perunaviruksiin liittyvän tutkimushankkeen yhteydessä kartoitus, jossa tutkittiin luonnonkasveissa esiintyviä viruksia Tyrnävän alueella. Näytteeksi kerättiin myös valkoapiloita, joissa havaittiin virustartuntaan viittaavaa selkeäsuonisuutta. Näytteet tutkittiin syväsekvensoinnilla ja niistä havaittiin SbDV. Tulos varmistettiin PCR-testillä. Kyseessä on ensimmäinen SbDV havainto Suomessa ja toinen Euroopassa. Vaikka SbDV:n on todettu aiheuttavan vakavia ja taloudellisesti merkittäviä epidemioita ainoastaan soijapavulla, kuuluvat sen isäntäkasveihin myös muut palkokasvit. Suomessa viljellyistä palkokasveista merkittävimmät SbDV:n isäntäkasvit ovat herne, härkäpapu ja apilat. SbDV aiheuttaa potentiaalisen uhkan palkokasvituotannolle, sillä sen leviämiseen tarvittava vektori hernekirva (*Acyrtosiphon pisum*) esiintyy laajalle levinneenä maassamme. Hernekirvan isäntäkasveihin kuuluvat muun muassa kaikki SbDV:n isäntäkasvit. Palkokasvien viruksia on maassamme kartoitettu ja tutkittu verrattain vähän, eikä virustilannetta juuri tunneta. Tietämättömyys lisää epävarmuutta torjuntaan ja ennakkointiin. Tämän hetken hyvä tautitilanne voi äkisti muuttua esimerkiksi uuden vektorilajin tai muuttuvan ilmaston vaikutuksesta luoden uudenlaisia uhkia myös palkokasvituotannolle. Tarvitaan lisää tutkimusta ja enemmän näytteitä potentiaalisista isäntäkasveista, jotta SbDV:n levinneisyyttä ja yleisyyttä pystytään entisestään kartoittamaan.

**AVAINSANAT:** soijapavun kääpiökasvuvirus, SbDV, Soybean dwarf virus, palkokasvit, kasvivirus

## 5-30 Perunan kuorirokko kuriin

Lea Hiltunen<sup>1</sup>, Jari Valkonen<sup>2</sup>, Marjo Hokka<sup>3</sup>, Minna Haapalainen<sup>2</sup>, Minna Pirhonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

<sup>3</sup>Perunantutkimuslaitos

### TIIVISTELMÄ

Kuorirokko, jota aiheuttaa *Spongospora subterranea* -mikrobi, on maailmanlaajuisesti merkittävä perunan laatua pilaava tauti. Kuorirokkomikrobi toimii myös perunan maltokaariviruksen levittäjänä. Kuorirokon aiheuttamat haitat ovat lisääntyneet Suomessa jatkuvasti, mutta taudin torjuntaan ei ole tehokkaita keinoja. Maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman Kuorirokko kuriin -hankkeen tavoitteena oli selvittää kuorirokon esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä Suomen oloissa ja löytää keinoja taudinhallintaan. Laboratorio- ja peltotutkimusten avulla selvitettiin rikkakasvien roolia kuorirokon väli-isäntinä sekä verrattiin lajikkeiden taudinkestävyyttä ja oireiden ilmentymistä. Lisäksi testattiin kemiallisten ja biologisten aineiden tehokkuutta kuorirokon torjuntaan. Olemassa olevia diagnostiikkamenetelmiä optimoitiin ja hyödynnettiin kuorirokkomikrobin määrittämiseen kasvien juurista ja maasta. Hankkeen toteuttivat Luonnonvarakeskus, Helsingin yliopisto ja Perunantutkimuslaitos yhteistyössä perunanviljelijöiden ja peruna-alan yritysten kanssa. Tulokset osoittivat, että monet perunan viljelykierrossa yleisesti esiintyvät rikkakasvilajit voivat toimia kuorirokon väli-isäntinä. Niihin ei meidän oloissamme näytä kehittyvän juuriäkämiä eivätkä ne siten suoraan lisää maan tautipainetta. Esiintyessään perunan kanssa samalla peltolohkolla ne voivat kuitenkin toimia lisätartunnan lähteenä perunan juuri- ja mukulainfektioille. Näin ollen rikkakasvien huolellinen torjunta kasvukauden mahdollisimman varhaisessa vaiheessa on tärkeää. Perunalajikkeiden kuorirokonkestävyydestä on vähän aiempaa tietoa. Peltokokeissa havaittiin ensimmäistä kertaa, että myös Suomessa mukulaoireiden ohella kuorirokon juurioireita eli äkämia esiintyy yleisesti. Sekä äkämät että mukulan pinnassa olevat kuorirokkolaikut sisältävät kestoitiöitä, joiden avulla taudinaiheuttaja säilyy maassa vuosikymmeniä. Perunalajikkeiden kestävyys juuri- ja mukulaoireille vaihteli eikä näiden kahden oireityypin välillä ollut yhteyttä. Näin ollen lajikekohtaista tietoa taudinkestävyydestä tarvitaan sekä juuri- että mukulaoireille. Lajikevalintaa tehtäessä on tärkeää kiinnittää huomioita myös juurioirekestävyyteen, sillä juurioireille alttiit lajikkeet voivat lisätä maan tautipainetta huomaamatta. Optimoitujen diagnostiikkamenetelmien avulla pystyttiin luotettavasti analysoimaan kuorirokkomikrobi perunan ja rikkakasvien juurista sekä maasta. Menetelmät luovat hyvän pohjan jatkotutkimuksille. Kuorirokon hallintaan ei ole näköpiirissä yksittäisiä tehokkaita torjuntakeinoja eivätkä tässäkin hankkeessa testatut biologiset tai kemialliset aineet osoittautuneet toimiviksi. Kuorirokon hallinta vaatii jatkossakin monen keinon yhteensovittamista. Pitkällä tähtäimellä taudinkestävien lajikkeiden käyttö on avainasemassa. Lisäksi tarvitaan kuitenkin muita keinoja, joita voidaan kehittää vain, jos taudinaiheuttaja ja sen esiintymiseen vaikuttavat tekijät tunnetaan entistä paremmin.

**AVAINSANAT:** kuorirokko, *Spongospora*, peruna, taudinkestävyys, väli-isäntä

## 5-31 Perunan kuoppataudin syyt ja seuraukset

Minna Haapalainen<sup>1</sup>, Marjo Hokka<sup>2</sup>, Outi Holappa<sup>3</sup>, Satu Latvala<sup>3</sup>, Anne Rahkonen<sup>3</sup>,  
Yeshitila Degefu<sup>3</sup>, Marikaisa Kokkala<sup>1</sup>, Laura Jäntti<sup>1</sup>, Minna Pirhonen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Perunantutkimuslaitos

<sup>3</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa halutaan selvittää, mitkä tekijät aiheuttavat perunoissa havaitut kuoppaoireet ja mikä on niiden vaikutus siemenperunan laatuun, jotta viljelijöitä voidaan neuvoa käytännön torjuntatoimissa. Kuoppaisista mukuloista on eristetty ja tunnistettu sellaisia taudinaiheuttajia, jotka kasvavat keinotekoisella elatusalustalla. Muita oireisten perunoiden solukossa eläviä mikrobeja on tutkittu suoralla PCR-testauksella, ITS-sekvensoinnilla ja syväsekvensoinnilla. Tunnistetuille taudinaiheuttajille tullaan kehittämään PCR-testit, joita voidaan käyttää perunaerien tutkimiseen kunkin mikrobin ja kuoppaoireiden välisen korrelaation sekä taudinaiheuttajan yleisyyden selvittämiseksi. Oireiden mahdollista tarttumista mukuloiden käsittelyn yhteydessä kuoppaisesta erästä terveeseen erään tutkitaan astiakokeilla. Kenttäkokeissa tutkitaan, vaikuttaako mukuloiden mahdollinen piilevä mikrobityyppi siemenperunan kasvuun ja satoon. Viljelijöiden ja siemenperuna-alan yritysten lähivuosien havainto- ja viljelytietojen perusteella selvitetään, löytyykö esim. varastointi- tai viljelyolosuhteista sellaista tekijää, joka altistaa mukulat kuoppataudin synnylle. Tutkimuksissa on tähän mennessä selvinnyt, että kuoppatauti ei ole yksi tauti, vaan että päältäpäin samannäköisiä oireita aiheuttavat useat eri taudinaiheuttajat. Kuoppaoireisista mukuloista on eristetty ja alustavasti tunnistettu useiden eri sienisukujen edustajia, mm. *Boeremia* (ent. *Phoma*, kuoppalaho), *Fusarium* (kurttulaho) sekä *Cylindrocarpon*-lajiryhmään kuuluvia sieniä. Mukuloista, joissa oli tummia, matalia kuoppia, tehtiin syväsekvensointi. Tulosten perusteella oireisissa mukuloissa oli sekä *Fusarium*-lajeja että *Cylindrocarpon*- ja *Ilyonectria*-sukuisia sieniä ja niiden lisäksi useita huonosti tunnettuja sieniä, joiden merkitystä tautioireiden synnyssä on vaikea arvioida tutkimuksen ollessa vasta alkuvaiheessa. Alustavan kenttäkokeen tulokset viittaavat siihen, että *Boeremia*-sienen aiheuttama kuoppalaho vaikuttaa haitallisemmin siemenperunan kasvuun ja satoon verrattuna muiden ryhmien taudinaiheuttajiin.

**AVAINSANAT:** perunan kuoppaoireet, sienitaudit, *Boeremia*, *Fusarium*, *Cylindrocarpon*

## 5-32 Perunateollisuuden sivuvirtojen kasvinterveysriskit

Satu Latvala<sup>1</sup>, Liisa Maunuksela<sup>2</sup>, Mikko Lehtonen<sup>2</sup>, Marjo Serenius<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Ruokavirasto

<sup>3</sup>Perunantutkimuslaitos

### TIIVISTELMÄ

Tuotantoprosessissa syntyvien sivuvirtojen hyödyntäminen on yksi tärkeä keino tehostaa ravinteiden kierrätystä ja palauttaa orgaanista ainesta peltoon. Kierrätysravinteiden hyödyntämiseen voi kuitenkin liittyä haitallisia ympäristövaikutuksia ja riskejä, esimerkiksi kasvintuhoojien leviämisen kautta. Viranomaisilla ja viljelijöillä tulisi olla riittävästi tietoa kierrätysravinteiden ominaisuuksista ja riskeistä kierrätyslannoitteiden turvallisen käytön ohjeistamiseen ja lisäämiseen. Tutkimuksessa selvitettiin maltokaariviruksen ja sen vektorina toimivan kuorirokon esiintymistä tarkkelystehtaan prosesseissa syntyvissä sivuvirroissa syöttikasvi-PCR-menetelmällä. Syksyllä 2019 tutkittiin maltokaariviruksen esiintymistä käsittelemättömistä multa- ja perunakuitujakeista sekä lannoitevalmisteena käytettävästä käsitelystä väkevöidystä solunesteestä. Syksyllä 2020 tutkittiin sekä maltokaariviruksen että kuorirokon esiintymistä käsittelemättömistä multa-, perunakuitu- ja solunestejakeista. Maltokaarivirusta ja kuorirokkoa havaittiin odotetusti multa- ja kuitujakeista. Solunestejakeista ei havaittu maltokaarivirusta kumpanakaan vuonna, mutta käsittelemättömästä solunestejakeesta havaittiin kuorirokkoa. Tutkimustulokset maltokaariviruksen ja kuorirokon esiintymisestä eri prosessijakeissa auttavat tunnistamaan mahdollisia perunateollisuuden riskijakeita ja näin ollen niitä voidaan käyttää sivutuotteiden lannoitekäytön turvallisuuden arviointiin. Raaka-aineen alkuperän perusteella voidaan tapauskohtaisesti arvioida kasvitautien esiintymistä ja tutkia lannoitevalmisteiden mukana mahdollisesti leviäviä kasvintuhoojia, kuten maltokaarivirusta, jonka leviämisestä ei ole tämän tutkimuksen perusteella riskiä käsiteltyyn väkevöidyn solunesteen lannoitekäytössä. Toisaalta riski kuorirokon leviämiseen käsittelemättömän solunesteen mukana on kuitenkin olemassa. Tutkimus on osa Maatilatalouden kehittämisrahaston (Makera) rahoittamaa hanketta ”Perunateollisuuden sivuvirtojen kasvinterveysriskit (Persikas)”. Perunateollisuuden sivuvirtojen käsittelijät ja viranomaiset voivat hyödyntää tutkimuksessa koostettua aineistoa ja hankkeessa toteutetun kirjallisuuskatsauksen tuloksia ohjeistuksessa sivuvirtojen käytöstä kierrätysravinteina.

**AVAINSANAT:** kierrätyslannoitteet, maltokaarivirus, kuorirokko, PCR

## 5-33 Kevätviljapeltojen rikkaäestys vähentää rikkakasvipainetta

Jukka Salonen<sup>1</sup>, Eeva-Liisa Juvonen<sup>2</sup>, Mari Niemi<sup>1</sup>, Minna Haavisto<sup>3</sup>, Jukka Korhonen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Freelancer

<sup>3</sup>Helsingin Yliopisto

<sup>4</sup>HAMK/Mustiala

### TIIVISTELMÄ

Viljapeltojen rikkakasvien mekaanista torjuntaa kasvukauden alkupuolelle ajoittuvilla kevyillä äestyksillä on tutkittu naapurimaissamme kattavasti, kauan ja vaihtelevin tuloksin. Luomupeltojen rikkakasvintorjuntaan kaivataan tehokkaita menetelmiä, mutta rikkaäestys ei ole saavuttanut suurta suosiota Suomessa. Tutkimme, kuinka paljon rikkakasvipainetta voidaan vähentää kasvukauden aikana ja yli vuosien, kun rikkaäestys toistetaan samalla koepaikalla kolmena vuonna. Kenttäkoe toteutettiin 2018–2020 HAMK/Mustialan tilan hietasavisella peltolohkolla, jolla alkoi siirtymävaihe luomuun vuonna 2018. Kahtena ensimmäisenä koevuonna viljelykasvina oli Elmeri-ohra ja viimeisenä vuonna Helmi-keväthehkö. Lietelannalla tarjottiin kasveille tyyppä n. 50 kg ha<sup>-1</sup>. Rikkaäestys ajoitettiin viljan 2–4-lehtiasteelle, aluskasvia kylväen tai ilman. Vertailuun sisältyi kaksoiskäsittely, jossa ensimmäinen äestyskerta ajoittui juuri ennen viljan orastumista (n.s. sokkoäestys). Rikkaäkeenä oli HE-VA Weeder, työleveydeltään 9 m, äestysyvyys 1–2 cm, ajonopeutena 6–7 km h<sup>-1</sup>. Rikkakasvien esiintyminen määritettiin äestyshetkellä, pari viikkoa äestysen jälkeen ja juuri ennen puintia. Valtalajina kaikkina vuosina oli jauhosavikka. Rikkaäestyksen torjuntateho, mitattuna rikkakasvimäärän (kpl/m<sup>2</sup>) muutoksena noin kaksi viikkoa äestyksestä, oli yhdellä ajokerralla 40–55 % ja kahdella äestyksellä luokkaa 70 %. Ohdakkeen taimiin ei äestys tehonnut. Rikkaäestettyjen ruutujen rikkabiomassa ennen puintia oli keskimäärin 50 % pienempi kuin kontrolliruuduissa. Kaksoiskäsittely oli hieman tehokkaampi kuin kertaalleen tehty äestys. Aluskasvit eivät vähentäneet rikkakasvien määrää. Ankaruuden alkukesän kuivuus häiritsi viljan kasvua erityisesti vuonna 2018. Tuolloin jauhosavikka kasvoi ohraa pidemmäksi, ja satotaso oli 4 tn ha<sup>-1</sup>. Kahtena seuraavana vuonna vilja kilpaili paremmin ja savikka jäi viljaa lyhyemmäksi. Ohran satotaso 6 tn ha<sup>-1</sup> vuonna 2019 ja keväthehkön 4 tn ha<sup>-1</sup> vuonna 2020. Rikkaäestys viivästytti hieman ohran tähkälle tuloa, tallaus vioitti eniten vehnää eikä minään vuonna lisännyt viljan satoa. Kaksoisäestys jopa vähensi vehnän satoa. Vehnäsadon laatuun ei rikkaäestyksillä ollut vaikutusta. Viljasadolla arvottaen rikkaäestys siis ei ollut kannattavaa. Kolmantena vuonna oli havaittavissa vuosittain toistetun äestysen jälkivaikutus; kontrolliruuduissa kasvoi äestysvaiheessa enemmän jauhosavikkaa kuin ruuduissa, joita oli rikkaäestetty kahtena aiempina vuonna. Vuosittain toistettuna rikkaäestys voi siis osoittautua kannattavaksi, koska se näyttäisi vähentävän rikkakasvipainetta kilpailun kannalta tärkeimmällä hetkellä viljan versoasteella. Koe oli osa HAMK/Mustialan vetämää ja Maaseuturahaston rahoittamaa ”Luomussa vara parempi”-hanketta (<http://bit.ly/luomuhame>), jonka tavoitteena oli edistää luomutuotantoa ja tuotteiden jalostusta, saatavuutta ja käyttöä Hämeessä.

**AVAINSANAT:** jauhosavikka, luomutuotanto, kevätiljat, mekaaninen torjunta

## 5-34 Juolavehnän ja öljykasvien tuhoeläinten vaihtoehtoiset hallintamenetelmät -projekti

**Pentti Ruuttunen<sup>1</sup>, Jukka Salonen<sup>1</sup>, Jarmo Ketola<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>1</sup>, Heikki Jalli<sup>1</sup>,  
Lotta Poikolainen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Nylands Svenska Lantbrukssällskap

### TIIVISTELMÄ

Kestävän kasvintuotannon periaatteisiin kuuluu etsiä kemiallista kasvinsuojelua korvaavia keinoja. Yksi tärkeä kohde on juolavehnän vaihtoehtoiset hallintakeinot lähitulevaisuuden mahdollisessa tilanteessa, jossa yleisin ja tehokkain juolavehnätorjunta-aine glyfosaatti ei ole enää käytettävissä. Rypsin ja rapsin viljelyn jatkuvuutta Suomessa uhkaavat vaikeudet tuhoeläinten torjunnassa. Kirpoilta suojaavat peittausaineet ovat poistuneet markkinoilta ja rapsikuoriaisen insektisidikestävyys on yleistä. Kolmivuotisessa (2021–2023) ”Juolavehnän ja öljykasvien tuhoeläinten vaihtoehtoiset hallintamenetelmät” -projektissa (JUOTVAI) etsitään uusia, pääosin kemikaalittomia ratkaisuja näihin kahteen kasvinsuojeluongelmaan. Juolavehnän ja öljykasvien tuhoeläinten torjunnan vaihtoehtojen tehoa tutkitaan 2–3 vuoden kenttäkokein ja niiden taloudellisuutta vertaillaan kannattavuuslaskelmin. Glyfosaattia korvaavat menetelmät sisältävät mm. viljelykiertoon, muokausmenetelmiin ja vaihtoehtoisin kasvinsuojeluaineisiin perustuvia keinoja. Kirppojen torjunnassa tutkitaan viljelytekniisiä keinoja ja biopohjaisia torjunta-aineita. Rapsikuoriaisten hallintaan kehitetään viljelytekniisiä menetelmiä, jotka suosivat rapsikuoriaisen loispistiäisiä. Luonnonvarakeskus johtaa hanketta ja toteuttaa pääosan kenttäkokeista Jokioisissa ja Siikajoella. Nylands Svenska Lantbrukssällskap (NSL) toteuttaa osan juolavehnätorjunnan kenttäkokeista Inkoossa, tekee torjuntamenetelmien kannattavuuslaskelmat ja vastaa hankkeen ruotsinkielisestä viestinnästä ja viljelijäneuvonnasta. ProAgria ja Viljelijän Avena Berner tukevat hanketta osallistumalla pellonpiennarpäivien järjestelyihin yhdessä Luken ja NSL:n kanssa ja välittämällä hankkeen tuottamaa tietoa verkostojensa avulla viljelijöille. Maatalouskoneyritys BT-Agro lainaa juolavehnäkokeisiin uudentyyppiset muokauslaitteet ja opastaa niiden käyttöön. Projektin kenttäkokeista on valmisteilla kaksi Helsingin Yliopiston opinnäytetyötä. Tässä posterissa esitetään ensimmäisen vuoden kenttäkokeiden tuloksia. Tutkimuksen tulosten perusteella laaditaan uudet ohjeet viljelijöille ja neuvonnalle tehokkaista ja taloudellisista juolavehnän ja öljykasvien tuhoeläinten vaihtoehtoisista hallintakeinoista. Ohjeiden avulla viljelijät pystyvät estämään juolavehnän runsastumisen pelloilla myös ilman glyfosaattia. Öljykasvien viljelyssä kirpat ja rapsikuoriaiset saadaan hallintaan kemikaalittomilla, pölyttäjille ja muille hyötyeliöille turvallisilla keinoilla. Hanke tuottaa uusia viljelykiertosuosituksia, jotka ohjaavat peltojen käyttöä. Uudet kasvinsuojelumenetelmät varmistavat suomalaisen kasvintuotannon kannattavuutta ja kilpailukykyä. Luonnon kemikaalikuormitus pienenee. Öljykasvien kotimainen tuotanto voi jatkua, mikä tukee omavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Uudet viljelykiertojen ja kasvinsuojelumenetelmien ohjeet voidaan ottaa huomioon ympäristökorvauksen ehtoja päivitettäessä. MMM/Makera rahoittaa tutkimusta.

**AVAINSANAT:** juolavehnä, glyfosaatti, öljykasvit, tuhoeläimet, kasvinsuojelu, vaihtoehdot, kannattavuus

## 5-35 Microsatellites - a valuable tool in studying and conserving horticultural plant genetic resources

Pirjo Tanhuanpää, Sirkka Juhanoja, Merja Hartikainen, Teija Tenhola-Roininen, Lidija Bitz, Maarit Heinonen, Terhi Suojala-Ahlfors, Jaana Laamanen, Saara Tuohimetsä

Luonnonvarakeskus (Luke)

### ABSTRACT

Microsatellites/simple sequence repeats have been and are still widely used in evaluating genetic diversity in many organisms, even though nowadays it is possible to develop more sophisticated DNA markers through next generation sequencing. Microsatellites contain a repeat (or repeats) of 2–6 nucleotides that is amplified in PCR, and DNA sequences of different length represent different alleles. The lengths of microsatellite alleles can be defined in a sequencing machine using primers with a fluorescent label, and when different labels are used microsatellites can be multiplexed to increase their throughput. Microsatellites are very polymorphic, mostly codominant, relatively easy to interpret, and they have been developed for several species. In Natural Resources Institute Finland (Luke), microsatellites have been used in many projects including several genetic diversity studies in horticultural crops. These studies have shed light to the overall diversity in certain plant species, but they have also had special value when plant genetic resource collections have been created or updated (studies e.g., in rhubarb, potato onion, peony, zonal pelargonium, hop, apple). When the rhubarb collection was updated, it was found that 57 % of the rhubarbs in home gardens are of the same genotype, 'Queen Victoria', which is one of the oldest culinary rhubarbs. In the potato onion study, it was discovered that there is still a lot of genetic diversity among Finnish potato onions in home gardens, even though they are propagated vegetatively. Microsatellites grouped nicely different species (in the peony study) and different types (in the study of Pelargonium Zonale Group) in the dendrogram, and the outcome from genetic analysis was mainly confirmed by morphological observations. Eight hundred and seventy Finnish hops have been analysed and from the nearly 260 unique hops identified, 10 % were included into further studies for revealing the most suitable genotypes for cultivation and beer production. Microsatellite genotyping has also been an important part in shaping the Finnish national collection of apples and over past 15 years more than 1000 apples collected from all over Finland have been analysed and genetic analyses, combined with other methodologies, have served for revealing the duplicates, finding true to type apples and thus filling gaps in the collection.

**KEYWORDS:** genetic diversity, horticulture, microsatellites, plant genetic resources

## 5-36 Kotipelargonin vanhojen kantojen monimuotoisuus ja kasvien kulkureitit

Maarit Heinonen, Jaana Laamanen, Pirjo Tanhuanpää, Saara Tuohimetsä

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Herraskartanoiden kasvista suosituimmaksi kukkivaksi kasviksi yleistynyt pelargoni on säilynyt etenkin maaseudun naisten ansiosta. He jakoivat pistokkaita sukulaisille ja ystäville, ja ne ovat kulkeneet paikkakunnalta toiselle. Vanhimmat dokumentoidut ja edelleen kukoistavat kasvikkannat ovat yli satavuotiaita. Suurin osa vanhanajan kukkivista pelargoneista on kotipelargoneja (*Pelargonium Zonale*-Ryhmä). Pelargonien kasvatusta ja kiinnostusta vanhoihin pelargonikantoihin on uudelleen lisääntynyt viime vuosina. Luonnonvarakeskuksessa (Luke) on tutkittavana lähes sata eri paikkakunnilla ja eri nimillä tunnettua vanhaa kotipelargonikantaa, joita tiedetään kasvatetun useamman vuosikymmenen ajan Suomessa. Tutkimuspelargonit on pääosin saatu Suomen Pelargoniyhdistys ry:ltä ja Tiina Niittyseltä, jotka ovat jo usean vuoden ajan jäljittäneet ja keränneet talteen vanhoja kotipelargoneja. Luken tutkimuskasvihuoneella on tutkittu kasvien monimuotoisuutta morfologisilla havainnoilla, joissa on sovellettu UPOV:in (The International Union for the Protection of New Varieties of Plants) kotipelargoneja koskevaa ohjeistusta. Lisäksi Luken kasvigenetiikan laboratoriossa on tehty genotyyppihavainnot, joissa on ollut käytössä 17 mikrosatelliittia (SSR). Vanhoja pelargonikantoja on verrattu keskenään ja muutamiin tunnettuihin vanhoihin ulkomaisiin lajikkeisiin. Pelargonihankkeissa selvitetään myös kasvien viljelyhistoriaa ja kasvien kulkureittejä haastattelemalla kasvattajia, pelargoneja tallettaneita yhdistyksiä ja kauppapuutarhoja. Kun pistokkaita on aikojen kuluessa annettu eteenpäin, kasviin liittyviä tarinoita on tullut lisää ja kasvin nimi on voinut vaihtua. Kotipelargonien monimuotoisuus näkyy tutkimusaineistossa monin tavoin. Tutkittava kasviaineisto ryhmittyy ulkoisesti erilaisiin tyyppisiin, joita määrittävät kukan väri ja rakenne sekä lehdet ja kasvin yleisolemus. Kukkien värejä ryhmissä on useita, ja kukat voivat olla yksinkertaisia, puolikerrottuja, kerrottuja tai ruusunnappuisia. Myös kotipelargonin tunnusmerkissä, lehden vyöhykkeessä, löytyy eroja sen sijainnissa lehdellä, leveydessä ja tummuudessa. Alustavien tulosten mukaan morfologiset ja genotyyppihavainnot tukevat tätä kasviaineiston ryhmittelyä ns. tyyppiryhmiin. Pelargonihankkeiden tuloksia kootaan vuonna 2022 julkaistavaan kotipelargonikantojen kuvastoon, jossa esitellään tutkimusaineistona olleiden kasvien tuntomerkkejä ja viljelyhistoriaa. Kotipelargonin vanhat kannat kantavat usein kasvattajansa tai lähtöpaikkakuntansa tai talon nimeä. Tulosten mukaan moni kasvikkanta on levinnyt eri paikkoihin Suomessa ja saanut eri nimiä. Esittelemme Luken pelargonihankkeiden ”Perinneapolis pelargoneista hehkua puutarhaviljelyyn” ja ”Varsin hyvät vanhat pelakuut” ensimmäisiä tuloksia ja keinoja saada kotipelargonit säilymään osana suomalaista puutarhakulttuuria myös tulevaisuudessa.

**AVAINSANAT:** pelargonit, kotipelargonit, perinnekasvit, monimuotoisuus



## 5-37 Kryosäilytyksen hyödyntäminen perunaydinkokoelman toteutuksessa

Anna Nukari, Veli-Matti Rokka

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Luonnonvarakeskuksessa (Luke) on saatu käyttöön uusi menetelmä perunakantojen pitkäaikais säilytykseen. Luken CryoPot-hankkeessa (Kryotekniikoiden hyödyntäminen kustannustehokkaan perunaydinkokoelman toteutuksessa) tutkittiin vuosina 2019–2021 perunan kryosäilytystä eli pakastamista nestetyypeen, jonka –196 °C kylmyydessä biologiset prosessit pysähtyvät ja solukkoja voidaan säilyttää vuosikausia kryotankissa ja sulattaa tarvittaessa uudelleen solukkolisäykseen. Perunasta on monissa maissa muodostunut ruokaturvan kannalta tärkeä ja osin uusikin viljelykasvi. Peruna on ollut viime aikoina myös Suomessa vahvasti esillä osana kansallista ruokaturvaa. Perunan mukulat sisältävät C-vitamiinia, B-ryhmän vitamiineja sekä terveydelle välttämättömiä aminohappoja ja proteiineja. Lisäksi perunalla on ravitsemuksellista arvoa myös kalsiumin, raudan, fosforin ja kaliumin lähteenä. Lukessa ylläpidetään tällä hetkellä satoja vanhoja perunalajikkeita ja tutkimukseen tarvittavia perunan jalostuslinjoja solukkolisätyinä mikromukuloina eli steriileissä olosuhteissa mikroviljeltyihin perunoihin kehittyvinä aeroponisinä pikkumukuloina. Tällöin aineistot pysyvät taudeista vapaina ja geneettisesti yhtenäisinä. Mikromukuloita kasvatetaan koeputkissa, joita kylmäsäilytetään pimeässä kasvatuskaapeissa +4 °C:ssa. Viljelmät on uusittava vuoden tai kahden välein. Uusimpana menetelmänä perunakantojen säilytykseen käyttöön saatu kryosäilytys mahdollistaa, että kannat säilyvät ilman erillistä ylläpitoa vuosikymmeniä syväjäädetytyinä kryopankissa. Kryomenetelmien hallintaa Lukessa laajennetaan jatkuvasti. CryoPot-hankkeen tavoitteena oli kryopankkitoiminnan kehittäminen ja peruna-aineistojen hallinnoinnin ja säilytysvarmuuden turvaaminen tuleviksi vuosikymmeniksi. Hankkeen kautta on ajettu sisään ja saatu käyttöön Lukessa perunan kryosäilytysmenetelmä ja 2021 on saatu pakastettua ensimmäisiä lajikkeita Jokioisissa sijaitsevaan kryotankkiin. Kryosäilytettävää mikromukuloista mikrolisätyiksi versoiksi kasvatettua steriiliä peruna-aineistoa esikäsitellään soveltuvin kylmäkaraisukäsittelyin ennen silmujen eristämistä ja pakkasliuoksin ennen pakastusta. Lukessa kasvinterveydeltään puhtaiden solukkoviljelmästä eristettyjen viljelykasviaineistojen kryosäilytykseen varattuja kryotankkeja on sekä Jokioisissa että Lopella Haapastensyrjän toimipaikassa. Jatkossa kryoputkiaineisto hajautetaan kahteen tankkiin säilytysvarmuuden lisäämiseksi entisestään. Projektin tulosten avulla voidaan varmistaa kansallista ruokaturvaa pitkällä aikavälillä. Jatkotavoitteena on saada lisää perunakantoja kryosäilytyksen piiriin ja kryosäilytetyjä peruna-aineistoja laajemmin hyödynnettäviksi. Jatkossa olisi tekniset edellytykset tallettaa ja tuottaa kryopankista myös tuotantosektorilla ja suoraan esimerkiksi ravintolayrittäjille aeroponiseen tuotantoon soveltuvaa aineistoa. Kryopankissa voitaisiin säilyttää ydinaineistoa ja sieltä sopimuksesta toimittaa sitä tarvittaessa.

**AVAINSANAT:** peruna, pitkäaikais säilytys, ruokaturva, solukkoviljely

## 5-38 Suomalaisen humalan viljelykokeet ovat alkaneet

Saara Tuohimetsä<sup>1</sup>, Merja Hartikainen<sup>1</sup>, Terhi Suojala-Ahlfors<sup>1</sup>, Antti Laine<sup>1</sup>, Henna Latvala<sup>2</sup>, Jarmo Saariniemi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Järviseudun ammatti-instituutti (JAMI)

<sup>3</sup>Ammattiopisto Lappia (Lappia)

### TIIVISTELMÄ

Humala (*Humulus lupulus*) kasvaa Suomen luonnossa, ja se on myös vanha viljelykasvi. Luonnonvarakeskus (Luke) on tutkinut suomalaista humalaa intensiivisesti viimeiset kymmenen vuotta. Kansalaisille suunnatun kuulutuksen ja näytteenkeruun (2017–2019) avulla Luke tutki lähes tuhat suomalaista humalakantaa löytääkseen geneettisesti erilaiset ja kemiallisilta ominaisuuksiltaan oluen aromointiin potentiaaliset humalat. Viime vuosina kiinnostus suomalaista humalaa kohtaan on kasvanut huomasti sekä viljelijöiden että pienpanimoiden keskuudessa. Humalan viljely on Suomessa vielä pienialaista, eikä kotimaisia taimia ole saatavilla viljelyyn. HopUp-hankkeen päätavoite on humalan viljelytiedon ja osaamisen lisääminen pilottiviljelmien avulla. Geneettisen monimuotoisuuden, kemiallisen profiilin ja historiallisen taustatiedon perusteella Luken jatkotutkimuksiin valittuja 21 humalakantaa lisättiin solukkoviljelyllä, ja vuonna 2020 perustettiin koeviljelmät Lukelle Varsinais-Suomeen, Järviseudun ammatti-instituutille (JAMI) Etelä-Pohjanmaalle ja ammattiopisto Lappialle (Lappia) Lappiin. Koeviljelyä on lisäksi yhdeksällä yksityisellä viljelijällä hankealueilla Etelä-Pohjanmaalla ja Lapissa. Suomen pituussuunnassa varsin kattava koeviljelyverkosto tulee antamaan tietoa humalakantojen eroista ja kestävydestä eri osissa Suomea. Viljelykokeissa arvioidaan eri humalakantojen viljelyllisiä eroja, kehitysrytmiä, kasvinterveyttä ja talvenkestävyyttä. Kantojen satoisuutta ja satovarmuutta arvioidaan myös alustavasti. Humalakasvilla on pitkä ns. juveniili kausi, eli sillä kestää pitkään asettua viljelypaikalleen, kasvattaa juuristoa ja alkaa tuottaa kasvin täysimääräistä satoa. Kirjallisuuslähteiden mukaan ensimmäinen kunnan sato saavutetaan kolmantena tai jopa viidentenä vuonna istutuksesta. Toisaalta viljelmä on terveellä taimimateriaalilla ja hyvin perustaen todella pitkäikäinen; satoa voidaan kerätä samasta tarhasta jopa yli 20 vuotta, mikäli viljelmä pysyy pahimmista kasvitaudeista vapaana. Vuosina 2020–2022 toteutettavassa HopUp-hankkeessa (rahoitus EMSR sekä Maiju ja Yrjö Rikalan puutarhasäätiö) kartutetaan ja dokumentoidaan humalan viljelytekniistä tietoa aina humalatarhan rakentamisesta kasvien hoitotoimenpiteisiin ja sadon käsittelyyn. Viljelijät kokeilevat käytännössä humalan kasvatusta ja pääsevät mm. arvioimaan sadonkorjuun ajoitusta ja käpyjen käsittelyä. Kehittämishankkeen yhtenä tavoitteena on yhteistyöverkoston rakentaminen: tutkimuslaitoksen, puutarha- ja maatalousalan oppilaitosten, opiskelijoiden ja viljelijöiden lisäksi yhteistyötä tiivistetään mm. neuvonnan ja panimoyrittäjien välillä. Kantavertailukokeiden perusteella on tarkoitus kerätä eri humalakannoista sellaista tietoa, mikä auttaa valitsemaan niistä muutaman parhaimman suomalaiseen taimistotuotantoon, viljelyyn ja aikanaan oluiden raaka-aineeksi.

**ASIASANAT:** erikoiskasvit, maatiaislajikkeet, viljelykokeet, viljelymenetelmät

## 5-39 Kasvivärien tuotanto uudistaa kasvinviljelyä

Marjo Keskitalo, Pirjo Yli-Hemminki

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Kasvivärien hyödyntäminen on toistaiseksi vähäistä, mutta ala on kasvussa monestakin syystä. Usein fossiilisista lähteistä oleville synteettisille väriaineille etsitään vaihtoehtoja. Tekstiilialalla on myös herätty tarpeeseen muuttaa ympäristöä saastuttavaa kertakäyttökulttuuria. Kasvit sisältävät lukuisia sekundääriaineita, joista eräät soveltuvat myös väriaineiksi. Esimeriksi pietaryrtissä (*Tanacetum vulgare*) esiintyvät flavonoidit ja karotenoidit antavat materiaalille kellertäviä sävyjä ja morsingosta saatava indigo värjää tuotteen siniseksi. Eri keltaisen sävyjä tuovia kasvilajeja onkin luonnossa useita, mutta indigo on käytännössä ainoa mahdollinen sinisen värin tuottamiseksi. Luonnonvarakeskuksessa ja sen edeltäjässä MTT:ssä on tutkittu värikasveja 2000-luvun alusta lähtien. Vuonna 2019 alkaneessa Suomen Akatemian STN rahoitteisessa BioColour ([www.luke.fi/projektit/biocolour-01/](http://www.luke.fi/projektit/biocolour-01/)) -hankkeessa tutkimuksen tavoitteena on selvittää värikasvien hiilen sidontapotentiaalia, biodiversiteettimerkitystä sekä kehittää kestävämpiä viljelymenetelmiä. Monet potentiaaliset värikasvit ovat joko kokonaan tai osaksi luonnonkasveja, joiden viljelymenetelmät ovat vasta muotoutumassa. Se antaa myös mahdollisuuden kehittää tuotantoa, joissa luontoarvot otetaan huomioon heti alusta lähtien ja haitalliset ympäristövaikutukset voidaan minimoida. Sekaviljely on kiinnostava menetelmä, jossa värikasveja voidaan viljellä yhtäaikaaisesti palkokasvien kanssa. Asiaa tutkivat kenttäkokeet perustettiin vuonna 2020 ja 2021 Luonnonvarakeskukseen, jossa värikasveja viljellään palkokasveista saadun typen avulla. Toisesta kokeesta on takana kaksi vuotta ja sen perusteella voidaan todeta härkäpavun vähentäneen rikkakasvien määrää varsin hyvin. Tutkittavaakin riittää. Esimerkiksi erilaisten biomassojen korjuu- ja sadon jälkeistä teknologiaa on kehitettävä. Seoskasvustoissa eri kasvilajien kilpailusta tai mahdollisesta hylkimisestä on myös tarpeellista tuottaa lisää tietoa. Luonnonvärien tarve todennäköisesti kasvaa, kun synteettisille etsitään vaihtoehtoja niin tekstiilituotannossa kuin muuallakin.

**AVAINSANAT:** monivuotinen, hiili, monimuotoisuus, yritystoiminta

## 5-40 Management options for *Drosophila suzukii* in berry production

Anne Nissinen<sup>1</sup>, Kati Hoppula<sup>1</sup>, Juha-Matti Pihlava<sup>1</sup>, James Blande<sup>2</sup>, Rajendra Ghimire<sup>2</sup>, Raija Kumpula<sup>3</sup>, Marja Pulkkinen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus, Tuotantojärjestelmät

<sup>2</sup>University of Eastern Finland, Department of Environmental and Biological Sciences

<sup>3</sup>Marjaosaamiskeskus, Kehitysyhtiö SavoGrow

<sup>4</sup>ProAgria Itä-Suomi

### ABSTRACT

Berry cultivation, with an annual yield of approximately 18000 tons, is an important sector of horticulture in Finland. The new invasive pest *Drosophila suzukii*, Spotted Wing Drosophila, poses a new threat to berry production in Europe. These flies have the ability to adapt to a range of different environmental conditions, a high reproduction capacity and a wide host plant range. The difficulty in control is that the females can lay their eggs in ripening intact fruits whereas several other Drosophilids lay their eggs in over-ripened fruits. Several monitoring traps and lures have already been developed and they are available on the market, but so far there are no effective control measures for this pest. It has been reported that *D. suzukii* eggs deposited on *Prunus padus* fruits failed to hatch, which suggests that *P. padus* could be a suitable dead end trap crop. On the other hand, certain hop (*Humulus lupulus*) products can significantly reduce larval infestation levels in berries. These findings suggest that developing a push-pull strategy, which includes use of trap crops in combination with repellents, could be possible. The first observation of *D. suzukii* was made in Finland in 2019. To prepare for this possible threat, the project 'Management options for *Drosophila suzukii* in berry production' was initiated in 2021. The aims of the project during the first year were to provide farmers, advisors and retailers with knowledge about identification, damage and biology of the fly, to investigate possible introduction pathways of the fly to Finland, to perform monitoring at the first observation site to confirm possible establishment of a population, and to study volatiles and chemical composition of different cultivated and wild berries to assess their attractiveness and suitability as hosts of the fly based on literature. Studying the volatiles and chemical composition of different cultivated and wild berries will give us the basis for further development of the push-pull strategy.

**KEYWORDS:** *Drosophila suzukii*, berries, introduction pathway, traps, monitoring, volatiles, chemical composition

## 5-41 Kasvutunneli paransi pensasmustikka 'Arton' talvenkestävyyttä

Pauliina Palonen<sup>1</sup>, Jaana Ravander<sup>1</sup>, Saila Karhu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Riittämätön talvenkestävyys rajoittaa useiden pensasmustikkalajikkeiden (*Vaccinium corymbosum* L.) tuotantoa Suomessa. Kasvutunneleiden käyttö on yleistynyt marjantuotannossa, ja useilla marjalajeilla tunnelin on havaittu parantavan talvenkestävyyttä. Tutkimuksemme tavoitteena oli selvittää kasvutunnelin vaikutus pensasmustikkalajikkeeseen Arto talvenkestävyyteen. Koeaineistona oli Luke Piikkiön koetoimintapaikassa vuonna 2003 istutetut 'Arto'-pensasmustikat. Puolet kasveista katettiin kasvukauden 2015 aikana kasvutunnelilla ja puolet kasvoi avomaalla ilman katetta. Talven 2015–2016 aikana kasvustosta kerättiin viisi kertaa versonäytteitä, joista mitattiin pakkasenkestävyys, lepotilan syvyys ja liukoisten hiilihydraattien pitoisuudet. Pakkaskestävyys mitattiin kontrolloidulla pakkastestillä, jossa pakkasaltistuksen jälkeen silmuauriot arvioitiin visuaalisesti stereomikroskoopin avulla ja versovauriot ionivuototestiä käyttäen. Lepotilan syvyyden määrittämiseksi versonäytteitä hyödettiin kasvihuoneessa ja havainnoitiin silmujen puhkeamista. Liukoisten hiilihydraattien pitoisuudet mitattiin pakkaskuivatuista ja jauhetuista versonäytteistä entsyymaattisella menetelmällä. Kasvutunneli lisäsi 'Arto'-pensasmustikan silmujen pakkasenkestävyyttä syksyllä ja versojen kestävyyttä lopputalvesta. Silmujen pakkasenkestävyyden määrittäminen ei onnistunut enää vuodenvaihteen jälkeen, koska huomattava osa silmuista oli vaurioitunut pakkasessa ulkona jo ennen näytteenottoa. Kasvutunneli viivästytti sekä endodormanssin alkamista, että purkautumista. Kasvutunneli myös vaikutti hiilihydraattien kertymiseen versoihin talven aikana. Tuloksemme osoittivat, että kasvutunneli voi parantaa pensasmustikan talvenkestävyyttä. Koska tunnelimuovi poistettiin ennen talvea, käsittelyiden väliset erot johtuivat erilaisista olosuhteista kasvukauden aikana. Kasvua edistävät olosuhteet kasvutunnelissa kasvukauden aikana paransivat kasvien kykyä selviytyä talviolosuhteissa.

**ASIASANAT:** kasvutunneli, pensasmustikka, *Vaccinium corymbosum*, talvenkestävyys

## 5-42 Sadonkorjuun jälkeisen LED-valokäsittelyn vaikutus tomaatin laatuun

Pauliina Palonen<sup>1</sup>, Aino Hämäläinen<sup>1</sup>, Kari Jokinen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Helsingin yliopisto

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Tomaatin toimitusketju viljelijältä kuluttajalle on usein pitkä. Kaupparekävyyden takaamiseksi hedelmät joudutaan keräämään ennen niiden luontaista kypsymistä, mikä puolestaan heikentää niiden makua. Tutkimuksessa on saatu viitteitä siitä, että kasvisten laatuominaisuuksiin voidaan vaikuttaa vielä sadonkorjuun jälkeenkin LED-valotuksella. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten sadonkorjuun jälkeen erilaisilla spektreillä annettu LED-valotus vaikuttaa tomaatin laatuun. Tutkimuksessa oli neljä valokäsittelyä: sininen valo, kaukopunainen valo, laajaspektrinen valo (suuri punaisen ja kaukopunaisen valon suhde) ja pimeä (kontrolli). 'Liventö' tomaatit olivat käsittelyissä 15 vrk ajan ja niistä mitattiin käsittelyn aikana ja loputtua liukoisien kuiva-aineen pitoisuus (sokerit), titrattava happamuus, lykopeenipitoisuus, C-vitamiinipitoisuus, väri ja kiinteys. Valokäsittelyillä ei ollut vaikutusta tomaattien sokeri-, happo- tai C-vitamiinipitoisuuksiin. Väriin punaisuutta kuvaava  $a^*/b^*$  -arvo ja värikylläisyyttä kuvaava chroma-arvo kasvoivat kokeen aikana kaikissa käsittelyissä. Hedelmien punainen väri kehittyi heikoiten sinisessä valokäsittelyssä ja voimakkaimmin kaukopunaisessa valokäsittelyssä. Sekä sininen että laajaspektrinen valo lisäsivät lykopeenin kertymistä ja tomaattien värikylläisyyttä. Toisaalta sininen valo vähensi tomaattien kiinteyttä. Kaukopunainen valo edisti hedelmien punaisen värin kehittymistä ja hidasti hedelmien pehmenemistä, mutta vähensi värikylläisyyttä. Pimeäkäsittelyssä kertyi vähiten lykopeeniä ja värikylläisyys oli alhainen koko kokeen ajan. Tutkimuksen tulosten perusteella tomaatteja ei pitäisi varastoida pimeässä, koska silloin niiden laatu ei kehity parhaalla mahdollisella tavalla. Valoa, jossa punaisen ja kaukopunaisen valon suhde on suuri, voitaisiin käyttää varastoinnin aikana, koska se lisäisi lykopeenin kertymistä ja tomaattien värikylläisyyttä.

**ASIASANAT:** LED, postharvest, tomaatti

## 5-43 $\mu$ CT-kuvaus kauralajikkeiden 3D-kuvantamiseen ja mallintamiseen

Anna-Liisa Välimaa<sup>1</sup>, Tuomo Silvast<sup>2</sup>, Juha-Matti Pihlava<sup>1</sup>, Jouni Karhu<sup>1</sup>, Veli Hietaniemi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Itä-Suomen yliopisto, SIB Labs

### TIIVISTELMÄ

Eurooppalaisesta kaurasta Suomessa tuotetaan 13–14 %. Suomi on maailman toiseksi suurin kauran viejämaa Kanadan jälkeen. Kauraa viljellään Suomessa vuosittain 300 000–350 000 hehtaarin alalla. Vuonna 2020 sitä tuotettiin Suomessa 1.2 miljardia kiloa, ja jalostettiin elintarvikkeiksi lähes 150 miljoonaa kiloa kotimaahan ja vientiin. Kauran elintarvikekulutus Suomessa on noussut merkittävästi muutaman viime vuoden aikana 8.5 kiloon henkeä kohti vuodessa. Viljan kokonaiskulutus vuonna 2020 oli noin 81 kiloa. Kauran laatuun ja prosessointiominaisuuksiin vaikuttavat olennaisesti kauran kemialliset (esimerkiksi proteiini-, tärkkelys-, öljy- ja  $\beta$ -glukaanipitoisuus) ja fysikaaliset ominaisuudet, kuten jyvän koko, muoto ja kovuus. Perinteisesti jyvän koko määritetään hehtolitrapainona ja/tai 1000 jyvän painona. Jyvän kovuuden määrittämiseen on tähän tarkoitukseen kehitettyjä myllyjä. Myös NIR-tekniikkaan on käytetty etenkin vehnän jyvän kovuuden määrittämiseen. Jyvän kovuuteen vaikuttavat muun muassa sen proteiini- ja tärkkelyspitoisuus. Röntgentomografia on ainetta rikkomaton kuvantamisteknologia. Sitä voidaan käyttää erilaisten biologistenkin materiaalien, kuten kasvien rakenteiden, tutkimisessa. Röntgentomografiakuvia analysoimalla voidaan laskea 2- tai 3-ulotteisesti muun muassa rakenneosien tai välien, kuten halkeamien tai huokosten, tilavuuksia ja pinta-aloja. Laitteistojen kuvantamistarkkuus ja -herkkyys ovat kehittyneet, ja aiemmin huonosti erotettuja kohteita voidaan nyt visualisoida selkeämmin. Tässä tutkimuksessa tavoitteena on selvittää, pystytäänkö röntgentomografiaa hyödyntämään viljalajikkeiden 3D-kuvantamiseen ja voidaanko sitä käyttää kauran jyvien laadunarviointiin. Tarkastelukohteeksi valittiin lajikkeiden väliset erot jyvän rakenteessa, tilavuudessa ja kovuudessa, sekä prosessoinnin onnistuminen (= kuorinnan onnistuminen) ja vaikutus jyvän rakenteeseen ja kovuuteen. Tutkimuksessa käytettiin kahta eri kauralajiketta kolmessa eri muodossa: kuorimattomina jyvänä, laboratoriokuorittuina jyvänä ja myllykuorittuina, lämpökäsiteltyinä jyvänä. Lisäksi mukaan otettiin vertailun vuoksi kaupallista mallastettua kauraa. Jyvät kuvattiin muoviputkilossa Nikon XTH 225 röntgentomografialaitteella. Pikselikoko oli 10 mikrometriä, kuvausjännite 100 kV ja teho 10 W. Binarisoiduista kuvasarjoista laskettiin jyvien keskimääräinen tilavuus. Jyvien tiheyttä arvioitiin vertaamalla leikekuvien harmaasävyjä tunnettuihin tiheysfantomeihin. Alustavien laskelmien mukaan tulokset ovat lupaavia. Itä-Suomen yliopiston, Luonnonvarakeskuksen (Luke), Savonia ammattikorkeakoulun ja Savon koulutuskuntayhtymän Tomolab-hanke sai rahoitusta Euroopan aluekehitysrahastosta (EAKR) Pohjois-Savon liiton myöntämänä.

**AVAINSANAT:** kauran laatu, mikroCT, tomografia

## 5-44 Vertikaaliviljelystä uusi business maatalouteen

**Marjo Valtonen**

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Maatalous on murroksessa ja ruuan tuottamiseen tarvitaan uusia mahdollisuuksia vanhojen rinnalle. Maatalouden rakennemuutoksen myötä maaseudulle syntyy käyttämättömiä tuotantotiloja, joiden hyödyntäminen lisää hyvinvointia ja työllisyyttä alueella. Samaan aikaan maataloudesta aiheutuvat ilmastovaikutukset ovat pinnalla, ja paine niiden kontrollointiin on kasvanut. Lisäksi globaalit ruokatrendit lisäävät erikoistuotteiden kysyntää myös Suomessa, mutta ruuan kuljettaminen ulkomailta lisää ruokaketjun päästöjä. Maatalouden onkin muutettava toimintatapojaan ilmaston haittavaikutusten minimoimiseksi. Seinäjoen ammattikorkeakoulun hankkeessa Vertikaalinen viljely ruokatuotannossa, lähdettiin etsimään ratkaisuja edellä mainittuihin haasteisiin vertikaalisen viljelyn teknologian avulla. Vertikaaliviljelmiä voidaan perustaa muusta käytöstä poistuneisiin rakennuksiin, joten maaseudun tyhjen kiinteistöjen hyödyntäminen toisi uusia mahdollisuuksia maaseudulle. Vertikaaliviljelyssä viljelyolosuhteet ovat laajasti kontrolloitavissa, mikä mahdollistaa korkean lisäarvon erikoiskasvien kasvattamisen ympärivuotisesti. Kasteluvesi ja ravinteet kierrätetään, jolloin säästyy resursseja, eikä ympäristöön pääse ravinnevalumia. Suljettu tila mahdollistaa myös kasvinsuojeluaineista vapaan tuotannon. Hankkeen tavoitteena on kehittää vertikaalista tuotantoa ja edesauttaa tuotantomenetelmää hyödyntävän liiketoiminnan käynnistymistä Etelä-Pohjanmaalla. Tätä varten on kartoitettu vertikaaliseen viljelyyn soveltuvia erikoiskasveja ja niiden kasvatusolosuhteita, sekä selvitetty vertikaalisesti viljeltyjen tuotteiden kysyntää. Selvitysten pohjalta tullaan toteuttamaan käytännön viljelykokeita. Hankkeessa on kartoitettu myös vertikaalisesti viljeltyihin tuotteisiin liittyviä elintarviketurvallisuusriskejä ja tullaan luomaan ohjeet turvalliseen vertikaaliviljelyyn. Näiden pohjalta laaditaan vertikaaliviljelyyn soveltuva HACCP-järjestelmä (Hazard Analysis and Critical Control Points, vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet) takaamaan tuotteiden elintarviketurvallisuutta. Vertikaaliviljelyssä on paljon potentiaalia, mutta myös haasteita. Suurin haaste tällä hetkellä on suuri energiantarve. Hankkeen aikana tullaan mittaamaan vertikaaliviljelyn energiatehokkuutta sekä henkilöresurssitehokkuutta. Pitkälle automatisoitu viljelmiä vähentää työvoiman tarvetta ja työvoimakustannuksia. Liiketoimintamahdollisuuksien selvittämiseksi ja avuksi yritystoiminnan käynnistämiseen tuotetaan tuottavuus- ja kannattavuuslaskelmia. Lisäksi on selvitetty viljelmän perustamiseen liittyviä viranomaisvaatimuksia. Hanke järjestää myös opintomatkoja ja infotilaisuuksia, joiden tarkoituksena on välittää tietoa, edistää osaamisen kehittymistä ja uusien ideoiden syntymistä. Hanketta rahoittaa Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto (Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus), MTK-säätiö, Kuortaneen Säästöpankkisäätiö ja Maiju ja Yrjö Rikalan puutarhasäätiö. Hankkeen toteutusajaksi on 1/2021–12/2022.

**AVAINSANAT:** vertikaaliviljely, uudet viljelyjärjestelmät, erikoiskasvit, HACCP



## 5-45 Tutkimuksesta liiketoimintaa – Korkeiden tuotantokasvien vertikaaliviljelyn konsepti

**Titta Kotilainen, Lotta Heikkilä, Hanna Lindqvist, Panu Miettinen, Juha Näkkilä, Pauli Saarenketo, Saira Karhu**

Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Vertikaaliviljely kontrolloiduissa olosuhteissa mahdollistaa ruoantuotannon esimerkiksi alueilla, joilla avomaankasvatus tai perinteinen kasvihuoneviljely eivät ilmasto-olosuhteiden takia onnistu. Intensiivinen kaupallinen tuotanto tapahtuu suljetussa ympäristössä LED-valojen alla ja kasveja kasvatetaan toistensa päälle pinotuissa hyllyissä kerrosviljelynä (vertical farming). Suljetun kasvatusympäristön ansiosta menetelmä on ilmasto-olosuhteista riippumaton tuotanto. Kasvien kasvuun vaikuttavia tekijöitä pystytään hallitsemaan ja vedenkulutus sekä torjunta-aineiden käyttö minimoimaan. Ruokaa voidaan tuottaa paikallisesti ja tehokkaasti vuoden ympäri. Teknologiaa ja automaatiota täytyy kehittää edelleen, jotta erilaisten kasvien kerrosviljely voi yleistyä kannattavasti ja kokonaiskestävällä tavalla. Tällä hetkellä kasvatetaan tyypillisesti matalia kasveja, kuten salaatteja ja yrttejä. Markkinoilla ei ole vielä ratkaisua ja teknologiaa, joka mahdollistaisi köynnöstävien ja/tai korkeiden tuotantokasvien, kuten kurkun tai papujen kustannustehokkaan kasvattamisen kerrosviljelynä. Luken tutkimuksessa kehitetty uusi tuotantomenetelmä tuo tähän ratkaisun ja synnyttää uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Luonnonvarakeskus (Luke) kehittää korkeiden tuotantokasvien vertikaaliviljelyratkaisua Business Finlandin myöntämän Research to Business -rahoituksen avulla. Korkeiden tuotantokasvien vertikaaliviljelyn konsepti -projektin lähtökohtana on Lukessa tehty keksintö, jolle on haettu patenttisuojaa. Ratkaisun taustalla on useiden vuosien tutkimuskokemus tuotantokasveista ja kasvihuoneteknologiasta. Vertikaalikonseptin tuotantopotentiaalin tutkimiseksi ja kehittämiseksi Luke on suunnitellut ja tilannut ensimmäisen tutkimuslaitteprototyypin, jota hyödynnetään menetelmän tutkimuksissa Piikkiön koetoiminta-asemalla. Projektin aikana valmistellaan vertikaaliviljelykonseptin kaupallistamismahdollisuuksia ja -väyliä sekä tavoitellaan uutta liiketoimintaa joko startup-yrityksen tai lisensioinnin kautta. Kurkkutehdas-projektissa (1.9.2020–31.8.2022) yhdistyy asiantuntemus kasvihuonetuotannon ja kaupallistamisen aloilta. Ohjausryhmä koostuu asiantuntijoista, jotka tuovat projektiin osaamista ratkaisun suunnittelusta ja valmistuksesta sekä hyödyntäjä- että sijoittajanäkökulmasta.

**AVAINSANAT:** vertikaaliviljely, korkeat tuotantokasvit, keksintö, kaupallistaminen

## 5-46 Vertikaalipilotti tuottaa tietoa tuotantomittakaavan kerrosviljelystä

Kati Hoppula<sup>1</sup>, Anu Rätty<sup>1</sup>, Pasi Laajala<sup>1</sup>, Marja Rantanen<sup>1</sup>, Titta Kotilainen<sup>1</sup>,  
Katja Keränen<sup>2</sup>, Jari Lindeman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

<sup>2</sup>Kainuun ammattiopisto

### TIIVISTELMÄ

Suljetut kasvatusympäristöt mahdollistavat ympärivuotisen ja ulkoisista tekijöistä riippumattoman tuotannon. Kainuun ammattiopiston (KAO) ja Luonnonvarakeskuksen (LUKE) Vertikaalipilotti – energiatehokasta kasvintuotantoa kerrosviljelyllä -hankkeessa pyritään kehittämään kasvien taimikasvatusta ja viljelytekniikkaa tuotantomittakaavan vertikaaliympäristössä. Tavoitteena on ympärivuotisen, energiatehokkaan ja taloudellisesti kannattavan tuotannon kehittäminen. Erityisinä painopisteinä ovat Pohjois-Suomen puutarhatuotannon monipuolistaminen sekä laadukas kotimainen taimituotanto. Mukana ensimmäisen vuoden pilottikokeissa ovat kaalintaimet, siemensipuli, avomaankurkku, mansikan rönsytuotanto ja pikkulimaska. Lisäksi testataan puuvartisten marjakasvien pistokaslisäystä. Pilottikasvatuksissa testataan myös valon eri aallonpituuksien vaikutusta kasvien kasvuun. Kasvatuskokeita varten KAO:n vertikaalilaitokseen on hankkeen aikana asennettu säädettävä spektrivalokerros. Osana hanketta rakennetaan myös aurinkovoimala, jonka avulla arvioidaan mahdollisuuksia tuottaa uusiutuvaa sähköä vertikaalilaitoksen tarpeisiin. Oman energiaratkaisun vaikutuksia energiakustannuksiin ja tuotannon kannattavuuteen selvitetään seuraamalla sähkönkulutustietoja. Hankkeen aikana etsitään myös ratkaisuja, joilla voitaisiin muuttaa KAO:n vertikaalilaitoksen ilmastonhallintaa energiaa säästävämmäksi. Kasvatukset lisäävät tietoa uudenlaisen kasvatustekniikan olosuhdehallinnasta sekä mahdollisuuksista tehostaa puutarhatuotantoa. Energiankulutustietojen ja tuotantokokeiden perusteella arvioidaan vertikaalituotannon taloudellista kannattavuutta. Luken ja KAO:n yhteistyö edistää puutarha-alan opiskelijoiden tietotaidon ja kokemuksen lisääntymistä uusimmasta tuotantoteknologiasta ja tuottaa osaavaa työvoimaa puutarha-alan yrityksille.

**AVAINSANAT:** vertikaalituotanto, kerrosviljely, taimituotanto, energiatehokkuus

## 5-47 Monimuotoisuutta luomupeltoon maataisviljoilla

Annika Michelson<sup>1</sup>, Maarit Heinonen<sup>2</sup>, Sakari Raiskio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hämeen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke)

### TIIVISTELMÄ

Ruuantuotanto on nykyään harvalukuisten viljelykasvien varassa. Ottamalla vanhoja lajikkeita uudelleen viljelyyn, voidaan lisätä viljelykasvien monimuotoisuutta maataloilla. Erikoisraaka-aineina niillä voi olla taloudellista arvoa elintarvikkeina ja rehuina sekä osana yritysten erikoistumista. Geenipankkiaineistojen avulla Suomessa on mahdollisuus viljelyn yksipuolisuuteen johtavan kehityssuunnan muutokseen. Vanhojen lajikkeiden viljelyyn ottaminen vaatii kuitenkin lajikkeiden käyttökelpoisuuden arviointia. Arviointia tulee tehdä viljelyominaisuuksien ja sadon käyttö- kelpoisuuden näkökulmasta. Monimuotoisuutta peltoon hankkeessa (2021–2023) etsitään ratkaisuja Suomessa viljeltävien viljalajikkeiden monipuolistamiseksi hyödyntäen maataiskantoja ja vanhoja kauppalajikkeita. Hankkeessa kehitetään ja vahvistetaan vuonna 2017 perustetun lisäysviljelyverkoston toimintamallia. Lisäysviljelyverkostossa on 75 lisäysviljelijää. Viljelyssä on yhteensä 156 peltokasvien maatais- tai vanhaa kauppalajiketta. Näistä 110 on viljojen maataislajikkeita, loput ovat tattaria, härkäpapua, hernettä ja nurmikasveja. Lisäksi viljelyssä on tiloilta löydettyjä maataislajikkeita ja vanhoja kauppalajikkeita. Lisäysviljelijäverkostoa kehittämällä vanhojen lajikkeiden käyttö lisääntyy ja kylvösiemen on paremmin viljelijöiden saavutettavissa. Maataislajikkeiden ja vanhojen kauppalajikkeiden viljelyn lisääminen edellyttää käyttökelpoisuuden arviointia tuotannon ja jatkojalostuksen näkökulmasta. Saadun tiedon pohjalta rakennetaan käyttökelpoisuuskeriteeristö. Hankkeessa myös visioidaan askeleita monimuotoisuuden lisäämiseksi suomalaisessa kasvituotannossa. Hankkeen tuloksista tiedotetaan säännöllisesti kotisivuilla (<https://bit.ly/monimuotoisuuttapeltoon>), uutiskirjeissä ja sosiaalisessa mediassa. Esittelemme ensimmäisiä tuloksia viljanäyttelyn muodossa. Vertailemme lisäysviljelyksessä olevia lajikkeita muutamaan moderniin lajikkeeseen. Esimerkkivalokuva näyttelystä <https://photos.app.goo.gl/eH4ZAwAvKQwdScDS8>

**AVAINSANAT:** maataislajike, geenivarat, lisäysviljely, viljanäyttely

## 5-48 Creation of conditions that promote efficient organic potato production

Vladislav Minin<sup>1</sup>, Anton Zaharov<sup>1</sup>, Sergey Melnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production

<sup>2</sup>St. Petersburg State Agrarian University

### ABSTRACT

Potatoes ranked third in the world among crops for food consumption. The homeland of its origin is the mountains of South America, but this culture turned out to be very flexible and spread throughout the world. However, in order to obtain justified potato yields, it is necessary to create the most favorable conditions, which is especially important in the production of organic potatoes. Our research was carried out at the Experimental Station located southeast of St. Petersburg, during 2017–2021. (59°65 N and 30 °38 E). The potato field was a part of the organic crop rotation. The soil of experimental plots had a weak acidic reaction (pH 6.5-6.6), high organic matter content (5.6%), and medium to high levels of available P and K. In the potatoes (variety Udacha) field, two factors field experiment was established which studied: the effect of the compost and the action of biofungicide Kartofin. The technology of cultivation of organic potatoes, developed at the institute, was used. To ensure the mineral nutrition of potatoes, compost was introduced, prepared from chicken manure in an industrial way. The compost produced in the Laboratory of organic waste bioconversion of IEEP – BRANCH OF FSAC VIM by the aerobic fermentation of the bedding poultry manure. It characterized by high dry matter content (nearly 40 %) and a high content of nitrogen and phosphorus. Two doses of the compost were used which corresponded to different levels of the potato productivity. Potatoes were treated with biofungicide Kartofin at the time of planting and by foliar spray during the growing season to combat diseases. Weed vegetation was removed mechanically using small rotary harrow BRU-0.7 harrows mounted on the cultivator. The experiment was established on the plots with the size 61.6 m<sup>2</sup> each. The experiment had four replications. Weather conditions varied greatly over the period under consideration and largely determined the yield. The correlation matrix, combining the results for all years and all indicators, indicates that the biological yield of potatoes had a closer relationship with the studied factors than the yield of standard products. Therefore, further we give more dependences linking biological production with the studied factors. As a result of the analysis of information for five years, a particular value of the sum of active temperatures in May–June was established to ensure a high yield of organic potatoes. On average, over the years of research, the biological yield of potatoes in the control variant was 20.8 t ha<sup>-1</sup>. The use of compost, in a dose containing 80 kg of nitrogen, and the biofungicide Kartofin made it possible to increase the yield to 27.0 t ha<sup>-1</sup>. The produced compost activated significantly the accumulation of mineral forms of nitrogen in the soil thus contributing to better nitrogen nutrition of potato plants. Biofungicide helped to improve the efficiency of compost use and reduce the diseases of potatoes.

**KEYWORDS:** organic cultivation, plant nutrition, compost, potatoes

## 6 OPETUS JA TIEDOTTAMINEN

### **6-1 Ilmastonmuutoksen koordinaatiohanke tukee maatalouden ilmastotyötä**

**Elina Nurmi, Karoliina Rimhanen, Päivi Kurki, Sari Himanen, Sakari Raiskio, Riitta Savikko**

Luonnonvarakeskus (Luke)

#### **TIIVISTELMÄ**

Suomalaisen maatalouden ylläpitäminen on välttämätöntä ruokaturvan, huoltovarmuuden, elintarvikesektorin työpaikkojen ja maaseudun elinvoimaisuuden kannalta. Maataloussektori on sekä hyvin haavoittuva ilmastonmuutoksen vaikutuksille että sillä on merkittävä rooli ilmastonmuutoksen hillinnässä. Maaseudun kehittämistyössä ilmastonmuutokseen varautumisen näkökulmien esiin nostamiselle on siis tarvetta. Tilatason päätökset viljelykäytännöistä vaikuttavat niin ilmastonmuutokseen sopeutumiseen kuin sen hillitsemiseen esimerkiksi vihreän kasvuston ylläpitäjänä. Luonnonvarakeskuksen vetämän valtakunnallisen Ilmastonmuutokseen varautuminen maataloudessa (VILLE) -koordinaatiohankkeen tavoitteena on tukea mm. alueellisten hankkeiden ja viljelijöiden työtä ilmastonmuutokseen varautumisessa sekä lisätä yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Koordinaatiohanke mahdollistaa hanketoimijoiden välistä tiedonvaihtoa ja kokemusten jakamista ja yhteistä ideointia. Hankkeen toimintamuotoihin kuuluvat hanketreffien, webinaarien, työpajojen, pellonpiennarpäivien ja muiden tapahtumien järjestäminen sekä monikanavainen viestintä. Tarkoituksena on välittää ajankohtaista tutkimustietoa ja tietoa hallinnon linjauksista hanketoimijoiden käyttöön sekä lisätä vuorovaikutteista keskustelua ilmastonmuutokseen varautumiseksi. Pääkohderyhmänä ovat hanketoimijat, viljelijät, neuvojat sekä opiskelijat. Hanke tukee sekä maatalouden ilmastoratkaisujen kehittämistä että myös laajemmin maaseutua elinympäristönä, sen elinvoimaisuutta ja elinkeinoelämän kestävyyttä. Ilmastonmuutokseen varautumiseksi maatiloilla voidaan toteuttaa lukuisia toimenpiteitä. Näihin kuuluvat mm. maan kasvukunnon hoito, vesitalouden hallinta, monipuolinen viljelykierto sekä alus- ja kerääjäkasvien käyttö. Lisäksi fossiilisia polttoaineita voidaan korvata erilaisilla uusiutuvan energian vaihtoehdoilla. VILLE-hankkeen webinaareissa on tuotu esille muun muassa näitä teemoja. Verkkosivustolle [www.ilmastoviisas.fi](http://www.ilmastoviisas.fi) on koottu webinaari- ja seminaaritallenteita useamman vuoden ajalta. Ajankohtaisia tapahtuma- ja tutkimusuutisia päivitetään Facebookissa: [www.facebook.com/ilmastoviisas](https://www.facebook.com/ilmastoviisas). Koordinaatiohanketta rahoittaa Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014–2020 (Hämeen ELY-keskus). Hankkeen toiminta-aika on 9/2018–3/2022.

**AVAINSANAT:** ilmastonmuutos, varautuminen, maatalous, tiedonvälitys

## 6-2 Tulevaisuuden ilmastoviisas maataloustuotanto Etelä-Pohjanmaalla

Raisa Leppänen

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteen saavuttaminen vaatii toimia myös maankäyttösektorilta, tarvitaan ratkaisuja, joilla vähentää päästöjä, sekä vahvistaa hiilinieluja ja varastoja. Maatalous on metsätalouden ohella ainut toimiala, joka voi sitoa hiilidioksidia. Maatiloilla tarvitaan tietoa ja hyviä käytänteitä, joiden avulla päästään jatkossa entistä tehokkaammin toteuttamaan ilmastoviisasta tuotantoa. Suomen maatalous on tuottanut viime vuosina kasvihuonekaasupäästöjä runsaat 15 miljoonaa tonnia (Mt CO<sub>2</sub> ekv.) vuosittain virallisen kasvihuonekaasuinventaarion mukaan. Tämä on noin 25 % Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Suomen maataloudelle kasvihuonekaasuneutraalius on haastavaa tai lähes mahdotonta, mutta maatalouden on pyrittävä päästöjen vähentämiseen siinä mittakaavassa, joka on mahdollista ruokaturvaa heikentämättä, maataloustuottajille kohtuullista ja kestävän kehityksen mukaista. Maatalouden päästöistä 75 % on lähtöisin maaperästä ja Suomen maatalouden kasvihuonekaasupäästöistä noin 60 % (8 Mt CO<sub>2</sub> ekv.) tulee turvemailta, turvemaiden osuus koko peltoalasta on 11 %. Näin ollen ilmastonmuutoksen torjuntaan liittyviä ratkaisuja ja päästöjen vähennyksiä kannattaa kohdistaa pellonkäyttöön, viljelymenetelmiin ja maankäytön muutoksiin. Seinäjoen ammattikorkeakoulun ja Kurikan kaupungin toteuttamassa hankkeessa pyritään luomaan käytännönläheisiä ratkaisuja maatiloilla ylläpitää ja vahvistaa maankäyttösektorin hiilinieluja ja -varastoja lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Eryteisesti ratkaisuja etsitään alueen maatalouskäytössä olevien turvepeltojen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Hankkeessa toteutetaan pilottitiloille tilakohtaiset hiiliviljelysuunnitelmat. Suunnitelman toimenpiteet edistävät ilmastoviisasta peltoviljelyä turve- tai kivennäismailla, energiatehokkuuden lisäämistä tuotannossa tai ilmastoviisasta kotieläintuotantoa. Pilottitiloilla toteutetaan myös monimuotoisuutta tukevia tilakohtaisia toimenpiteitä. Käytännön toimenpiteitä pilottitiloilla päästään toteuttamaan kasvukausina 2022 ja 2023. Hyväksi havaittuja käytäntöjä voidaan ottaa myös laajemmin käyttöön maakunnan tasolla. Osana hanketta Etelä-Pohjanmaalle luodaan hiiliviljelijäverkosto, jonka tavoitteena on toimia yhteisenä kanavana edistäen tiedonkulkua, verkostoitumista ja yleistä keskustelua hiiliviljelystä. Verkosto on tarkoitettu hankkeen pilottitiloille ja muilla aiheesta kiinnostuneille. Maa- ja metsätalousministeriön rahoittama TIME-hanke on osa maa- ja metsätalousministeriön keväällä 2020 käynnistämää maankäyttösektorin Hiilestä kiinni - ilmastotoimenpidekokonaisuutta. Hankkeen aikataulu 2021–2023.

**AVAINSANAT:** hiilidioksidi, turvemaa, ilmastoviisaat ratkaisut, hiilen sitominen

## 6-3 Maatilojen hiilikartoitus

Sari Peltonen<sup>1</sup>, Eeva-Liisa Neuvonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ProAgria Keskusten Liitto

<sup>2</sup>ProAgria Etelä-Savo

### TIIVISTELMÄ

Hiili hallintaan – ravinne ruokkimaan -hankkeessa eteläsavolaiset kasvi-, puutarha- ja kotieläintilat pääsevät työstämään maatilaansa kohti kestävää tuotantoa. Hankkeen tavoitteena on luoda kestävä tuotannon mallin avulla lisäarvoa maatalouden tuotteille. Hanketta toteuttavat ProAgria Etelä-Savo, ProAgria Keskusten Liitto ja Luonnonvarakeskus vuosien 2019–2022 aikana. Hanketta rahoittavat Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto ja Etelä-Savon ELY-keskus. Tulevaisuuden ruoantuotannossa otetaan huomioon entistä enemmän viljelyn taloudellinen, sosiaalinen ja ekologinen kestävyys. Laadukkaiden ja turvallisten ruoan raaka-aineiden tuotanto ei ole enää yksinomainen, vaikkakin edelleen se on tärkeä maatalouden tehtävä. Ruoan vastuullisuus näkyy yhä vahvemmin markkinoilla, ja ruoan raaka-aineiden tuotannon ja viljelymenetelmien pitää osoittaa ympäristöllistä ja ilmastollista kestävyttä. Maatalouden hiilensidonta ja sen mahdollisuudet ovat olleet viime aikoina vahvasti mukana tuottajien, elintarviketeollisuuden ja kuluttajien keskusteluissa. Maatiloilla voidaan vaikuttaa hiilensidontan määrään ja ravinnekiertojen tehostamiseen viljelytoimien valinnalla, ja samalla voidaan parantaa myös viljelyn taloudellista tulosta. Tässä hankkeessa tehdään eteläsavolaisille maatiloille maatilojen ilmastotoimien nykytilaa osoittava kartoitus, ns. hiilikartoitus (<https://proagria.fi/sisalto/hiilikartoitus>). Kartoituksessa käydään läpi tuotannon eri osa-alueet, kuten pellon kasvukunto, viljelykierto, viljelytekniikka, muokkausmenetelmät, turvemaiden viljely, energian käyttö ja jätehuolto. Kotieläintiloilla tarkastellaan edellisten lisäksi lannan käsittely, eläinten ruokinta ja laiduntaminen sekä eläinainees ja eläinten hyvinvointi. Kartoituksessa määritellään, miten hyvin eri osa-alueet on jo huomioitu toiminnassa ja toisaalta, missä on puutteita tai kehittämiskohteita. Kartoitusta läpikäymällä tila saa nopeasti käsityksen oman tuotantonsa ilmastoviisaudesta ja pääsee tarttumaan kehityskohteisiin. Jo itse kartoituksen tekeminen nostaa tärkeimmät kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttavat asiat omassa tuotannossa esille, ja on jo sinällään tiloille valaisevaa. Lisäksi kartoituksen läpikäyminen asiantuntijan kanssa auttaa asian tarkemmassa pohdiskelussa ja ratkaisujen miettimisessä. Tässä selvityksessä esitellään noin 10 maatilaa kartoituksen tuloksia. Alustavien tulosten mukaan nurmen viljelytekniikka, lannan käsittely sekä eläinainees ja eläinten hyvinvointi olivat tiloilla hyvässä kunnossa kasvihuonekaasupäästöjen hillinnän näkökulmasta. Eniten kehittämistoimia oli käytössä olevien muokkausmenetelmien, energian käytön ja jätehuollon osalta. Tärkeää kartoituksen tekemisessä on ollut, että maatila saa varmuutta ilmastotoimiinsa, siihen, mitkä asiat ovat jo hyvällä tolalla ja mihin pitää vielä panostaa.

**AVAINSANAT:** hiilikartoitus, ilmastotoimet, kasvihuonekaasupäästöt, kestävyys

## 6-4 Turvepelto-opas opastaa käytännönläheisesti ilmastotoimiin

**Maarit Kari**

ProAgria Keskusten Liitto

### TIIVISTELMÄ

Maatalouden ilmastoviestinnän vaikuttavuutta heikentää viestinnän sisällöllinen ristiriitaisuus, käytännön näkökulman puuttuminen ja asiakasymmärryksen vajavaisuus. Turvemaat ovat tärkeitä suomalaisessa maataloudessa ja turvemaiden kestävästä hyödyntämisestä on selvitetty. Rahanarvoisia vaihtoehtoja syväturpeisten viljelysmaiden käsittelyyn (RATU) -hankkeessa koottiin tutkimustietoa, käytännön kokemuksia ja viljelijöiden mielipiteitä turvepelloille suositelluista tai ehdotetuista päästövähennyskeinoista. Hankkeessa kerättiin tietoa sekä kokeiltiin satoisuutta parantavia keinoja turvemaidella. Lisäksi vertailtiin rehukauran, luonnonhoitopellon ja kosteikkoviljelyn taloudellisia realiteetteja ja kannustavaa tukitasoa sekä selvitettiin mm. säätösalaajituksen kustannuksia ja toteutettavuutta. Myös tilusvaihtojen ja pitkäaikaisten vuokrasopimusten mahdollisuuksia vähentää turvemaiden päästöjä selvitettiin. Asiantuntijat Luonnonvarakeskuksesta, Maanmittauslaitokselta ja ProAgriasta tuottivat runsaasti julkaisuja, asiantuntija-artikkeleita, tulosyhteenvetoja ja koosteita viljelykokeista ja viljelijöiden kokemuksista. Erillisten julkaisujen ja viestintätuotteiden lisäksi hankkeessa tuotetaan Turvepelto-opas, joka kokoaa hankkeen tuotteet tiiviiseen, viestinnällisesti kiinnostavaan ja helposti lähestyttävään muotoon. Julkaisu tuotetaan sähköisenä ja siihen linkitetään RATU-hankkeen julkaisujen lisäksi muita hyviä oppaita ja julkaisua, verkkopalveluja sekä lainsäädäntöä aiheesta. Turvepelto-opas muodostuu sisällöllisesti yleisosiosta, turvemaiden kestävästä viljelystä sekä pellonkäytön muista vaihtoehtoista (kosteikko, kosteikkoviljely, metsitys) sekä eri vaihtoehtojen talousvaikutuksista. Päästöjen syntymekanismia, turvemaiden erityisroolia siinä sekä viljelyllisten keinojen vaikutusprosessia kuvataan havainnollisesti. Viljelyn vaihtoehtoja kuvataan prosessina ja tehdään tutuksi siihen tarkoitukseen kehitettyä pelto-optimityökalua. Teknisiä keinoja, kuten vedenpinnan nostamista, kosteikon perustamista ja hoitoa sekä kosteikkoviljelyä ja sopivia kasveja avataan myös käsitteinä ja toteutuksena. Hyvät viljelykäytännöt ja niiden soveltuvuus eri tilanteisiin kootaan erityisesti viljelijöiden omista kokemuksista. Turvepelto-opas valmistuu syksyn 2021 aikana ja sen kokoaja on ProAgria Keskusten Liitto.

**AVAINSANAT:** turvepelto, viljelykäytännöt, ennallistaminen, kasvihuonekaasupäästö



## 6-5 Tukea ravinnekierrätyksen ja biokaasun tuotannon innovaatioihin

Teija Järvenpää, Karoliina Aalto, Maarit Kari

ProAgria Keskusten Liitto

### TIIVISTELMÄ

Ravinteiden kierrätys, biokaasun tuotanto, ravinnekeskittymien purkaminen ja käyttäjäystävälliset ravinnetuotteet tukevat kansallisia ja kansainvälisiä tavoitteita osana ilmastopolitiikkaa ja kestävää ruokaketjua. Ravinteiden kierrätys ja biokaasun tuotanto tuovat myös elinvoimaa ja liiketoimintamahdollisuuksia etenkin maaseudulle. Uusia innovaatioita ravinteiden kierrätykseen syntyy jatkuvasti, mutta niiden toteuttamiseksi tarvitaan tietoa, tukea ja yhteistyötä. Pk-yritykset tarvitsevat tukea esimerkiksi rahoituksen hakemiseen, suunnitelmien laatimiseen ja kumppanien löytymiseen. Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma ja Maatalouden ravinteet ja energia käyttöön (Marika) -hankkeessa tuetaan pk-yrityksiä kehittämään ravinnepitoisten maatalousbiomassojen ja luonnonbiomassojen jalostamista ravinne- ja energiatuotteiksi. Marika-hankkeessa tuetaan myös yrityksiä suunnittelussa ja mahdollisten vaihtoehtoisten rahoituslähteiden löytämisessä. Marika-hankkeesta vastaa ProAgria Keskusten Liitto ja se toimii valtakunnallisesti. Hanke myös välittää tietoa olemassa olevasta tutkimustiedosta, lainsäädännöstä, hyvistä käytänteistä ja pilottihankkeista liittyen ravinnekierrätykseen ja biokaasun tuotantoon. Kymmeniä ravinnekierrätystä edistäviä innovaatioita on jo rahoitettu ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelman (2016–2018 ja 2020–2022) avulla. Rahoitusta voi saada sekä TKI-toimintaan että siihen liittyviin investointeihin. Rahoitusta on jo myönnetty esimerkiksi biokaasulaitoksen mädätteen jatkojalostamiseen lannoitteeksi, kierrätyslannoitteiden tuotekehitykseen ja tuotantoon, biopohjaisten jätteiden käyttämiseksi kasvualustana sekä kotieläinkestävän ravinnekierrätyksen palveluratkaisuun. Esimerkki rahoitusta saaneesta suuren kokoluokan innovaatiosta on Biolan Oy:n turpeettomien kasvualusta- ja kuivikemateriaalien tuotantolaitos, jolla lisätään mm. rahkasammalen ja puupohjaisten sivuvirtojen osuutta multatuotteissa, kasvualustoissa ja kuivikkeissa. Maatalouden ravinteet ja energia käyttöön -hankkeessa tuetaan edellä kuvatun kaltaisia ideoita kohti toteutusta. Pk-yritysten osaamisen kehittämiseksi, innovaatioiden synnyttämiseksi ja yhteistyökumppaneiden löytymiseksi järjestetään esimerkiksi työpajoja sekä henkilökohtaista neuvontaa. Kohderyhmä pyritään tavoittamaan hyödyntäen monikanavaista viestintää erilaisten tilaisuuksien lisäksi nettisivujen, uutiskirjeiden, valtakunnallisten medioiden, ammattilehtien ja sosiaalisen median kanavien avulla. Tämän hankkeen avulla ravinnekierrätyksen ja biokaasun tuotannon uinuvia ideoita saadaan polkaistua vauhtiin ja autettua eteenpäin kohti kestävää ruokajärjestelmää ja hiilineutraalia Suomea. Ota yhteyttä Karoliina Aaltoon (karoliina.aalto@proagria.fi), Maatalouden ravinteet ja energia käyttöön -hanke, ProAgria Keskusten Liitto.

**AVAINSANAT:** ravinteiden kierrätys, biokaasu, neuvonta

## 6-6 Vertaisoppiminen ja demonstraatiot maatalouden innovaatioiden edistäjänä – NEFERTITI H2020

**Soila Huhtaluhta**

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

### TIIVISTELMÄ

Networking European Farms to Enhance Cross Fertilisation and Innovation Uptake through Demonstration eli NEFERTITI on EU Horisontti 2020 -rahoitteinen tutkimushanke, jonka tarkoituksena edistää vertaisoppimista, hyvien käytäntöjen sekä tiedon vaihtoa ja innovaatioiden käyttöönottoa laajan eurooppalaisten maatalojen verkoston kautta. Maatalojen lisäksi verkostossa on keskeisiä sidosryhmiä, kuten neuvvoja ja asiantuntijoita, opetus- ja tutkimuslaitoksia, teollisuuden edustajia, järjestöjä sekä hallinnon ja rahoittajien edustajia. Tiedonvaihto ja oppiminen toimijoiden välillä on tärkeää innovaatioiden leviämiseksi ja sektorin kehittymiseksi. Hankkeen sisältö jakautuu kymmeneen teemaan, jotka kattavat useita aiheita kotieläintuotannon, kasvinviljelyn ja puutarhatalouden sektoreilta. Näiden kautta järjestettävissä demotilaisuuksissa toimijat saavat uusinta tietoa. Verkostoituminen ja vertaisoppiminen ovat keskeisiä keinoja maatalouden eri sektorien innovaatioiden tehokkaassa levittämisessä. Niin sanottuja demotiloja (demo farms) jaotellaan hankkeessa kolmeen ryhmään: commercial, experimental ja public demo farms. ”Commercial farms” eli kaupalliset tilat ovat tavallisia maatalousyrityksiä, jotka toimivat markkinalähtöisesti ja ovat mukana demotoiminnassa omasta kiinnostuksestaan. ”Experimental farms” -mallissa osa tilan tuotoista tulee demotoiminnasta tai erilaisista koejärjestelyistä. Näitä on runsaasti esimerkiksi Hollannissa. ”Public farms” ovat kokonaan julkisrahoitteisia tiloja, jotka ovat keskeisiä esimerkiksi Italiassa ja Puolassa. Suomessa demofarmi-toiminta painottuu tavallisiin, joskin eturivin kehittyviin maatalousyrityksiin. Hankkeessa tämän tärkeyttä korostetaan, jotta oppiminen on todella vertaisoppimista ja ratkaisut markkinalähtöisiä. Hankkeessa pyritään edistämään myös esiteltyjen innovaatioiden ja oppien laajempaa käyttöönottoa ja demofarmien toimintaa tuomalla NEFERTITIn tuloksia poliittiseen vuoropuheluun alueellisella ja kansainvälisellä tasolla, sekä saattamalla maataloussektoria ja poliittisia päättäjiä tiiviimpään yhteistyöhön. Tietoa verkoston ja demotoiminnan hyödyistä jaetaan muun muassa erilaisten yhteisten tilaisuuksien ja webinaarien avulla, joiden kohderyhmää ovat poliittiset päättäjät, maaseudun kehittämisohjelmista vastaavat viranomaiset ja maatalouden tutkimus- ja kehittämisorganisaatiot. Seinäjoen ammattikorkeakoulun rooli hankkeessa on erityisesti näissä poliittikkavaikuttamiseen tähtäävissä toimenpiteissä, työpaketissa ”Policy dialogue and network sustainability”. Verkoston ja demotoiminnan arvoa ja erilaisia mahdollisuuksia tuotiin päättäjille esiin muun muassa syksyn 2021 EU:n Alueiden viikon webinaarissa ”The role of Demo Farms in the Agricultural Knowledge and Innovation Systems: a policy perspective”. NEFERTITissä on mukana 32 partneria 17 eri maasta. Horisontti 2020 -rahoitusohjelman kokonaisbudjetti hankkeelle on n. 7 miljoonaa euroa, toteutus 1.1.2018–30.9.2022.

**AVAINSANAT:** demo, vertaisoppiminen, kansainvälinen, AKIS

## 6-7 EIP-ryhmät maaseudun kehittäjinä -esimerkkihankkeena "Tuorehakekonsepti maatilamittakaavassa"

Risto Lauhanen<sup>1</sup>, Kari Laasasenaho<sup>1</sup>, Juha Tiainen<sup>1</sup>, Raimo Timonen<sup>2</sup>, Ari Haapanen<sup>3</sup>, Juha Viirimäki<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Seinäjoen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup>Helsingin yliopisto

<sup>3</sup>Vaasan yliopisto

<sup>4</sup>Suomen metsäkeskus

### TIIVISTELMÄ

Maaseudun innovaatioryhmät eli EIP-ryhmät ovat osa EU:n Manner-Suomen maaseutuohjelman kehittämistoimintaa. EIP tulee sanoista "European Innovation Partnership". EIP-ryhmien tarkoituksena on kehittämishankkeilla lisätä maatalouden ja muun alkutuotannon tuottavuutta, tehokkuutta ja kestävyyttä alan yritysten ja asiantuntijoiden yhteistyönä. EIP-hankkeille on tyypillistä julkisuus ja kansainvälisyys. Hankkeen hyvistä ja huonoista kokemuksista on tiedotettava EIP-Agri –verkoston kautta. EIP-ryhmä toteuttaa hanketta, joka ratkaisee uutta ja merkittävää maaseudun innovaatiota tai toimintamallia. Maa- ja metsätalousministeriö ohjaa kansallista EIP-toimintaa. Valtakunnallisten hankkeiden apuna on ollut myös Ruokaviraston Maaseutuverkosto erityisesti hankeviestinnän osalta ja vertaistukitilaisuuksien järjestäjänä yhdessä ministeriön kanssa. Hämeen Ely-keskus hallinnoi EIP-hankkeita. Seinäjoen ammattikorkeakoulun koordinoima EIP-hanke on "Tuorehakekonsepti maatilamittakaavassa". Hankkeen suuren mittakaavan tavoitteena on osaltaan torjua ilmastonmuutosta sekä edistää hiilineutraalia ja vähäpäästöistä ruokaketjua. Hankkeella halutaan parantaa maatilojen lämmöntuotannon energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä. Hankkeen varsinaisena tavoitteena on kehittää ja pilotoida tuorehakekonseptin lämpölaitos (400–500 kW) maatilamittakaavaan. Viestintä tärkeä osa hanketoimintaa. Myös epäonnistumista tulee tiedottaa. Seinäjoen ammattikorkeakoulun Ruoka-yksikkö on koordinaattorina pari vuotta kestävässä (2019–2021) hankkeessa. Lisäksi Vaasan ja Helsingin yliopistot ovat hankkeessa mukana, samoin Suomen metsäkeskus (Seinäjoella) ja Veljekset Ala-Talkkari Oy. Lapuan Hellanmaassa Veljekset Ala-Talkkari Oy toimii käytännön toteuttajaryhtymänä yli 60 vuoden polttokattilavalmistajan kokemuksella. Rantalan Broileri Oy:n Suvi Rantala ja Kankaan Broiler Oy:n Jussi Kangas ovat viljelijöinä ja asiantuntijoina mukana innovaatioryhmässä. Helsingin yliopistossa Raimo Timosen ryhmä tutkii erityisesti puunpolton CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämistä. Julkisessa EIP-hankkeessa voi olla mukana hankerahoituksen ulkopuolisia yhteistyötahoja. Hankesuunnittelun aikana kutsuttiin mukaan MTK Metsänomistajat, Etelä-Pohjanmaan Ely-keskus, Koneyrittäjät ry / FinnMetko Oy sekä Kauhavan kaukolämmön edustajat. Hanke on käytännössä avoin kaikille kiinnostuneille, mutta uusien kiinnostuneiden pitää toimia omarahoitteisesti.

**AVAINSANAT:** bioenergia, EIP-toiminta, ilmastonmuutos, lämpölaitokset, maatilat, päästöt

## 6-8 Maitotilayrittäjät verkostoituvat ja hakevat tietoa kansainvälisesti

Mika Repo<sup>1</sup>, Hanna Laurell<sup>2</sup>, Sari Kolehmainen<sup>3</sup>, Tiina Mitrunen<sup>4</sup>, Suvi Kyytsönen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, Finland

<sup>2</sup>Luonnonvara-ala, Oulun ammattikorkeakoulu, Oulu, Finland

<sup>3</sup>Riveria-koulutuskuntayhtymä, Joensuu, Finland

<sup>4</sup>Kainuun ammattiopisto, Kajaani, Finland

### TIIVISTELMÄ

Maaliskuussa 2019 käynnistettiin KV-farmari-hanke, jonka tavoitteena on lisätä maitotilayrittäjien osaamista ulkomaille suuntautuvien työharjoittelujaksojen muodossa sekä rakentaa kansainvälisiä valmiuksia kehittävä opintopolku. Matkustusrajoitusten tultua voimaan hankkeessa on kehitetty uusia menetelmiä kansainvälisen osaamisen ja verkostoitumisen lisäämiseksi. Kun matkustaminen ulkomaille ei ole ollut mahdollista, tietoa on jaettu verkossa ja koulutus- ja keskustelutilaisuuksia on järjestetty niin suomalaisten kuin ulkomaalaisten yrittäjien välillä. Etäyhteyden on huomattu säästävän aikaa ja olevan helppo tapa osallistua vaikkapa töiden ohessa. Kun yrittäjät ovat tulleet toisilleen tutuiksi, osaamista on syvennetty esimerkiksi strategiategemisessä pienryhmässä. Hankkeessa on myös järjestetty englannin kielen valmennuksia, ja keskustelut ovat onnistuneet niin ikään verkon kautta. Valmennuksille on huomattu olevan laajempaakin kysyntää. Hanke on ryhtynyt myös testaamaan kansainvälistä vertaiskehittämistä virtuaalisessa benchmarking-verkkopienryhmässä. Ensimmäinen pienryhmä aloitti toimintansa keväällä 2021 suomalaisten ja hollantilaisten yrittäjien kesken. Ryhmässä yrittäjät jakavat kokemuksiaan, osaamistaan ja hyviä käytänteitä. Ryhmän toiminta perustuu itseohjautuvuuteen, eli mukana olevat yrittäjät päättävät heitä kiinnostavat teemat ja keskustelevat keskenään tuoden omaa osaamistaan ja kokemuksiaan yhteiseen keskusteluun. Toista benchmarking-pienryhmää ollaan käynnistämässä suomalaisten ja kanadalaisten yrittäjien kesken. Kansainvälisiä maitosektorin kuulumisia on välitetty hankkeen osallistujille lyhyissä webinaareissa. Hanketoimijoiden kontaktien avulla on järjestetty esittelytilaisuudet Kiinan ja Saksan maidontuotannosta ja maitosektorin näkymistä. Nämä verkkotilaisuudet ovat herättäneet paljon keskustelua osallistuvien yrittäjien keskuudessa. Ennen matkustusrajoituksia kaksi yrittäjää kävi viikon mittaisella harjoittelujaksolla hollantilaisilla tiloilla. Näiden viikkojen aikana muut hankkeessa mukana olevat yrittäjät pääsivät seuraamaan harjoittelua WhatsApp-ryhmässä. Tällä tavoin yksittäisen harjoittelujakson kokemuksia ja oppeja saatiin jaettua isolle joukolle yrittäjiä. KV-farmari-hanke toimii 31.12.2022 saakka, ja se toteutetaan yhteistyössä ammattikorkeakoulujen (Savonia, Oamk) ja toisen asteen oppilaitosten (Kainuun ammattiopisto, Riveria) kanssa. Olemassa olevien kansainvälisten verkostojen lisäksi hankkeessa on luotu paljon uusia kansainvälisiä kontakteja niin maatilayrittäjiin kuin muihin maatalouden toimijoihin.

**AVAINSANAT:** työharjoittelu, kansainvälisyys, maidontuotanto

## 6-9 Oppimisen iloa kosteikolla: kosteikkokohteen havainnointi ja oppimateriaalin suunnittelu lapsille

Mervi Holappa<sup>1</sup>, Teija Rantala<sup>1</sup>, Heli Wahlroos<sup>1</sup>, Suvi Kyytsönen<sup>1</sup>, Vuokko Mähönen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luonnonvara-ala, Savonia-ammattikorkeakoulu, Iisalmi, FINLAND

<sup>2</sup>Pohjois-Savon ELY-keskus, Kuopio, FINLAND

### TIIVISTELMÄ

Kosteikot ovat monimuotoisia ja tärkeitä elinympäristöjä monille kasveille ja eläimille. Samanaikaisesti ne ovat tärkeitä myös ihmisille, sillä ne puhdistavat vettä, tasaavat tulvia ja kierrättävät ravinteita. Luonnonvaraiset kosteikot ovat vähentyneet merkittävästi, ja jäljelle jääneitä kosteikkoja uhkaavat rehevöityminen ja umpeenkasvu. Erityisesti monet lintukosteikot tarvitsevat kunnostusta, jotta ne säilyvät elinkelpoisina ympäristöinä uhanalaisille lintulajeille. Iisalmen Lappetelän kylässä sijaitsee Pohjois-Savon toiseksi suurin kosteikko, joka on perustettu maatalousympäristöön pidättämään peltoalueilta tulevaa ravinnekuormitusta, sekä lisäämään alueen maisema-arvoa ja linnustoa. Kyseinen Alasen kosteikko on kooltaan 17.35 hehtaaria, ja se on perustettu vuosina 2011–2014. Alueella on kaksi lintutornia, kota ja ulkovessa. Kesällä 2019 Alasen kosteikolla toteutettiin kartoitus, jonka tavoitteena oli selvittää kosteikon linnustoa, sillä linnut toimivat kosteikolla hyvänä monimuotoisuuden indikaattorina. Lisäksi kartoitettiin kasvillisuutta, joka kertoo kosteikon ravinteisuustilasta. Kartoituskäyntejä oli yhteensä neljä, ja ne toteutettiin 5.6.–27.10.2019. Kartoitus tehtiin Pohjois-Savon ELY-keskuksen toimeksiantona yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun kanssa. Kartoituskäyntien perusteella todettiin, että Alasen kosteikolla viihtyy useita sellaisia lintuja, jotka ovat jossain Suomen lajien uhanalaisuusarvioinnin (2019) uhanalaisuusluokassa. Kosteikkoa on siis tärkeää ylläpitää ja kehittää lintualueena. Alueella esiintyviä kasveja kirjattiin yhteensä 22 kappaletta, joista 6 oli tunnistettavissa kosteikkokasveiksi ja 5 vesikasveiksi. Kartoituksen perusteella kosteikolta löytyy keski- ja runsasravinteisia alueita. Vuosina 2019–2021 Alasen kosteikolle suunniteltiin ja toteutettiin lapsille oppimisympäristö, jonka teossa hyödynnettiin edellä mainittua havaintomateriaalia. Oppimisympäristö koostuu 1.4 kilometrin reitistä, jonka varrelle on valmistettu oppimateriaalia. Materiaaleihin kuuluu kahdeksan taulua, joissa on esitelty alueella esiintyviä lintuja ja kasveja sekä kerrottu kosteikon toiminnasta ja rantalaiduntamisesta. Oppimisympäristöön sisältyvät myös aluekartta, retkilomake, ohjelomake ja kunniakirja. Oppimateriaali on suunniteltu 6–8-vuotiaille, ja sen tavoitteena on lisätä kosteikon virkistyskäyttöä innostamalla lähialueen lapsiperheitä, päiväkoteja ja peruskouluja retkeilemään kosteikolla. Oppimisreitillä lapsi voi saada positiivisia luontokokemuksia, jotka tukevat lapsen luontosuhteen kehittymistä. Luonnossa liikkuesssa lapsen itsetunto kasvaa ja motoriikka, havainnointikyky, luovuus sekä sosiaaliset taidot kehittyvät.

**AVAINSANAT:** kosteikot, monimuotoisuus, oppimisympäristö, oppimateriaali