



**Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 106/2023**

# **Kosteikkoviljelyllä ilmaston kannalta kestävä ratkaisu kasvualustatuotantoon**

**Tuula Larmola, Sanna Saarnio, Antti Miettinen, Juha Näkkilä,  
Jaakko Karvonen, Kristiina Lång ja Aimo Turunen**

# **Kosteikkoviljelyllä ilmaston kannalta kestävä ratkaisu kasvualustatuotantoon**

**Tuula Larmola, Sanna Saarnio, Antti Miettinen, Juha Näkkilä, Jaakko Karvonen,  
Kristiina Lång ja Aimo Turunen**



Maa- ja metsätalousministeriö



Suomen ympäristökeskus  
Finlands miljöcentral  
Finnish Environment Institute



### Viittausohje:

Larmola, T., Saarnio, S., Miettinen, A., Näkkilä, J., Karvonen, J., Lång, K. & Turunen, A. 2023. Kosteikkoviljelyllä ilmaston kannalta kestävä ratkaisu kasvualuevalmistukseen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 106/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 45 s.

Tuula Larmola ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-9350-6689>



ISBN 978-952-380-820-1 (Painettu)  
ISBN 978-952-380-821-8 (Verkkójulkaisu)  
ISSN 2342-7647 (Painettu)  
ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)  
URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-821-8>  
Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Tuula Larmola, Sanna Saarnio, Antti Miettinen, Juha Näkkilä, Jaakko Karvonen, Kristiina Lång ja Aimo Turunen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2023

Julkaisu vuosi: 2023

Kannen kuva: Juha Näkkilä, Luke

## Tiivistelmä

Tuula Larmola<sup>1</sup>, Sanna Saarnio<sup>2</sup>, Antti Miettinen<sup>2</sup>, Juha Näkkilä<sup>3</sup>, Jaakko Karvonen<sup>4</sup>, Kristiina Lång<sup>5</sup> ja Aimo Turunen<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus, Helsinki

<sup>2</sup> Luonnonvarakeskus, Joensuu

<sup>3</sup> Luonnonvarakeskus, Turku

<sup>4</sup> Suomen ympäristökeskus, Joensuu

<sup>5</sup> Luonnonvarakeskus, Jokioinen

<sup>6</sup> Kiteen Mato ja Multa Oy, Kitee

Ilmaston kannalta kestäväää kasvualustatuotantoa selvitettiin tutkimalla 1) ruokohelven kosteikkoviljelyn kasvihuonekaasupäästöjä, 2) ruokohelven biomassan satomäärää ja korjuumenetelmiä, 3) ruokohelvestä ja järviruokosta valmistetun kasvualustan toimivuutta kasvihuone-tuotannossa ja 4) luomuruokohelven kosteikkoviljelyn sekä ruokohelvi-järviruokokasvualustan käytön vaikutuksia yrittäjien talouteen. Kosteikkoviljely tarkoittaa märissä olosuhteissa menestyvien kasvien viljelyä turvepellolla, jossa pohjaveden pinta on nostettu lähelle maan pintaa turpeen hajoamisen hidastamiseksi ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi.

Kokonaistarkastelun tavoitteena oli selvittää kosteikkoviljelyn päästövähennyspotentiaalia, kehittää biomassan korjuuketjua, tehdä kosteikkoviljelyä ja turpeettoman kasvualustan käyttöä tunnetuksi, määrittää luomuruokohelven kosteikkoviljelyn katetuotto ja kosteikkoviljelyn tuloksena syntyvien kasvihuonekaasupäästövähennysten kustannukset. Ruokohelven kosteikkoviljelyä, sadonkorjuuta, kasvualustamateriaalin aumausta ja kasvihuonekaasupäästöjä tutkittiin yksityisen viljelijän turvepellolla Siikajoella. Ruokohelvi-järviruokokasvualustan toimivuutta kasvihuonekurkun tuotannossa tutkittiin Luken Piikkiön tutkimuskasvihuoneessa. Lisäksi laadittiin sopimusmalli ruokohelven sopimustuotannosta kasvualustatuotantoon ja kar-toitettiin kasvihuone- ja puutarhayrittäjien kokemuksia ruokokasvualustan käytöstä.

Tulokset ruokohelven kosteikkoviljelystä viiden ensimmäisen vuoden aikana osoittivat, että kosteikkoviljelyn ruokohelven sato jäi 19–39 % pienemmäksi kuin peltosaralla, jolla veden-pintaa ei ollut nostettu. Pellon kantavuus havaittiin erinomaiseksi, eikä niitosta, paalauksesta ja paalien keruusta jäänyt jälkiä, vaikka käytettiin tavanomaisia koneita. Pohjavesi ei ympäri-vuotisesti pysynyt tavoitellussa tasossa (n. 15 cm pellon pinnan alapuolella), mutta osittainen-kin pohjavesitasen nosto näytti selvästi vähentävän hiilidioksidin vapautumista turpeen hajo-tuksesta kasvukaudella. Kuitenkaan vuotuiset metaanipäästöt eivät kasvaneet märemmän pellon alueella kuivempaan vertailualueeseen verrattuna. Ilokaasun eli dityppioksidin vuosi-päästöt olivat erittäin vähäisiä molemmilla alueilla. Vettäminen onnistuminen vaatii valuma-aluetason suunnittelua, jotta alueelle saadaan ohjattua riittävästi vettä ympärivuotisesti.

Yrittäjien haastatteluiden perusteella laadittiin sopimusmalli ruokohelven sopimustuotan-nosta. Mallisopimuksessa huomioidaan muun muassa tuottajan ja tuotteen valmistajan työn-jako, vastuut, hinnat sekä työtavat, myös patoaminen ja mahdollinen aumaaminen. Tämä aut-taa sopimuksen tekoa ja voi sitä myötä rohkaista viljelijöitä ryhtymään sopimusviljelijöiksi. So-pimusmalli, jolla kasvualustatuotantoa tehdään maatiloilla ympäri Suomea, ratkaisee raaka-aineen kaukokuljetukseen liittyviä ongelmia ja edistää paikallisten tuotantokeskittymien ke-hittymistä.

Märemmät olosuhteet kasvukauden aikana pienensivät luomuruokohelvestä saatavia kasvinviljelytuottoja. Sen sijaan osittainen pohjavesitason nostaminen kasvukauden aikana ei käytännössä lisännyt viljelykustannuksia, mutta avo-ojien padotus aiheutti investoinnin poisto- ja korkokustannuksia ja pohjavedenpinnan tarkkailu ja säädön hoitaminen työkustannuksia, jotka heikentävät kosteikkoviljelyn kannattavuutta. Kosteikkoviljelyn yleistyminen vaatii taloudellisia kannustimia kasvihuonekaasupäästövähennysten tuottamiseen, jotta viljelijän taloudellinen asema ei heikkenisi kosteikkoviljelyyn siirryttäessä. Nykyisin kosteikkoviljelyä ei tueta käytännössä lainkaan, mutta kosteikkoviljelmille voitaisiin mahdollisesti maksaa ympäristökorvausta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä. Toinen vaihtoehtoinen tukimuoto olisi tukea avo-ojien padotusinvestointeja investointituella. Kosteikkoviljelyn avulla saavutettavat päästövähennyskustannukset ovat edullisia, mikäli niitä verrataan hiilidioksidin päästöoikeuden nykyiseen hintaan ETS-päästökauppajärjestelmässä.

Ruokohelpi-järviruokokasvualusta osoittautui lupaavaksi kasvualustaksi kurkulle, mutta sen korkea vedenpidätyskyky ja alhainen ilmatila vaikeuttivat kastelua. Kymmenen viikon kokeessamme ruokohelpi- ja järviruokoalustan kokonaissato sadonkorjuuajalta oli 17 % pienempi ja ensimmäisen luokan sato oli 19 % pienempi kuin turvealustalla. Satoerot olivat tilastollisesti merkitseviä. Haastateltujen kasvihuoneyrittäjien mukaan ammattikäytössä ruokohelpi-järviruokoalustaa sekoitetaan eri materiaaleihin, kuten multa, turpeeseen tai biohiileen ja sen lannoitusta ja kasteluohjelmaa on muokattava parhaan mahdollisen tuoton saamiseksi kullekin viljelykasville.

Ilmastoystävälliset kasvualustat eivät pysty kilpailemaan hinnalla olemassa olevien – pääasiassa turvepohjaisten – kasvualustojen kanssa. Hintaa suurempi merkitys kysynnän muutoksessa on kasvualustojen saatavuudella. Ilmastoystävällisten kasvualustojen tulee olla helposti saatavia, tasalaatuisia ja ennen kaikkea sadontuottokyvyiltään sellaisia, että ne pystyvät kilpailemaan olemassa olevien kasvualustavaihtoehtojen kanssa.

**Asiasanat:** kasvualusta, ruokohelpi, järviruoko, kasvuturve, kasvihuonekaasu, kannattavuus, toimintamalli, sopimusmalli, korjuuketju, turvepelto

## Abstract

Tuula Larmola<sup>1</sup>, Sanna Saarnio<sup>2</sup>, Antti Miettinen<sup>2</sup>, Juha Näkkilä<sup>3</sup>, Jaakko Karvonen<sup>4</sup>, Kristiina Lång<sup>5</sup> and Aimo Turunen<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Natural Resources Institute Finland, Helsinki

<sup>2</sup> Natural Resources Institute Finland, Joensuu

<sup>3</sup> Natural Resources Institute Finland, Turku

<sup>4</sup> Finnish Environment Centre, Joensuu

<sup>5</sup> Natural Resources Institute Finland, Jokioinen

<sup>6</sup> Kiteen Mato ja Multa Oy, Kitee

Climatically sustainable growing medium production was studied 1) by quantifying greenhouse gas emissions of reed canary grass grown in paludiculture (the cultivation of wet tolerant crops in wet and rewetted peatlands that preserves the peat soil and therefore minimizes CO<sub>2</sub> emissions and subsidence) 2) by examining the biomass yield of reed canary grass and its harvesting methods, 3) the applicability of growing medium based on the reed canary grass and common reed in greenhouse production and 4) the economy and incentives for the farmer to produce and use organic reed canary grass farmed in paludiculture. The overall aim of the study was to determine the greenhouse gas emission reduction potential of paludiculture, develop a biomass harvesting chain, make paludiculture and the use of peat-free growing media known, and determine the gross margin and emission reduction costs of reed canary grass cultivation in paludiculture. Wet cultivation of reed canary grass, harvesting, composting of growing medium material and greenhouse gas emissions were studied in a private farmer's peat field in Siikajoki, Finland. The use of the growing medium made of reed canary grass-common reed in the production of greenhouse cucumbers was studied at Luke Piikkiö experimental greenhouse. In addition, a contract model was drafted for the contract production of reed canary grass for growing medium production and the experiences of greenhouse entrepreneurs with the use of reed canary grass-common reed growing medium were surveyed.

The results showed that during the first five years the yield of reed canary grass was 19–39% lower in paludiculture than in a field with deeper water table.

The bearing capacity of the field was found to be excellent, no special traces were left from mowing, baling and collecting bales, even though conventional harvesting machines were used. The groundwater level did not remain at the target (approx. 15 cm below the surface of the field) year around, but even a partial raising of the water level reduced carbon dioxide efflux from peat decomposition during growing season and did not increase annual methane efflux compared to drier reference area. Nitrous oxide flux was negligible in both areas. Successful rewetting requires planning at the catchment level, so that sufficient water can be diverted to the area all year round.

Together with the entrepreneurs, we built an operating model on the responsibilities of the producer and the product refiner. The model contract takes into account, e.g., division of labor, working methods, responsibilities, prices, as well as damming and possible composting of the material on the farm. This encourages farmers to contract as material producers. This model helps to resolve the current problems in harvesting and transporting the plant material and creates local nodes for growing media production.

Paludiculture requires investments to raise groundwater levels and demands extra work to control drainage according to targeted water level. Paludicultured reed canary grass had a smaller gross margin owing to lower yield. In addition, extra costs arise from the investment in controlled surface drainage and the monitoring of groundwater levels. Therefore, an additional subsidy of €150–€250/ha should be paid annually to paludiculture farming so that the farmer's financial position does not change when switching to paludiculture. Currently, paludiculture is not subsidized in Finland, but agri-environmental payments could be paid for reducing greenhouse gas emissions. Another way would be to support investments to dams in open ditches through investment support to control surface drainage. The costs of the greenhouse gas reduction (€10–€16/t CO<sub>2</sub>-eq) by cultivating rewetted fields are cost-effective when compared for example with the current price of credits to emit carbon dioxide in EU Emissions Trading System.

The growing media based on reed canary grass and common reed proved to be a promising growing media for cucumber, but its high water holding capacity and lower air space revealed that watering needs to be adjusted compared to peat. In our 10-week trial, the total cucumber yield was 17% lower and the first-class yield was 19% lower than when growing in peat. The yield differences were significant.

According to the interviewed greenhouse entrepreneurs, in professional use, mixing the reed canary grass-reed growing media with different materials, such as mull, peat or biochar, as well as fertilization and irrigation program must be optimized to obtain the best yield for each crop. In the current market situation, climate-smart growing media cannot compete on price, but they must be of uniform quality, easily available and, above all, such that they can compete with existing growing media alternatives in terms of yield.

**Key words:** growing medium, reed canary grass, common reed, horticultural peat, greenhouse gas, profitability, operational model, harvesting chain, cultivated peat soil

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Ruokohelvestä ja järviruo’osta valmistetun kasvialustan tuotantoketju.....</b>	<b>11</b>
2.1. Kasvialustan tuotantoketjun toiminta- ja sopimusmalli.....	11
2.2. Korjuumenetelmien kehittäminen kosteikkoviljelyyn soveltuviksi .....	13
2.2.1. Kosteikkoviljelyyn soveltuvat koneet .....	13
2.2.2. Kanttipaalaus – kannattava kuljetusmatka voi olla pidempi kuin murskeella.....	16
2.2.3. Ruokohelvi-järviruokoseoksen aumakompostointi .....	16
2.3. Kosteikkoviljelyn ruokohelven sato ja viljelymenetelmät.....	17
<b>3. Ruokohelvestä ja järviruo’osta valmistetun kasvialustan satoisuus.....</b>	<b>19</b>
3.1. Ruokohelvi-järviruokokasvialustan toimivuus turpeeseen verrattuna kasviuonekurkun tuotannossa .....	19
3.2. Kasvialustan ammatti- ja harrastekäyttäjien kokemuksia alustan satoisuudesta, viljelyn helppoudesta ja soveltuvuudesta .....	22
<b>4. Ruokohelven kosteikkoviljelyn päästövähennyspotentiaali.....</b>	<b>23</b>
4.1. Kosteikkoviljelyn vaikutukset turpepellon kasviuonekaasupäästöihin .....	23
4.1.1. Miten kasviuonekaasuja mitattiin? .....	23
4.1.2. Miten pellon vettäminen onnistui? .....	23
4.1.3. Miten osittainen pohjavesitasen nosto vaikutti kasviuonekaasupäästöihin?.....	23
<b>5. Ruokohelven tarjonnan ja ruokohelvi-järviruokokasvialustan kysynnän talous.....</b>	<b>30</b>
5.1. Ruokohelven kosteikkoviljely: tarvittavat taloudelliset kannustimet ja kasviuonekaasupäästövähennysten kustannukset.....	30
5.1.1. Kustannukset pohjavedenpinnan nostamisesta avo-ojien padotuksella.....	30
5.1.2. Kustannukset pohjavedenpinnan tarkkailusta ja säädön hoitamisesta .....	32
5.1.3. Katetuottolaskelmat.....	32
5.1.4. Kasviuonekaasupäästövähennysten kustannukset .....	35
5.1.5. Johtopäätöksiä .....	36
5.2. Ruokohelvi-järviruokokasvialustan kysyntään vaikuttavia tekijöitä .....	36
5.2.1. Kasviuonekurkun viljelykoe .....	36
5.2.2. Ilmastoystävällisten kasvialustojen kysyntään vaikuttavia tekijöitä.....	37
<b>6. Yhteenveto.....</b>	<b>38</b>
<b>Kiitokset .....</b>	<b>39</b>
<b>Viitteet.....</b>	<b>40</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>42</b>

# 1. Johdanto

*Tuula Larmola, Sanna Saarnio, Antti Miettinen, Juha Näkkilä ja Kristiina Lång, Luke*

*Jaakko Karvonen, Syke*

Nykyisin noin 80 prosenttia Suomen kasvihuoneviljelmistä käyttää turvetta kasvualustana. Kasvisten käytön lisääntyessä vihannesten viljelyä kasvihuoneissa pyritään lisäämään. Kasvualustojen globaalin kysynnän sekä avomaan että kasvihuoneviljelyssä arvioidaan ainakin nelinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä (Blok ym. 2021). Kasvavan tuotannon tulee perustua uusiutuviin raaka-aineisiin eikä lisätä ympäristö- ja ilmastopäästöjä. Euroopassa ammattimaisessa tuotannossa kasvualustojen raaka-aine on pääasiassa turvetta (25 milj. m<sup>3</sup>) ja kivivillaa (3 milj. m<sup>3</sup>). Kasvualustoihin liittyvä vuosittainen liikevaihto EU:ssa on 1,3 miljardia euroa. Turvetta korvaavien ratkaisujen löytämiseksi vaaditaan nopeita toimia. Markkinoilla on jo kasvualustoja, jotka eivät sisällä lainkaan turvetta, mutta niiden raaka-aineet tuodaan Suomeen ulkomailta (kookoskuidut) tai ne ovat maatumattomia (kivivilla).

Uusiutuvasta kotimaisesta ja ravinteita sisältävästä materiaalista, järviruo'osta (*Phragmites australis* Cav.) ja ruokohelvestä (*Phalaris arundinacea* L.), valmistettu kasvualusta voisi korvata kasvuturpeen ainakin osittain Suomessa ja soveltua myös eurooppalaiseen kasvihuoneviljelyyn. Kestävät kasvialustatuotteet olisivat merkittävää liiketoimintaa, kun tuotteiden markkinahyväksyttävyyden, laatu, turvallisuus, hinta ja saatavuus on varmistettu.

Turpeen korjuualojen ja kasvuturpeiden kasvihuonekaasupäästöt ovat noin 11 % ojitettujen turvemaiden kasvihuonekaasupäästöistä, vaikka niiden pinta-ala on alle 2 % ojitettujen turvemaiden kokonaispinta-alasta. Suomen turvemaalajia olevien peltojen pinta-ala on 10 % viljelystä alasta, mutta niiden hiilidioksidi- ja dityppioksidipäästöt ovat yli puolet maatalouden kokonaispäästöistä (esim. Kekkonen ym. 2019).

Kosteikkoviljely tarkoittaa kosteissa olosuhteissa menestyvien kasvien viljelyä turvepellolla, jossa pohjaveden pinta on nostettu lähelle maan pintaa turpeen hajoamisen hidastamiseksi ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi (Kuva 1). Kosteikkoviljelyt alat voivat olla maatalousmaata, jos niillä viljellään tukikelpoisia kasveja kuten ruokohelpeä. Sen sijaan esimerkiksi järviruoko ei ole tukikelpoinen kasvi. Kosteikkoviljely on turvepellon käyttömuodoista ilmastokestävin, mutta kosteikkoviljely ei useinkaan ole viljelijälle taloudellisesti kannattava pellonkäyttömuoto, ellei viljelijä saa lisähintaa sadosta tai korvausta kasvihuonekaasupäästövähennyksistä. Muita kosteikkoviljelyn yleistymistä hidastavia pullonkauloja ovat kosteikkoviljeltyjen tuotteiden markkinoiden kehittymättömyys ja korjuukaluston puute. Kosteikkoviljeltyjen kasvien käyttö kasvialustamateriaaleiksi on yksi ratkaisu turpeen korvaamiseen.



**Kuva 1.** Kosteikkoviljelmän pohjaveden pinta nostettiin säätöpatojen avulla.

Kuva: Tuula Larmola

Selvitimme ruokohelven kosteikkoviljelyn satoa, viljelymenetelmiä ja kasvihuonekaasupäästövähennyspotentiaalia. Lisäksi tarkastelimme järviruoko-ruokohelpikasvualustan tuotantoketjun toimintamallia, taloutta ja kannustimia viljelijän kannalta sekä järviruoko-ruokohelpikasvualustan toimivuutta kasvualustana yhdessä kasvualustatuottajan ja kasvihuoneyrittäjien kanssa. Yhden kosteikkoviljelyn tuotteen kokonaiskuvan muodostamisen tavoitteena oli luoda edellytyksiä 1) purkaa kosteikkoviljelyn pullonkaulat ja mahdollistaa kosteikkoviljely yhä useammalle viljelijälle, 2) edistää uutta kestävään kasvihuonetuotantoon liittyvää yrittäjyyttä 3) edistää Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamista ja 4) antaa kuluttajille mahdollisuus valita turpeettomia tuotteita. Ilmastollisesti kestävä kasvualustatuotanto tarjoaa yhden ratkaisun sekä maatalouden ja turvetuotannon ilmastopäästöjen vähentämiseen että vesistöjen tilan parantamiseen, kun järviruokobiomassaa korjataan pois vesistöjen rannoilta (Kuva 2).



**Kuva 2.** Talvinen merenrantaruovikko. Kuva: Tuula Larmola

## **2. Ruokohelvestä ja järviruo'osta valmistetun kasvualustan tuotantoketju**

### **2.1. Kasvialustan tuotantoketjun toiminta- ja sopimusmalli**

*Jaakko Karvonen, SYKE*

Järviruo'osta ja ruokohelvestä tehty kasvialusta (tästä eteenpäin kasvialusta tai ruokokasvualusta) valmistetaan aumakompostoimalla näistä kasveista tehty sekoite. Sen valmistaminen vaatii yhteistyötä maatalousyrittäjien ja kasvialustaa jalostavan yrityksen välillä, joista on hyvä tehdä kunnollinen sopimus. Myös kasvialustaa käyttävällä puutarha-alan toimijalla on tärkeä merkitys sekä asiakkaana että tuotteen kehittäjänä, mutta seuraavassa keskitytään erityisesti kasvialustan tuotantoon.

Kasvialustamateriaalin viljelyn sopimus- ja tuotantomallien on hyvä olla kirjallisia sopimuksia, jossa viljelijän ja kasvialustan jalostajan vastuut tulevat selvästi esiin, mukaan lukien maksuperusteet ja –aikataulut ja sopimuksen kesto. Suullinen sopimus on Suomessa lainvoimainen, mutta riitatilanteissa se on hankala ja oikeudessa vaikea todistaa tai todentaa. Sovittavia asioita ovat muun muassa viljeltävä kasvi, viljeltävä pinta-ala, kunkin osapuolen suorittamat työtehtävät ja niihin liittyvät tarkennukset (mm. luomu/tavanomainen, suojelu-/torjunta-aineet) aikataulut ja maksut.

Sopimusten laatimisen avuksi alan yritysten ja etujärjestöjen sivustoilta on saatavissa sopimusmalleja, joita kannattaa hyödyntää, vaikka sopimuksen tietyt osat muodostuvatkin tapauskohtaisesti ja voivat vaatia lisäyksiä tyyppillisiin mallisopimuksiin. Esimerkiksi kasvimateriaali voidaan luovuttaa ostajalle pyöröpaaleissa silputtuna tai aumassa, auman paikka ja huolehtiminen pitää sopia ja patoaminen tuottaa kustannuksia. Muun muassa nämä ovat kohtia, joihin tyyppilliset viljelysopimukset eivät ota kantaa.

Toiminta- ja sopimusmalli rakentuu tilan ja viljelijän tilanteen pohjalle. Ruokokasvialustan raaka-ainetuotannolle viljelysten soveltuvuus kosteikkoviljelyyn (sikäli kun vaaditaan kosteikkoviljelyä) on ensimmäinen reunaehto. Maantieteellinen sijainti suhteessa sekoitemateriaalilähteeseen ja kasvialustan käyttäjäkuntaan ovat myös tärkeitä, koska raaka-aineiden ja valmiin kasvialustan kuljetukset ovat merkitseviä osia tuotantoketjun kulurakennetta.

Ostaja määrittää haluamansa raaka-ainemäärän ja laadun, joiden mukaan tarvittava pinta-ala kin määräytyy, mutta tämä on alisteinen viljelijän käytössä olevalla peltoaloille, mikä määrittää lopulta tuotantokapasiteetin. Lisäksi viljelijän omat koneet puolestaan vaikuttavat urakointitarpeeseen. Viljely itsessään on viljelijän ydinosasta ja tätä ostajan eli kasvialustan jalostajan kannattaa hyödyntää. Jos viljelijällä ei ole nimenomaan kosteikolle soveltuvaa konekalustoa, on urakoinnin käytöstä tarpeen sopia etukäteen.

Korjuuajankohta on ensisijaisesti jalostajan päättämä asia. Näin siksi, että ruokokasvialustan tapauksessa raaka-aineiden käyttäytyminen kompostoitumisessa ja lopputuotteen ominaisuudet, kuten ravinteikkaus, riippuvat niittoajankohdista ja niiden suhteista – talvikasvusto on vähäravinteista, kesäkasvusto verrattain runsasravinteista. Koska raaka-aineiden korjuu-aika

vaikuttaa lopputuotteen ominaisuuksiin ja laatuun, on perusteltua, että jalostava yritys, joka vastaa myytävästä tuotteesta, päättää tämän.

Maksujen perusteet ja aikataulut ovat tärkeä osa sopimuksia. Se, minä ajankohtana tuote siirtyy ostajan haltuun, on sovittava vastuiden takia, samoin kuin se, minä ajankohtana jalostajalle syntyy maksuvelvoite. Maksuvelvoitteen ajankohta voi olla esimerkiksi, kun ostaja tilaa viljelyn, urakoitsija toteuttaa niittotyön, kun viljelijä on toimittanut paalit tienvarteen, tai kun auma tai komposti on valmis. Jos, ja usein kun, sopimus on pitkä ja käsittää useita työvaiheita, on perusteltua suorittaa maksuja useissa erissä, jotta maksujen tilityksessä viljelijälle ei kestä kohtuuttoman kauan - esimerkiksi kompostoituminen aumassa kestää noin vuoden, mikä on lähtökohtaisesti kohtuuton odotusaika maksusuoritukselle.

Pohjavedenpinnan nostaminen vaatii investointeja kuten avo-ojien padotusta tai säätösalaajitusta. Kosteikkoviljelystä patoamisen kustannukset ja sen mahdollisesti aiheuttama hidaste pellon palauttamisessa tavanomaiseen tuotantoon on huomioitava maksuissa ja vuokra- ja irtisanomisajassa.

Maataloustuet ovat tärkeä osa kannattavuutta. Viljelijän tuleekin varmistua maataloustukikepoisuudestaan. Lisäksi vuokra- ja tuotantosopimuksista on tehtävä riittävän pitkiä, jotta monivuotisen kasvin satoisuus tulee täysimääräisesti hyödynnettyä. Luonnon armoilla toimimisessa on aina omat riskinsä ja sato voi myös epäonnistua. Ruokohelven viljelyssä sanktioinnit satotavoitteesta jäämisen vuoksi eivät haastattelujen perusteella olleet mielekkäitä etenkin silloin, kun ne eivät johdu laiminlyönneistä, vaikka viljakaupassa sanktiota saatetaankin käyttää.



**Kuva 3.** Viljelijän ja kasvualueen raaka-ainejalostajan välisen sopimuksen kulmakiviä, jotka soveltuvat pitkälti muuhunkin viljelytoimintaan

Erilaisia hinnoittelumalleja ja muita ehtoja voi ja kannattaa katsoa viljelysopimusten puolelta ja soveltaa soveltuvin osin. Esimerkinomainen sopimusmallipohja on esitetty liitteessä 1.

## 2.2. Korjuumenetelmien kehittäminen kosteikkoviljelyyn soveltuviksi

*Aimo Turunen, Kiteen Mato ja Multa Oy*

### 2.2.1. Kosteikkoviljelyyn soveltuvat koneet

Tavoitteena oli kehittää ja saada kokemusta kosteikkoviljelyyn sopivien koneiden ominaisuuksista ja niiden käytöstä kosteikkopelloilla. Lisäksi tavoitteena oli jättää paalausvaihe pois korjuuketjusta siten, että biomassa korjataan, murskataan ja syötetään suoraan konttiin korjuupaikalla, jonka jälkeen se on valmis aumakompostointiin.

Kokeilu osoitti, että jo olemassa olevista koneista ja laitteista voidaan saada tehokkaita työkoneita niin pienille kosteikoille kuin suuremmillekin aloille. Turvetuotannolta vapautuvat traktorit ja ns. latukoneet, soveltuvat lähes sellaisinaan voimantuottoyksiköiksi ja joihin voidaan asentaa työkaluja kosteikoilta korjattavan sadon korjuuseen.

Latukoneeseen asennettu maissin niittopää niittää ja murskaa sekä puhaltaa niittomassan suoraan kuormatilaan (Kuva 4). Samanlainen niittopää voidaan asentaa myös traktoriin. Tätä yksikköä on kokeiltu ja käytetty märillä maannousema-alueiden niitoissa ja se on todettu tehokkaaksi. Vaikka niittoalue oli välillä vettä ja veden peitossa, niin työskentelystä ei juuri painuista tapahtunut. Tuntituotos on noin 1 ha. Lähikuljetuksen kasvaessa tuotos vähenee, joten kannattaa miettiä erillisen lähikuljetusyksikön käyttöä. Kosteikkopelloilla (turvetuotantoalueet) voidaan asentaa leveämpi yksikkö eteen, jolloin hehtaaritulos voisi nousta jopa 2,5 ha/ tunti. Kone vaatii siirtokaluston.



**Kuva 4.** Maissin niittopää asennettuna latukoneeseen.

Traktori (John Deere) varustettuna teloilla ja viherrehun tarkkuusleikkurilla soveltuu erinomaisesti suurille aloille ja turvetuotannolta vapautuvien alueiden viljelmien perustamiseen ja satojen korjuuseen (Kuva 5). Vaikka sarkaojat oli padottu ja veden pinta oli osittain pellon pinnan tasalla, niin pelto kantoi hyvin traktorin painon, eikä pinnan rikkoutumista tai painumia tullut. Tätä traktoria kokeiltiin hankkeeseen osallistuneen viljelijän ruokohelpipellolla. Maissiniittopää ei soveltunut lakoontuneen ruokohelven leikkuuseen, mutta läheisellä Lumijoen maannousema-alueella maissiniittopää osoittautui erinomaiseksi järviruo'on niittoon. Vaikka Lumijoen kohteella oli osin vettä, niin alhaisen pintapaineen ansiosta korjuu onnistui hyvin. Tuntuutuotos raivatulla ja tasaisella turvepellolla voisi olla jopa 2,5 ha. Koneen tuntihinta on 130 euroa. Se vaatii siirtokaluston. Maissiniittopäällä saadaan erinomainen karkeusaste (raekoko 1–2,5 cm) lopulliseen maadutukseen.



**Kuva 5.** John Deere traktori varustettuna teloilla ja viherrehun tarkkuusleikkurilla.

Muita koneita, joita käytetty ja kokeiltu ruokojen korjuussa, ovat muokattu vanha puimakone, latukoneeseen asennettu niittosilppuri sekä saksalaisvalmisteinen jyrkkien kohteiden niittoon suunniteltu pienniittokone. Vanhasta puimakoneesta on poistettu tarpeettomat seulat ja muut osat, jolloin samalla saadaan massat karheelle, josta voidaan sitten paalata (Kuva 6). Kun perään asennetaan olkisilppuri niin saadaan samalla ruoko silputtua sopivaan karouteen ja puhallettua suoraan konttiin ja lähikuljetukseen. Kone on kevyt, joten se pääsee hyvinkin märille pelloille. Se on myös halpa muuntaa ja riittävän tehokas pienille aloille. Kone on viljelijäkohtainen, koska sen siirto kauempana oleville kohteille vaatii erillisen siirtokaluston.



**Kuva 6.** Vanhasta puimakoneesta on riisuttu tarpeettomat seulat ja muut osat pois, niin samalla saadaan massat karheelle, josta voi sitten paalata. Kun perään asennetaan olkisilppuri, niin saadaan samalla ruoko silputtua.

Latukoneeseen asennettu niittosilppuri on maataloudessa käytetty silppuri, joka puhaltaa massan suoraan kuormatilaan. Näitä koneita on käytössä turvesoilla ja maannousema-alueilta leikattavien ruokojen korjuussa (Kuva 7). Ne soveltuvat märille aloille alhaisen pintapaineen takia, konetta on kokeiltu Haminan merialueen kosteikkojen hoidossa ja turvesuolla. Koneella leikattiin etupäässä järvi-ruokoa: ruokomurske oli liian karkeata ja vaati uudelleen murskausta. Koneen tuntituotos noin hehtaari. Myös se vaatii siirtokaluston.



**Kuva 7.** Latukone, johon on asennettu niittosilppuri. Kuvan koneella leikattu etupäässä järvi-ruokoa.

Saksalaisvalmisteinen jyrkkien kohteiden niittoon suunniteltu pienniittokone on pieni ja kevyt leikkuukone pienien ja erittäin pehmeiden alueiden niittoon, kuten esimerkiksi osmankäämin kosteikkoviljelmien. Se soveltuu myös lakoontuneen ruovikon leikkuuseen. Koneen työleveys on 2,8 m ja leikkuuteho 0,5–0,8 ha/tunti. Leikkuuterä ns. palaniittopää, jossa edestakainen terän liike katkaisee ruo'on. Niittokoneeseen voidaan liittää joko paalaus kone tai murskain. Kone on kokeiltu Saksassa eri kosteikoilla. Etuna on myös se, että siirrot voi tehdä kevyellä peräkärillä. Koneen hinta on 30 000–50 000 euroa.

### **2.2.2. Kanttipaalaus – kannattava kuljetusmatka voi olla pidempi kuin murskeella**

Tavoitteena oli myös selvittää, voidaanko paalaus jättää pois työvaiheista. Aiemmin järvi-ruo'on pyöröpaalusta on kokeiltu ja todettu, että järvi-ruo'on paalaus on liian kallista ollakseen kannattavaa. Myös jatkokuljetuksessa pyöröpaalit veivät liian paljon kuormatilaa (90 m<sup>3</sup>) suhteessa murskaukseen. Murskattua ruokomassaa sopii tavanomaiseen hakerekkaan noin 140 m<sup>3</sup>. Jos ruokohelpeä hankitaan yli 150 km päästä, niin silloin pitää paalata ns. suurkanttipaaleihin, jotta kuormatilaan saadaan vielä enemmän ruokomassaa kuin murskeena. Suurpaalit on puristettu hyvin tiukaksi paaliksi, joten niiden tiheys (massa/tilavuus) on suurempi kuin murskeen tai pyöröpaalin. Suurkanttipaaleja ei päästy kokeilemaan, koska lähietäältä ei löytynyt paalauskonetta.

### **2.2.3. Ruokohelppi-järviruokoseoksen aumakompostointi**

Heinäkuussa 2021 korjatusta ruokohelvestä ja toisen yrittäjän syksyllä korjaamasta järvi-ruo'osta tehtiin auma marraskuussa 2021 kosteikkoviljelmän viereen. Auma käännettiin kertaalleen lumen tulon jälkeen syystalvella 2021, että massa kastuisi ja maatumisen lähtisi paremmin käyntiin. Tämän jälkeen se peitettiin pressulla, etteivät rikkakasvien siemenet kulkeutuisi maatuvan massan joukkoon. Auma käännettiin uudestaan keväällä ja syksyllä 2022 massan sekoittumisen ja ilmastumisen parantamiseksi. Ruokohelppi-järviruokoauman maaduttaminen ei onnistunut odotusten mukaisesti: Kesäkorjattu ruokohelppi ei ollut tarpeeksi korsittunutta (kovaa) ja painui liian tiiviiksi ja hapettomaksi eikä maissinniittopäällä niitetty ja murskattu järviruokoerä 15 m<sup>3</sup> (30 %) riittänyt antamaan ilmavuutta maadutukseen. Syyskuussa niitetty järviruoko oli vielä liian pehmeää ja ravinnerikasta. Paikoin auma oli märkä ja sen nitraattipitoisuus pieni. Paikoin havaittiin myös kompostituhkaa, joka viittaa lämpötilaan, joka on liian korkea kasvualustan valmistamiseen. Käytännön kokeesta opittiin, että massa pitäisi murskata vielä lyhyemmiksi pätkiksi ja että joukossa pitäisi olla talvikorjattua (lakastunutta, vähäravinteista) biomassaa. Viljelijän kanssa sovittiin, että hän käyttää ruokomassan sekoitteena karjan lannan kanssa, joka lisäsi lehmän lantaan orgaanista ainetta ja soveltuvuutta maaparannusaineeksi. Yhteenvetona ruokohelven pitää olla hyvin korsittunutta, jottei korren suuri ohut lehtimassa tiivistä maadutusaumaa ja aiheuta hapettomuutta. Hapeton auma mätänee eikä maadu.

## 2.3. Kosteikkoviljelyn ruokohelven sato ja viljelymenetelmät

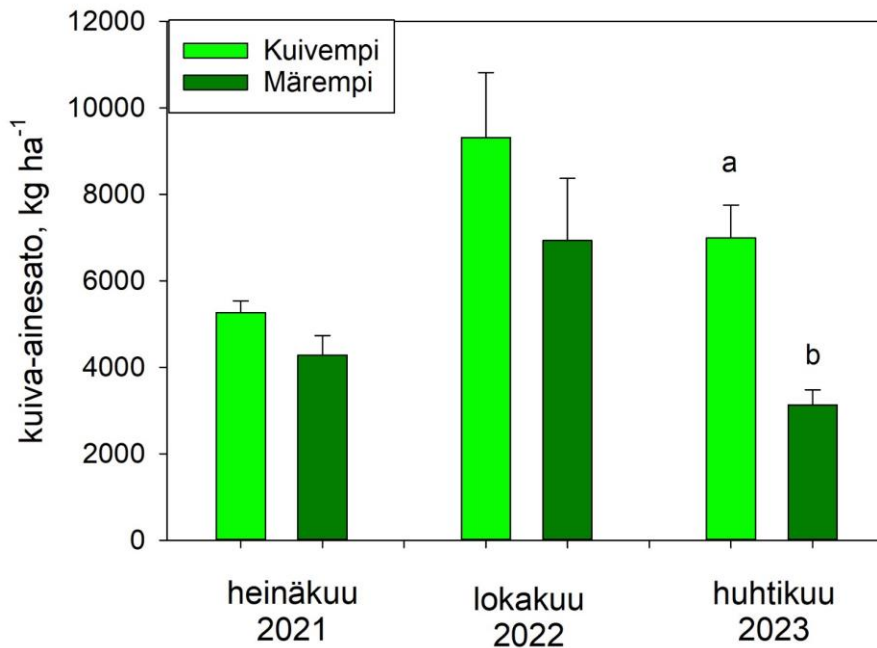
Sanna Saarnio, Luke

Ruokohelpeä (*Phalaris arundinacea* L.) viljeltiin yhdellä n. 4 hehtaarin luonnonmukaisessa viljelyssä olevalla koepellolla hankkeen aikana. Avo-ojiin oli asennettu säätöventtiilit veden pinnan nostamista varten (ks. luku 5) sekä *Kohti Hiilineutraaleja kuntia ja maakuntia* (CANE-MURE) -hankkeen että viljelijän omin varoin vuonna 2019. Kosteikkoviljelyalueet sijaitsivat peltosarkojen valtaosanpuoleisessa, alavammassa päässä ja vertailualueet ylempänä samoilla saroilla. Patojen kiinni pitäminen ei riittänyt pitämään vesitasoa lähellä pellon pintaa, mutta vesitaso pysyi kuitenkin jonkin verran vertailualueella korkeammalla (Kuva 12). Kaikki viljelytoimet tehtiin samalla tavalla sekä kuivemmalle että märemmälle osalle ruokohelpiviljelmää (Taulukko 1).

**Taulukko 1.** Luomuviljelyn ruokohelvikön viljelytoimet kokeen aikana.

Vuosi	Toimenpiteet
2019	Lannoitus kesäkuun alussa Ecolan Agra 350 kg ha <sup>-1</sup> -säätöpadot asennettiin kesäkuun lopulla -ruokohelpeä kylvettiin kesäkuun lopussa
2020	-kasvusto niitettiin ja korjattiin kuivikkeeksi heinäkuun lopulla juolavehnän taltuttamiseksi
2021	-naudan kuivikelantaa 15 t ha <sup>-1</sup> kesäkuun alussa -sadonkorjuu heinäkuun lopussa
2022	-sadosta kerättiin määräänäytteet satoennustetta varten, mutta sato jätettiin pystyyn kevätkorjuuta varten
2023	-sadosta kerättiin määräänäytteet kevätkorjuun satoennustetta varten

Ruokohelpipellon sadosta kerättiin määräänäytteet (25 × 50 cm) juuri ennen niittoa kuuden kasvihuonekaasujen mittauspisteen läheisyydestä sekä märemmältä alueelta että kuivemmalta vertailualueelta. Ruokohelven lisäksi pellolla kasvoi muun muassa muita heiniä (esim. timotei, juolavehnä) sekä parina viimeisenä vuonna runsastunutta apilaa. Eri lajeja ei eroteltu määräänäytteistä vaan niiden perusteella arvioitiin vain koko kasvuston yhteissato (Kuva 8). Kahtena ensimmäisenä vuotena (2020 ja 2021) padot avattiin ennen sadonkorjuuta, että peltosarat eivät olisi liian märkiä koneiden liikkua ja suljettiin sadonkorjuun jälkeen. Pellon kantavuus havaittiin kuitenkin erinomaiseksi, eikä niitosta, paalauksesta ja paalien keruusta jäänyt erityisiä jälkiä. Tämän vuoksi kesällä 2022 patoja ei avattu lainkaan.



**Kuva 8.** Ruokohelpipellon kuiva-ainesatoarviot. Eri kirjaimet kuvaavat tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p < 0,05$ ).

Satotaso jäi märemmällä alueella 19–39 % pienemmäksi kuin kuivemmalla vertailualueella, vaikka ruokohelpi kasvaa luontaisesti myös märissä olosuhteissa kuten matalassa rantavedessä. Vain aikaisin keväällä otettujen satonäytteiden kohdalla ero oli tilastollisesti merkitsevää, 25–55 % pienempi kuin kuivemman vertailualueen kesällä korjattu sato. Myös Tanskassa tehdyssä ruokohelven kosteikkoviljelykokeessa havaittiin kokonaissadon olevan keskimäärin vähän pienempi märemmissä käsittelyissä kuin vertailualueella, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää (Karki ym. 2019). Korjuun viivyttäminen kevääseen vähensi biomassan saantoa huomattavasti.

Kesäkorjattu sato käytettiin pääasiassa kuivikkeeksi nautoille. Osa sadosta meni myös lampaiden kuivitukseen ja kasvualustatuotantoon eli aumattiin maatumaan viljelmän viereen yhdessä järviruo'on kanssa. Auman hoidosta vastasi viljelijä kasvualustatuottajan ohjeiden mukaisesti. Kasvualustatuottajan mielestä kesäkorjattu ruokohelpisato oli liian ravinteikasta ja hienorakenteista syyskorjattuun järviruokoon verrattuna ja siksi vuoden 2022 kasvusto jätettiin korsiintumaan ja lakastumaan ja tämän sadon korjuuta kokeiltiin vasta toukokuun alussa 2023. Korjuu-urakoitsijalla ei ollut käytettävissä aiottua maissinkorjuupäätä, vaan kevätkorjuuta kokeiltiin niittämällä. Kasvualustatuottajan mielestä myös kevätkorjattu ruokohelpi oli liian hienorakenteista kasvualustatuotantoon ja lopulta myös tämä sato korjattiin nautojen kuivikkeeksi.

### 3. Ruokohelvestä ja järviruoko'osta valmistetun kasvualustan satoisuus

#### 3.1. Ruokohelvi-järviruokokasvualustan toimivuus turpeeseen verrattuna kasvihuonekurkun tuotannossa

Juha Näkkilä, Luke

Luonnonvarakeskuksen Piikkiön toimipisteessä testattiin Kiteen Mato ja Multa Oy:n ruokohelvi- ja järviruokokasvualustan käyttöä kasvihuonekurkun viljelyssä syyskuun ja joulukuun välisenä aikana 2021. Kasvualustamateriaaleista järviruoko oli niitetty vesistön rannalta ja ruokohelvi korjattu pellolta, jonka pohjaveden korkeutta voitiin säätää (Kuva 9). Verranteena käytettiin turvekasvualustalevyä (Kuva 10). Viljelykokeessa tutkittiin kurkun kasvua, sadon määrää ja laatua.



**Kuva 9.** Ruokohelvi- ja järviruokoalusta **Kuva 10.** Turvekasvualusta

Viljelykokeen yhteydessä mitattiin kasvualustojen fysikaalisia ominaisuuksia sekä ravinne- ja haitta-ainepitoisuuksia. Fysikaalisia ominaisuuksia mitattiin kasvualustaa sisältävistä näytesylintereistä ns. sandbox-laitteistolla (Eijkelkamp Soil & Water, Alankomaat). Tuolloin pystyttiin mittaamaan kasvualustan huokos-, ilma- ja vesitila sekä kiinteä aines (*Hiekkalaatikolla mitataan kasvualustan ominaisuuksia* <https://youtu.be/NyjPUvYUxsl>)

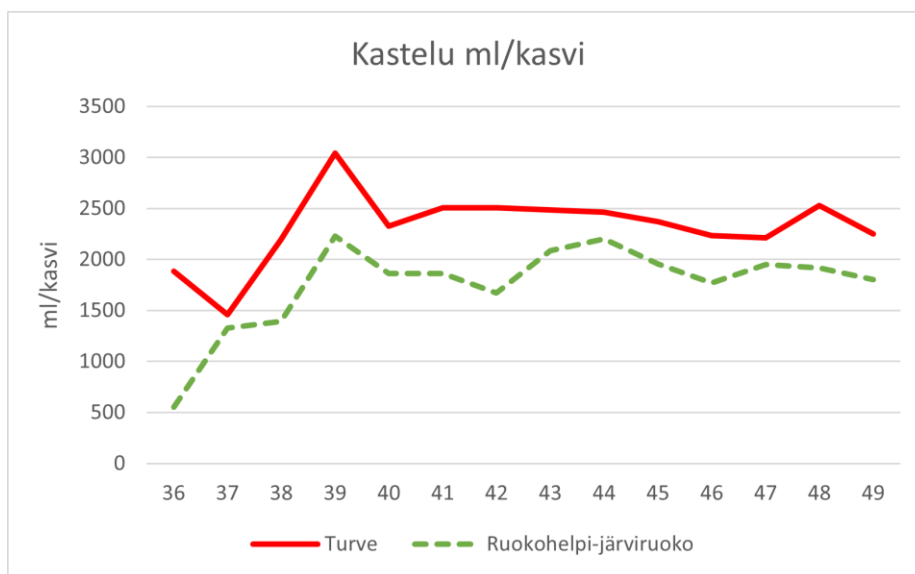
Ruokohelvi- ja järviruokokasvualusta pidatti vettä turvealustaa enemmän, mutta sen ilmatila oli pienempi kuin turvelevyssä. Ruokohelvi- ja järviruokoalusta sisälsi turvealustaa runsaammin typpeä, kaliumia ja fosforia (Taulukko 2). Lannoitevalmistelaimen asettamien laatuvaatimusten perusteella ruokohelvi- ja järviruokoalustassa oli liian paljon sinkkiä, mutta muiden raskasmetallien pitoisuudet alittivat asetetut enimmäispitoisuudet. Vaikka alusta sisälsi runsaasti sinkkiä, kurkun lehtinäytteiden sinkkipitoisuudet pysyivät ohjearvoalueella eikä kurkunäytteen sinkkipitoisuus ollut haitallisella tasolla.

**Taulukko 2.** Kasvialustojen johtokyky, pH ja pääravinteet ennen istutusta.

Mitattu ominaisuus	Turve	Ruokohelpi + järviruoko
Johtokyky (mS/m)	9,9	74,7
pH	6,8	6,5
Vesiliukoinen typpi (kg/m <sup>3</sup> )	0,02	0,24
Liukoinen fosfori (mg/l)	0,95	160
Liukoinen kalium (mg/l)	42	1 200

Kasvialustan puristenestenäytteiden perusteella ruokohelpi- ja järviruokoalustassa oli koko ajan natriumia sen ohjearvon (alle 50 mg/l) ylittävä pitoisuus (Hortilab 1999), mutta myös turvealustan natriumpitoisuus kävi tämän ohjearvon yläpuolella. Ruokohelpi- ja järviruokoalustan kloridipitoisuus laski sadonkorjuun alun jälkeen ohjearvoalueelle (alle 50 mg/l).

Kasvit kasteltiin 1 l/h tippusuuttimin ja kullakin kasvilla oli kaksi tippusuutinta. Kasvialustoilla oli oma kasteluryhmä ja valuman mittauspiste (Kuva 11). Kumpaakin alustaa kasteltiin yhtä monta kertaa vuorokaudessa, mutta alustan kertakasteluannosta säädettiin siten, että turvealustalla tavoiteltiin noin 20 % ylikastelu ja ruokohelpi- ja järviruokoalustalla vähintään 10 % ylikastelu. Tuon pienemmän ylikastelun arvioitiin riittävän siihen, että kaikki kasteluryhmän kasvit saavat riittävästi kasteluliuosta järjestelmän mahdollisista paine-eroista huolimatta. Kokeen kastelujärjestelmät olivat avoimia, eikä ylikasteluliuosta käytetty uudelleen. Ruokohelpi- ja järviruokoalustan pienemmällä ylikastelulla pyrittiin välttämään alustan liian korkeaa kosteutta ja parantamaan juuriston kasvuolosuhteita. Kasvialustojen kosteutta ja johtokykyä seurattiin vakiopaikoista Hydra Probe -antureilla (Stevens Water Monitoring Systems Inc., Yhdysvallat). Kastelun muutosta harkittaessa kosteus- ja johtokykymittauksia tehtiin useammista paikoista vielä WET2-anturilla (Delta-T Devices, Yhdistyneet Kuningaskunnat) varustetulla Cultilene-mittarilla. (*Järviruon ja ruokohelven käyttö kasvialustana* <https://youtu.be/jqgMJMk-tIE>)

**Kuva 11.** Kasvialustojen keskimääräiset kastelumäärät viikoittain (ml/kasvi) viljelykokeen aikana.

Kastelulannoitus koottiin täysravinnelannoitteesta, kalsiumnitraatista ja magnesiumnitraatista. Liuksen happamuutta säädettiin typpihapolla. Kasteluliuksen lannoitteiden keskinäiset suhteet olivat hieman erilaiset eri alustoilla. Ruokohelpi- ja järviruokoalustalla ravinneliuksen kalsiumnitraatin ja magnesiumnitraatin osuutta pidettiin hieman korkeampana kuin turpeella, koska alustassa ei ollut kalkkia. Tällä haluttiin varmistaa kasvin kalsiumin ja magnesiumin saantia.

Kivivillapaakussa kasvatetut Tirolo-lajikkeen taimet istutettiin 9. syyskuuta ja taimitiheys oli 2,3 kasvia m<sup>-2</sup>. Ruokohelpi- ja järviruokokasvualustaa oli pakattu 16 l muovisäkkiin, joka mahtui hyvin kasvualustakourun päälle. Säkkiin istutettiin 3 kasvia. Verranteena käytettiin muovin pakattua turvekasvualustalevyä (tilavuus 12 l), johon istutettiin myös 3 kasvia. Sadonkorjuu alkoi 24. syyskuuta, kurkkusatoa korjattiin kolme kertaa viikossa ja sitä jatkettiin runsas kymmenen viikkoa, 8. joulukuuta saakka.

Kasvualusta ei vaikuttanut sadon ajoittumiseen, sillä kummaltakin kasvualustalta sadonkorjuu alkoi samana päivänä. Ruokohelpi- ja järviruokoalustan kokonaissato sadonkorjuuajalta oli 17 % pienempi ja ensimmäisen luokan sato oli 19 % pienempi kuin turvealustalla (Taulukko 3). Satoerot olivat merkitseviä. Ruokohelpi- ja järviruokokasvualustalla kasvaneesta kasvista korjattiin keskimäärin yksi kurkku vähemmän viikossa kuin turvealustalla kasvaneesta kasvista. Kasvualustalla ei ollut vaikutusta kurkun keskimääräiseen tuorepainoon tai sen kuiva-ainepitoisuuteen.

**Taulukko 3.** Kasvualustan vaikutus kasvin kurkkusatoon (kg/kasvi). Saman sarakkeen samalla kirjaimella merkityt arvot eivät eroa merkitsevästi toisistaan (p < 0,05).

Kasvualusta	Koko sato	1 luokka	2 luokka	Käyrät
Turve	25,8 (100) a	23,3 (100) a	0,8 (100) a	1,1 (100) a
Ruokohelpi + järviruoko	21,4 (83) b	18,8 (81) b	0,7 (82) a	1,2 (108) a

Ruokohelpi- ja järviruokoalustaa ei kasteltu yhtä runsaasti kuin turvealustaa sen korkean vesipitoisuuden takia (Kuva 11). Ruokohelpi- ja järviruokoalustalla kurkkukasvi ei siis saanut käyttöönsä yhtä paljoa kasteluliusta kuin turvealustalla. Viljelykokeen aikana kasville annettiin kasteluliusta ruokohelpi- ja järviruokoalustalle 7,5 l ja turvealustalle 8 litraa kurkkukiloa kohti, mutta kasteluliusta tarvittiin kurkkukiloa kohti käytännössä sama määrä (ruokohelpi- ja järviruoko 6,2 l/kg ja turve 6,3 l/kg).

Kokeen päättyessä kasvien juuret olivat molemmissa kasvualustoissa hyväkuntoiset ja juuret olivat levittäytyneet tasaisesti alustaan. Molempien kasvualustojen rakenne näytti vielä niin hyvin säilyneeltä, että viljelyä olisi voitu vielä jatkaa. Ruokohelpi- ja järviruokoalustan johtokyky ja pH saatiin alun korkeiden arvojen jälkeen pidettyä ohjearvojen mukaisena. Ruokohelpi- ja järviruokoalustassa havaittiin eläviä lieroja kokeen lopussa.

Ruokohelpi- ja järviruoko osoittautui lupaavaksi kasvualustaksi kurkulle, mutta sen korkea vedenpidätyskyky ja alhainen ilmatila vaikeuttivat kastelua. Samaan säkkiin pitäisi istuttaa kolmen taimen sijasta enemmän taimia tai säkin tilavuutta pienentää. Kasvien lukumäärän kasvaessa säkkiä kohti tai kasvikohtaisen kasvualustan tilavuuden pienentyessä kasvien vedenotto laskisi kasvualustan kosteutta alemmaksi yöllä ja alustassa olisi silloin enemmän ilmatilaa ylläpitämässä juurten kasvua.

Kokeen lopussa ruoko- ja järviruokoalustalla kasvin kalsiumpitoisuus oli lehtinäytteiden perusteella hieman ohjearvoalueen alapuolella. Kuitenkin koko sadonkorjuuajan kasvualustan puristenesteen kalsiumpitoisuus oli ohjearvojen mukainen. Jaakkolan (1992) mukaan vain juuren kärkiosat pystyvät ottamaan kalsiumia. Kasvualustan pieni ilmatila on voinut haitata juurten kasvua ja kalsiumin ottoa.

Ravinneliuksen kalsiumpitoisuutta voisi nostaa antamalla aiempaa suurempi osa tyydestä kalsiumnitraattina, jos lannoituksessa käytetty magnesiumnitraatti korvataan magnesiumsulfaatilla. Kasvin magnesiumpitoisuus pysyi sadonkorjuuajan lehtinäytteiden perusteella ohjearvoalueella. Koska alustan puristenesteenäytteiden magnesiumpitoisuudet ylittivät samaan aikaan ohjearvoalueen, ravinneliuksen magnesiumpitoisuutta voisi alentaa. On todennäköistä, että kurkku kasvaa ruokohelpi- ja järviruokoalustalla kivivilla-alustalle tarkoitetulla lannoitusreseptillä.

### **3.2. Kasvualustan ammatti- ja harrastekäyttäjien kokemuksia alustan satoisuudesta, viljelyn helppoudesta ja soveltuvuudesta**

*Jaakko Karvonen, SYKE*

Kasvualustan käyttökokemuksia saatiin kahdelta puutarhaajalta sekä yhdeltä opinnäytetyösäään sitä käyttäneeltä. Alustalla kasvatettiin vadelmaa, mansikkaa, perennoja, luonnonkasveja, vihanneksia, puita, pensaita tomaattia, kehäkukkaa ja salaattia.

Yhden vastaajan näkemys oli, että ammattikäytössä tarvitaan sekoitteeksi turvetta vähintään 30 %. Toisaalta ruokopohjainen multaseos toimi toisen viljelijän mielestä huomattavasti paremmin kuin turvemultaseos, koska pinnalle muodostuva karkea kerros kestää turvemultaa paremmin pistoolikastelua, ehkäisee pinnan haihduntaa ja vähentää rikkakasveja. Karkeus on myös ongelma, kun hyvin pieniä taimia koulitaan.

Näiden kokemusten perusteella ruokokasvualustasta voidaan sanoa, että se on toimiva, mutta toimii useimmiten paremmin, kun siihen sekoitetaan multaa, turvetta tai biohiiltä. Ruokokasvualustan vedenpidätyskyky, vedenhaihdunta ja ravinnetaso ovat esimerkiksi poikkeavat turvekasvualustasta, minkä vuoksi kastelu ja lannoitus tulee muokata alustalle sopivaksi. Myös maatumisasteessa on vaihtelua, joka ei lähtökohtaisesti ole toivottavaa. Kasvualusta on koti-puutarhaukseen täysin kelvollista, mutta ammattikäytössä sen eri sekoitteita, lannoitusta ja kasteluohjelmaa on optimoitava parhaan mahdollisen tuoton saamiseksi.

## 4. Ruokohelven kosteikkoviljelyn päästövähennyspotentiaali

### 4.1. Kosteikkoviljelyn vaikutukset turvepellon kasvihuonekaasupäästöihin

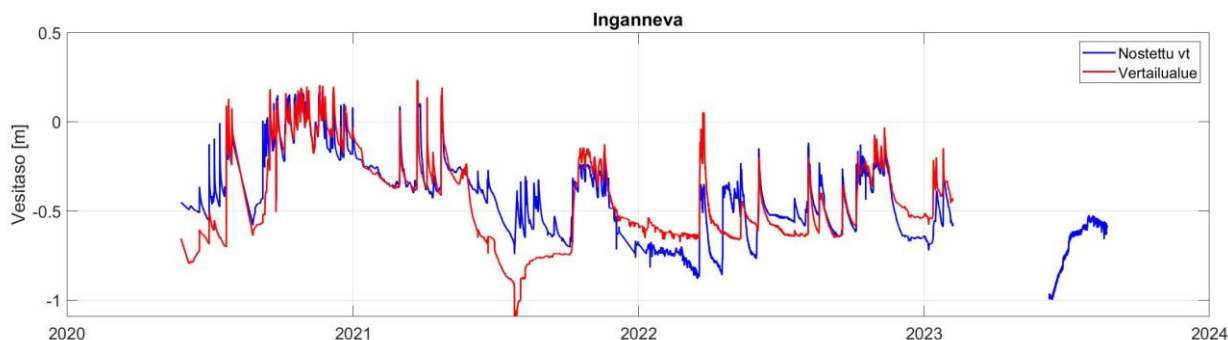
Sanna Saarnio, Luke

#### 4.1.1. Miten kasvihuonekaasuja mitattiin?

Ruokohelpiviljelmällä mitattiin kasvihuonekaasujen (hiilidioksidi CO<sub>2</sub>, dityppioksidi N<sub>2</sub>O ja metaani CH<sub>4</sub>) nettovaihtoa ilmakehän ja peltoekosysteemin välillä kuudesta kohdasta sekä vertailualueelta että nostetun pohjavesitason alueelta. Lumettoman ja sulan kauden aikana mitaukset tehtiin kammiomenetelmällä ja yli 20 cm lumipeitteen aikana pillimenetelmällä (katso mittauksista tietolaatikko s. 29).

#### 4.1.2. Miten pellon vettäminen onnistui?

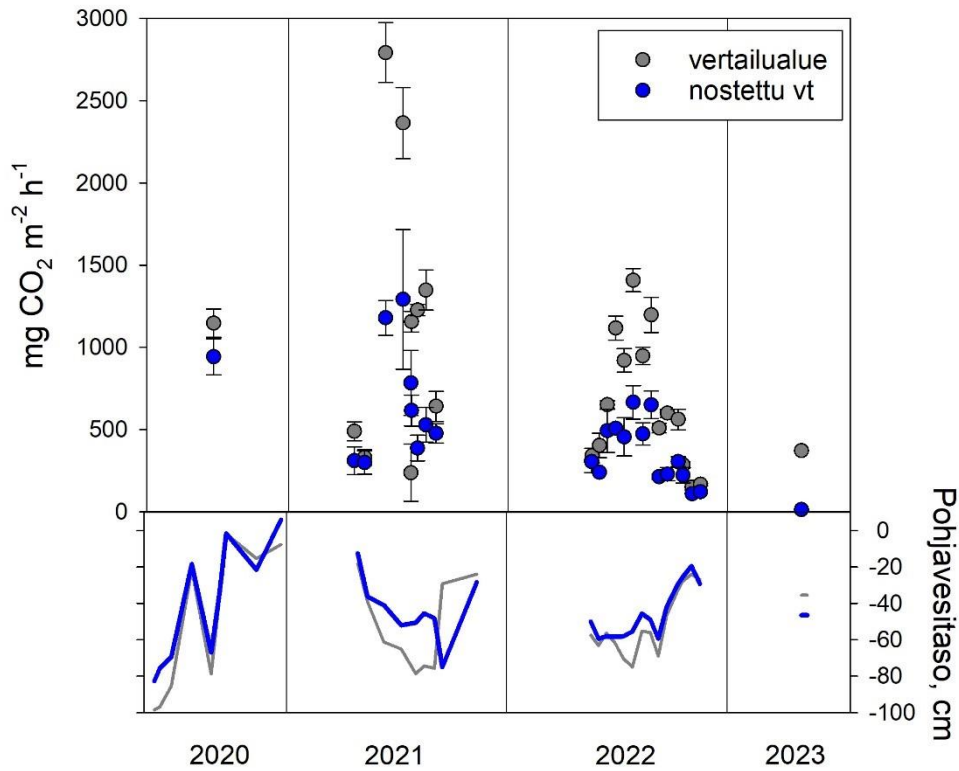
Pohjavesitaso vaihteli molemmilla mittausalueilla vuodenaikojan ja vuosien välillä (Kuva 12). Tyypillisesti pohjavesitaso oli lähellä pellon pintaa syksyisin ja keväisin ja laski kesällä ja talvella 50–80 cm syvyyteen. Koska kuivempi ja märempi alue olivat samalla saralla patojen avaaminen ja sulkeminen vaikutti molempien alueiden pohjavesitasoihin. Ylempänä saralla olevan kuivemman vertailualueen pohjavesitaso oli kesällä 10–30 cm syvemmällä kuin alempana saralla olevan märemmän alueen pohjavesitaso.



**Kuva 12.** Jatkuvat toimien tallentimien mitaamat pohjavedentason syvyydet vertailualueella ja nostetun vesitason alueella. Nolla tarkoittaa pellon pintaa, positiiviset arvot veden paksuutta pellon päällä ja negatiiviset arvot pohjavesitason syvyyttä pellon pinnan alapuolella.

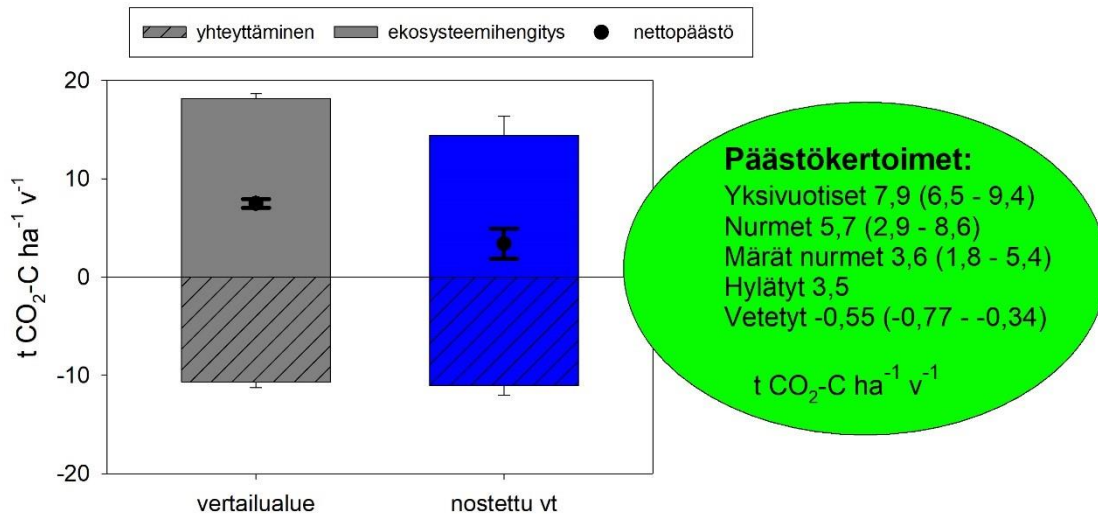
#### 4.1.3. Miten osittainen pohjavesitason nosto vaikutti kasvihuonekaasupäästöihin?

Vaikka pohjavesitaso ei ympärivuotisesti pysynytkään tavoitellussa (n. 15 cm pellon pinnan alapuolella), niin osittainenkin pohjavesitason nosto näytti selvästi vähentävän maahengitysnopeutta kasvukaudella (Kuva 13). Maahengitys kuvastaa maaperästä vapautuvan hiilidioksidin määrää maaperäeliöstön hajottaessa eloperäistä ainesta. Märemmissä olosuhteissa hapetta on vähemmän saatavilla ja siten hajotus ja maahengitys on pienempää kuin kuivemmissä olosuhteissa.



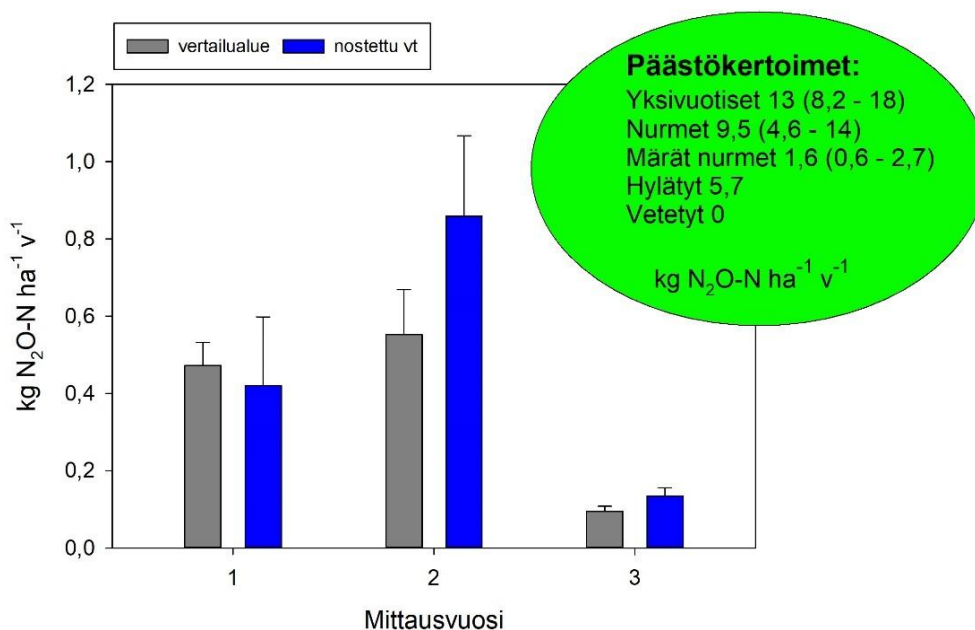
**Kuva 13.** Maahengitysnopeuden keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe mittauskerroittain (yläosa) ja keskimääräinen pohjavesitaso (alaosa) vertailualueelle (harmaa viiva) ja nostetun pohjavesitason alueelle (sininen viiva).

Hiilidioksidi- ja ympäristötekijämittausten perusteella yhteyttäminen, ekosysteemihengitys ja niiden avulla laskettu hiilidioksidin nettovuo pystyttiin mallintamalla arvioimaan vuodelle 2022 (Kuva 14) Hiilidioksidin sidonta yhteyttämällä oli kummallakin koealalla keskimäärin samaa suuruusluokkaa, mutta ekosysteemihengitys oli kuivemmalla vertailualueella suurempaa kuin nostetun pohjavesitason alueella. Siten hiilidioksidin nettopäästökin oli vertailualueella suurempaa ja vastasi ojitettujen turvepeltojen CO<sub>2</sub>-päästöjä. Nostetun pohjavesitason koealueen CO<sub>2</sub>-päästöt vastasivat määrän nurmen päästöjä, mikä oli odotettua, koska pohjavesitaso ei koealueella pysynyt ympärivuotisesti pellon pinnan tuntumassa (tavoite 15 cm).



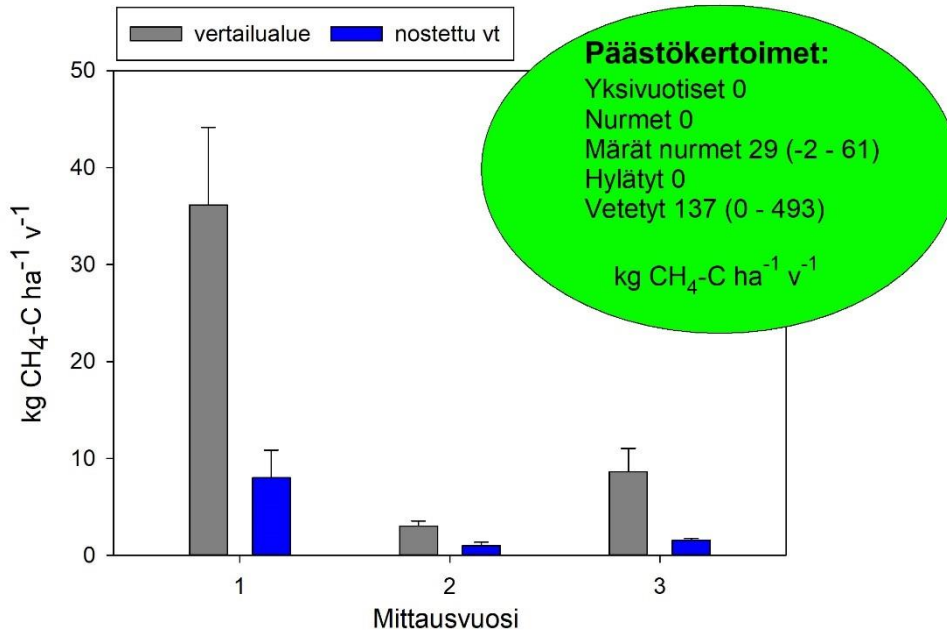
**Kuva 14.** Vuoden 2022 keskimääräiset ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe) hiilidioksidivuot. Negatiiviset arvot kuvaavat hiilidioksidin sidontaa ilmacehstä peltoekosysteemiin ja positiiviset arvot hiilidioksidin vapautumista peltoekosysteemistä ilmacehään. Vihreässä soikiossa on kansallisessa kasvihuonekaasulaskuissa käytetyt kansainvälisesti sovitut päästökertoimet (ja niiden 95 %:n luottamusväli) erilaisessa käytössä oleville pohjoisille turvepelloille

Dityppioksidivuo vaihteli ilmacehän dityppioksidin pelkistyksestä pieniin dityppioksidipäästöihin. Vuosipäästöt olivat koko kolmivuotisen mittausjakson aikana erittäin vähäisiä sekä kuivemmallalla vertailualueella että märemmällä nostetun pohjavesitason alueella (Kuva 15). Päästöjen pienuus liittyy siihen, että peltoja lannoitettiin vain joka toinen vuosi kasvukauden alussa kuivalannalla ja että pintamaa oli vähätyypistä rahkaturvetta, jossa oli runsaasti puuta joukossa. Tällöin tyyppiä oli todennäköisesti vain vähän saatavilla dityppioksidia tuottavien mikrobien käyttöön.



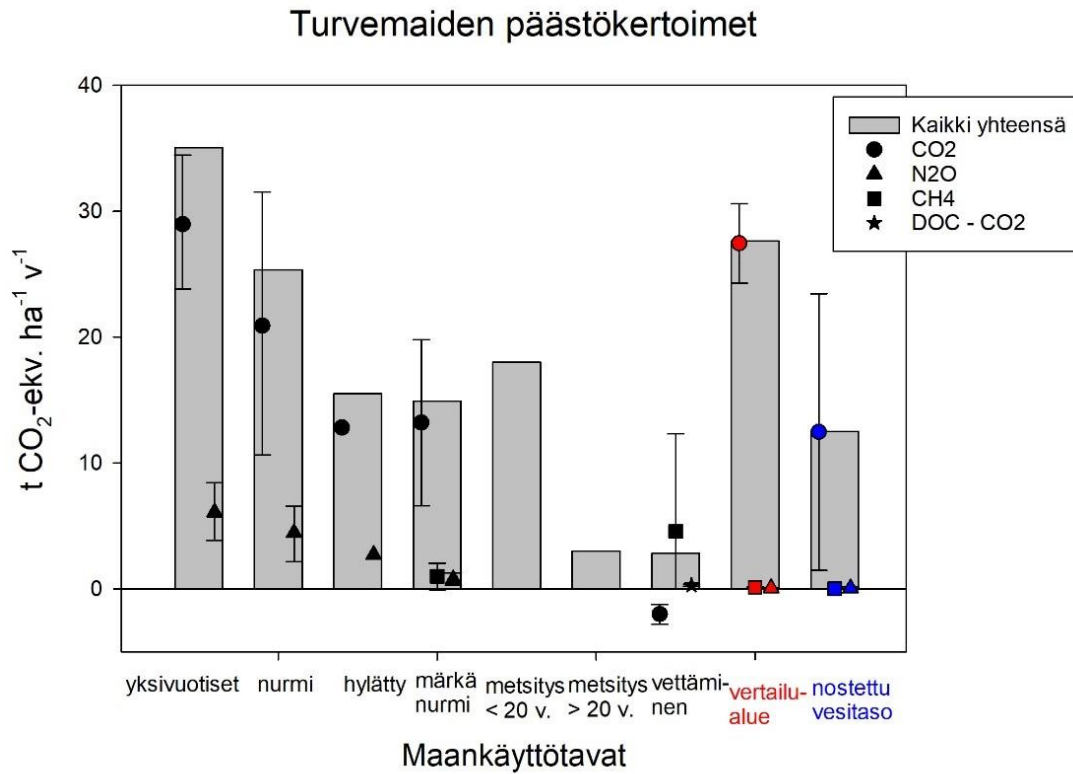
**Kuva 15.** Keskimääräiset ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe) dityppioksidipäästöt kolmelle mittausvuodelle (toukokuun lopulta seuraavan vuoden toukokuun lopulle). Vihreässä soikiossa on kansallisessa kasvihuonekaasulaskuissa käytetyt kansainvälisesti sovitut päästökertoimet (ja niiden 95 %:n luottamusväli) erilaisessa käytössä oleville pohjoisille turvepelloille.

Metaanivuo vaihteli ilmakehän metaanin hapetuksesta pieniin metaanipäästöihin. Vuotuiset metaanipäästöt eivät kolmen vuoden aikana kasvaneet märemmän pellon alueella kuivem- paan vertailualueeseen verrattuna (Kuva 16). Tulos ei ole yllättävä, koska pohjavesitason nos- taminen ei onnistunut ympärivuotisesti. Ensimmäisen mittausvuoden talvena pohjavesitason ollessa lähellä pellon pintaa molemmilta alueilta, mutta erityisesti vertailualueelta mitattiin usean kuukauden ajan pieniä metaanipäästöjä ja siten keskimäärin kuivemman vertailualueen vuosipäästö vastasi märän nurmen (pohjavesitaso 30 cm syvyydessä) päästöjä. Muutoin pääs- töt olivat vähäisiä.



**Kuva 16.** Keskimääräiset ( $\pm$  keskiarvon keskivirhe) metaanipäästöt kolmelle mittausvuodelle (toukokuun lopulta seuraavan vuoden toukokuun lopulle). Vihreässä soikiossa on kansallisessa kasvihuonekaasulaskuissa käytetyt kansainvälisesti sovitut päästökertoimet (ja niiden 95 %:n luottamusväli) erilaisessa käytössä oleville pohjoisille turvepelloille.

Kaikkien kolmen kaasun yhteenlasketut päästöt vuodelle 2022 koostuivat yli 99 prosenttisesti hiilidioksidista kummallakin koalueella (Kuvat 17, 18, 19). Vertailualueen kokonaispäästöt vastasivat ojitettujen, viljelyssä olevien turvepeltojen päästöjä. Osittain onnistuneen pohjavesitason nostoalueen keskimääräiset kokonaispäästöt vastasivat märän nurmen (pohjavesitaso 30 cm syvyydessä) päästöjä, mutta vaihtelu eri mittauspisteiden välillä oli suurta sekä kasvillisuuden määräeroista ja pohjavesitasoeroista että mallinnuksen epävarmuudesta johtuen.



**Kuva 17.** Kansallisessa kasvihuonekaasulaskennassa käytetyt kansainvälisesti sovitut päästökertoimet (ja niiden 95 %:n luottamusväli) erilaisessa käytössä oleville pohjoisille turvempelloille sekä tutkimusalueen molemmille käsittelyille.

Tähänastisten, etelämpänä Tanskassa ja Saksassa tehtyjen, tutkimusten perusteella pystyversoisten kosteikkokasvien, kuten ruokohelven, kosteikkoviljely vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 30–50 % tavanomaisesti ojitettujen turvempeltojen päästöihin verrattuna (Bianchi ym. 2021). Meidän vähän nostetun pohjavesitason koalueemme kokonaispäästöt olivat keskimäärin 55 % pienemmät kuin vertailualueen päästöt ja pienemmät kuin Bianchin ym. (2021) pystyversoisille laskema päästökerroin (18 t CO<sub>2</sub>-ekv. ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>). Tuloksemme tukevat aiempaa tietämystä siitä, että turpeen hajoaminen hidastuu ja siten kokonaispäästöt vähenevät merkittävästi, kun pohjavesitaso on tavanomaista ojitustasoa korkeammalla.

Yhteenvedon, osittainenkin pohjavesitason nosto vähentää kokonaispäästöjä. Tarvitaan onnistuneita kosteikkoviljelykokeita niiden päästöjen arvioimiseksi. Vettäminen onnistuminen vaatii valuma-alueen suunnittelua, jotta alueelle saadaan ohjattua riittävästi vettä ympäristöisesti.



**Kuva 18** Hiilidioksidin nettovaihtoa mitattiin läpinäkyvän kammion ja kannettavan hiilidioksidianalysointilaitteen avulla. Kuva: Tuula Larmola



**Kuva 19.** Kammiomenetelmässä mittauskammio asetetaan kaasutiiviisti alumiinikauluksen vedellä täytettyyn uraan. Kuva: Tuula Larmola

### Mittausmenetelmät ja vuositaseen laskenta

Kammiomenetelmässä maahan on asetettu alumiinikaulukset (60 × 60 cm), joiden liepeet ulottuvat n. 15 cm maan sisään ja joiden yläosassa on U-kouru. Mittausta varten kouruun kaadettiin vettä ja siihen asetettiin kammiot, jonka sulkemisen jälkeen kammioilmasta otettiin näyte neljästi puolen tunnin aikana. Näytteiden CH<sub>4</sub>-, CO<sub>2</sub>- ja N<sub>2</sub>O-pitoisuudet analysoitiin kaasukromatografilla Luke Jokioisten laboratoriossa noin kuukauden kuluessa näytteenotosta. Kaasupitoisuuden muutosnopeuden ja mittausolosuhteiden (kauluksen pinta-ala, kammioilavuus, lämpötila kammiossa) avulla laskettiin peltoekosysteemin ja ilmakehän väliset CH<sub>4</sub>-, CO<sub>2</sub>- ja N<sub>2</sub>O-vuot kaasujen yleistä tilanyhtälöä hyväksi käyttäen. Pillimenetelmässä kaasunäytteet otettiin hangen yläpuolelta ja hangen alapuolelta juuri maan pinnan yläpuolelta ja näiden pitoisuuksien ja ympäristöolosuhteiden (lämpötila hangen alla, hangen paksuus ja hangen huokoisuus) avulla laskettiin CH<sub>4</sub>-, CO<sub>2</sub>- ja N<sub>2</sub>O-vuot.

Hiilidioksidin nettovaihtoa mitattiin läpinäkyvän kammion ja kannettavan CO<sub>2</sub>-analysointilaitteen avulla lumettomina aikoina (Kuvat 18 ja 19). Mittaukset pyrittiin tekemään pilvettöminä ajankohtina, jotta minuutin kestävä mittaus voitiin toistaa neljästi peräkkäin samasta kauluksesta. Mittaukset tehtiin täydessä valossa, yhdellä varjostavalla verholla, kahdella varjostavalla verholla ja täysin pimentävällä verholla. Näin saatiin samalla mittauskierroksella nettovuo useissa eri säteilyolosuhteissa samankokoisen kasvuston tilanteessa. Maahengitysmittauksia varten olemassa oleva kasvillisuus muokattiin maahan ja jatkossa mittauspisteet pidettiin kitkemällä kasvittomina. Lähialueen kasvillisuudella oli kuitenkin mahdollisuus ulottaa juurensa mittauspisteiden alueelle ja perustamisvuonna alalle jäi runsaasti tuoretta verso- ja/tai juurikariketta, jonka hajoaminen vaikutti vahvasti maahengitykseen. Vasta myöhemmin maahengitystulokset edustivat häiriöttömämpää turvemaan hajoamistilannetta.

Yhteyttävän kasvillisuuden määrää kauluksissa seurattiin lehtialamäärityksin LAI-mittarin tai Canopeo-sovelluksen avulla. Pohjaveden pinnan tasoa seurattiin käsimitoituksin kaulusten vieressä olevista pohjavesiputkista ja jatkuvatoimisella tallentimella yhdestä pohjavesiputkesta kummastakin käsitteilystä. Samoin mitattiin jatkuvatoimisesti turpeen lämpötilaa 5, 15, 25, 35, 45 ja 55 cm syvyydessä yhdestä kohtaa kummankin käsittelyn alueelta.

#### *Miten kasvihuonekaasujen vuosipäästöt arvioitiin?*

Vuotuinen N<sub>2</sub>O- ja CH<sub>4</sub>-vuo arvioitiin interpoloimalla lineaarisesti mittauspäivien välissä oleville päville arvio N<sub>2</sub>O- ja CH<sub>4</sub>-vuosta ja laskemalla päiväkohtaiset arvot yhteen. Vuotuiset CO<sub>2</sub>-vuot, sekä yhteyttäminen että ekosysteemi- ja maahengitys, arvioitiin mallinnuksen avulla. Mitattu CO<sub>2</sub>-nettovaihtonopeus ja ekosysteemihengitysnopeus yhteen laskemalla saadaan yhteyttämisnopeus, kun oletetaan kasvillisuuden hengitysnopeuden olevan samansuuruinen valossa ja pimeässä. Yhteyttämisnopeuden, ekosysteemihengityksen ja maahengitysnopeuden ja samaan aikaan vallinneiden ympäristöolosuhteiden (yhteyttämissäteily, lämpötila 5 cm syvyydellä turpeessa, pohjavesitasen syvyys) välille sovitettiin kauluskohtainen malli. Mallin parametrien ja ympäristömuuttujan yhtenäisen aikasarjan avulla laskettiin tuntiarviot eri CO<sub>2</sub>-voista, jotka yhteen laskemalla saatiin arvio vuotuisesta ruokohelpipellon yhteyttämisestä, ekosysteemihengityksestä ja kasvittoman turvepellon CO<sub>2</sub>-päästöstä.

## 5. Ruokohelven tarjonnan ja ruokohelvi-järviruokokasvualustan kysynnän talous

### 5.1. Ruokohelven kosteikkoviljely: tarvittavat taloudelliset kannustimet ja kasvihuonekaasupäästövähennysten kustannukset

*Antti Miettinen, Luke*

Turvepeltojen kosteikkoviljely voi parhaimmillaan hyödyttää sekä viljelijää että koko yhteiskuntaa, sillä kosteikkoviljely mahdollistaa markkinakelpoisen sadon ja ilmastohyötyjen samanaikaisen tuottamisen. Turpeen hajoamisen hidastaminen ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen turvepelloilla edellyttää pohjavedenpinnan nostamista ja pitämistä lähellä maanpinnan tasoa. Tämä vaatii investointeja, kuten avo-ojien padotusta tai säätösaloitusta. Investoinnin lisäksi pohjaveden pinnankorkeuden tarkkailusta ja vedenkorkeuden säätelystä aiheutuu viljelijälle vuosittain lisätyötä ja täten lisäkustannuksia verrattuna viljelyyn normaalisti kuivatetulla turvepelloilla.

Kosteikkoviljelyssä myös hehtaarisadot voivat poiketa normaalisti kuivatetuilta turvepelloilta saatavista sadoista. Lisäksi työ märällä pellolla voi olla hitaampaa ja kalliimpaa kuin hyvin kuivatetulla pellolla. Työhön saatetaan myös tarvita märkiin olosuhteisiin soveltuvia erikoiskoneita.

Luvussa 5.1.1. tarkastellaan avo-ojien padotuskustannuksia ja luvussa 5.1.2. pohjavedenpinnan tarkkailusta koituvaa lisätyötä. Luvussa 5.1.3. arvioidaan esimerkkilaskelmien avulla ruokohelven kosteikkoviljelystä saatavia tuottoja ja muuttuvia kustannuksia ja verrataan niitä normaalisti kuivatetulta turvepelloilta saataviin tuottoihin ja kustannuksiin. Tavoitteena on arvioida ruokohelven kosteikkoviljelystä viljelijälle aiheutuvien lisäkustannusten ja tulonmenestysten suuruutta ja laskea, kuinka paljon kosteikkoviljelmälle tulisi vuosittain maksaa hehtaarikohtaista lisätukea, jotta viljelijä ei joutuisi taloudellisesti huonompaan asemaan siirtyessään ruokohelven kosteikkoviljelyyn ja tuottaessaan samalla maaperäpäästöjen vähennyksiä turvepelloillaan.

Luvussa 5.1.4. hyödynnetään Kasvua-hankkeessa mitattua tietoa vuosittain saavutettavan kasvihuonekaasupäästövähennyksen suuruudesta, kun ruokohelpeä viljellään normaalisti kuivatetun turvepellon sijaan turvepelloilla, jonka pohjavedenpintaa on nostettu lähemmäs maanpintaa. Päästövähennysarvion (t CO<sub>2</sub>-ekv./ha) ja ruokohelven kosteikkoviljelystä viljelijälle vuosittain aiheutuvan lisäkustannuksen (€/ha) avulla voidaan laskea, kuinka suureksi yhden hiilidioksidiekvivalenttitonnin vähennyskustannus (€/t CO<sub>2</sub>-ekv.) muodostuu. Luvussa 5.1.5. esitetään johtopäätökset.

#### 5.1.1. Kustannukset pohjavedenpinnan nostamisesta avo-ojien padotuksella

Turvepellot ovat usein avo-ojitettuja. Näin ollen on luontevaa, että pohjaveden pinnankorkeuden säätelämiseksi avo-ojiin rakennetaan padot ja niihin asennetaan sulku- ja padotusventtiilit putkineen (Kuva 20).



**Kuva 20.** Sulku- ja padotusventtiili putkineen. Vedenpinta asettuu avo-ojassa pystyssä olevan vedenkorkeuden säätöputken yläreunan tasalle, kun venttiilin pohjassa oleva läppä on suljettu. Jos läppä avataan, vesi virtaa avo-ojassa esteettä. Kun venttiili putkineen on asennettu avo-ojaan, jatkoholkin ja jatkoputken yläpuolella on patovalli. (Kuva: Sanna Saarnio)

Avo-ojien padotuksesta esimerkkikohteessa aiheutuneet kustannukset on esitetty taulukossa 4. Tarvikekustannukset koostuvat venttiileistä ja putkista. Yksi venttiili putkineen maksaa 230 € (ALV 0 %). Asennuskustannukset koostuvat kaivurityöstä. Vetetyn alueen pinta-ala oli 6,1 ha ja patoja tarvittiin 14 kpl eli 2,3 kpl/ha.

**Taulukko 4.** Kustannukset avo-ojien padotuksesta.

	€	€/ha
Suunnittelukustannukset	796,00	130,49
Tarvikkeet rahteineen	3 937,60	645,51
Asennus	162,50	26,64
<b>Yhteensä</b>	<b>4 896,10</b>	<b>802,64</b>

Jos investoinnille oletetaan 10 vuoden tasapoisto, on vuosittaisen poiston suuruus 80,26 €/ha. Viiden prosentin vuosittaisella korkotasolla vuotuiset korkomenot ovat keskimäärin 22,07 €/ha, joten avo-ojien padotusinvestoinnin vuosittaiset kustannukset ovat kymmenen vuoden aikana keskimäärin 102,34 €/ha.

Turvellilla olevien avo-ojien padotukseen ja pellon vesitason nostamiseen ei saa ainakaan toistaiseksi investointitukea. Taulukossa 4 esitetty laskelma osoittaa, että avo-ojien padottaminen on kuitenkin suhteellisen edullista – esimerkitapauksessamme reilusti alle 1 000 €/ha – verrattuna säätosalojitukseen, jonka hehtaarikustannukset ovat investointituen jälkeenkin arviolta noin 3 000 €/ha.

### 5.1.2. Kustannukset pohjavedenpinnan tarkkailusta ja säädön hoitamisesta

Laskelmissa oletettiin, että vuosittainen lisätyön tarve pohjavedenpinnan tarkkailusta ja säädön hoitamisesta on 1 h/pato. Patoja oli peltohehtaarilla keskimäärin 2,3 kpl ja viljelijän tuntipalkan suuruudeksi oletettiin 17 €/h, joten vuotuiseksi hoitokustannukseksi tuli 39,10 €/ha.

### 5.1.3. Katetuottolaskelmat

Katetuottolaskelmat laadittiin kymmenvuotisjaksolle, jossa on kaksi luomuruokohelpikasvuston perustamisvuotta ja kahdeksan satovuotta. Tuotot, kustannukset ja katetuotot on ilmoitettu laskelmissa keskimäärin vuotta kohden.

#### Ruokohelven tuottajahinta ja sato

Luomuruokohelven kuiva-ainesadolle käytettiin kahta hintaoletusta: 0,06 €/kg ka ja 0,12 €/kg ka. Katetuottolaskelmissa oletettiin, että ruokohelpi paalataan pyöröpaaleihin, joiden halkaisija ja leveys on 125 cm. Ruokohelpipyöröpaalin tiheys on noin 140 kg ka/m<sup>3</sup> (Lötjönen & Paappanen 2013), joten pyöröpaalin kuiva-ainepainoksi oletettiin 215 kg. Näin ollen ruokohelpipaalin tuottajahinta on 12,90 €/paali, kun ruokohelven yksikköhinta on 0,06 €/kg ka ja 25,80 €/paali, kun ruokohelven yksikköhinta on 0,12 €/kg ka.

Kolmen vuoden keskimääräinen kuiva-ainesato oli nostetun vesitason alueella 4 780 kg ka/ha. Verrokkialueella eli normaalisti kuivatetulla turvepellolla kolmen vuoden keskimääräinen kuiva-ainesato oli 7 186 kg ka/ha. Korjuutappioiden suuruudeksi oletettiin noin 25 % (Pahkala ym. 2005). Näin ollen padotetulta alueelta saatiin satovuosina kuiva-ainesatoa korjuutappioiden jälkeen 3 600 kg ka/ha ja verrokkialueelta 5 400 kg ka/ha. Kun satoa saadaan kahdeksana vuotena kymmenestä, on keskimääräinen vuotuinen satotaso nostetun vesitason alueella  $0,8 \times 3\ 600 = 2\ 880$  kg ka/ha ja verrokkialueella  $0,8 \times 5\ 400 = 4\ 320$  kg ka/ha.

Taulukossa 5 on esitetty neljä tuottolaskelmaa paksuturpeisella pellolla C2-tukialueella oleville luomuruokohelpiviljelmille olettaen, että

1. Luomuruokohelven tuottajahinta on 0,06 €/kg ka ja satotaso on 2 880 kg ka/ha (avo-ojat padotettu)
2. Luomuruokohelven tuottajahinta on 0,06 €/kg ka ja satotaso on 4 320 kg ka/ha (verrokki eli normaalisti kuivatettu avo-ojissa oleva turvepelto)
3. Luomuruokohelven tuottajahinta on 0,12 €/kg ka ja satotaso on 2 880 kg ka/ha (avo-ojat padotettu)
4. Luomuruokohelven tuottajahinta on 0,12 €/kg ka ja satotaso on 4 320 kg ka/ha (verrokki eli normaalisti kuivatettu avo-ojissa oleva turvepelto)

Padotetun alueen hehtaarisadot ja kasvinviljelytuotot ovat kaksi kolmasosaa verrokkialueen sadoista ja kasvinviljelytuotoista (Taulukko 5).

#### Peltotuet

Taulukossa 5 raportoidut peltotukien tukisummat ovat peräisin Suomen CAP-suunnitelmasta (MMM 2022). Kaikesta maatalousmaasta voi vuodesta 2023 alkaen saada perustulotukea, uudelleenjakotulotukea ja ekojärjestelmätukea. Uudelleenjakotukea maksetaan enintään 50 hehtaarista. Laskelmissa on lisäksi oletettu, että tarkasteltavat peltolohkot ovat korvaus-

kelpoista alaa luonnonhaittakorvauksessa, ympäristökorvauksessa ja Pohjois-Suomessa maksettavassa yleisessä hehtaaritueessa.

Valtioneuvoston asetuksen (A 77/2023) 4 §:n 5 momentin mukaisesti kosteaviljelyn alat voivat olla maatalousmaata, jos aloilla pystytään tekemään kosteaviljelyyn soveltuvien lajien edellyttämät viljelytoimet. Maatalousmaalla voi viljellä ainoastaan tukikelpoisia kasveja. Ruokohelpi on tukikelpoinen kasvi, mutta esimerkiksi järviruoko ei ole.

Laskelmissa ei ole huomioitu kasvinviljelytilalle maksettavaa luomukorvausta (160 €/ha), koska valtioneuvoston asetuksen (A 80/2023) 4 §:n 2 momentin mukaan luomusitoumusta ei voida antaa alasta, jolla viljellään ruokohelpeä energiantuotantotarkoitukseen tai kasvualustaksi sopimustuotantona taikka kosteaviljelyalasta, jolla ei harjoiteta viljelykiertoa. Maatilalla voidaan kuitenkin viljellä ruokohelpeä joko tavanomaisesti tai luonnonmukaisesti. Ruokohelven tuotanto on järjestettävä tuotantoyksiköihin luomuasetuksen mukaisesti. Luomukorvaus on mahdollista saada, jos ruokohelpeä viljellään rehuksi tai kuivikkeeksi.

**Taulukko 5.** Luomuruokohelven viljelyn keskimääräinen tuotto (€/ha/v) paksuturpeisella pelolla C2-tukialueella neljässä eri tapauksessa.

Tuotot	1 Padotettu Hinta 0,06 Sato 2 880	2 Verrokki Hinta 0,06 Sato 4 320	3 Padotettu Hinta 0,12 Sato 2 880	4 Verrokki Hinta 0,12 Sato 4 320
Kasvinviljelytuotto	172,80	259,20	345,60	518,40
Tukituotot yhteensä	483,47	483,47	483,47	483,47
• Perustulotuki	118,79	118,79	118,79	118,79
• Uudelleenjakotuki	17,68	17,68	17,68	17,68
• Luonnonhaittakorvaus	242,00	242,00	242,00	242,00
• Ekojärjestelmätuki, talviaikainen kasvipeitteisyys	50,00	50,00	50,00	50,00
• Ympäristökorvaus, tilakohtainen toimenpide	45,00	45,00	45,00	45,00
• Pohjoinen yleinen hehtaarituki	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>Tuotot yhteensä</b>	<b>656,27</b>	<b>742,67</b>	<b>829,07</b>	<b>1 001,87</b>

### Muuttuvat kustannukset

Luomuruokohelven viljelyn muuttuvien kustannusten arvioinnissa hyödynnettiin viljelijältä saatuja tietoja sekä Työtehoseuran keräämiä maatalousurakointihintoja vuodelta 2022 (Palva 2023). Vuosittaiset keskimääräiset muuttuvat kustannukset on raportoitu taulukossa 6 kymmenvuotisjaksolle, jossa on kaksi luomuruokohelpikasvuston perustamisvuotta ja kahdeksan satovuotta. Tästä syystä esimerkiksi kynnön keskimääräinen kustannus on viidesosa Työtehoseuran (Palva 2023) raportoimasta keskimääräisestä veloituksesta vuonna 2022 ( $0,2 \times 90,8 \text{ €/ha} = 18,16 \text{ €/ha}$ ).

Kosteikkoviljelyn ruokohelpipellon kantavuus oli tiheän juurimassan ansiosta hyvä, joten peltotyöt onnistuivat normaaleilla maatalouskoneilla eikä työaikaa kulunut sen enempää kuin verrokkialueella. Näin ollen kosteikkoviljelyn muuttuvat kustannukset arvioitiin kynnön, kylvömuokkauksen, lannoituksen, siementen ja niiton osalta yhtä suuriksi kuin vertailualueen

(ruokohelpiviljelmä normaalisti kuivatetulla turvepellolla) muuttuvat kustannukset. Eroa oli ai-noastaan paalaus-kustannuksissa, jotka olivat vertailualueella suuremmat (142 €/ha vs. 213 €/ha) suuremman hehtaarisadon takia.

**Taulukko 6.** Luomuruokohelven viljelyn keskimääräiset muuttuvat kustannukset (€/ha/v) pak-saturpeisella pellolla C2-tukialueella neljässä eri tapauksessa.

Tuotot	1 Padotettu Hinta 0,06 Sato 2 880	2 Verrokki Hinta 0,06 Sato 4 320	3 Padotettu Hinta 0,12 Sato 2 880	4 Verrokki Hinta 0,12 Sato 4 320
Kyntö	18,16	18,16	18,16	18,16
Kylvömuokkaus	9,16	9,16	9,16	9,16
Naudan kuivikelanta	66,60	66,60	66,60	66,60
Lannan kuormaus, kuljetus ja levitys	131,51	131,51	131,51	131,51
Kylvölannoitus	13,76	13,76	13,76	13,76
Siemenet	29,45	29,45	29,45	29,45
Niitto	31,52	31,52	31,52	31,52
Pyöröpaalaus	141,99	212,99	141,99	212,99
Paalien siirto pellon reunaan	21,20	21,20	21,20	21,20
Liikepääoman korko (5 %)	11,58	13,36	11,58	13,36
<b>Muuttuvat kustannukset yhteensä</b>	<b>474,94</b>	<b>547,71</b>	<b>474,94</b>	<b>547,71</b>

### Katetuotot sekä avo-ojien padotuksesta vuosittain aiheutuvat keskimääräiset kustannukset ja tarvittavien taloudellisten kannustimien suuruus

Kun luomuruokohelpeä viljeltiin kasvualustaksi, oli padotetulta alueelta saatu katetuotto A 181 €/ha, kun ruokohelven hinta oletus oli 0,06 €/kg ka ja 354 €/ha, kun ruokohelven hinta oli kaksinkertainen eli 0,12 €/kg ka (Taulukko 7). Verrokkialueelta saatiin 14–100 €/ha suuremmat katetuotot kuin nostetun vesitason alueelta.

Avo-ojitetulla verrokkialueella ei tarvitse maksaa padoista aiheutuvia kustannuksia. Kun myös avo-ojien padotusinvestoinnin vuosittaiset poistot ja investoinnin korkokustannukset sekä pohjavedenpinnan tarkkailusta ja säädön hoitamisesta aiheutuvat kustannukset huomioidaan, tulisi ruokohelven kosteikkoviljelmälle maksaa vuosittain lisätukea 155 €/ha (= 195 €/ha – 40 €/ha) tai 241 €/ha (= 454 €/ha – 213 €/ha), jotta viljelijän taloudellinen asema ei muuttuisi kosteikkoviljelyyn siirryttäessä.

Tällä hetkellä kosteikkoviljelyä ei Suomessa tueta käytännössä lainkaan, mutta kosteikkoviljelmille voitaisiin mahdollisesti maksaa ympäristökorvausta kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä. Toinen vaihtoehtoinen tukimuoto olisi tukea avo-ojien padotusinvestointeja investointituella.

**Taulukko 7.** Luomuruokohelven viljelyn keskimääräiset katetuotot (€/ha/v) paksuturpeisella pellolla C2-tukialueella neljässä eri tapauksessa sekä avo-ojien padotuksesta aiheutuvat keskimääräiset kustannukset (€/ha/v).

Tuotot	1 Padotettu Hinta 0,06 Sato 2 880	2 Verrokki Hinta 0,06 Sato 4 320	3 Padotettu Hinta 0,12 Sato 2 880	4 Verrokki Hinta 0,12 Sato 4 320
Katetuotto A	181	195	354	454
Patojen poisto-, korko- ja hoitokustannukset	141		141	
Katetuotto, josta on vähennetty avo-ojien padotuksesta aiheutuneet kustannukset	40		213	

Tuottaja voisi saada korvauksen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä myös markkinoita, mikäli kosteikkoviljelystä ruokohelvestä maksettaisiin korkeampi hinta kuin normaalisti kuivatetulla turvepellolla viljelystä ruokohelvestä. Esimerkkilaskelmassa 1 ruokohelven kilohinnan nostaminen 6 sentistä 11,4 senttiin kattaisi kosteikkoviljelystä aiheutuneet lisäkustannukset. Ruokohelpipaalin hinta nousisi tällöin 12,90 eurosta 24,50 euroon. Esimerkkilaskelmassa 3 ruokohelven kilohinnan nostaminen 12 sentistä 15,3 senttiin kattaisi kosteikkoviljelystä aiheutuneet lisäkustannukset. Ruokohelpipaalin hinta nousisi tällöin 25,80 eurosta 32,90 euroon.

Kosteikkoviljelyä voidaan mahdollisesti edistää myös vapaaehtoisilta hiilimarkkinoilta saatavalla rahoituksella (Laturi ym. 2023).

#### 5.1.4. Kasvihuonekaasupäästövähennysten kustannukset

Koealueelta vuonna 2022 mitattu kasvihuonekaasupäästöjen vähennys (eli verrokkialueen kasvihuonekaasupäästöjen ja nostetun vesitason alueen vuotuisten hehtaarikohtaisten kasvihuonekaasupäästöjen välinen erotus) oli 15,1 t CO<sub>2</sub>-ekv./ha. Kosteikkoviljelystä viljelijälle aiheutuvat vuosittaiset hehtaarikohtaiset lisäkustannukset arvioitiin 155 euron suuruisiksi, kun luomuruokohelven tuottajahinnan oletettiin olevan 0,06 €/ka kg. Tällöin yhden hiilidioksidiekvivalenttitonnin vähennyskustannukseksi saadaan noin 10 euroa (155 €/15,1 t CO<sub>2</sub>-ekv. = 10,26 €/t CO<sub>2</sub>-ekv.).

Päästövähennyskustannus on riippuvainen ruokohelven tuottajahinnasta. Mikäli luomuruokohelven hinnan oletetaan olevan 0,12 €/ka kg, jolloin ruokohelpipaalin tuottajahinnaksi tulee 25,80 €/paali, ovat kosteikkoviljelystä viljelijälle vuosittain aiheutuvat lisäkustannukset 241 €/ha. Tällöin yhden hiilidioksidiekvivalenttitonnin vähennyskustannukseksi saadaan noin 16 euroa (241 €/15,1 t CO<sub>2</sub>-ekv. = 15,96 €/t CO<sub>2</sub>-ekv.).

Jos oletetaan, että hiilidioksidin päästöoikeuden hinta ETS-päästökauppajärjestelmässä on 80 euroa per hiilidioksidiekvivalenttonni, niin kosteikkoviljelyltä ruokohelpihehtaarilta vuosittain saavutettava päästövähennyksen rahallinen arvo olisi noin 80 €/t CO<sub>2</sub>-ekv. × 15,1 t CO<sub>2</sub>-ekv. ≈ 1 200 euroa. Vaikka kosteikkoviljely tarvitseekin vuosittain paljon lisätukea, kosteikkoviljelyn avulla saavutettavan päästövähennyksen kustannus (10–16 €/t CO<sub>2</sub>-ekv.) on erittäin edullinen, mikäli sitä verrataan hiilidioksiditonniin nykyiseen huutokauppahintaan.

### 5.1.5. Johtopäätöksiä

Märemmät olosuhteet kasvukauden aikana pienensivät luomuruokohelvestä saatavia kasvinviljelytuottoja koealueella ja aiheuttivat tulonmenetyksiä. Sen sijaan osittainen pohjavesitason nostaminen kasvukauden aikana ei käytännössä lisännyt viljelykustannuksia, mutta avo-ojien padotus aiheutti poisto-, korko- ja hoitokustannuksia, jotka heikentävät kosteikkoviljelyn kannattavuutta.

Kosteikkoviljelmiltä on mahdollista tuottaa samanaikaisesti markkinakelpoista satoa ja edullisia kasviuonekaasupäästövähennyksiä. Kosteikkoviljelyn yleistyminen vaatii kuitenkin taloudellisia kannustimia kasviuonekaasupäästövähennysten tuottamiseen.

## 5.2. Ruokohelpi-järviruokokasvualustan kysyntään vaikuttavia tekijöitä

*Antti Miettinen ja Juha Näkkilä, Luke*

Turvetta käytetään puutarhakasvien viljelyssä Suomessa arviolta 200 000 m<sup>3</sup> vuodessa (Aro ym. 2021). Turpeen käyttöä halutaan rajoittaa energiaturpeen polton sekä kasvu-, kuivike- ja ympäristöturpeen hajoamisen aiheuttamien kasviuonekaasupäästöjen ja turpeennostosta aiheutuvien ilmasto- ja vesistö päästöjen takia. Kasviuonekurkun ja -tomaatin viljelyssä käytetään turpeen ohella kasvualustana myös kivivillaa, joka on kuitenkin ongelmallinen kierrätettävä. Suomessa kivivillakasvualustat hävitetään käytön jälkeen sekajätteenä.

Erilaisten teollisesti valmistettujen ja rajoitettujen kasvualustaratkaisujen globaalin kysynnän sekä avomaa- että kasviuoneviljelyssä arvioidaan ainakin nelinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä (Aro ym. 2021). Kestävän kasvualustatuotannon tulisi perustua kasvuturpeen sijaan uusiutuviin raaka-aineisiin eikä lisätä ilmasto- ja vesistö päästöjä.

Seuraavassa tarkastellaan ruokohelpi-järviruokokasvualustan käytön edellytyksiä sekä kasvualustan kysyntään vaikuttavia tekijöitä kasviuonekurkun viljelyssä.

### 5.2.1. Kasviuonekurkun viljelykoe

Piikkiössä loppuvuonna 2021 tehdyssä viljelykokeessa (katso luku 3.1.) ruokohelpi-järviruokovalustalta saatu ensimmäisen luokan kurkkusato oli 19 % pienempi kuin verrokkina käytetyltä turvekasvualustalta saatu kurkkusato. I-luokan satokertymä 13 viikon aikana oli ruokohelpi-järviruokokasvualustalla 18,846 kg/kasvi ja turvealustalla 23,292 kg/kasvi. Kurkunviljelykokeessa molemmilla kasvualustoilla oli kolme kasvia ja kasvitiheys oli 2,27 kasvia neliömetrillä.

Neljän vuosittaisen kasvuston mallissa ruokohelpi-järviruokokasvualustalta saadaan myyntikelpoista satoa vuoden aikana laskennallisesti 40 kg/m<sup>2</sup> vähemmän kuin turvealustalta. Ruokohelpi-järviruokokasvualustalta saatavat vuosittaiset myyntituotot ovat tällöin noin 52–60 €/m<sup>2</sup> pienemmät kuin turvekasvualustaa käytettäessä, kun oletetaan että I-luokan kurkun veroton pakkaamohinta on 1,30–1,50 €/kg.

Yhden turvelevyn hinnaksi oletettiin 2,13 €/kpl (ALV 0 %). Turvekasvualustan laskennallinen vuotuinen menekki on 3,07 kpl/m<sup>2</sup> ja kustannus 6,53 €/m<sup>2</sup>, joten vaikka kasviuonekurkunviljelijä saisi ruokohelpi-järviruokokasvualustan käyttöönsä maksutta, ei säästö (6,53 €/m<sup>2</sup>) korvaa satotappiota ja kasvinmyyntitulojen menetystä (52–60 €/m<sup>2</sup>).

Kurkunviljelykokeessa ongelmaksi osoittautui ruokohelpi-järviruokokasvualustan korkea vedenpidätyskyky ja alhainen ilmatila, jotka vaikeuttivat kastelua. Myös alustan korkeat sinkki-, alumiini-, natrium- ja kloridipitoisuudet todennäköisesti vaikeuttivat kasvin ravinteiden ottoa.

Satoeroa turvekasvualustaan voitaisiin todennäköisesti kuroa kiinni istuttamalla ruokohelpi-järviruokokasvualustasäkkiin kolmen taimen sijasta neljä kurkuntaimea. Ruokohelpi-järviruokokasvualustan liialliseen vettymiseen liittyviä ongelmia saataisiin mahdollisesti vähennettyä myös käyttämällä vähemmän maatunutta materiaalia tai sekoittamalla kasvualustaan puukuitua tai rahkasammalta.

Lisäksi ruokohelpi-järviruokokasvustolle annettavaa lannoitusta voitaisiin hienosäätää. Ravin-  
neliuoksen kalsiumpitoisuutta tulisi nostaa antamalla aiempaa suurempi osa tyypeistä kalsium-nitraattina. Tämä on mahdollista, jos lannoituksessa käytetty magnesiumnitraatti korvataan magnesiumsulfaatilla, jolloin lannoituksessa pystytään aiempaa paremmin typen ja kaliumin suhdetta.

Vertailun vuoksi voidaan todeta, että aiemmin tehdyssä Särkän ym. (2016) tomaatinviljelykokeessa ruokohelpi-järviruokoalustasta saatiin yhtä hyvät sadot kuin kivivillasta ja turvepohjaisesta kontrollista.

### **5.2.2. Ilmastoystävällisten kasvualustojen kysyntään vaikuttavia tekijöitä**

EU:n päästökauppajärjestelmä, kohonnut hiilidioksidin päästöoikeuden hinta ja energiaturpeen verotus ohjaavat kulutusta hiilettömiin tai vähähiilisiin vaihtoehtoihin. Energiaturpeen käytön vähentyessä vaikutukset heijastuvat myös kasvihuonetuotantoon kasvualustaturpeen hinnan kohotessa ja saatavuuden vaikeutuessa. Kuten edellä olleesta laskelmaesimerkistä voidaan päätellä, ilmastoystävälliset kasvualustat eivät kuitenkaan vielä nykyään pysty kilpailemaan hinnalla. Hintaa suurempi merkitys kysynnän muutoksessa on kasvualustojen saatavuudella. Ilmastoystävällisten kasvualustojen tulee olla helposti saatavia, tasalaaus- ja ennen kaikkea sadontuottokyvyiltään sellaisia, että ne pystyvät kilpailemaan olemassa olevien kasvualustavaihtoehtojen kanssa.

Paine löytää turvetta ja kivivillaa korvaavia ympäristö- ja ilmastoystävällisiä kasvualustoja kasvaa myös siksi, että yritykset pyrkivät ympäristövastuulliseen toimintaan ja raportoivat hiilijalanjälkijään. Turvetta korvaavien kasvualustaratkaisujen lisäksi kasvihuoneissa kasvatettujen tuotteiden hiilijalanjäljen pienemiseen vaikuttaa myös turpeen käytön vähentyminen kasvihuoneiden lämmöntuotannossa. Kasvihuonetuotanto ei ole ainakaan toistaiseksi osa kestävästä rahoituksen taksonomiasta, joten kriteeri, että turvetta ei käytetä kasvualustana ei suoraan koske kasvihuonetuotantoa.

## 6. Yhteenveto

*Tuula Larmola, Antti Miettinen, Sanna Saarnio, Juha Näkkilä, Luke*

*Jaakko Karvonen, Syke*

- Kosteikkoviljelmiltä on mahdollista tuottaa samanaikaisesti markkinakelpoista satoa (esimerkiksi ruokohelpeä turvetta korvaaviin kasvualustoihin) ja edullisia kasvihuonekaasupäästövähennyksiä.
- Turvepellon vettämisen onnistuminen vaatii valuma-alueen suunnittelua, jotta alueelle saadaan ohjattua riittävästi vettä ympärivuotisesti.
- Osittainenkin pohjavesitason nosto vähentää hiilidioksidin vapautumista turpeen hajotuksesta, eivätkä vuotuiset metaani- ja ilokaasupäästöt eroa kuivempaan vertailualueeseen verrattuna.
- Kosteikkoviljelyn yleistymisen vaatii taloudellisia kannustimia.
- Turvepeltojen kosteikkoviljelyä ei tällä hetkellä tueta Suomessa käytännössä lainkaan. Mahdollisia tukimuotoja voisivat olla maatalouden ympäristökorvaus kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä ja/tai investointituki avo-ojien padotukseen.
- Toimintamallina viljelyn osalta kyse tavallisesta sopimisesta: kirjallisesti ja riittävän yksityiskohtaisesti, erityishuomio lähinnä tavallisista peltoviljelystä eroavien töiden ja maksujen aikoihin, padotuksen kustannuksiin ja aumaukseen. Monivuotinen kasvi – monivuotinen sopimus perusteltu.
- Ruokohelpi-järviruokokasvualusta osoittautui lupaavaksi kasvualustaksi kasvihuonekurkulle, mutta sen korkea vedenpidätyskyky ja alhainen ilmatila vaikeuttivat kastelua.
- Haastatelluilla kasvualustan käyttäjillä on hyviä kokemuksia ruokohelpi-järviruokokasvualustasta. Ammattikäytössä sen eri sekoitteita, lannoitusta ja kasteluohjelmaa optimoitiin parhaan mahdollisen tuoton saamiseksi.
- Ilmastoystävälliset kasvualustat eivät nykyisessä markkinatilanteessa pysty kilpailemaan hinnalla, vaan niiden tulee olla tasalaatuisia, helposti saatavia ja ennen kaikkea sadontuottokyvyltään sellaisia, että ne pystyvät kilpailemaan olemassa olevien kasvualustavaihtoehtojen kanssa.

## Kiitokset

Kiitämme viljelijöitä Leena ja Rauno Haapalaa, Luken Piikkiön ja Ruukin henkilökuntaa pelto- ja kasvihuonekokeiden ylläpidosta ja mittauksista, kaikkia haastatteluihin osallistuneita sekä Maija Kurkea loppuraportin taitosta ja toimitusavusta. Kehittämishanke *Kosteikkoviljelyllä ilmastollisesti kestävä kasvualusta* on osa maa- ja metsätalousministeriön toteuttamaa maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuutta. Painopiste: Maankäytön muutokset ja kosteikot.

## Viitteet

- A 77/2023. Valtioneuvoston asetus eräiden maatalouden pinta-alaperusteisten tukien myöntämisen yleisistä edellytyksistä 19.1.2023/77. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/-20230077>
- A 80/2023. Valtioneuvoston asetus luonnonmukaisen tuotannon korvauksesta 19.1.2023/80. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230080>
- Aro, L., Kotilainen, T., Latvala, T., Saastamoinen, M., Silvan, N. & Tolvanen, A. 2021. Viisi näkökulmaa turpeeseen maa- ja puutarhataloudessa. Teoksessa: Latvala, T., Väre, M. & Niemi, J. (toim.). Maa- ja elintarviketalouden suhdannekatsaus 2021. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2021. Helsinki: Luonnonvarakeskus. s. 59–63. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-207-0>
- Bianchi, A., Larmola, T., Kekkonen, H., Saarnio, S. & Lång, K. 2021. Review of Greenhouse Gas Emissions from Rewetted Agricultural Soils. *Wetlands* 41, 108. <https://doi.org/10.1007/s13157-021-01507-5>
- Blok, C., Eveleens, B. & van Winkel, A. 2021. Growing media for food and quality of life in the period 2020–2050. *Acta Horticulturae* 1305: 341–356. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1305.46. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1305.46>
- Hortilab 1999. Kasvihuoneanalyysien tulkintaopas. 8 s.
- Jaakkola, A. 1992. Kasvinravitseminen. Teoksessa: Heinonen, R., Aura, E., Hartikainen, H., Hartikainen, H. & Jaakkola, A. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. 1. painos. Porvoo; Helsinki; Juva: WSOY. 334 s. ISBN 951-0-17090-9.
- Karki, S., Kandel, T.P., Elsgaard, L., Labouriau, R. & Lærke, P.E. 2019. Annual CO<sub>2</sub> fluxes from a cultivated fen with perennial grasses during two initial years of rewetting. *Mires and Peat* 25: 1–22. <https://doi.org/10.19189/MaP.2017.DW.322>
- Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka, A. & Regina, K. 2019. Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. *Carbon Management* 10(2): 115–126. DOI: 10.1080/17583004.2018.1557990
- Laturi, J., Aalto, L., Forsman-Hugg, S., Horne, P., Laine, A., Kinnunen, P., Korhonen, O., Kujala, P., Noro, K., Mäntylä, I. & Valonen, M. 2023. Vapaaehtoiset hiilimarkkinat maankäyttösektorilla – kehitys, kysyntä ja toimenpiteet Suomessa. PTT raportteja 285. Helsinki: Pellervon taloustutkimus PTT. <https://www.ptt.fi/wp-content/uploads/2023/05/PTTtrap285.pdf>
- Lötjönen, T. & Paappanen, T. 2013. Bale density of reed canary grass spring harvest. *Biomass and Bioenergy* 51: 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.12.041>
- MMM 2022. Suomen CAP-suunnitelma 2023–2027. Versio 1.1. <https://valtioneuvosto.fi/documents/1410837/12210688/Suomen+viimeistely+CAP-suunnitelma+2023-2027.pdf/667bf7ab-8af6-0afa-8c8e-ef5022178292/Suomen+viimeistely+CAP-suunnitelma+2023-2027.pdf?t=1658396108940>

Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A.-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. Maa- ja elintarviketalous 1. 2. korjattu painos. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. <http://www.mtt.fi/met/pdf/met1b.pdf>

Palva, R. 2023. Maatalouskoneurakointihintoja vuonna 2022 (alv. 0 %). <https://tts.fi/wp-content/uploads/2023/10/Urakointihinnat-2022-valmis.pdf>

Särkkä, L., Tuomola, P. & Jokinen, K. 2016. Ruokohelvi- ja järviruokopohjaisten materiaalien soveltuvuus tomaatin kasvualustaksi: Loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2016. Helsinki: Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-302-4>

## Liitteet

### Liite 1:

Sopijapuolet:

Viljelijä (Tuottaja) \_\_\_\_\_ ja

palvelun ostava yritys (Tilaaaja) \_\_\_\_\_

sopivat alla olevien kohtien mukaisesti tuotantoerän tuottamisesta ja luovuttamisesta tuottajalta tilaajalle. Tilaaajan katsotaan vastaanottaneen tilauksen luovutushetkellä. Samassa tilaajalle syntyy velvoite suorittaa (loput) maksuvelvoitteensa ja tuottaja tulee täyttäneeksi omat sopimusvelvoitteensa, jollei erikseen muuta molempien osapuolten hyväksymänä sovita tämän sopimuksen päälle. On tuotantoteknisesti ja liiketaloudellisesti perusteltua, että tuottaja sallii tilaajalle kuitenkin tuotteen omistajuuden (lupa myydä, muokata, käyttää vapaasti), vaikka maksujen eräpäivä olisi vielä luovutuksesta tulevaisuudessa.

Kasvatettava kasvilaji on \_\_\_\_\_, joka luovutetaan \_\_\_\_\_ (paali, tienvarsi, silppu, aumassa, tms. (esim. pyöröpaalattuna muoviin käärittynä tien A varteen).

Sopimuksen voimassaoloaika \_\_\_\_\_ (pp.kk.vvvv – pp.kk.vvvv) tai sanallisesti, esimerkiksi "tilaaajan maksettua tuottajan tältä laskuttamat maksut".

Viljelyssä on noudatettava luomu- tai muita erityissäännöksiä: \_\_\_ Kyllä \_\_\_ Ei.

- Jos kyllä, niin mitä \_\_\_\_\_

Tarkoitukseen käytettävät peltolohkot ovat

1. Lohkon nimi \_ Pinta-ala \_ peltomaatyypin (Savi, multa, turve, ... ) \_ tarkempi sijainti
2. .. \_\_\_\_\_
3. .. \_\_\_\_\_

joiden yhteenlaskettu pinta-ala on \_\_\_ ha. Tuotantotavoite/-odotus\* on \_\_\_ (yksikköä; esim. paalia, tai \_kuutiota, tai tonnia per vuosi).

Tilaaaja suostuu ostamaan vähintään \_\_\_\_\_ ja korkeintaan \_\_\_\_\_ määränä edellä sovittua yksikköä

Sadonkorjuuaika tai -ajat\*\*: \_\_\_\_\_ -- \_\_\_\_\_ -- (voi olla useampia)

Luovutuksessa tarkastetaan erityisiä laatuvaateita?

Kyllä, \_\_\_, seuraavia kriteereitä: \_\_\_\_\_.

Ei \_\_

Tuottaja laskuttaa tilaajaa, kun sovellettavan laskutusperusteen laskentaan tarvittavat tiedot ovat saatavilla\*\*\*\*, jollei sopimuksen muissa kohdissa sovituista asiakohdista muuta johdu.

Tilaaja suorittaa maksun \_\_\_\_\_päivän kuluessa siitä, kun laskun vastaanottamisesta. Tuottajan saama korvaus perustuu:

- a. Sovittuun korvaukseen \_\_\_ €
  - a. kertaeränä.
  - b. Osamaksuina seuraavina erinä: \_\_\_\_\_
- b. viljeltyyn pinta-alaan, \_\_\_\_\_ €/ha tai \_\_\_\_\_ € yhteensä.
- c. tuotantomäärään \_\_\_\_\_ €/tonni, \_\_\_\_\_ €/paali, \_\_\_\_\_ €/m<sup>3</sup>)
- d. varastointitilaan, josta korvataan \_\_\_\_\_ €/v
- e. muu korvaus tai korvaukset \_\_\_\_\_ €
- f. Myydyn tuotteen arvoon \_\_\_\_\_ % myynnin arvosta (ALV 0 %)
- g. Työaika, kone- ja kalustomaksut, esimerkiksi urakoinnissa – (Sovittava erillinen sopimus).
- h. Tienkäyttömaksu \_\_\_ €/km/v, yhteensä \_\_\_ €/v (Kuultava tarvittaessa tieosuuskuntaa)

Tuottajan tilinumero \_\_\_\_\_

Tilaajan tilinumero \_\_\_\_\_

Osapuolten vastuulla tarkastaa laskujen oikeellisuus heti kun se on mahdollista.

Suoritetaanko ennakkomaksuja \_\_Kyllä\_\_ \_\_Ei\_\_

Ennakkomaksu on etukäteissuoritus tilattavasta tuotteesta. Mikäli toimitus ei onnistu, on tuottaja velvollinen palauttamaan etumaksun \_\_\_\_\_ päivän/kuukauden kuluessa siitä, kun on yhteisesti todettu, ettei velvoitetta voida täyttää.

Riitatilanteet: Mikäli osapuolten välillä syntyy riitaa tässä sovitusta, käsitellään asia järjestyksessään keveimmän kautta, ensisijaisesti keskenään tai tuomioistuimen sovittelussa ja viimekädessä riita käsitellään

1. välimiesmenettelyssä
2. Riitauttajan kotipaikan mukaan määräytyvässä käräjäoikeudessa.

Sopimuksia on kaksi samanlaista kappaletta, yksi molemmilla osapuolilla.

Päiväys

Allekirjoitukset ja nimenselvennökset

Pakottavat esteet: Yllättävissä ja odottamattomissa toimijoista riippumattomista syistä tai muista ylitsepääsemättömistä esteistä johtuen sopimuksen ehdoista voidaan joustaa tai sopimus kokonaan purkaa ennen määräaikaa tai veloitteiden täyttymistä. Esimerkiksi palon sattuessa menetetty sato on ensisijaisesti viljelijän menetys, jota vastaan voi suojautua vakuutuksin.

\* Tuotantotavoite tai -odotus ei ole tae toteutuvasta tuotoksesta, vaan satomäärä voi vaihdella kadon ja erinomaisen välillä. Viljelijän ei odoteta toteuttavan tavanomaisesta poikkeavia toimia olosuhteita vastaan suojautuessaan. Molemmat osapuolet ymmärtävät, että maataloustuotantoon kuuluu merkittävä sääriski, eikä muita yllättäviä haittoja, kuten palo tai vaikeasti torjuttavat tuholaiset, voi ennakoida tai välttämättä torjua tehokkaasti. Niistä syntyvän satotappion voi tavallisesti katsoa olevan viljelijän syytä, eikä poikkeamista johtuva haitta Jalostavalle yritykselle ja siitä johtuva viljelijän sanktiointi tule kyseeseen.

\*\* Sadonkorjuuajan määrittelyssä tulee huomioida sää- ja keliolosuhteet. Myös konerikot voivat aiheuttaa viiveitä. Lisäksi tilaaja saattaa haluta sekä tuoretta että kuivanutta (kevät) tavaraa.

\*\*\*Esimerkiksi kuivuus, silpun hienojakoisuus tai kompostin kunto.

\*\*\*\* Laskutuksessa tarvittavia tietoja voi syntyä pitkin sopimuskautta, jolloin laskuttaminen osissa voi olla kassavirran vuoksi perusteltua.

## Liite 2: Hankeviestintä

### Tapahtumat ja esitykset

- Hanketta esiteltiin Suoseura ry:n Suopäivänä 20.5.2022, Luke Peltopäivillä sekä Luken että Kiteen Madon ja Mullan osastolla Ruukissa 16.8.2022 sekä Oulun Ammattikorkeakoulun Pellonpiennarpäivillä, Ruukissa 17.8.2022.
- Lepaa 2022 näyttelyssä oli Luken osastolla näkyvillä kasvualustoja 11.–13.8.2022 ja 17.–19.8.2023. Kiteen Madolla ja Mullalla oli Lepaan näyttelyssä oma osasto vuonna 2023 ja vuonna 2022 osasto yhdessä Hämeen AMK:n kanssa.
- Kiteen Mato ja Multa osallistui 23.11.2022 BASRAN (Baltic Sea Rotary Action Network) -kokoukseen, jossa keskusteltiin Itämereen liittyvistä projekteista. Aimo Turunen piti tilaisuudessa puheenvuoron.
- Tuloksia esiteltiin posterina kansainvälisissä kokouksissa: 1st northern European "4 per 1000" regional meeting 6.–7.8.2023 Helsingissä ja European Joint Programme Soil, Annual Science Days, 13.6. 2023, Riiassa, Latviassa
- 7.11.2023 pidettiin hankkeen työpaja Kiteellä Puhoshallissa.
- 11.12.2023 hankkeen tuloksia esiteltiin Suoseura ry:n webinaarissa.

### Videot

Kosteikkoviljelyn esittelyvideo (<https://youtu.be/5hcxFXDXNpo?feature=shared>), jossa tutkija kertoo hankkeesta ja haastattelee yhtä tuottajaa.

Kaksi hankevideota Ruokohelvi-järviruokokasvualustasta kasvihuonekurkun tuotannossa:

*Järviruo'on ja ruokohelven käyttö kasvualustana*

<https://youtu.be/jqgMJMk-tlE>

*Hiekkalaatikolla mitataan kasvualustan ominaisuuksia*

<https://youtu.be/NyjPUvYUxsl>

### Artikkelit ammattilehdissä

Larmola, T. 2022. Kosteikkoviljelyllä ilmaston kannalta kestävä ratkaisu kasvialustatuotantoon. Luomulehti 3/2022: 42–43.

Näkkilä, J., Miettinen, A., & Larmola, T. 2022. Kasvialustaa pelloilta ja rannoilta. Puutarha & kauppa 26(17): 12–13.

Näkkilä, J., Miettinen, A., & Larmola, T. 2023. Tester med rörflen och vass som odlingsunderlag för gurka. Trädgårdsnytt 77(6–7): 16–17.



**Löydät meidät  
verkosta**

**luke.fi**

