



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 90/2021

Sika- ja siipikarjatilat – lantafosforin ja -typen optimointi tilatasolla (SiFos)

Loppuraportti

Liisa Keto, Petra Tuunainen, Gabriel da Silva Viana, Heidi Högel, Sini Perttilä, Sari Luostarinen, Eila Turtola, Antti Miettinen, Risto Uusitalo, Riitta Lemola, Anil Maharjan, Virpi Mäntylä, Juha Grönroos ja Joonas Munther

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 90/2021

Sika- ja siipikarjatilat – lantafosforin ja -typen optimointi tilatasolla (SiFos)

Loppuraportti

Liisa Keto, Petra Tuunainen, Gabriel da Silva Viana, Heidi Högel, Sini Perttilä, Sari Luostarinen, Eila Turtola, Antti Miettinen, Risto Uusitalo, Riitta Lemola, Anil Maharjan, Virpi Mäntylä, Juha Grönroos ja Joonas Munther



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

Viittausohje:

Keto, L., Tuunainen, P., da Silva Viana, G., Högel, H., Perttilä, S., Luostarinen, S., Turtola, E., Miettinen, A., Uusitalo, R., Lemola, R., Maharjan, A., Mäntylä, V., Grönroos, J. & Munther, J. 2021. Sika- ja siipikarjatilat – lantafosforin ja -typen optimointi tilatasolla (SiFos) : Loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 90/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 34 s.

Liisa Keto, ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0003-3726-5064>



ISBN 978-952-380-331-2 (Painettu)

ISBN 978-952-380-332-9 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-332-9>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Liisa Keto, Petra Tuunainen, Gabriel da Silva Viana, Heidi Högel, Sini Perttilä, Sari Luostarinen, Eila Turtola, Antti Miettinen, Risto Uusitalo, Riitta Lemola, Anil Maharjan, Virpi Mäntylä, Juha Grönroos ja Joonas Munther

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2021

Julkaisuvuosi: 2021

Kannen kuvat: Liisa Keto ja Tiina Kortelainen

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Liisa Keto¹⁾, Petra Tuunainen¹⁾, Gabriel da Silva Viana¹⁾, Heidi Högel¹⁾, Sini Perttilä¹⁾, Sari Luostarinen¹⁾, Eila Turtola¹⁾, Antti Miettinen¹⁾, Risto Uusitalo¹⁾, Riitta Lemola¹⁾, Anil Maharjan¹⁾, Virpi Mäntylä¹⁾, Juha Grönroos²⁾ ja Joonas Munther²⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus, Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, puh. 029 532 6000. liisa.keto@luke.fi

²⁾Suomen ympäristökeskus, Teollisuuden ympäristönsuojelu, Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki. juha.gronroos@syke.fi, joonas.munther@syke.fi

Sika- ja siipikarjatilat – lantafosforin ja -typen optimointi tilatasolla (SiFos) -hankkeen taustalla oli sika- ja siipikarjatuottajien tarve tehostaa ravinteiden käyttöä ja vähentää typpi- ja fosforipäästöjä ympäristöön. Tehokkaimpia keinoja tilojen ravinnevirtojen tehostamisessa on ruokinnan täsmentäminen. Lisäksi suurille ns. direktiivikokoluokan sikaloille ja siipikarjatilaille on BAT-päätelmien myötä asetettu eläinpaikkakohtaiset typen ja fosforin erityksen ylärajat vuositasolla. Tilojen täytyy todentaa rajojen noudattaminen joko laskennallisesti tai lanta-analyyysien avulla. Hankkeen tavoitteena oli kehittää sikojen ja siipikarjan ruokintaa typpi- ja fosforierityksen minimoimiseksi, tehostaa rehujen valkuaispitoisuuden reaaliaikaista hyödyntämistä tilatasolla sekä kehittää tilatason laskentatyökaluja, joiden avulla viljelijä voi laskea eläinpaikkakohtaisen typen ja fosforin erityksen sekä tarkentaa tilansa ravinnekiertoa rehusta lantaan ja pellon kautta takaisin rehuun.

SiFos-hankkeessa todennettiin tiineiden emakoiden ruokinnan muutoksen avulla alentuneet sonnan ja virtsan fosforipitoisuudet. Lihaskojen sonnan ja virtsan fosforipitoisuuksia pystyttiin myös alentamaan, mutta muutos oli pienempi. Munivien kanojen rehun fosforipitoisuuksiin eivät muuttuneet halutulla tavalla, joten selkeää kananlannan fosforipitoisuuden alenemaa ei voitu todentaa. Direktiivikokoluokan sika- ja siipikarjatiloihin fosforin ja typen erityksen tarkkailun mahdollistava laskentatyökalu rakennettiin ruokinnan ravinnetaselaskennan periaatteita noudattaen. Excel-pohjainen erityslaskuri toteutettiin jo aikaisemmin tuotetun tilakohtaisen ammoniakkipäästölaskurin rinnalle. Lisäksi tuotettiin erillinen käyttöohje laskurille. Toinen tilatason laskentatyökalu – fosforikiertolaskuri – on ohjelmoitu Luken palvelimelle, jossa se on Maatalousinfo-verkkopalvelun kautta vapaasti viljelijöiden ja neuvojien käytettävissä. Virtaavan viljan kuiva-aine- ja valkuaispitoisuusmittarin testikäytöstä neuvoteltiin Lukessa keväällä 2021.

Hankkeessa suunniteltuja vähäfosforisempia rehuja on otettu kaupalliseen käyttöön. Hankkeen toteutuksen aikana todettiin sika- ja siipikarjatuotannon rehuraaka-aineissa fosforipitoisuuteen liittyvä tiedonpäivitystarve. Se jalostettiin hankeaihioksi, jonka Maatilatalouden kehittämisrahasto päätti rahoittaa ja tämä uusi hanke alkoi keväällä 2021. Lisäksi SiFos-hankkeen toteutuksen ohessa kehitettiin Lukessa pilotoidun maatilakumppanuusmallin käyttöä edelleen sikojen ja siipikarjan tutkimuksessa.

Asiasanat: kumppanuustilatutkimus, ravinne, ympäristö, emakko, lihasika, munintakana

Sisällys

1. Hankkeen tavoitteet	5
1.1. Ylemmän tason tavoitteet, joiden osa hanke on	5
1.2. Tavoitteet hankkeessa.....	5
2. Toteutus	6
2.1. Toimenpiteet.....	6
2.1.1. Työpaketti 1	6
2.1.2. Työpaketti 2	8
2.2. Aikataulu.....	9
2.3. Toteutuksen organisaatio	9
3. Yhteistyökumppanit	11
4. Tulokset ja vaikutukset	12
4.1. Työpaketti 1 (TP1).....	12
4.1.1. Emakkoseuranta.....	12
4.1.2. Lihaseuranta.....	18
4.1.3. Kanatilaseuranta.....	20
4.2. Työpaketti 2 (TP2).....	23
4.2.1. Tilatason typen ja fosforin erityslaskuri	23
4.2.2. Tilatason fosforikiertolaskuri	25
4.3. Työpaketti 3 (TP3).....	30
5. Johtopäätökset	32
6. Esitykset jatkotoimenpiteiksi	33
7. Kirjallisuus	34

1. Hankkeen tavoitteet

1.1. Ylemmän tason tavoitteet, joiden osa hanke on

Fosfori ja typpi ovat välttämättömiä ravintoaineita eläimille, mutta ne ovat myös keskeisimpiä vesistöjä rehevöittäviä ravinteita. Sika- ja siipikarjatuotanto on keskittynyt Suomessa läntiseen osaan maata, Varsinais-Suomeen, Satakuntaan, Etelä-Pohjanmaalle ja Pohjanmaalle (SVT: Luke, Alueittainen lihantuotanto, 2020). Tilakokojen kasvaessa ravinnekiertojen hallitseminen näillä Saaristo- ja Selkämeren sekä Merenkurkun valuma-alueilla on entistä tärkeämpää.

Euroopan komissio julkaisi 21.2.2017 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/75/EU mukaiset parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT, best available techniques) koskevat päätelmät sikojen ja siipikarjan tehokasvatukselle. BAT-päätelmät koskevat erityisesti eläinten ruokintaa, rehun valmistusta, eläinten kasvatusta, lannan keruuta ja varastointia, lannan prosessointia, lannanlevitystä ja kuolleiden eläinten varastointia niin sanotuissa direktiivilaitoksissa eli tiloilla, joissa on siipikarjapaikkoja yli 40 000, tuotantosikapaikkoja yli 2 000 tai emakkopaikkoja yli 750 (EU, 2017). Päätelmissä muun muassa määritellään typen ja fosforin eritykselle ja kasvatusvaiheen ammoniakkipäästöille vuosittaiset eläinpaikkakohtaiset rajat ja menetelmät näiden tarkkailemista varten. Olemassa olevilla direktiivikokoluokan sika- ja siipikarjatililla BAT-päätelmien mukaiset tekniikat tuli olla käytössä 21.2.2021. Uusien direktiivilaitosten ympäristöluvuissa BAT-päätelmiä oli noudatettava heti. Vuonna 2018 Suomessa oli yhteensä 934 lihasikatilaa, joista 77:n (8 %) koko oli yli 1 500 tuotantosikapaikkaa. Eläimiä näillä tiloilla oli kuitenkin 37 % koko maan lihasikojen määrästä (Kotieläinten lukumäärä, Luke, 2018). Siipikarjatilista taas pääosa on direktiivikokoluokan laitoksia.

Vuonna 2018 Suomen vesistöjen fosfori- ja typpikuormitukset olivat noin 3 086 ja 59 322 tonnia vuodessa. Maataloudesta peräisin olevien päästöjen osuus oli noin 1 800 ja 30 200 tonnia eli noin 58 % fosfori- ja 51 % typpipäästöistä (Vesistöjen kuormitus ja luonnon huuhtouma, SYKE 2019). Typen erityksen vähentäminen vähentää myös lannasta aiheutuvaa ammoniakkipäästöpotentiaalia. Ammoniakkipäästöjen hallinnassa Suomella on haasteita. Vuonna 2020 päästövähennysvelvoite muuttui absoluuttisesta suhteelliseksi ollen nyt 20 % verrattuna vuoden 2005 päästöihin. Nykyisten arvioiden mukaan tähän ei päästä ilman aktiivisia päästöjen vähentämistoimenpiteitä varsinkin maataloudessa, jonka osuus koko maan päästöistä on noin 90 % (MMM, Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen 2020). Sikojen ja siipikarjan osuus ammoniakkipäästöistä on noin viidennes. Aktiiviset vähentämistoimenpiteet maataloudessa vaikuttavat siis merkittävästi fosfori- ja typpipäästöihin koko maan mittakaavassa.

1.2. Tavoitteet hankkeessa

Hankkeen päätavoitteena oli kehittää sikojen ja siipikarjan ruokintaa siten, että fosforin ja typen erittyminen lantaan laskisi eläinten terveyden ja hyvinvoinnin vaarantumatta sekä tuotantotulosten laskematta. Lisäksi tavoitteena oli kehittää tilatason laskuri typen ja fosforin erityksen tilakohtaista tarkkailua varten BAT-päätelmien mukaisesti, sekä tilatason fosforikiertolaskuri.

2. Toteutus

Tavoitteeseen pyrittiin säätämällä ruokinnan fosfori- ja fytaasitasoja, jotta käyttökelpoisen fosforin määrä vastaisi paremmin eläinten tarvetta. Ruokinnan vaikutukset fosforin eritykseen todennettiin kumppanuustiloilla. Hankkeessa tuotettiin lisäksi tilatason fosforikiertolaskuri tilojen ravinnekiertojen tehostamiseksi sekä fosforin ja typen erityslaskuri viljelijöiden käyttöön. Hankkeen puitteissa suunniteltiin testattavan kenttäolosuhteisiin tarkoitettua viljan siementen kuiva-aine- ja valkuaispitoisuutta mittaavaa laitetta.

Hanke toteutettiin kolmena työpakettina. Työpaketissa 1 (TP1) kehitettiin kumppanuustiloilla sikojen ja siipikarjan ruokintaa fosforin erityksen laskemiseksi. Mukana oli kolme tilaa: emakkosikala, lihasikala sekä munintakanala. Kuiva-aine- ja valkuaispitoisuuden mittaamista viljan siemenistä kenttäolosuhteisiin tarkoitettulla mittarilla esiteltiin kumppanuustiloille, ja ne saivat myös esittää toiveita ja tarpeita koskien tulevaisuuden sovellutuksia. Mittarin seuraavan kehitysaskeleen prototyypin testauksesta aloitettiin neuvottelut Luken Siikajoen toimipaikassa keväällä 2021. Työpaketissa 2 (TP2) kehitettiin laskurityökaluja tilojen tarpeisiin. Sikojen ja siipikarjan BAT-tarpeita täyttämään kehitettiin tilatason erityslaskuri typelle ja fosforille. Lisäksi kehitettiin tilatason fosforikiertolaskuri, joka laskee tilan peltolohkoille taloudelliset fosforilannoitusoptimit käyttäessä fosforilannoitteena lantaa ja/tai mineraalilannoitefosforia, vertaa lannoitukseen käytettävissä olevan lantamäärän ja optimaalisen fosforilannoituksen vaatiman lantamäärän suhdetta sekä ennustaa peltolohkojen fosforilukujen kehityksen optimilannoituskäytännön seurauksena. Viimeinen työpaketti (TP3) keskittyi hankkeen viestintään, hankkeen tuloksista tiedottamiseen sekä hankkeen hallintoon.

2.1. Toimenpiteet

Hankkeen tilaseurantojen ja laskurien suunnittelun toteutus ja niissä suoritettut toimenpiteet on esitelty yksityiskohtaisesti työpaketeittain alla.

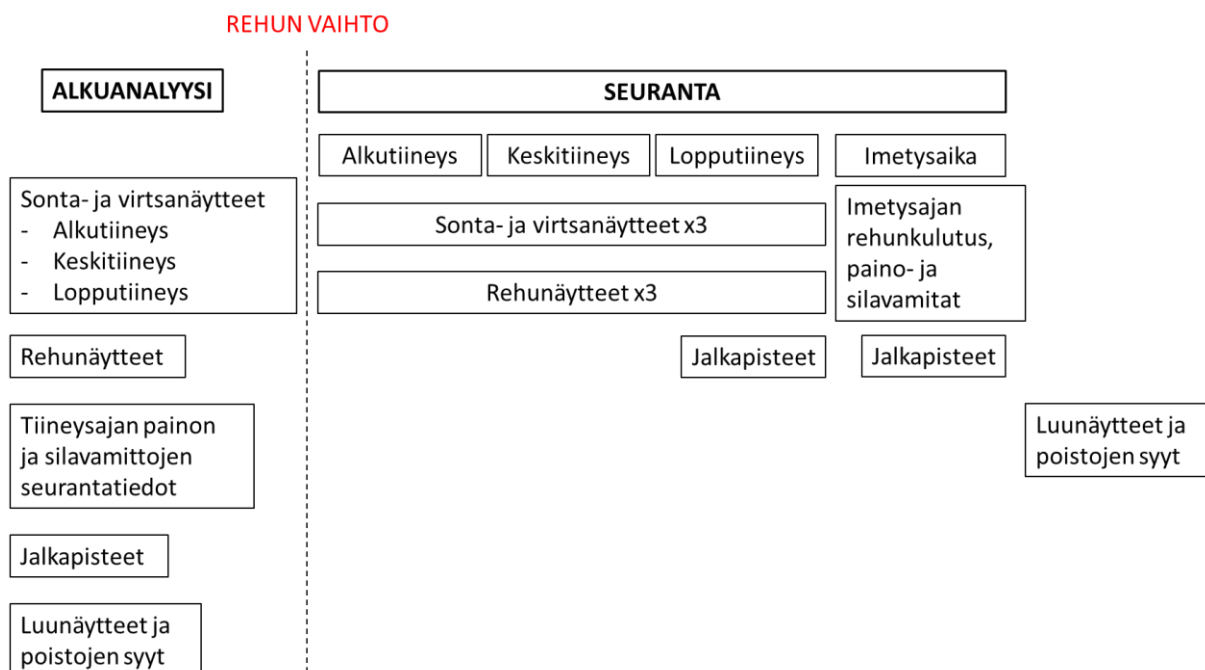
2.1.1. Työpaketti 1

Emakkosikalassa pyrittiin alentamaan rehun fosforipitoisuutta rehuraaka-aineita muuttamalla. Koko sikalan tiineiden emakoiden rehustusta muutettiin niin, että rehun fosforipitoisuus saataisiin alenemaan ympäristöystävällisempään suuntaan. Emakoiden jalkaterveyttä seurattiin luunäyttein ja jalkapisteytyksin. Lihasikalassa kehitettiin ruokintaa matalamman fosforierityksen suuntaan poistamalla rehusta lisätty fosfaatti ja nostamalla rehun fytaasilisän määrää yli nykyisen suosituksen. Myös lihasikojen luuston terveyttä kontrolloitiin luunäytteistä. Fosforierityksen muutosta seurattiin sonta- ja virtsanäyttein. Munivien kanojen loppumunintavaiheen ruokintaa kehitettiin vähentämällä rehun kokonaisfosforin määrää samanaikaisesti, kun fytaasilisän määrää kasvatettiin. Fosforin vähentämisen vaikutuksia seurattiin munien laatua tarkkailemalla. Lisäksi seurattiin fosforierityksen muutosta lannasta.

Emakkoseuranta

Emakkoseuranta toteutettiin Varsinais-Suomessa Ruskolla Heikkilän porsastuotantotilalla. Tilan emakoilla ja ensikoilla on tiineysaikana kaksivaiheinen rehustus. Koko tilan tiineiden emakoiden rehustusta muutettiin hankkeen myötä vähäfosforisemmaksi rehujen raaka-ainesisältöä muokkaamalla. Rehujen suunnittelussa päästiin noin 23 % alenemaan laskennallisen kokonaisfosforin määrässä.

Emakkoseuranta aloitettiin kumppanuustilalla kesäkuussa 2019. Koe aloitettiin keräämällä sonta- ja virtsanäytteitä tiineiltä emakoilta (164 kpl) kolmessa eri tiineyden vaiheessa niin saantua alkuanalyysiä varten. Tiineyden eri vaiheet olivat alkutiineys (tiineyspäivä ~30), keskitiineys (tiineyspäivä ~86) sekä lopputiineys (tiineyspäivä ~114). Alkuanalyysillä kartoitettiin tiineiden emakoiden ravinteiden eritystaso ennen rehun vaihtoa (Kuva 1). Vastaavat rehunäytteet kerättiin eritysnäytteiden keruun yhteydessä. Tilalta saatiin tiedoksi emakoiden taustatiedot (mm. porsimakerrat, syntymäaika) sekä ruokintakäyrät. Emakoiden jalkaterveyttä ennen rehujen fosforipitoisuuden muutosta arvioitiin jalkapisteytyksin sekä teuraaksi lähetettyjen emakoiden luunäytteitä keräämällä (vasemman sorkan III ja IV metacarpal) ja määrittämällä niistä murto-
 lukuus sekä kivennäisisältö.



Kuva 1. Emakkoseuranta kaaviokuvana.

Lihaskaseuranta aloitettiin kumppanuustilalla marraskuussa 2019 ja se kesti 14 viikkoa. Lihasiat jaettiin kontrolli- ja koeryhmiin: 12 sikaa karsinaa kohti, kaksi karsinaa ruokintaventtiiliä kohti ja kuusi venttiiliä per ruokintaryhmä ja sukupuoli eli 12 venttiiliä ruokintaryhmää kohti (n=12). Siat kasvatettiin sukupuolilajiteltuna, ja yhdelle venttiilille jaettiin yhtä sukupuolta olevat siat kahteen karsinaan. Kontrolliryhmän siat saivat kontrollirehua, jossa rehureseptejä ei ollut muutettu ja koeryhmän siat koerehua, jonka fosfori- ja fytaasipitoisuutta oli muutettu.

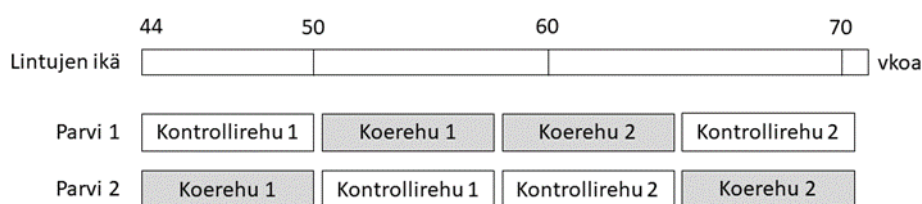
Lihaskaseurannan alussa siat punnittiin karsinoittain. Lisäksi punnitukset tehtiin alkukasvatusrehun vaihtuessa ruokintaviikon 5 lopussa sekä teuraaksi lähtiessä. Sioilta kerättiin sonta- ja virtsanäytteitä kahtena ajankohtana: alkukasvatusrehun vaihtuessa ruokintaviikon 5 lopussa sekä ennen teuraaksi lähetystä. Sikojen rehunkulutusta seurattiin kokeen ajan. Seurannan lopussa teurastamolta saatiin seurantasikojen ruhojen koostumusta ja laatua kuvaavat Autofom-tiedot. Teurastamolla kerättiin lisäksi sorkkia luunäytteiksi luuston terveyden selvittämiseksi.

Kanatilaseuranta

Kanatilaseuranta toteutettiin Munatukku Nikulan tilalla Varsinais-Suomessa Somerolla. Kyseessä oli virikehakkikanala. Hankkeen myötä rehustus muutettiin niin, että ensimmäinen rehuvaihe oli 37–57 viikon ikäisillä kanoilla ja toinen rehuvaihe 58–71 viikon ikäisillä kanoilla.

Toisessa rehuvaiheessa rehun kokonaisvalkuais- ja energiapitoisuutta laskettiin. Rehuja muutettiin molemmissa rehuvaiheissa vähäfosforisemmiksi ja lisäksi fytaasin määrää lisättiin: koe-rehussa laskennallisen kokonaisfosforin määrä väheni noin 16 % ja fytaasiaktiivisuus nostettiin kolminkertaiseksi.

Kanatilaseuranta koostui neljästä seitsemän viikon pituisesta jaksosta, jotka toistettiin käänteisessä järjestyksessä kahdelle parvelle kahtena perättäisenä keväänä, toukokuussa 2018 ja huhtikuussa 2019 (Kuva 2). Kokeiden kokonaiskesto oli ensimmäisellä parvella 35 viikkoa ja toisella parvella 28 viikkoa. Lintuja kokeissa oli yhteensä 65 000, 32 500 molemmissa parvissa, ja iältään linnut olivat 46–70 viikon ikäisiä. Jokaisen 7 viikon jakson päätteeksi kanalasta kerättiin lantaja munanäytteitä. Lisäksi kahdeksan häkin kanat punnittiin jakson alkaessa ja päättyessä. Munanäytteet kerättiin samoista häkeistä, joiden kanat punnittiin. Luuston terveyden tarkkailemiseksi kerättiin luunäytteitä (vasen jalka). Tila toimitti tiedot veden ja rehunkulutuksesta, lämpötilasta ja punnituksista.



Kuva 2. Kanatilaseuranta kaaviokuvana.

2.1.2. Työpaketti 2

Direktiivikokoluokan sika- ja siipikarjatiloiilla fosforin ja typen erityksen tarkkailun mahdollistava laskentatyökalu rakennettiin ruokinnan ravinnetaselaskennan periaatteita noudattaen. Kyseessä on massataselaskenta, jossa lannan mukana erittyneen typen ja fosforin määrä saadaan eläimille annetun ja eläinten kasvuun ja tuotteisiin sitoutuneiden ravinteiden erotuksena. Luonnonvarakeskus tuotti laskennassa tarvittavat yhtälöt ja parametrit, ja Suomen ympäristökeskus toteutti varsinaisen laskurin. Laskuri rakennettiin SYKEssä jo aiemmin tuotetun tilakohtaisen ammoniakkipäästölaskurin yhteyteen, mikä mahdollistaa myös päästölaskennan tarkentumisen. Laskuri on toteutettu Excel-pohjalla.

Laskenta voidaan tehdä erikseen eri eläinryhmille (tiineytettävät, tiineet ja imettävät emakot, lihasiat, karjut ja vieroitetut porsaas; munintakanat ja niiden nuorikot, siitos- ja tuotantobroilerit, tuotantokalkkunat, ankat) ja huomioimalla eri ruokintavaiheet ja tuotannossa erien välillä olevat tauot. Laskuriin on syötetty eläinten kasvulle, ruokinnalle ja rehuille oletusarvot, joita käyttäjä voi muuttaa vastaamaan tilannetta omalla tilallaan. Laskuri tuottaa eritystiedot (kg N ja P) eläinpaikkaa kohti vuodessa, ja typen eritystiedot siirtyvät laskurissa päästölaskennan käyttöön automaattisesti. Erityslaskuri laskee myös eritetyn typen ja fosforin kokonaismäärän tilalla huomioimalla tilan eläinmäärän, ja tätä tietoa voidaan hyödyntää fosforin osalta tilatason fosforikiertolaskurissa.

Tilatason fosforikiertolaskurin suunnittelun lähtökohdaksi otettiin aikaisempi Luken Kasperpalvelun Fosforilaskuri. SiFos-hankkeessa tavoitteena oli kuitenkin rakentaa tätä monikäyttöisempi laskuri, joka toimii lohko- ja tilatasolla, huomioi yleisimmät kotieläinlannat ja niiden ravinnepitoisuudet sekä fosforin taloudellisesti optimaalisen tarpeen kasvintuotannossa. Laskurille asetettiin tavoitteeksi antaa arvio peltolohkoille lannoitteeksi tarvittavasta fosforimäärästä ja tuottaa sen perusteella myös vertailu maatilalla käytettävissä olevan lantafosforin kokonaismäärän kanssa, jolloin käyttäjä näkee näiden välisen suhteen ja pystyy suunnittelemaan

pitkäjänteisesti lannoitukseen ja lannan käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä. Kasvivalikoimaa tuli laajentaa ja lannoitteiden kuljetus- ja levityskustannukset huomioida. Laskurin ominaisuuksiin kuuluisi lisäksi ennuste peltolohkojen fosforipitoisuuden muutoksesta ajan kuluessa.

Fosforikiertolaskuriin sisällytettiin seuraavat viljelykasvit: herne, härkäpapu, kaura, kevättrapsi, kevättrypsi, kevätvehnä, ohra, syysruis, syysvehnä ja säilörehunurmi. Lannoitteista laskuriin sisältyvät mineraalifosforin lisäksi broilerin kuivikepohjalanta, munituskanan kuivikelanta, munituskanan kuivikepohjalanta, naudan kuivikelanta, naudan lietelanta, sian kuivikelanta ja sian lietelanta. Laskurin toiminta perustuu tutkimusyhteenvedoissa havaittuihin viljojen ja nurmien fosforilannoitusvasteisiin (Valkama ym. 2011, 2016), jotka riippuvat maalajista ja pellon viljavuusfosforin pitoisuudesta, kun taas vaihtelu laskuriin sisältyvien kasvien välillä on vähäisempää (Saarela ym. 2006a, b). Kotieläinlantojen fosforin käyttökelpoisuus oletettiin samaksi kuin mineraalifosforilla, vaikkakin se voi olla lannoilla myös sitä suurempi (Ylivainio ym. 2019), jolloin sama satovaste saavutetaan pienemmällä fosforimäärällä. Myös maan viljavuusfosforin pitoisuuden muutos ennustetaan laskurissa samalla tavoin sekä mineraalifosforia että lantoja käytettäessä (Uusitalo ym. 2016). Taloudellisesti optimaalinen fosforilannoitus toteutuu peltolohkolla silloin, kun sadon myyntituoton ja fosforilannoituskustannusten erotus on mahdollisimman suuri.

2.2. Aikataulu

Hanke suunniteltiin kaksivuotiseksi ajalle 1.12.2017–30.11.2019, mutta sille haettiin jatkoaikaa hankehenkilöstön vaihtuvuudesta ja lopulta koronaviruspandemiasta johtuen siten, että hanke päättyi 31.5.2021. Hankkeen toteutunut aikataulu on esitetty taulukkomuodossa vuosikvartaaleittain taulukossa 1.

2.3. Toteutuksen organisaatio

Hanketta koordinoi Luonnonvarakeskus (Luke). Kumppanina hankkeessa oli Suomen ympäristökeskus (SYKE). Tilaseurannat toteutettiin kumppanuustiloilla Varsinais-Suomessa ja Etelä-Pohjanmaalla.

Taulukko 1. Hankkeen toteutunut aikataulu.

	2018				2019				2020				2021	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
TP1 kanatilaseuranta emakkoseuranta lihasikaseuranta tulosten laskenta raportointi		■				■	■	■	■	■	■	■		
TP2 Tilatason erityslaskuri Fosforikiertolaskuri										■	■	■	■	■
TP3 2018: hankeposterit Joki- oinen ja Seinäjoki 2019: hanke-esittelyt KMMVet, Siipikarjaristeily, Siipikarjaliiton vuosiko- kous, Okra 2020: kana- ja emakko- seurantaposterit + suulli- nen esitys MTP2020		■		■	■	■				■				
I webinaari: alustavat tulokset										■	■			
Loppuraportointi										■	■	■	■	■
II webinaari: lopullisia tuloksia													■	

3. Yhteistyökumppanit

Emakoiden ruokintaa hankkeessa kehitettiin varsinassuomalaisella porsastuotantotilalla yhteistyössä Hankkija Oy:n kanssa, joka toimittaa rehut tilalle. Lihasikojen komponenttiruokintaa kehitettiin yhteistyössä A-Rehu Oy:n kanssa Atria Alkutuotanto sopimuslihasikatilalla Etelä-Pohjanmaalla. Munivien kanojen tilaseuranta suoritettiin Varsinais-Suomessa yhteistyössä Rehux Oy:n kanssa. Kuiva-aine- ja valkuaispitoisuusmittarin seuraavan kehitysasteen testauksesta on neuvoteltu Luken ja GrainSense Oy: välillä. Hankkeen tiedottamisessa olivat mukana Suomen Sikayrittäjät ry ja Suomen Siipikarjaliitto ry.

4. Tulokset ja vaikutukset

Hankkeen tulokset esitellään alla työpaketeittain.

4.1. Työpaketti 1 (TP1)

Työpaketti 1 (TP1) sisälsi kolme erillistä tilaseurantaa. Kaksi tilaseurantaa toteutettiin sioilla ja yksi munivilla kanoilla. Sikojen tilaseurannoista toinen toteutettiin emakkotilalla, jossa kasvatetaan myös ensikoita ja noin puolet tuotetuista porsaista, ja toinen lihasikalassa. Tilaseurantojen tulokset esitellään erikseen.

4.1.1. Emakkoseuranta

Rehujen laskennallisen kokonaisfosforin suunniteltiin laskevan noin 23 %. Rehuanalyysien perusteella tavoite täyttyi käytännössä erittäin hyvin (taulukko 2). Alkutiineyden rehussa kokonaisfosforipitoisuus oli alentunut 22 %, keskitiineyden rehussa 24 % ja lopputiineyden rehussa noin 26 %. Energiasisältö pysyi rehuissa ennallaan.

Taulukko 2. Rehujen analysoitu kokonaisfosforipitoisuus (g/kg ka) ennen rehun vaihtoa ja sen jälkeen.

	Ennen rehun vaihtoa	Rehun vaihdon jälkeen	Muutos, %
Alkutiineyden rehu	5,4	4,2	-22
Keskitiineyden rehu	5,1	3,9	-24
Lopputiineyden rehu	5,3	3,9	-26

Sonta- ja virtsanäytteistä [n(sonta)=15–16 ja n(virtsa)=15–16 per tiineyden vaihe] määritettiin typen ja fosforin erityis kolmessa eri tiineyden vaiheessa. Tulokset on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Sonnan kokonaisfosforipitoisuus aleni keskimäärin 24 % (taulukko 3). Suurin muutos havaittiin lopputiineyden erityksessä (-26 %). Myös virtsan fosforimäärät laskivat reilusti etenkin lopputiineydestä (taulukko 3). Virtsan fosforimäärät ovat kuitenkin kokoluokkaa pienemmät kuin sonnassa (mg/kg vs g/kg ka) ja sen kuiva-ainepitoisuus on hyvin matala (noin 1 %), joten fosforimäärät ovat kokonaisuudessaan huomattavasti pienempiä kuin sonnassa.

Taulukko 3. Sonnan ja virtsan kokonaisfosforimäärä (g/kg ka, mg/kg) ennen rehun vaihtoa ja sen jälkeen. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Ennen rehun vaihtoa	Rehun vaihdon jälkeen	Muutos, %
Sonta, g/kg ka			
Alkutiineyden rehu	13,6(1,0)	10,6(1,4)	-22
Keskitiineyden rehu	12,5(0,8)	9,5(1,1)	-24
Lopputiineyden rehu	11,5(1,1)	8,6(1,4)	-26
Virtsa, mg/kg			
Alkutiineyden rehu	99(25,9)	64(44,3)	-35
Keskitiineyden rehu	91(30,2)	44(49,3)	-52
Lopputiineyden rehu	126(64,6)	27(27,6)	-79

Vaikka rehun valkuaispitoisuuteen ei tehty varsinaisia muutoksia, sonnan kokonaistyyppipitoisuus näytti alenevan etenkin alkutiineyden näytteissä (13 %) (taulukko 4). Virtsan typpimäärissä tapahtui myös laskua: alkutiineyden näytteissä typpipitoisuus laski noin kolmanneksen (taulukko 4).

Taulukko 4. Sonnan ja virtsan kokonaistyyppimäärä (g/kg ka ja g/kg) ennen rehunvaihtoa ja sen jälkeen. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot ja keskihajonnat.

	Ennen rehun vaihtoa	Rehun vaihdon jälkeen	Muutos, %
Sonta, g/kg ka			
Alkutiineyden rehu	20(1,6)	18(1,4)	-13
Keskitiineyden rehu	19(0,7)	18(1,8)	-4
Lopputiineyden rehu	20(1,0)	19(1,2)	-5
Virtsa, g/kg			
Alkutiineyden rehu	1,6(0,5)	1,0(0,7)	-33
Keskitiineyden rehu	1,7(0,4)	1,5(0,8)	-16
Lopputiineyden rehu	2,1(0,8)	1,9(1,2)	-9

Muutokset rehuihin pyrittiin tekemään niin, että eläinten terveys ja hyvinvointi ei vaarannu eikä tilan tuotanto kärsi. Kumppanuustilan toimittamat tiedot porsastuotannosta sekä emakoiden painon ja selkäsilavan muutoksista viittaavat siihen, että porsastuotanto ei vaarantunut rehu-muutosten myötä (taulukot 5 ja 6).

Taulukko 5. Porsastuotantotuloksia. Syntyneiden ja vieroitettujen porsaiden määrät vuonna 2017–2019 sekä rehun vaihdon jälkeen. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	2017	2018	2019	Seurantaeläimet
Syntyneet porsaats, kpl	16(3,6)	16(3,5)	16(3,0)	17(3,0)
Vieroitetut porsaats, kpl	12(1,1)	11(1,0)	12(1,0)	12(0,7)
Imetyspäivät, kpl	28(3,7)	29(3,2)	29(3,3)	33(2,2)

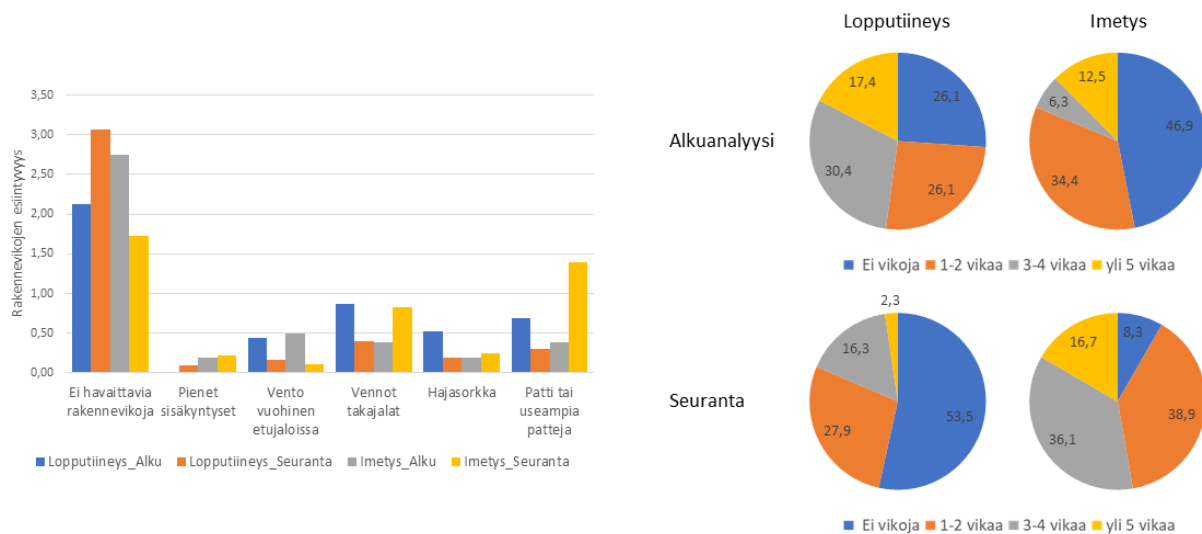
Taulukko 6. Muutokset emakon painossa ja emakon selkämittassa vuosina 2017–2019 sekä rehun vaihdon jälkeen. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	2017	2018	2019	Seurantaeläimet
Emakon paino				
Ennen porsimista, kg	285(45,6)	281(51,6)	275(45,2)	291(28,7)
Vieroituksessa, kg	246(42,2)	239(51,8)	242(42,4)	264(24,8)
Muutos, kg	39(23,2)	42(30,4)	33(20,6)	27(16,5)
Muutos, %	14(7,5)	15(10,7)	12(7,0)	9(5,4)
Selkämittavan paksuus				
Ennen porsimista, mm	16(3,6)	16(2,8)	17(1,9)	17(1,7)
Vieroituksessa, mm	13(2,9)	13(2,6)	14(2,2)	14(1,9)
Muutos, mm	2,5(2,6)	3,1(2,2)	3,1(1,8)	2,7(1,5)
Muutos, %	15(15,7)	18(12,6)	18(10,2)	16(8,8)

Emakoiden jalkojen terveyttä seurattiin jalkapisteytyksillä sekä mittaamalla sorkan luiden murtolujuus ja kivinäissisältö. Jalkapisteytykset suoritettiin tarkkailemalla emakoiden jalkojen asentoja niiden seisoessa karsinassa tai punnituksen yhteydessä vaa'alla ja luokittelemalla jalat taulukon 7 mukaan. Jalkavikojen määrä tiineysaikana näytti vähenevän, ja rakenne- tai asento- virheettömien emakoiden osuus nousi noin neljäsosasta yli puoleen (Kuva 3). Kuitenkin imetyksen aikana vikoja havaittiin jaloissa enemmän kuin ennen rehun vaihtoa, ja emakoiden, joiden jaloista löytyi 3 vikaa tai enemmän, osuus kasvoi (Kuva 3). Karsinassa ja vaa'alla arviointien aikana seisoneiden emakoiden osuudet arvioiduista emakoista ennen rehunvaihtoa ja sen jälkeen olivat erilaiset. Tästä johtuen ei siis suoraan voida sanoa, että imetysajan jalkavikojen määrä olisi lisääntynyt.

Taulukko 7. Emakoiden jalka-arvostelun pisteytys.

	Luokka
Ei havaittavia rakennevikoja	0
Pienet sisäkyntyset	1
Koukkupolvi, etujalkojen polvet ovat koukussa	2
Pystysorkka	3
Vento vuohinen etujaloissa	4
Vennot takajalat, jalkojen asento kaareva	5
Hajasorkka, sorkkien kärjet kääntyneet ulospäin	6
Suppusorkka, sorkkien kärjet sisäänpäin, länkisääret	7
Patti tai useampia patteja	8
Muu vika	9



Kuva 3. Emakoiden jalkaterveys. Pylväsdiagrammissa esitettynä eri rakennevikojen esiintyvyys emakoilla (suhteutettu tarkkailtujen emakoiden määrään). Piirasdiagrammeissa esitetty emakoiden osuudet rakennevikojen esiintyvyyden mukaan (osuus kaikista emakoista, %).

Luunäytteet kerättiin tilan itsensä teuraaksi lähettämistä emakoista teurastamolta, joten luunäytteiden tuloksia ei yhdistetä alkuanalyysin tai seurannan eläimiin. Vasemman etujalan sorkasta puhdistettiin kaksi kämmenluuta, III (oikea) ja IV (vasen) metacarpal, joita käytettiin mittauksiin. Luiden mitat sekä murtolujuudet on esitetty taulukossa 8. Näytteitä saatiin ennen rehun vaihtoa 100 kpl (n=100) ja rehun vaihdon jälkeen 38 kpl (n=38). Tulokset kivennäismitauksista on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 8. Poistettujen emakoiden kämmenluiden mitat ja murtolujuudet ennen rehunvaihtoa ja rehun vaihdon jälkeen. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Ennen rehun vaihtoa	Rehun vaihdon jälkeen
Emakoiden ikä, päivää	827(372,3)	852(328,6)
III (sisempi) metacarpal		
Pituus, mm	92(3,3)	86(2,68)
Halkaisija, mm	19(1,4)	17(1,14)
F _{max} , N	4 654(1 388,9)	5 154(1 173,0)
IV (ulompi) metacarpal		
Pituus, mm	90(3,1)	86(2,32)
Halkaisija, mm	17(1,5)	19(1,20)
F _{max} , N	4 717(1 504,5)	5 010(1 115,8)

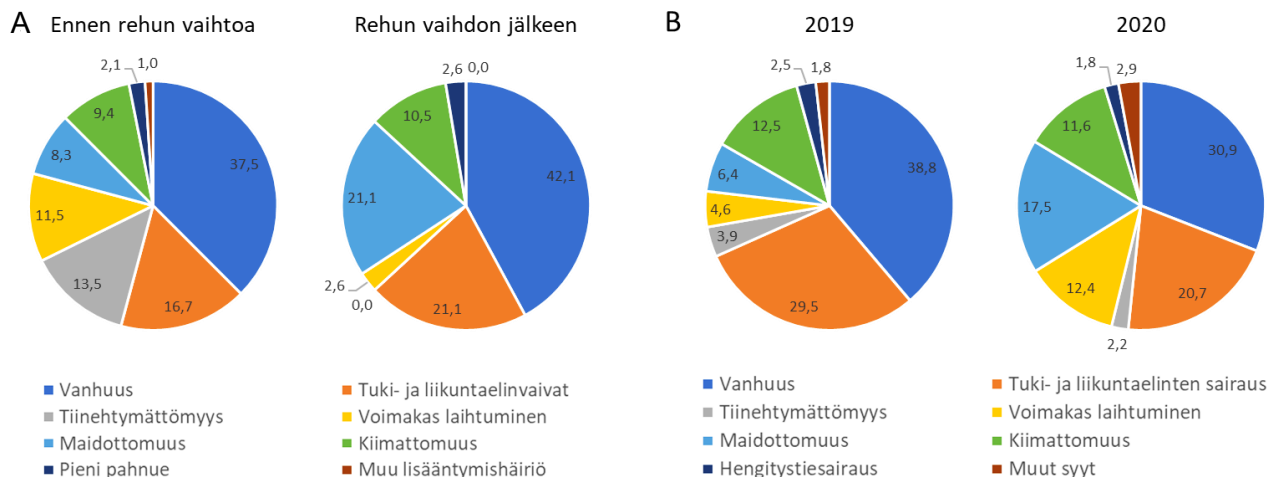
Taulukko 9. Poistettujen emakoiden kämmenluiden kivinäissisältö ennen rehun vaihtoa ja rehun vaihdon jälkeen. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Ennen rehun vaihtoa	Rehun vaihdon jälkeen
Tuhka, g/kg ka	450(11,5)	447(10,9)
Ca, g/kg ka	449(6,65)	432(10,1)
P, g/kg ka	199(3,26)	183(3,8)

Emakot poistetaan tuotannosta eri syistä. Ylivoimaisesti yleisin syy poistolle on eläimen ikä, mutta poistoja tehdään myös muista syistä kuten tiinehtymis- ja muiden lisääntymisongelmien sekä tuki- ja liikuntaelinvaijoiden takia. Emakoiden, joiden luunäytteet tässä hankkeessa analysoitiin, yleisimmät poistosyyt ja niiden yleisyys on esitetty kuvassa 4A ja taulukon 10 yläosassa. Lisäksi kuvassa 4B ja taulukon 10 alaosassa on listattu kumppanuustilan yleisimmät poistosyyt ja niiden esiintyvyys tammi-helmikuussa 2019 ja 2020. Tämä antaa yleiskuvan poistojen syistä ennen rehun vaihtoa ja sen jälkeen.

Kuvan 4 paneelien A ja B vertailu osoittaa, että luunäytteeksi valikoituneet emakot (Kuva 4A) eivät syiden puolesta täysin vastanneet tilan yleistä jakaumaa (Kuva 4B) vaan tuki- ja liikuntaelinvaijoiden vuoksi poistettuja emakoita oli vähemmän (16,7 % vs 29,5 %). Luunäyte-emakoiden tasaisempi jakauma eri poistosyiden välillä antaa kuitenkin laajemman käsityksen kumppanuustilan emakoiden luuston tilasta sen sijaan, että kolmasosa luunäytteistä olisi tuki- ja liikuntaelinvaijoista kärsineiltä emakoilta. Rehun vaihdon jälkeen otetut luunäytteet vastaavat suhteellisen hyvin tilan yleisimpiä poistosyitä tammi-helmikuussa 2020, mutta vanhojen eläinten osuus on luunäyte-emakoilla yli 10 prosenttiyksikköä suurempi ja laihutumisen vuoksi poistettujen vastaavasti kymmenisen prosenttiyksikköä pienempi. Suurimmat erot luunäyte-emakoiden välillä ennen rehun vaihtoa ja rehun vaihdon jälkeen ovat tiinehtymättömyyden,

laihtumisen ja etenkin maidottomuuden vuoksi poistettujen emakoiden osuudessa. Jotta kumppanuustilan poistosityiden muutosta voitaisiin tarkastella, tulisi aineistoa olla huomattavasti laajemmalla ja pidemmällä ajanjaksolla, mutta tuki- ja liikuntaelinvaijoiden vuoksi poistettujen emakoiden määrä ei ainakaan viittaa ongelmiin fosforiaineenvaihdunnassa.



Kuva 4. Emakoiden poistosityiden yleisyys (% kaikista poistetuista). A. Luunäyte-emakoiden poistosityt ennen rehu vaihtoa ja rehun vaihdon jälkeen. B. Kumppanuustilan yleisimmät poistosityt tammi-helmikuussa 2019 (ennen rehunvaihtoa) ja 2020 (rehunvaihdon jälkeen).

Taulukko 10. Luunäyte-emakoiden ja kumppanuustilalta tammi- ja helmikuussa 2019 ja 2020 poistettujen emakoiden yleisimmät poistosityt ja niiden yleisyys prosentteina (%) kaikista poistetuista.

	Ennen rehun vaihtoa	Rehun vaihdon jälkeen
Luunäyte-emakot		
Vanhuus	38	42
Tuki- ja liikuntaelinvaijat	17	21
Tiinehtymättömyys	14	0
Voimakas laihtuminen	12	3
Maidottomuus	8	21
Kiimattomuus	9	11
Tilalla yleisesti		
Vanhuus	39	31
Tuki- ja liikuntaelinvaijat	30	20
Tiinehtymättömyys	4	2
Voimakas laihtuminen	5	11
Maidottomuus	6	18
Kiimattomuus	13	12

4.1.2. Lihasikaseuranta

Lihasikakokeen suoritus on kuvailtu kohdassa 3.1.1 Työpaketti 1 toimenpiteet, lihasikakoe.

Rehujen laskennallisen kokonaisfosforin suunniteltiin laskevan noin 5 %, minkä lisäksi fytaasiaktiivisuutta haluttiin nostaa noin 2,2-kertaiseksi. Rehuanalyysien perusteella tavoite ei aivan täytynyt (Taulukko 11). Kokonaisfosforipitoisuutta saatiin laskettua molemmissa koerehuissa ja loppukasvatusrehussa päästiin hyvin lähelle tavoitetta: alkukasvatusrehussa kokonaisfosforipitoisuus oli koerehuissa noin 2 % ja loppukasvatusrehussa noin 4 % alempi kuin kontrollirehuissa. Analysoidussa fytaasiaktiivisuudessa ei kuitenkaan havaittu kovinkaan suurta muutosta kontrolli- ja koerehun välillä. Energiasisältö pysyi rehuissa ennallaan.

Taulukko 11. Rehujen analysoitu kokonaisfosforipitoisuus (g/kg ka) ja fytaasiaktiivisuus (U/kg ka) kontrolli- ja koerehuissa.

	Alkukasvatus, 28–55 kg			Loppukasvatus, 55–125 kg		
	Kontrolli	Koe	Muutos, %	Kontrolli	Koe	Muutos, %
P, g/kg ka	4,6	4,5	-2,2	4,6	4,4	-4,3
Fytaasiaktiivisuus, U/kg ka	1 120	1 368	22,1	1 302	1 361	4,5

Sikojen kasvua ja rehunkulutusta seurattiin koko kokeen ajan, ja siat punnittiin rehun vaihdon ja teuraaksi lähetyksen yhteydessä. Näiden perusteella voitiin laskea sikojen keskimääräinen rehunkulutus, päiväkasvu (ADG, average daily gain) sekä rehuhyötysuhde (FCR, feed conversion ratio). Nämä tulokset on esitetty taulukossa 12. Taulukossa on esitetty tulokset myös sukupuolittain (leikot ja imisät erillään). Ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja.

Taulukko 12. Sikojen paino, kasvu, rehunkulutus ja rehuhyötysuhde sikaa kohti. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Kontrolli	Koe	Leikot	Imisät	p-arvo
1. rehevaiheen loppu					
Elopaino, kg	62,0(2,4)	62,5(1,9)	62,6(2,1)	61,7(2,5)	0,36
Rehunkulutus, kg ka/pvä	1,44(0,14)	1,45(0,15)	1,45(0,15)	1,44(0,15)	0,58
Päiväkasvu, kg/pvä	0,985(0,06)	0,996(0,05)	1,011(0,05)	0,972(0,05)	0,37
Rehuhyötysuhde, kg/kg	1,46(0,11)	1,46(0,19)	1,43(0,14)	1,48(0,17)	0,82
2. rehevaiheen loppu					
Elopaino, kg	124,5(1,9)	125,6(1,3)	125(1,8)	125,3(1,6)	0,13
Rehunkulutus, kg ka/pvä	2,77(0,15)	2,79(0,04)	2,84(0,58)	2,72(0,11)	0,14
Päiväkasvu, kg/pvä	1,072(0,03)	1,084(0,03)	1,080(0,24)	1,076(0,28)	0,33
Rehuhyötysuhde, kg/kg	2,59(0,11)	2,58(0,06)	2,63(0,06)	2,54(0,08)	0,5

Sonta- ja virtsanäytteistä mitattiin typpi- ja fosforipitoisuudet. Tulokset on esitetty taulukossa 13. Fosforineritys sontaan aleni erityisesti lihasikojen loppukasvatuvaiheessa.

Virtsan fosforieritys (mg/kg) väheni alkukasvatuksessa jopa noin 27 % ja loppukasvatuksessa noin 14 %. Loppukasvatuksen fosforieritys oli noin kaksi kertaa runsaampaa kuin alkukasvatuksen (taulukko 13). Myös typen erityys virtsaan väheni reilut 10 % niin alku- kuin loppukasvatuksessa. Typen erityys oli tasaista eikä eroa alku- ja loppukasvatuksen välillä havaittu.

Taulukko 13. Sonnan ja virtsan kokonaisfosfori- ja typpimäärä (g/kg ka, g/kg ja mg/kg) kontrolli- ja koerehuilla ruokituilla lihasioilla. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Alkukasvatus, 28–55 kg			Loppukasvatus, 55–125 kg		
	Kontrolli	Koe	Muutos, %	Kontrolli	Koe	Muutos, %
Sonta						
N, g/kg ka	218	227	4	190(17,8)	190(16,5)	0
P, g/kg ka	10,2	9,4	-8	10,4	9,2	-12
Virtsa						
N, g/kg	4,8(1,76)	4,2(1,89)	-12,5	4,4(1,07)	3,9(1,19)	-11
P, mg/kg	167(83,8)	122(140)	-26,9	315(60,4)	272(87,4)	-14

Sikojen luuston terveyttä selvitettiin mittaamalla vasemman etusorkan kämmenluiden murtolujuuksia. Tulokset murtolujuusmittauksista on esitetty taulukossa 14. Kontrolli- ja koeryhmien välillä ei ollut eroja.

Taulukko 14. Sikojen kämmenluiden mitat ja murtolujuudet kontrolli- ja koerehuryhmillä. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Kontrollirehu	Koerehu
III (sisempi) metacarpal		
Pituus, mm	79,6(2,30)	79,0(1,55)
Halkaisija, mm	14,6(0,94)	14,8(1,09)
F _{max} , N	2288(654)	2243(433)
IV (ulompi) metacarpal		
Pituus, mm	79,4(2,12)	78,9(1,50)
Halkaisija, mm	15,1(0,80)	15,3(0,79)
F _{max} , N	2 413(351)	2 786(537)

4.1.3. Kanatilaseuranta

Kanatilaseurannan suoritus on kuvailtu kohdassa 3.1.1 Työpaketti 1 toimenpiteet, kanatilaseuranta.

Rehujen laskennallisen kokonaisfosforin suunniteltiin alenevan noin 16 %. Rehuanalyysien perusteella tavoite ei täysin täytynyt (taulukko 15). Ensimmäisen parven 1. rehevaiheen koerehussa analysoitu kokonaisfosfori laski vain 1,7 % ja 2. rehevaiheen rehussa 11,3 %. Toisen parven 1. rehevaiheen koerehussa analysoitu kokonaisfosfori puolestaan oli 7,1 % korkeampi ja 2. rehevaiheen 11,8 % korkeampi kuin kontrollirehussa.

Taulukko 15. Rehujen analysoitu fosfori- ja fytaasiaktiivisuus 1. ja 2. parven kontrolli- ja koerehuissa.

	1. rehevaihe, ikävko 37–57			2. rehevaihe, ikävko 58–71		
	Kontrolli	Koe	Muutos, %	Kontrolli	Koe	Muutos, %
1. parvi						
P, g/kg ka	5,8	5,7	-1,7	5,3	4,7	-11,3
Fytaaasiaktiivisuus, U/kg ka	147,3	832,4	465,1	86,0	564,5	556,4
2. parvi						
P, g/kg ka	5,6	6,0	7,1	5,1	5,7	11,8
Fytaaasiaktiivisuus, U/kg ka	176,5	854,3	384,0	60,3	604,7	902,8

Fytaaasiaktiivisuutta oli tarkoitus nostaa koerehuun kolminkertaiseksi kontrollirehuun verrattuna. Analyysien perusteella koerehujen fytaaasiaktiivisuus oli koerehuissa noin 3,8–9-kertainen kontrollirehuun verrattuna (taulukko 15).

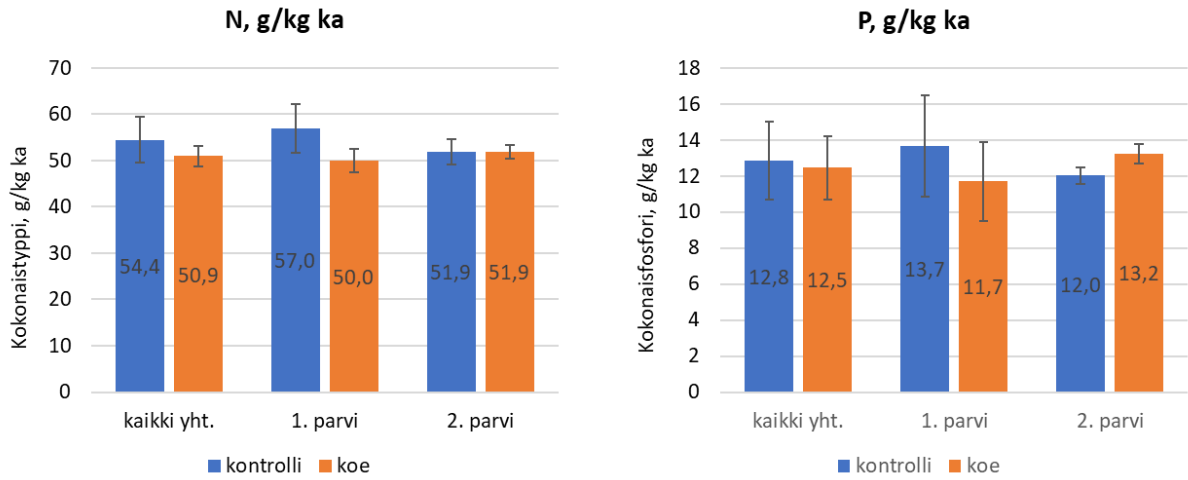
Sontanäytteistä (n=6) määritettiin typen ja fosforin erityis. Tulokset ovat esitetty taulukossa 16. Sonnan kokonaisfosfori- tai typpipitoisuus ei juurikaan muuttunut koerehua syöneillä kanoilla (taulukko 16): kokonaisfosforin pitoisuus sonnassa laski noin 5,6 % koerehua syöneillä kanoilla. Syy pieneen eroon kontrolli- ja koerehua syöneiden välillä lienee se, että rehuihin ei analyysien perusteella saatu toteutettua suunniteltua muutosta (taulukko 15).

Taulukko 16. Sonnan kokonaisfosfori- ja typpimäärä (g/kg ka) kontrolli- ja koerehuryhmissä. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Kontrollirehu	Koerehu
N, g/kg ka	54(4,9)	51(2,2)
P, g/kg ka	13(2,2)	12(1,8)

Eritystuloksia tarkasteltiin myös erillisinä niin, että kahden parven tulokset erotettiin toisistaan (Kuva 5). Tämä oli perusteltua, koska parvien rehut erosivat toisistaan jonkin verran (taulukko

15). Koerehua syöneiden kanojen sonnan kokonaisfosforipitoisuus oli 2. parvella tehdyssä ko-
keessa aavistuksen korkeampi kuin kontrollirehua syöneiden (Kuva 5). Tämä oli linjassa rehujen
fosforipitoisuuden kanssa.

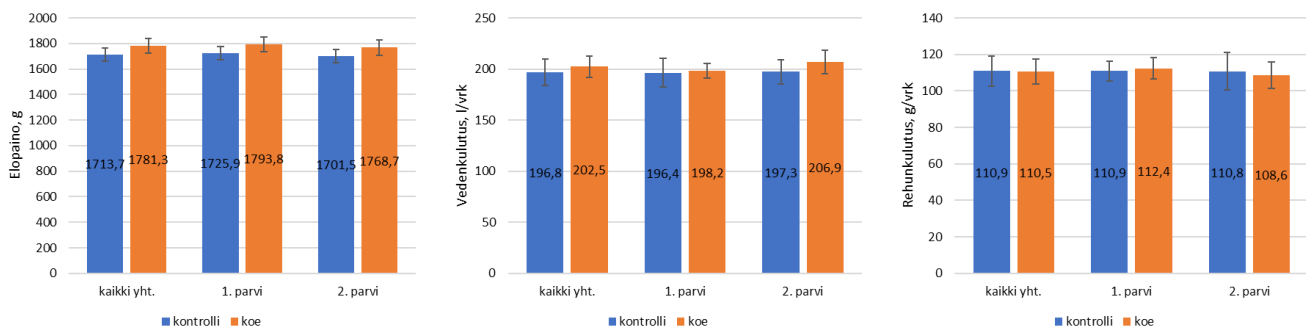


Kuva 5. Sonnan keskimääräinen kokonaistypen (N) ja -fosforin (P) määrä (g/kg ka) kahdessa osakokeessa erikseen ja yhdessä.

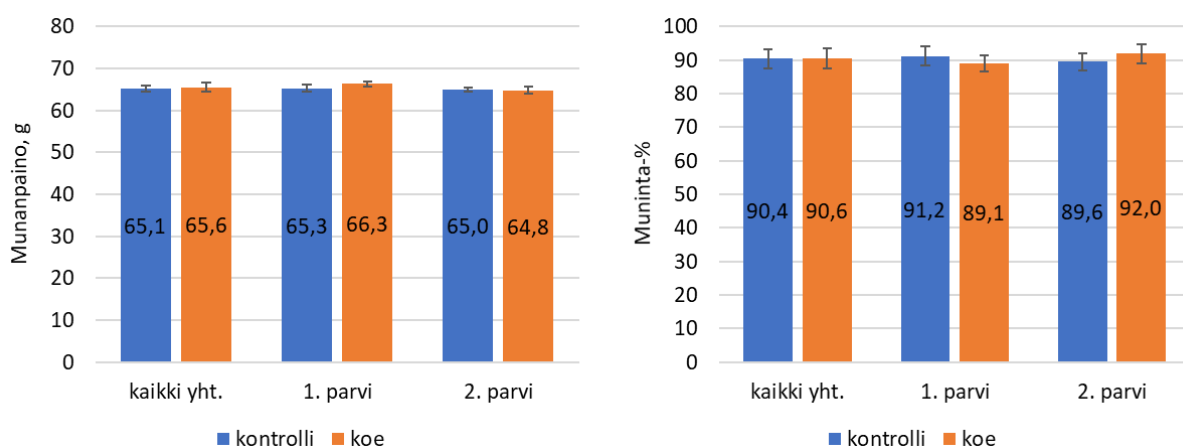
Rehujen muutokset pyrittiin toteuttamaan niin, että kanojen terveys, hyvinvointi ja tuotantotulokset sekä munan laatu eivät heikkene. Tämän varmistamiseksi kanojen kuolleisuutta ja painoa, rehun- ja vedenkulutusta sekä munien tuotantoa seurattiin kokeiden ajan. Tulokset koko ruokintakokeen osalta on esitetty taulukossa 17 ja parvet eriteltyinä kuvissa 6 ja 7.

Taulukko 17. Tuotantotuloksia kumppanuustilalta ruokintakokeen ajalta.

	Kontrollirehu	Koerehu	SE	p-arvo
Kuolleita, kpl	2,7	2,8	0,17	n.s.
Elopaino, g	1 714	1 781	14,7	<0,0001
Vedenkulutus, l	197	203	0,74	<0,0001
Rehunkulutus, g/vrk	111	110	0,53	n.s.
Munanpaino, g	65,1	65,6	0,04	<0,0001
Muninta-%	90,5	90,6	0,15	n.s.



Kuva 6. Kanojen elopaino (g) ja veden- ja rehunkulutus (l ja g/vrk). Osakokeet on esitetty erikseen ja yhdessä.



Kuva 7. Munien keskimääräinen paino (g) ja munintaprosentti (%). Osakokeet on esitetty erikseen ja yhdessä.

Lopputuotteen eli kananmunan laatua tutkittiin ruokintajaksojen aikana kahdesti. Molemmilla kerroilla kerättiin kahdeksasta häkistä 10 munaa kustakin (yhteensä 160 munaa). Munista määritettiin painon lisäksi ominaispaino, Haugh-luku, valkuais-, keltuais- ja kuoriprosentti, keltuaisen väri sekä kuoren paksuus. Määritysten tulokset koko ruokintakokeen osalta on esitetty taulukossa 18. Lisäksi munankuorten kivennäissisältö on esitetty taulukossa 19 (n=4).

Taulukko 18. Kananmunan laatu ruokintakokeissa.

	Kontrollirehu	Koerehu	SE	p-arvo
Munanpaino, g	64,9	65,6	0,19	<0,05
Ominaispaino	1,1	1,1	0,002	n.s.
Haugh-luku, HU	86,4	87,3	0,46	n.s.
Valkuais-%	66,2	65,9	0,15	n.s.
Keltuais-%	20,9	21,8	0,13	<0,0001
Kuori-%	13,0	12,2	0,07	<0,0001
Keltuaisen väri	9,6	9,5	0,09	n.s.
Kuoren paksuus, µm	391,7	381,0	1,21	<0,0001

Taulukko 19. Kananmunan kuorten analysoitu kivennäissisältö. Taulukoituna aritmeettiset keskiarvot sekä keskihajonnat.

	Kontrollirehu	Koerehu
Tuhka, g/kg ka	949,7(8,79)	957,2(2,19)
Ca, g/kg ka	359,3(2,95)	353,8(4,55)
P, mg/kg ka	909,0(57,7)	850,3(49,4)

4.2. Työpaketti 2 (TP2)

4.2.1. Tilatason typen ja fosforin erityslaskuri

Excel-pohjainen erityslaskuri toteutettiin jo aikaisemmin tuotetun tilakohtaisen ammoniakkipäästölaskurin rinnalle. Lisäksi päästölaskurin käyttöohje päivitettiin käsittämään myös erityslaskentaosuus.

Laskurissa käyttäjä antaa ensin tiedot tilalla käytössä olevien eläinpaikkojen lukumääristä ja eläinten lannankäsittelymenetelmistä (Kuva 8). Sen jälkeen siirrytään antamaan eläinten kasvu- ja ruokintatiedot (Kuva 9). Käyttäjä voi muuttaa oletuslähtötietoja vastaamaan tilannetta omalla tilallaan. Tietojen syöttämisen jälkeen voidaan siirtyä tarkastelemaan tilakohtaisia erityslaskennan tuloksia ja verrata niitä BAT-päätelmissä annettuihin erityksen raja-arvoihin (Kuva 10). Samalla sivulla nähdään myös tilakohtainen eritetyn typen ja fosforin kokonaismäärä.

Tämän jälkeiset vaiheet liittyvät yksinomaan ammoniakkipäästölaskentaan. Yksityiskohtaisempien eläin- ja lantatyypikohtaisten lannankäsittelytietojen syöttämisen jälkeen käyttäjä ohjataan päästölaskennan tulostussivulle, jossa on tietoa päästöjen tarkkailua varten ja myös muuta informaatiota päästöjen muodostumisesta ja tilalla käytössä olevien päästövähennysmenetelmien vaikutuksesta päästöihin.

Tilan nimi ja osoite
 Tilan nimi: Koetila
 Lähiosoite:
 Postinumero- ja postitoimipaikka:

Tietojen täyttäjän ja päivämäärä
 nimi:
 Päiväys:
 Tiedot koskevat vuotta: 2020

Eläinpaikkojen lukumäärätiedot

Siat	Eläinpaikkojen lukumäärä (kpl)	Emakoista ensikoita (kpl)
Tiineytettävät emakot	200	100
Tiineet emakot	200	100
Imettävät emakot	200	100
Lihasiat	2 000	
Vieroitetut porsaas	0	
Karjut	0	

Lannankäsittelytapa

	Lannankäsittelyjärjestelmä	% eläimistä
Tiineytettävät emakot	Lietelanta	100 %
Tiineet emakot	Lietelanta	100 %
Imettävät emakot	Lietelanta	100 %
Lihasiat	Lietelanta	100 %
Vieroitetut porsaas	Lietelanta	100 %
Karjut	Lietelanta	100 %

Sipikarja

Sipikarja	Eläinpaikkojen lukumäärä (kpl)	Kalkkunoista kukkoja (kpl)
Munintakanat	0	0
Munintakananuorikot	0	
Siitosbroilerit	0	
Tuotantobroilerit	0	
Tuotantokalkkunat	0	
Ankat	0	

Munintakanat

	Kuivikelanta	100 %
Munintakananuorikot	Kuivikelanta	100 %
Siitosbroilerit	Kuivikepohjalanta	100 %
Tuotantobroilerit	Kuivikepohjalanta	100 %
Tuotantokalkkunat	Kuivikepohjalanta	100 %
Ankat	Kuivikepohjalanta	100 %

Eteenpäin

Kuva 8. Tilakohtaisen erityis- ja ammoniakkipäästölaskurin aloitussivu. Sivulla ilmoitetaan eläinpaikkojen määrät tarkasteluvuonna ja eri eläinten lannankäsittelytavat.

Tilan nimi Koetila

Tallenna tilatiedoiksi Palauta tallennetut tilatiedot Palauta oletustiedot ERITYSTULOKSIIN

Palautettu 20.4.2021 klo 10.13.45

LIHASIAT
 Kasvuseriä/vuosi 3,7

Ruokintavaihe	Kasvatiedot	Alkupaino, kg	Loppupaino, kg	Energian tarve, MJ
	Ruokintapäivien lkm			
Lihasiika I	28	31	55	504
Lihasiika II	30	55	85	750
Lihasiika III	34	85	122	1 054
Lihasiika IV	0	0	0	0

Rehuseoksen koostumus

KA %	RV g/kg ka	P g/kg ka	MU NE/kg ka
87,8 %	182,2	5,5	10,9
87,8 %	176,5	5,1	10,8
87,8 %	165,2	4,9	10,8
0,0 %	0,0	0,0	0,0

Kuva 9. Kasvu- ja ruokintatietojen syöttö tilakohtaisessa erityislaskurissa. Esimerkkinä lihasiika.

Tilatie tiedot				
Tilän nimi	Koetila			
Lähiosoite				
Postinumero ja -toimipaikka				
Tiedot päivitetty				

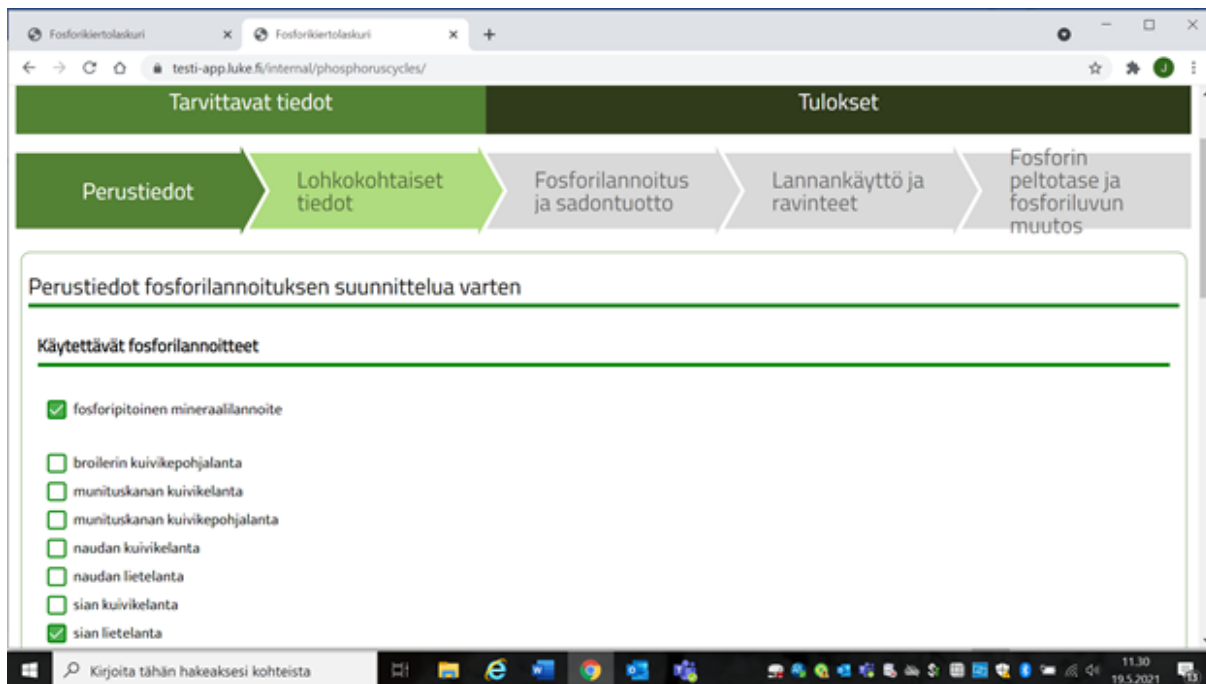
Typen ja fosforin erityslaskennan tulokset vuodelle 2020				
		Kokonaisfosfori, kg/ep/v	Kokonaisytyppi, kg/ep/v	Ammoniumtyppi, kg/v
Lihasiat	Laskennan tulos tilan tiedoilla	2,37	13,32	9,11
	Vertailuarvo (BAT-päätelmistä)	1,53 - 2,36	7 - 13	-
Emakot porsaineen	Laskennan tulos tilan tiedoilla	5,12	23,30	17,26
	Vertailuarvo (BAT-päätelmistä)	3,93 - 6,55	17 - 30	-

Ravinne-eritys yhteensä koko tilalla vuonna 2020				
		Kokonaisfosfori, kg/v	Kokonaisytyppi, kg/v	Ammoniumtyppi, kg/v
Erittyneiden ravinteiden määrät ilman hävikkejä yhteensä (kg/v)		7 805	40 627	28 578
Lihasiat		4 735	26 645	18 225
Emakot porsaineen		3 070	13 983	10 354

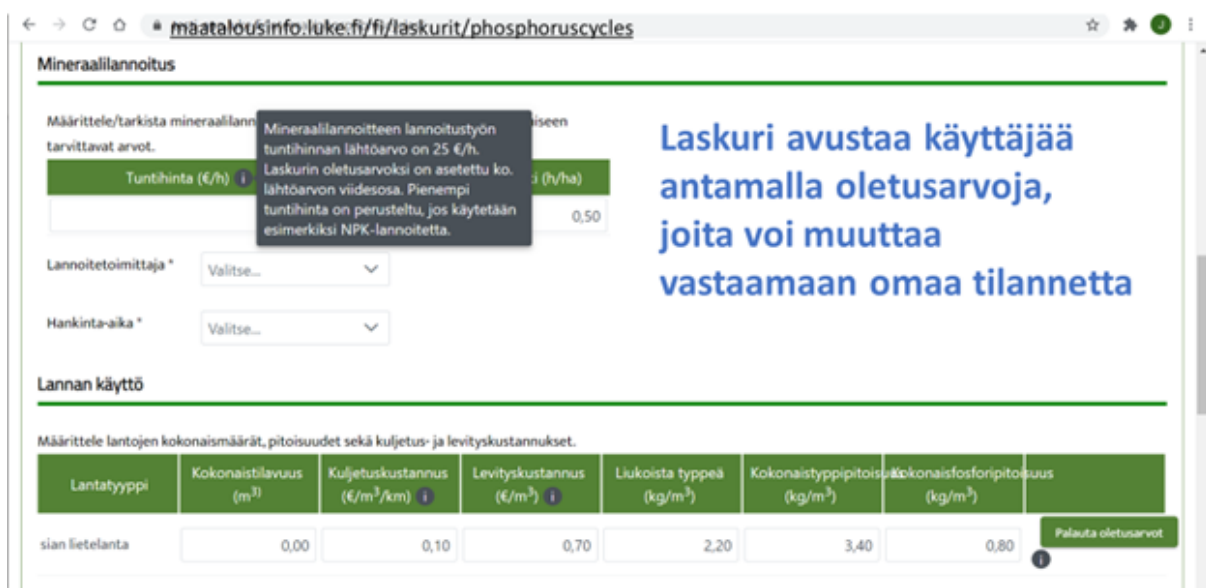
Kuva 10. Eritystietojen tulostussivu tilakohtaisessa erityslaskurissa. Esimerkkinä sikatila.

4.2.2. Tilatason fosforikiertolaskuri

Fosforikiertolaskuri on ohjelmoitu Luken palvelimelle, jossa se on käyttäjäpalautteen saamisen jälkeen ollut heinäkuusta 2021 lähtien vapaasti viljelijöiden ja neuvojen käytettävissä Maatalousinfo-verkkopalvelun kautta. Laskurin suomenkielisen version internetiosoite on <https://maatalousinfo.luke.fi/fi/laskurit/phosphoruscycles>. Ruotsinkielinen versio löytyy osoitteesta <https://maatalousinfo.luke.fi/sv/laskurit/phosphoruscycles>. Fosforikiertolaskurista on myös julkaistu erillinen käyttöohje (Turtola ym. 2021). Käyttäjä antaa aluksi laskurille perustietoja, kuten peltolohkoille suunniteltavat lannoittelajit ja viljelykasvit, ja voi muuttaa laskurissa valmiina olevia lannoitteiden ravinnepitoisuuksia, lannoituskustannuksia ja viljelykasvien tuotajahintoja tilannettaan vastaaviksi (Kuvat 11–14). Seuraavaksi käyttäjä antaa kullekin peltolohkelle tarvittavat tiedot lannoitussuunnitelman pohjaksi (Kuva 15).



Kuva 11. Fosforikiertolaskurin ensimmäisen sivun yläosan näkymä.



Kuva 12. Laskuri avustaa käyttäjää fosforilannoituksen kustannusten arvioinnissa.

maatalousinfo.luke.fi/fi/laskurit/phosphoruscycles

tarvittavat arvot.

Tuntihinta (€/h)	Lannoitustyön työnmenekki (h/ha)
5,00	0,50

Lannoitetoimittaja* Belor Agro Oy

Hankinta-aika* toukokuu 2021

Määrittele/tarkista ravinteiden hinnat.

Lannoitetoimittaja	Typhen hinta (€/kg)	Fosforin hinta (€/kg)	Kaliumin hinta (€/kg)
Belor Agro Oy	0,94	1,75	1,12

Laskuri kysyy saatavilla olevan lannan kokonaismäärän

Lannan ravinnepitoisuuksien oletusarvoja voi muuttaa vastaamaan omaa tilannetta

Lannan käyttö

Määrittele lantojen kokonaismäärät, pitoisuudet sekä kuljetus- ja levityskustannukset.

Lantatyyppe	Kokonaistilavuus (m ³)	Kuljetuskustannus (€/m ³ /km)	Levityskustannus (€/m ³)	Liukoista typpeä (kg/m ³)	Kokonaistyyppipitoisuus (kg/m ³)	Kokonaisfosforipitoisuus (kg/m ³)
sian lietelanta	5 000,00	0,10	0,70	2,20	3,40	0,80

Palauta oletusarvot

maatalousinfo.luke.fi/fi/laskurit/phosphoruscycles

Mineraalilannoitus

Määrittele/tarkista mineraalilannoitteella suoritettavan lannoitustyön laskemiseen tarvittavat arvot.

Tuntihinta (€/h)	Lannoitustyön työnmenekki (h/ha)
5,00	0,50

Lannoitetoimittaja* Valitse...

Hankinta-aika* Valitse...

Lannan kuljetus- ja levityskustannusten oletusarvoja voi muuttaa vastaamaan omaa tilannetta

Lannan käyttö

Määrittele lantojen kokonaismäärät, pitoisuudet sekä kuljetus- ja levityskustannukset.

Lantatyyppe	Kokonaistilavuus (m ³)	Kuljetuskustannus (€/m ³ /km)	Levityskustannus (€/m ³)	Liukoista typpeä (kg/m ³)	Kokonaistyyppipitoisuus (kg/m ³)	Kokonaisfosforipitoisuus (kg/m ³)
sian lietelanta	0,00	0,00	0,00	2,20	3,40	0,80

Kuljetuskustannuksen lähtöarvo on 0,41 €/m³/km. Laskurin oletusarvoksi on asetettu ko. lähtöarvon neljäsosa. Pienempi kuljetuskustannus on perusteltu, jos lannan muille ravinteille odotetaan lannoitusvastetta.

Palauta oletusarvot

Kuva 13. Käyttäjä antaa suunnitelmaan sisällytettävien lantojen kokonaismäärän ja ravinnepitoisuudet (yllä) ja lannan kuljetus- ja levityskustannukset (alla) omaa tilannettaan vastaavasti.

Sitoutuminen ympäristökorvukseen

Oletko sitoutunut maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään?*

En Kyllä

Käytätkö lantapölkkeistä?*

En Kyllä

Ympäristökorvaus/ Ei ympäristökorvausta

Viljelykasvien tuottajahinnat

Määrittele/tarkista tuottajahinnat tarkasteleville kasveille.

Kasvi	Tuottajahinta (€/t)
heme	210
härkäpapu	230
kaura	150
levätrypsi	400
levättrypsi	400
levävehnä	180
ohra	160
säilörehunurmi	120

Viljelykasvien tuottajahinnan arviointi vastaamaan omaa tilannetta

Seuraava >

Kuva 14. Fosforikiertolaskurin ensimmäisen sivun alaosan näkymä, johon käyttäjä antaa tiedot sitoutumisesta ympäristökorvukseen (ei/kyllä) ja viljelemiensä kasvien tuottajahinnat.

Tarvittavat tiedot Tulokset

Perustiedot ✓ Lohkoikohtaiset tiedot Fosforilannoitus ja sadontuotto ✓ Lannankäyttö ja ravinteet Fosforin peltotase ja fosforiluvun muutos

Lohkoille annetaan pinta-alat ja viljelytiedot

Peltolohkojen tiedot fosforilannoituksen suunnittelua varten

Lohkon nimi *	Pinta-ala (ha) *	Maalaji *	Kasvi *	Tyypillinen satotaso (kg/ha) *	P-luku (mg/l) *	Mullaus *	Aikaisemmin käytetty fosforilannoitus (kg/ha) *	Tullaan käyttämään lantaa	Kuljetusmäärä (t) *	Suunniteltu typpilannoitus, lukuista tyypin (kg/ha) *	Valitse poistettu lohko
Lohko 1	20,00	Savimaa	ohra	4 500	10,0	multava	15	<input checked="" type="checkbox"/>	100	90	<input type="checkbox"/>
Lohko 2	30,00	Karkea kivennäismaa...	heme	3 500	10,0	multava	15	<input checked="" type="checkbox"/>	200	40	<input type="checkbox"/>
Lohko 3	10,00	Karkea kivennäismaa...	härkäpapu	3 500	10,0	multava	15	<input checked="" type="checkbox"/>	300	40	<input type="checkbox"/>
Lohko 4	20,00	Multamaa	kaura	5 000	10,0	multamaa	15	<input checked="" type="checkbox"/>	400	60	<input type="checkbox"/>
Lohko 5	10,00	Turvemaa pil. rakkaita...	kaura	5 000	10,0	turvemaa	15	<input checked="" type="checkbox"/>	1 000	60	<input type="checkbox"/>

Lisää 4 peltolohkoa

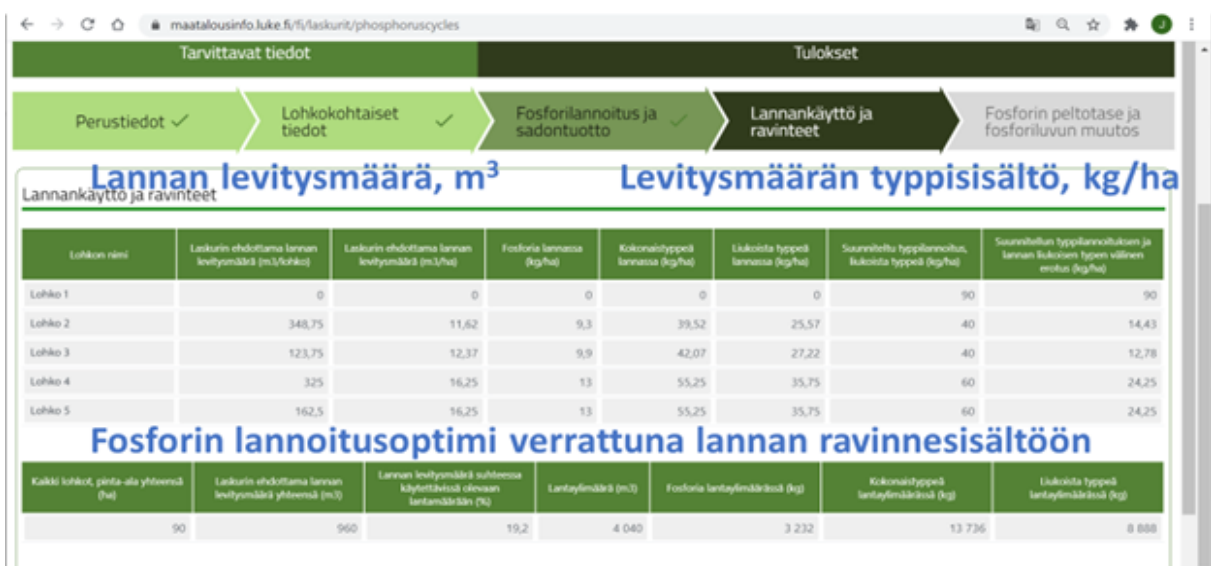
Kuva 15. Fosforikiertolaskurin toisen sivun näkymä, johon käyttäjä on täyttänyt viiden peltolohkon tiedot fosforilannoituksen suunnittelua varten.

Seuraavaksi esitetään laskurin tulossivujen näkymät (Kuvat 16–18) liittyen edeltävissä kuvissa annettuihin lohkotietoihin.

Käyttäjä on antanut tarkasteltavaksi lannaksi sian lietalannan ja asettanut lannan kuljetuskustannukselle arvon 0,1 €/m³/km ja levitykselle 0,7 €/m³. Esimerkissä maatila kuuluu maatalouden ympäristökorvausjärjestelmään, mutta ei käytä lantapoikkeusta. Tuotteiden tuottajahinnat ovat kuvan 14 mukaiset.



Kuva 16. Fosforikiertolaskurin tuottama arvio annettujen tietojen perusteella lohkojen taloudellisesti optimaalisesta fosforilannoituksesta sian lietalannalla. Mineraalilannoitus ei ole kannattavaa. Laskuri arvioi fosforilannoituksella saavutettavan sadonlisän ja lisätulon.



Kuva 17. Laskurin yhteenveto lohkojen fosforilannoituksesta sian lietalannalla. Oikealla vertailu suunnitellun liukoisen tyypin levityksen ja lannasta saatavan liukoisen tyypin välillä.



Kuva 18. Fosforikiertolaskurin arvio peltolohkojen viljavuusfosforipitoisuuden kehityksestä optimilannoituksen seurauksena 5 ja 10 vuoden aikana. Lopuksi tulokset voi tallentaa myöhempiä käyttöä varten Excel-tiedostoksi.

4.3. Työpaketti 3 (TP3)

Taulukossa 20 on yhteenveto hankkeen ja sen tuloksien esittelystä eri foorumeilla.

Taulukko 20. Hankkeen ja sen tulosten esittelypäivät ja foorumit 8/2021 mennessä. Painopiste on ollut työpaketin 1 tulosten esityksessä.

Osapuoli	Päivämäärä	Paikka	Tilaisuus	Julkistus	Tekijät	Otsikko
Luke	13.6.2018	Jokioinen	Posteri aulatilaa hankkeen ajaksi	A3 poster	Liisa Keto	SiFos – fosforin ja typenerityksen vähentämiseen tähtäävä hanke (1.12.2017-30.11.2019)
Luke	10.12.2018	Seinäjäki	Ravinteiden kierrätyksen kärkihankekierue	A0 poster	Liisa Keto	Sika- ja siipikarjatilat – lantafosforin ja –typen optimointi tilatasolla
Luke	31.1.2019	KMVet-lehti	Toimittajan tekemä haastattelu	haastattelu	toimittaja	Fosfori- ja tyypipäästöt kuriin täsmäruokinnalla KMMVET 1/2019 s. 54
Luke	25.1.2019	Risteilylaiva	Siipikarjaliiton kanaristeily	suullinen esitys	Sari Luostarinen	Siipikarjatilannankäsittely
Luke	4.4.2019	Loimaa	Siipikarjaliiton vuosikokous	suullinen esitys	Petra Tuunainen	Rehun kokonaisfosforin vähentäminen ja fytaasitason nostaminen munivilla kanoilla
Luke	4.4.2019	Loimaa	Siipikarjaliiton vuosikokous	suullinen esitys	Liisa Keto	Hyvä paha kumppanuustilatutkimus - tiedettä tilaolosuhteissa
Luke	3.7.2019	Oripää	Okra maatalousnäyttely	suullinen esitys	Liisa Keto	Fosfoririski erityisesti sikatiloilla
Luke	8.-9.1.2020	Helsinki	Maataloustieteen Päivät	poster	Petra Tuunainen	Rehun kokonaisfosforin vähentäminen ja fytaasitason nostaminen (ns. super-dosing) munivilla kanoilla
Luke	8.-9.1.2020	Helsinki	Maataloustieteen Päivät	poster	Liisa Keto	Emakoiden fosforinerityksen vähentäminen rehun fosforipitoisuutta alentamalla
Luke	8.-9.1.2020	Helsinki	Maataloustieteen Päivät	suullinen esitys	Liisa Keto	Kotieläintila sopii tutkimuksen toteutuspaikaksi vain osittain
Luke	kesä.20	Siipikarjalehti	Tutkimusraportti	kirjoitus tuloksista	Petra Tuunainen	Fosforin vähentäminen rehussa heikensi munia
Luke, Syke	11.6.2020	Online	SiFos-webinaari	suullinen esitys	Liisa Keto, Gabriel Viana, Petra Tuunainen, Juha Grönroos	SiFos-webinaari 11.6. klo 12.00–13.30
Luke	1.12.2020	Online ja printti Atria Tuottajat-lehti	Lehtikirjoitus	kirjoitus tuloksista	Gabriel Da Silva Viana, Heidi Högel, Liisa Keto	Sikojen fosforinerityksen vähentäminen mahdollista
Luke, Syke	22.3.2021	Online	Fosforiwebinaari, siipikarjateema	suullinen esitys 1 kpl	Liisa Keto, Sari Luostarinen, Petra Tuunainen, Juha Grönroos, Sini Perttilä	Webinaari: SiFos, ERITYS, FoSiKana siipikarjateema
Luke, Syke	23.3.2021	Online	Fosforiwebinaari, sikateema	suullinen esitys 3 kpl	Liisa Keto, Sari Luostarinen, Sini Perttilä, Juha Grönroos, Gabriel Viana, Heidi Högel	Webinaari: SiFos, ERITYS, FoSiKana sikateema

5. Johtopäätökset

Tässä hankkeessa todennettiin eläinten kasvatuksen vaiheissa eri aikapisteissä tehtyihin näytteenottoihin perustuen, että emakoiden ja lihasikojen fosforineritystä lantaan oli mahdollista alentaa rehun kokonaisfosforipitoisuutta alentamalla. Pääosa lantaan päätyvästä fosforista erittyy sonnan mukana, virtsaan erittyy fosforia hyvin vähän. Emakoiden kohdalla fosforineritystä voitiin alentaa prosentuaalisesti reilummin kuin lihasikojen kohdalla. Tuotantotulosten (emakot ja lihasiat) ja erityisesti vielä koejakson päätyttyä jatkuneen emakoiden seurannan perusteella rehujen fosforipitoisuuden alenemat eivät heikentäneet emakoiden tai lihasikojen tuotantotuloja. Munantuotantokanoilla lantaan erittyneen fosforin pitoisuusmuutokset seurailivat rehun fosforipitoisuuksien muutoksia, mutta selkeää fosforinerityksen alenemista ei voitu tässä hankkeessa todentaa. Munan laatu osin pysyi samana ja osin heikkeni, kun rehun fosforipitoisuutta muutettiin.

Hankkeessa tuotettiin tilakohtainen typen ja fosforin erityslaskuri, jonka odotetaan olevan sika- ja siipikarjatilaille avuksi tilan ravinnepäästöjen hallinnassa ja niiden dokumentoimisessa.

Hankkeessa kehitettiin myös fosforikiertolaskuri, jonka odotetaan auttavan maatiloja lannan fosforin hyödyntämisessä lannoitukseen sekä fosforilannoituksen kustannustehokkuuden ja tilan näkökulmasta parhaiden fosforilähteiden käyttämisessä peltolohkojen kasvien tarpeen mukaiseen fosforilannoitukseen.

Hankkeen aikana kehitettiin edelleen Lukessa pilotoitua kumppanuustilatutkimusmallia. Malli on todettu hyväksi kontrolloitujen maatilatason kokeilujen toteuttamisessa ja elinkeinon kehittämisessä maatilatasolla. Jatkossa kumppanuustilatutkimusmallin toivotaan olevan yksi työkalu tutkimuksen konseptissa, jossa riskialtteimmat kokeilut tehdään hallitusti pienillä eläinmäärillä elintarvikeketjun ulkopuolella ja vasta näiden kokeilujen perusteella tehdään maatilamittakaavan kokeilut kaupallisen tuotannon tiloilla.

6. Esitykset jatkotoimenpiteiksi

Hankkeen aikana todettiin, että Suomessa sikojen ja siipikarjan rehujen raaka-aineiden kivennäispitoisuuksien tiedot olisi syytä päivittää valtakunnallisesti, ei vain yksittäisten toimijoiden tekemänä omaan käyttöön. Tähän tarpeeseen suunniteltiin hanke, joka alkoi Maatilatalouden kehittämisrahaston myöntämän rahoituksen turvin 2021.

Lisäksi hankkeen aikana todettiin, että EU-tukien ympäristökorvausjärjestelmässä maatilojen motivointikeinot voisivat olla monipuolisemmat erityisesti sika- ja siipikarjatilojen kohdalla niin, että eläinten fosforinerityksen vähentämistäkin tuettaisiin. Nykyinen keinovalikoima on lähinnä eläimistä jo eritetyn lannan ja sen ravinteiden prosessointiin tai maaperään sitomiseen liittyviä keinoja.

7. Kirjallisuus

- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU, Komission täytäntöönpanopäätös (EU) 2017/302. Euroopan unionin virallinen lehti, L 43: 231–279.
- Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen. Viljelijäopas. Maa- ja metsätalousministeriö. 2020.
- Saarela, I., Salo, Y. & Vuorinen, M. 2006a. Effects of repeated phosphorus fertilization on field crops in Finland 1. Yield responses on clay and loam soils in relation to soil test P values. *Agricultural and Food Science* 15(2): 106–123. <https://doi.org/10.2137/145960606778644548>
- Saarela, I., Huhta, H. & Virkajärvi, P. 2006b. Effects of repeated phosphorus fertilization on field crops in Finland 2. Sufficient phosphorus application rates on silty and sandy soils. *Agricultural and Food Science* 15(4): 423–443. <https://doi.org/10.2137/145960606780061489>
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Alueittainen lihantuotanto [verkkajulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus [viitattu: 14.9.2020]. Saatavilla: <http://www.stat.fi/til/allidt/index.html>
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Luonnonvarakeskus, Kotieläinten lukumäärä [verkkajulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus [viitattu: 14.9.2020]. Saatavilla: <https://www.stat.fi/til/klm/index.html>
- SYKE 2017. Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. Viitattu 2.6.2017.
- Turtola, E., Uusitalo, R., Miettinen, A., Lemola, R., Mäntylä, V. & Maharjan, A. 2021. Fosforikierroksen käyttöohje. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 57/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 16 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-257-5>
- Uusitalo, R., Hyväluoma, J., Valkama, E., Ketoja, E., Vaahtoranta, A., Virkajärvi, P., Grönroos, J., Lemola, R., Ylivainio, K., Rasa, K. & Turtola, E. 2016. A simple dynamic model of soil test phosphorus responses to phosphorus balances. *Journal of Environmental Quality* 45(3): 977–983. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.09.0463>
- Valkama, E., Uusitalo, R. & Turtola, E. 2011. Yield response models to phosphorus application: a research synthesis of Finnish field trials to optimize fertilizer P use of cereals. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 91(1): 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10705-011-9434-4>
- Valkama, E., Virkajärvi, P., Uusitalo, R., Ylivainio, K. & Turtola, E. 2016. Meta-analysis of grass ley response to phosphorus fertilization in Finland. *Grass and Forage Science* 71(1): 36–53. <https://doi.org/10.1111/gfs.12156>
- Ylivainio, K., Jermakka, J., Wikberg, H. & Turtola, E. 2019. Lämpökemiallisen käsittelyn vaikutus jätevesilietefosforin lannoitusarvoon. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 2/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 67 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-698-8>



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000