



Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 46/2017

Turkiseläinten lannan määrä ja ominaisuudet

Tilaseurannan ja lantalaskennan tulokset

Sari Luostarinen, Sini Perttilä, Jouni Nousiainen,
Maarit Hellstedt, Erkki Joki-Tokola, Juha Grönroos

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2017

Turkiseläinten lannan määrä ja ominaisuudet

Tilaseurannan ja lantalaskennan tulokset

Sari Luostarinen, Sini Perttilä, Jouni Nousiainen,
Maarit Hellstedt, Erkki Joki-Tokola, Juha Grönroos



Luostarinen, S., Perttilä, S., Nousiainen, J., Hellstedt, M., Joki-Tokola, E., Grönroos, J. 2017. Turkiseläinten lannan määrä ja ominaisuudet : Tilaseurannan ja lantalaskennan tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2017. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 30 s.

ISBN: 978-952-326-438-0 (Painettu)

ISBN: 978-952-326-439-7 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-439-7>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Sari Luostarinen, Sini Perttilä, Jouni Nousiainen, Maarit Hellstedt, Erkki Joki-Tokola, Juha Grönroos

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2016

Julkaisuvuosi: 2017

Kannen kuva: Sari Luostarinen, Luke

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Esipuhe

Sari Luostarinen¹⁾, Sini Perttilä²⁾, Jouni Nousiainen³⁾, Maarit Hellstedt⁴⁾, Erkki Joki-Tokola⁵⁾, Juha Grönroos⁶⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Vuorimiehentie 2, 02150 Espoo

²⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Koetilantie 5, 00790 Helsinki

³⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Humppilantie 14, 31600 Jokioinen

⁴⁾ Luonnonvarakeskus (Luke), Kampusranta 9 C, 60320 Seinäjoki

⁵⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki

⁶⁾Suomen ympäristökeskus SYKE, Mechelininkatu 34a, Helsinki

Turkiseläinten lanta on fosforirikasta kuivikelantaa. Sen hyödyntämisen merkittävimpiä haasteita on turkistuotannon sijoittuminen maantieteellisesti alueelle, jolla on runsaasti muutakin kotieläintuotantoa. Ravinteiden runsas tarjonta vaikeuttaa merkittävästi turkislannan käyttöä alueen kasviviljelyn lannoitteena. Lanta tulisi kuitenkin pystyä hyödyntämään nykyistä kustannustehokkaammin. Tieto turkiseläinten tuottaman lannan määrästä ja koostumuksesta on vanhentunutta, mikä osaltaan vaikeuttaa lannan täysimääräistä hyödyntämistä. Turkiseläinten lannan tehokkaampi hyödyntäminen edellyttää nykyistä tarkempaa tietoa eläinten tuottamasta lannan määrästä ja koostumuksesta.

Tässä raportissa esitellään turkiseläinten lannan määrän ja laadun selvityksen tulokset. Lantatietoa on tuotettu kahdella tapaa:

- Seuraamalla vuodenkierron ajan lannan kertymistä varjotalojen alle yhdellä kettu- ja yhdellä minkkitilalla, sekä
- Laskennallisesti massataseena turkiseläinten ruokinnasta ja erityisesti lannan keräämiseen varjotalojen alta ja varastointiin.

Laskennallinen menetelmä on osa Suomen normilanta -järjestelmää (Luostarinen ym. 2017a, b).

Tekijät haluavat kiittää turkiselinkeinoa tiivistä yhteistyöstä sekä tilaseurannan järjestelyissä että laskennan lähtötietojen keruussa. Erityisesti kiitämme Suomen turkiseläinten kasvattajain liitto ry:ta ja Hannu Kärjää ja Jussi Peuraa. Lisäksi kiitämme Luova Oy:ta ja Eeva Ojalaa kettujen seurannan toimista ja minkkejä kasvattavaa Rainer Sjöholmia minkkien seurannan mahdollistamisesta.

Selvityksen rahoittivat yhteisesti ympäristöministeriö ja maa- ja metsätalousministeriö.

Asiasanat: erityis, kuivikelanta, lannankäsittely, normilanta, turkiseläinten lanta.

Sisällys

1. Tausta	5
2. Tilaseuranta	7
2.1. Tilaseurannan turkistilat	7
2.2. Tilaseurannan järjestelyt.....	7
3. Laskennalliset lantatiedot	10
3.1. Erityslaskenta	10
3.1.1. Annetut ravintoaineet.....	11
3.1.2. Rehun kuiva-aineen, orgaanisen aineen, raakavalkuaisen ja fosforin sulavuuden laskenta ..	12
3.1.3. Typen ja fosforin pidättyminen.....	13
3.1.4. Typen ja fosforin erityis sonnassa ja virtsassa ja ulosteiden määrä.....	14
3.2. Normilantalaskenta.....	15
4. Tulokset	17
4.1. Tilaseuranta	17
4.1.1. Siniketut	17
4.1.2. Minkit	21
4.2. Laskennallinen lanta	23
4.2.1. Erityslaskenta	23
4.2.2. Normilantalaskenta.....	24
4.2.3. Vertailu tilaseurannan ja laskennan välillä.....	26
5. Johtopäätökset.....	28
Viitteet.....	30

1. Tausta

Turkistarhoilla lannan varastointitilan vähimmäisvaatimuksena on 0,5 m³/siitoskettunaaras ja 0,25 m³/siitosminkkinaaras Valtioneuvoston asetuksessa eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta (1250/2014¹, tästedes nitraattiasetus). Luvut sisältävät ilmeisesti siitosemon ja sen pentujen lantamäärän. Täsmällistä tietoa tästä ei kuitenkaan ole. Varastotilan tarvetta pidetään kokemuseräisesti tarpeettoman suurena.

Turkiseläinten lantatilavuusvaatimuksia ei päivitetty keväällä 2014 samassa yhteydessä muiden tuotantoeläinten lantatilavuuksien kanssa (Nitraattiasetuksen liite 1, 1250/2014). Laskelmat tehneiden Luonnonvarakeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen arvion mukaan laskenta oli syytä rakentaa kokonaan uudelleen eikä sitä tuolloin pystytty toteuttamaan. Voimaan jääneiden tilavuusvaatimusten perusteet ovat kuitenkin vanhentuneet, koska mm. turkiseläinten ruokinta, pentuekoko ja eläinten koko ovat vuosien kuluessa muuttuneet.

Lantamäärän arviointi siitoeläintä kohti on epätasällinen yksikkö pentuekoon vaihdellessa turkistiloilla vuosittain. Täsmällisempi yksikkö voisi mahdollisesti olla lantamäärä tuotettua nahkaa kohti, ts. lannan määrä, jonka kasvava pentu (tuotantoeläin) tuottaa aikavälillä syntymästään nahkontaan ja johon lisätään laskennalliset osuudet siitosnaaraan ja -uroksen tuottamasta lannasta. Toki myös tuotettujen nahkojen määrä per tila vaihtelee vuosittain. Molempia yksikköjä varten tarvitaan kuitenkin eritelty tieto tuotanto- ja siitoseläinten lannan määrästä. Kaikkiaan lantamäärä olisi järkevää ilmoittaa tilavuuden lisäksi painona, sillä lannan tilavuuspaino vaihtelee voimakkaasti ja vaikuttaa täten esitettyyn lannan tilavuuteen.

Turkiseläinten lannan keskimääräisestä koostumuksesta käytössä oleva tilastotieto on niukkaa ja epävarmaa. Nitraattiasetuksessa (liite 2, 1250/2014) on esitetty taulukkoarvot ketun ja minkin lannoille perustuen yhden kaupallisen laboratorion analysoimien lantanäytteiden tuloksiin vuosilta 2005–2014. Taulukkoarvoissa ketunlannan kokonaisfosforin pitoisuus on keskimäärin 12,7 kg/m³, kokonaistypen 6,5 kg/m³ ja liukoisen typen 1,4 kg/m³. Minkinlannalle vastaavat luvut ovat 12,1, 5,2 ja 0,9 kg/m³. Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:n vuosien 2005–2009 lanta-analyysien tulosaineiston² mukaan keskimääräinen turkiseläinten lanta sisältää 10,4 kg/m³ kokonaisfosforia, 7,4 kg/m³ kokonaistyppeä ja 1,9 kg/m³ liukoista typpeä. Lannan kuiva-ainepitoisuus on tässä aineistossa keskimäärin 38,5 % ja tilavuuspaino 714 kg/m³.

On kuitenkin epäselvää, missä vaiheessa turkiseläinten lannan käsittelyketjua analysoidut lantanäytteet on otettu. Tieto olisi välttämätön täsmällisempien keskiarvojen tekemiseksi. Turkiseläinten lannan nykyisessä käsittelyketjussa eri toimien vaikutukset lannan lopulliseen koostumukseen ovat suuret. Mikäli em. analyysituloksissa on mukana kompostoitua ja/tai varastoitua lantaa, se laskee tulosten typpipitoisuutta. Tällöin fosforin osuus lannan ravinteista nousee. Mikäli näytteet taas on otettu varjotalon alta jo lannanpoiston yhteydessä ennen sen jatkokäsittelyä, lannassa pitäisi olla typpeä runsaammin kuin kompostoinnin tai varastoinnin jälkeen. Sama koskee lantojen kuiva-aineen ja orgaanisen aineen pitoisuuksia. Kompostointi haihduttaa lannasta typen ohella vettä ja vähentää lannan orgaanisen aineen määrää. Toisaalta lannan varastointi kattamattomassa varastossa laskee lannan kuiva-ainepitoisuutta sade- ja sulamisvesien kastelemana.

Päätöksenteon ja lannan hyödyntämisen ohjaamisen lisäksi lannan ominaisuuksien tietoa tarvitaan nykyistä täsmällisemmin mm. lannan prosessoinnin edistämisen tukena. Laskelmien tulisi perustua syntypaikoillaan muodostuvan lannan määrään ja ominaisuuksiin. Toisaalta lannan lannoituskäytön suunnittelussa tarvitaan tietoa lannasta varastoinnin (tai prosessoinnin) jälkeen. Tieto on erityisen olennainen turkiseläinten lannan prosessoinnille, sillä lannan ravinteita pitäisi saada kuljetettua alueen ravinneylijäämän vuoksi syntypaikaltaan muualle hyödynnettäväksi.

¹ <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141250>

² <http://viljavuuspalvelu.fi/fi/tilastot>

Tämä raportti on laadittu yhteistyössä tutkimuksen, turkiselinkeinon ja alan hallinnon kanssa tavoitteena täsmentää turkistuotannosta syntyvän lannan määrä ja koostumus. Tieto luo pohjan lannan nykyistä tehokkaammalle hyväksikäytölle. Lantamäärän ja sen koostumuksen arvioinnissa on käytetty vastaavia laskentamenetelmiä kuin muillakin kotieläimillä, ts. näytteenoton ja laskennallisten menetelmien yhdistelmää.

Tässä raportissa esitettävät tulokset ovat käytettävissä päätöksenteossa, tutkimuksessa, turkistuotannon käytännön toimitissa sekä turkiseläinten lannan hyödyntämisen kehittämisessä. Tulosten avulla voidaan päivittää turkiseläinten lantaan liittyvät lukuarvot lainsäädännössä, ml. lantalatilavuu-det Nitraattiasetuksessa (1250/2014) ja eläinyksikkökertoimet Ympäristösuojeluasetuksessa eläin-suojista (449/2015). Selvityksen rahoittivat ympäristöministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä Suomen turkiseläinten kasvattajain liitto STKL ry.

2. Tilaseuranta

Turkiseläinten lantamäärää mitattiin ja sen laatua seurattiin yhdellä sinikettuilla ja yhdellä minkkejä kasvattavalla turkistilalla.

2.1. Tilaseurannan turkistilat

Sinikettujen seuranta toteutettiin Luova Oy:n tutkimustilalla Kannuksessa. Luova Oy on 1.1.2009 toimintansa aloittanut luonnonvara-alalla toimiva yksityinen osakeyhtiö, jonka osakkaita ovat Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry, Luonnonvarakeskus Luke, Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä ja MTK Keski-Pohjanmaa ry. Luova Oy tuottaa turkiseläinkehityksen tutkimus-, tuotekehitys- ja käytännön koulutuspalveluja. Tutkimustilalla on valmiudet toteuttaa eri turkiseläimillä tehtäviä tutkimuksia eläinten hyvinvointiin, terveyteen ja ravitsemukseen liittyen aina rehun- ja raaka-aineiden sulavuuden mittaamisesta alkaen. Luovalla on minkkihallin lisäksi 7 kettuarjotaloa, joissa on tilaa syksyn kasvatuskaudella n. 1000 eläimelle. Kettujen seuranta toteutettiin näissä varjotaloissa. Tutkimustilan toimet vastasivat tavanomaista kettujen kasvatusta sekä ruokinnassa että lannankäsittelyssä seurannan ajan.

Minkkien seuranta toteutettiin Rainer Sjöholmin turkistilalla. Tilan varjotalot on rakennettu vuosina 2011-2013 ja vastaavat uusinta tuotantotapaa. Tilalla oli vuonna 2016 seuranta-aikaan 3500 siitosnaarasta. Tilan ruokinnan ja lannankäsittelyn toimet vastasivat tavanomaista minkkien kasvatusta.

2.2. Tilaseurannan järjestelyt

Turkistuotannossa käytettävistä eläinlajeista lannantuotannon määrän ja koostumuksen tilaseurantaan valittiin kaksi yleisintä eläinlajia, sinikettu ja minkki. Ne vastaavat suurimmasta osasta turkistuotannossa muodostuvasta lannasta. Seurannassa keskityttiin kasvavien eläinten seurantaan, koska kasvavat eläimet tuottavat selvästi suurimman osan lannasta. Seurannassa olivat mukana myös siitosnaaraat penikoinista vieroitukseen ja ketuilla lisäksi myös nahkontakauden päättymisestä seuraavaan siemennykseen. Siitosuroksia ei seurattu kummallakaan tilalla. Niiden merkitys lannantuotannossa on ketuilla vähäinen, minkeillä hieman merkittävämpi. Seurannassa olleet eläimet kasvatettiin varjotaloissa.

Vuodenkierron seuranta toteutettiin jakamalla kasvatuskausi kolmeen osaan eli seurantajaksoon. Kettujen seurannassa toteutettiin kaikki seuraavat kolme vaihetta ja minkeillä kaksi ensimmäistä:

1. Siitosnaaraat parituksesta/siemennyksestä pentujen vieroitukseen (maalis-heinäkuu)
2. Tuotantoeläimet vieroituksesta nahkontaan (heinä-marraskuu)
3. Siitosnaaraat nahkonnasta paritukseen/siemennykseen (joulumaaliskuu)

Lannan määrä mitattiin häkkien alta punnitsemalla sinne kertynyt lanta jaksojen päätteeksi. Seurantayksikkö oli häkkisarja (ts. kaksi häkkiä), joita seurantaan valittiin tilaa ja eläinlajeja kohti satunnaisesti kymmenen kappaletta. Ennen seurannan aloittamista häkkisarjojen alle levitettiin suodatinkangas, jolla erotettiin muodostuva lanta pohjahiekasta ja joka mahdollisti lannan keräämisen tarkasti (Kuva 1). Ketuilla punnitusta tehtiin kolme kertaa kymmenessä häkkisarjassa (60 kpl) ja minkeillä vastaavasti kaksi kertaa kymmenessä häkkisarjassa (40 kpl).

Ensimmäinen lannan määrän ja tilavuuspainon mittaus tehtiin minkkitilalla 12.7.2016 ja kettutilalla 14.7.2016, toiset mittaukset vastaavasti 24.11.2016 ja 22.11.2016 sekä kolmas (vain kettutilalla) 8.5.2017. Lannan tilavuuspaino määritettiin molemmilla tarhoilla yhden häkkisarjan lannasta. Määrittäminen toistettiin viisi kertaa.



Kuva 1. Häkkisarjan alle levitettiin ennen seurantajakson aloitusta suodatinkangas (vas.), joka erotti lannan ja kuivikkeet pohjahiekasta. Suodatinkankaan ansiosta lanta pystyttiin keräämään mittaukseen tarkasti (oik.; Kuvat Maarit Hellstedt, Luke)

Lannoista otettiin punnituksen yhteydessä osanäytteistä koostuva, edustava analyysinäyte, josta määritettiin kokonaistyyppi, liukoinen tyyppi, kalium, fosfori ja kuiva-aine. Lanta-analyysejä teki Suomen ympäristöpalvelu Ahma (Oulu). Ensimmäisen seurantajakson aikana häkkien alle kertynyt lanta palautettiin sen määrän ja tilavuuspainon mittauksen jälkeen takaisin häkkien alle, mutta 2. ja 3. jakson mittauksessa lanta siirrettiin välivarastoon. Ensimmäisellä mittausjaksolla minkeiltä mitattiin erikseen häkkien alle pesistä pudonneet kuivikkeet ja häkkien reuna-alueen alle kerääntynyt lanta (Kuva 2). Toisella mittauskerralla lantamäärä mitattiin kuivikkeen ja sonnan seoksena. Ketuilla sonta ja kuivikkeet sekoittuvat jo häkkirivien alla (Kuva 2), joten niillä erottelua ei ollut mahdollista tehdä.



Kuva 2. Minkkihäkkien alla lanta oli tippunut varjotalon alle levitetyn kuivikkeen päälle. Lisäksi minkit tiputtivat pesäkuivikkeita ikään kuin toiseksi kuivikeriviksi (vas.). Ensimmäisellä mittauskerralla niiden määrä oli mahdollista mitata erikseen. Ketuilla lanta oli yhtenä seoksena (oik.; kuvat: Maarit Hellstedt /Luke).

Kolmatta mittausjaksoa ei minkeiltä saatu, koska informaatiokatkoksen takia varjotalo, jossa seuratut häkkisarjat olivat, oli jätetty kokonaan tyhjäksi. Ketuilla kolmannella mittausjaksolla lantaa oli erittäin vähän kuivikkeiden päällä (Kuva 3). Mittauksessa havaittiin myös, että lanta oli varjotalon aurinkoisella puolella selvästi kuivempaa ja kevyempää kuin varjon puolella.

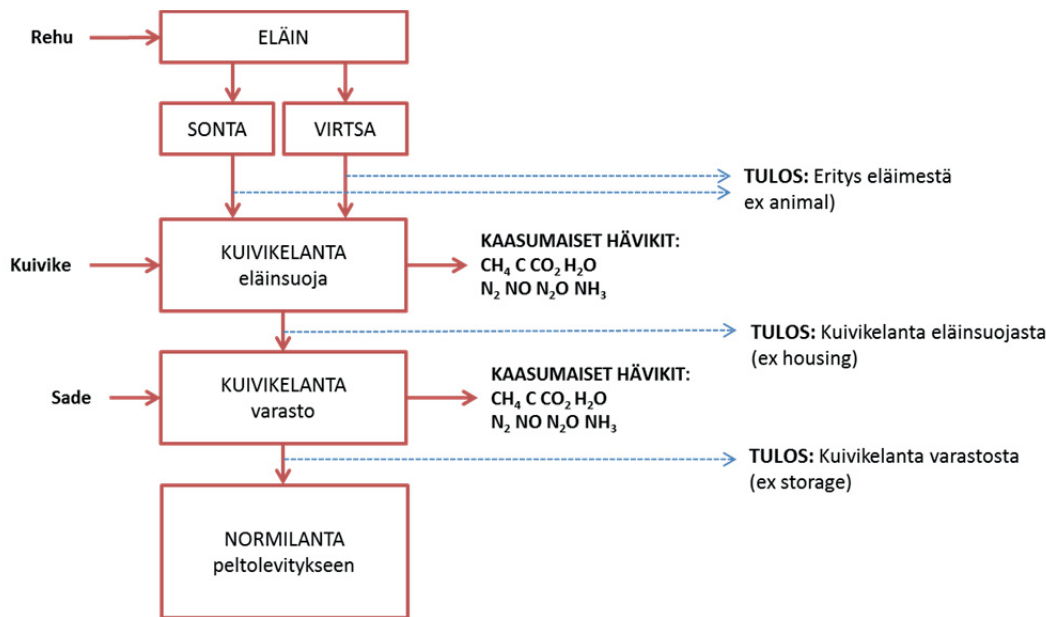


Kuva 3. Kettuhäkkien alla oli kolmannen seurantajakson jälkeen vain hyvin vähän lantaa kuivikkeiden pinnalla. Lanta oli varjotalon auringonpuoleisella sivustalla selvästi kuivempaa kuin varjon puolella (kuva: Maarit Hellstedt /Luke).

Tarhaaja kirjasi ylös em. jaksojen kestoajat, tiedot käyttämänsä rehun koostumustiedot, ruokinnassa käytetyn rehun määrän ja kuivitukseen käytettyjen kuivikkeiden painon ja materiaalin sekä päivitti seuratuissa häkkisarjoissa olevien eläinten lukumäärää.

3. Laskennalliset lantatiedot

Lantojen laskenta eläimen erittämänä (ex animal), varjotalojen alta poistettaessa (ex housing) ja varastoinnin jälkeen (ex storage) toteutettiin massataseena (Kuva 4). Eläinten rehusta erittämän sonnan ja virtsan määrän ja ominaisuuksien laskentaan luotiin kokonaan uusi laskentamenettely ja tilojen lannankäsittelyn toimiin ja olosuhteisiin perustuvaa normilantalaskentaa kehitettiin. Kaikkiaan laskenta on nyt osa Suomen Normilanta -järjestelmää, joka on Luonnonvarakeskus Luken ja Suomen ympäristökeskus SYKEN yhteinen lantamalli (www.luke.fi/projektit/normilanta; Luostarinen ym. 2017a, b).



Kuva 4. Turkiseläinten lantalaskennan periaate massataseena.

3.1. Erityslaskenta

Turkiseläinten eritykselle on tähän asti ollut Suomessa hyvin karkea laskenta, joka käytännössä rakennettiin nyt kokonaan uusiksi. Lähtökohtana oli laskea sinikettujen ja minkkien vuosittain erittämien sonnan ja virtsan määrät sekä niiden sisältämät kuiva-aineen, orgaanisen aineen, kokonaistypen, liukoisien typen, fosforin ja kaliumin määrät. Näistä kaliumin laskennasta jouduttiin tässä yhteydessä luopumaan puutteellisten lähtötietojen vuoksi. Ylipäätään turkiseläinten erityslaskentaan liittyvää tutkimusta on tehty erittäin vähän, jolloin useat laskennassa käytetyt arvot jouduttiin perustamaan vähäisiin tietoihin tai jopa käyttämään muille eläinlajeille käytössä olevia arvoja tai niihin perustuvia laskentamenettelyitä.

Laskenta toteutettiin siniketuille ja minkeille seuraavilla ryhmittelyillä, jotka mahdollistavat monipuolisen normilantalaskennan:

- Siitosnaaras (emo)
- Siitosuros
- Tuotantoeläin (syntymästä nahkontaan)
- Nahka, sisältäen vuotuisen erityksen yhdeltä tuotantoeläimeltä + 20 % siitosnaaraan erityksestä + ketulla 1 % ja minkillä 4 % siitosuroksen erityksestä
- Emon erityks + keskimääräisen vuotuisen pentueen erityks (5 pentua) + ketulla 5 % ja minkillä 20 % siitosuroksen erityksestä.

Viiden pennun pentue oletettiin keskimääräiseksi, sillä käytännössä pentuekoko vaihtelee vuosittain ja tiloittain. Esimerkiksi vuonna 2016 minkkien keskipentue oli 4,42 pentua ja kettujen 5,49 pentua.

Laskenta eteni siten, että eläinten vuosi jaettiin tuotannon mukaisiin jaksoihin, joissa ruokinta muuttuu mm. siitoseläinten valmistelemiseksi paritukseen (minkit) ja siemennykseen (ketut), siitosnaaraiden tiineyden, penikoinnin ja imetyksen ajaksi sekä tuotantoeläinten kasvattamiseksi. Ruokinnan muuttuessa myös rehussa annettujen ravintoaineiden pidentyminen eläimeen sekä eläimen erityyppisyys muuttuvat.

3.1.1. Annetut ravintoaineet

Rehunkulutuksen laskennassa huomioitiin eläinten normien mukainen energian ja valkuaisen tarve. Kasvatuskausi jaettiin neljään eri aikajaksoon. Ruokinnassa käytettyjen rehujen koostumus perustui turkisrehujen valmistajien tilastointiin valmistamiensa rehujen koostumuksesta (STKL 2017a, Talukot 1-3). Laskennassa käytetyt oletukset pentutuloksista, eläinten kuolleisuudesta ja siitoseläinmääristä saatiin elinkeinon ylläpitämistä tilastoista (STKL 2017b). Tuotantojaksot olivat:

1. Joulukuu – penikointi (175 vrk),
2. Penikointi – vieroitus (56 vrk),
3. Alkukasvatuskausi vieroitus – syyskuu (42 vrk), ja
4. Loppukasvatuskausi syyskuu – nahkonta marraskuu (92 vrk).

Taulukko 1. Turkiseläinten rehujen analyysitiedot tuotantojaksoittain (STKL 2017a).

Eläin	Tuotantojakso	kcal/kg rehua	Kuiva-aine %	ME/kg ka	Tuhka % ka:ssa	Raakavalkuainen % ka:ssa	Raakarasva % ka:ssa
Minkki	1	1381	35,8	16,2	9,1	41,0	17,8
Minkki	2	1536	37,1	17,3	8,4	41,6	20,7
Minkki	3	1780	40,8	18,2	7,8	38,2	24,8
Minkki	4	1756	40,8	18,0	8,1	36,8	25,0
Kettu	1	1428	36,9	16,2	9,6	39,6	18,8
Kettu	2	1478	36,8	16,8	9,4	40,5	19,5
Kettu	3	1782	41,4	18,0	9,0	34,8	25,5
Kettu	4	1918	43,8	18,3	8,8	30,8	28,5

Taulukko 2. Siniketun ruokinta tuotantovuoden summana (STKL 2017a).

Saanti rehusta	Tuotanto-eläin	Emo	Uros	Nahkaa kohti	Emo+pennut+urosoisuus
Rehu, kg/vuosi	117	130	146	145	722
Kuiva-aine, kg/vuosi	50,0	50,8	56,6	60,7	304
Orgaaninen aine, kg/vuosi	45,6	46,1	51,3	55,3	277
Tuhka, kg/vuosi	4,43	4,7	5,3	5,42	27,1
Typpi, kg/vuosi	2,58	3,0	3,4	3,22	16,1
Fosfori, kg/vuosi	0,853	0,921	1,028	1,05	5,24

Taulukko 3. Minkin ruokinta tuotantovuoden summana (STKL 2017a).

Saanti rehusta	Tuotanto-eläin	Emo	Uros	Nahkaa kohti	Emo+pennut+ urososuus
Rehu, kg/vuosi	37,3	68,8	102	55,1	276
Kuiva-aine, kg/vuosi	15,0	25,9	38,7	21,7	109
Orgaaninen aine, kg/vuosi	13,8	23,6	35,3	19,9	99,7
Tuhka, kg/vuosi	1,21	2,23	3,33	1,79	8,97
Typpi, kg/vuosi	0,908	1,65	2,45	1,34	6,68
Fosfori, kg/vuosi	0,2274	0,426	0,635	0,338	1,69

Eläimen ulosteissaan erittämän kuiva-aineen, orgaanisen aineen ja ravinteiden määrän laskemiseksi rehusta oli ensin määritettävä sulamattomien ravinteiden määrä. Ne eläin erittää sonnassa. Sulavista ravinteista eläin käyttää osan tuotukseensa, mikä kasvavilla eläimillä tarkoittaa eläimen kasvuun pidentettyä ravintoaineiden määrää. Kun sulaneiden ravinteiden määrästä vähennetään eläimeen pidettyneet ravinteet, saadaan erotuksena erityykseen jäävät ravinteet, jotka eläin erittää virtsana. Edellä kuvatus laskennan toteuttamiseksi käytiin läpi aiempia tutkimuksia, joiden tulosten avulla voitiin laatia yhtälöt typen ja fosforin kulkeutumiselle rehusta sontoan ja virtsaan saakka. Seuraavaksi esitetään laskennan eri vaiheet ja niiden yhteydessä käytetyt yhtälöt:

3.1.2. Rehun kuiva-aineen, orgaanisen aineen, raakavalkuaisen ja fosforin sulavuuden laskenta

Eläimille syötetyn rehun kuiva-aineesta ja eri ravintoaineista sulaa vain tietty osa, ja sulamaton osa poistuu eläimestä sonnan mukana. Rehun kuiva-aineen, orgaanisen aineen, raakavalkuaisen ja fosforin sulavuus (Taulukko 4) arvioitiin aiemmista tutkimustulosten perusteella lasketuilla kaavoilla seuraavasti:

Kuiva-aineen sulavuus (kg/kg) =

$$1,0168 \times \text{orgaanisen aineen sulavuus (kg/kg)} - 0,00753 \times \text{rehuannoksen tuhkapitoisuus (\% kuiva-aineessa)}$$

(Neil 1988, Rouvinen & Kiiskinen 1991, Ahlstrøm & Skrede 1998, Valaja ym. 1999, Ahlstrøm ym. 2003)

Orgaanisen aineen sulavuus (kg/kg) =

$$0,2887 + 0,004039 \times \text{rehuannoksen tuhkapitoisuus (\% kuiva-aineessa)} + 0,03486 \times \text{rehuannoksen ME-pitoisuus (MJ / kg kuiva-ainetta)} - 0,00594 \times \text{rehuannoksen raakarasvapitoisuus (\% kuiva-aineessa)}$$

(Neil 1988, Tauson 1988, Rouvinen & Kiiskinen 1991, Lagerkvist & Tauson 1993, Ahlstrøm & Skrede 1998, Valaja ym. 1999, Ahlstrøm ym. 2003, While ym. 2005)

Raakavalkuaisen sulavuus (kg/kg) =

$$0,4381 + 0,404 \times \text{orgaanisen aineen sulavuus (kg/kg)} + 0,002198 \times \text{rehuannoksen raakavalkuaispitoisuus (\% kuiva-aineessa)} - 0,00307 \times \text{rehuannoksen tuhkapitoisuus (\% kuiva-aineessa)}$$

(Neil 1988, Tauson 1988, Rouvinen & Kiiskinen 1991, Lagerkvist & Tauson 1993, Ahlstrøm & Skrede 1998, Valaja ym. 1999, Ahlstrøm ym. 2003, While ym. 2005)

Raakavalkuaisen sulavuus voidaan muuttaa typen sulavuudeksi, kun oletetaan, että rehuraakavalkuainen sisältää keskimäärin 16 % typpeä.

Turkisrehuista ei toistaiseksi määritetä rehun fosforipitoisuutta, mutta se voidaan laskea seuraavasti rehun tuhkapitoisuuden perusteella:

Rehun fosforipitoisuus (g/kg kuiva-ainetta) =

$-5,0607 + 0,2498 \times \text{rehuannoksen tuhkapitoisuus (g/kg kuiva-ainetta)}$
(Valaja ym. 1999)

Fosforin sulavuus (kg/kg) =

$0,5776 - 0,002475 \times \text{rehuannoksen tuhkapitoisuus (g/kg kuiva-ainetta)}$
(Valaja ym. 1999)

Taulukko 4. Turkiseläinten rehujen sulavuus.

Tuotantojakso	Kuiva-aine (%)	Orgaaninen aine (%)	Raakavalkuainen (%)	Fosfori (%)
Kettu				
1	72,157	78,083	81,103	33,972
2	73,956	79,680	82,013	34,546
3	74,740	80,168	81,081	35,491
4	74,114	79,382	79,965	36,059
Minkki				
1	72,744	78,316	81,662	35,122
2	75,406	80,411	82,850	36,870
3	76,397	80,924	82,505	38,414
4	75,351	80,130	81,764	37,626

3.1.3. Typen ja fosforin pidättyminen

Rehun typestä ja fosforista kasvuun pidättyvä osuus laskettiin seuraavasti:

Tuhka (g/painokg) =

$45,5468 - 36,5172 \times \text{painosuhte} + 14,9243 \times \text{painosuhte}^2$

Typpi (g/painokg) =

$32,9567 - 14,029 \times \text{painosuhte} + 4,6674 \times \text{painosuhte}^2$

Fosfori (g/painokg) =

$\text{Tuhka (g/painokg)} \times 0,1745$

Eläimeen kasvussa pidättyneen fosforimäärän laskeminen edellytti ensin eläimeen pidättyvän tuhkamäärän laskemista ja pidättyneen typpimäärä laskeminen eläimeen pidättyvän valkuaismäärän laskemista. Ne laskettiin seuraavasti (ikä päivinä):

Uroksen tyhjätaino (g) =

$(-5122,328 - 892,820) + (127,855 + 10,449) \times \text{ikä} - 0,248 \times \text{ikä}^2$

Uroksen valkuaispaino (g) =

$(-781,168 - 105,353) + (21,601 + 1,623) \times \text{ikä} - 0,053 \times \text{ikä}^2$

Uroksen tuhkapaino (g) =

$(-109,901 - 15,005) + (3,588 + 0,334) \times \text{ikä} - 0,010 \times \text{ikä}^2$

Naaraan tyhjätaino (g) =

$-5122,328 + 127,855 \times \text{ikä} - 0,248 \times \text{ikä}^2$

$$\text{Naaraan valkuaispaino (g)} = (-781,168) + (21,601) \times \text{ikä} - 0,053 \times \text{ikä}^2$$

$$\text{Naaraan tuhkapaino (g)} = (-109,901) + (3,588) \times \text{ikä} - 0,010 \times \text{ikä}^2$$

$$\text{Uroksen typpipitoisuus (g/kg)} = \text{Uroksen valkuaispaino (g)} / (\text{Uroksen tyhjöpaino (g)} \times 6,25 \times 0,001)$$

$$\text{Naaraan typpipitoisuus (g/kg)} = \text{Naaraan valkuaispaino (g)} / (\text{Naaraan tyhjöpaino (g)} \times 6,25 \times 0,001)$$

$$\text{Uroksen tuhkapitoisuus (g/kg)} = \text{Uroksen tuhkapaino (g)} / (\text{Uroksen tyhjöpaino (g)} \times 0,001)$$

$$\text{Naaraan tuhkapitoisuus (g/kg)} = \text{Naaraan tuhkapaino (g)} / (\text{Naaraan tyhjöpaino (g)} \times 0,001)$$

Kaavoissa esiintyvä painosuhte tarkoittaa kasvatuskauden aikana punnitun eläimen painon suhdetta nahkontapainoon. Lagerkvistin ja Tausonin (1993) minkeillä tehdyn tutkimuksen tulosten perusteella päädyttiin siihen, että edellä ketuille laskettuja tuloksia voidaan ilman suurempia eroja soveltaa myös kasvaville minkeille. Laskennassa käytetyt eläinten painot ovat taulukossa 5.

Taulukko 5. Laskennassa käytetyt eläinten painot.

Tuotantojakso	Alku kg	Loppu kg	Kasvu kg	Alku kg	Loppu kg	Kasvu kg	Alku kg	Loppu kg	Kasvu kg
MINKKI	Tuotanto-eläin			Emo			Uros		
1	0	0	0	1,4	1,4	0	2,8	2,4	-0,4
2	0,05	0,6	0,55	1,4	1,0	-0,4	2,4	2,3	-0,1
3	0,60	1,7	1,1	1,0	1,2	0,2	2,3	2,6	0,3
4	1,6	2,6	0,9	1,2	1,4	0,2	2,6	2,8	0,2
KETTU	Tuotanto-eläin			Emo			Uros		
1	0	0	0	8,9	8,9	0	0	0	0
2	0,29	4,0	3,7	8,9	7,5	-1,4	0	0	0
3	4,0	11	7,0	7,5	7,8	0,3	0	0	0
4	11	17	6,0	7,8	8,9	1,1	14	16	2

3.1.4. Typen ja fosforin eritysonnassa ja virtsassa ja ulosteiden määrä

Sonnassa erittyväksi laskettiin sulamaton tuhka, typpi ja fosfori. Eritetyn sonnan määrä laskettiin siinä eritetyn kuiva-aineen perusteella seuraavasti:

$$\text{Sonnan kuiva-ainepitoisuus (\%)} = -41,721 + 0,7204 \times \text{kuiva-aineen sulavuus (\%)} + 0,3126 \times \text{rehuannoksen raakavalkuaispitoisuus (\%)} + 0,5026 \times \text{rehuannoksen tuhkapitoisuus (Neil 1986, 1988)}$$

$$\text{Tuoreen sonnan määrä} = \text{sonnan sulamaton kuiva-aine} / \text{sonnan kuiva-aine} \times 0,01.$$

Virtsaan erittyvä tuhka, typpi ja fosfori laskettiin vähentämällä kokonaiserityksestä sontaan mennyt osuus. Virtsan orgaanisen aineen määrä laskettiin seuraavasti (johdettu Neilin (1986, 1988) aineistoista):

Virtsassa eritetyn tuhkan, typen ja fosforin määrä =

Virtsan typpimäärä x (-0,0723 x rehuannoksen raakavalkuaispitoisuus (%)) + 5,1086)

Virtsan kuiva-ainemäärä =

Tuhkan määrä (kg) + orgaanisen aineen määrä (kg)

Eritetyn virtsan kuiva-ainepitoisuus ja virtsan määrä laskettiin seuraavasti:

Virtsan kuiva-ainepitoisuus (%) =

23,8605 - 0,396 x sonnan kuiva-aine (%)

Virtsan määrä (kg) =

kuiva-ainemäärä (kg) / virtsan kuiva-ainepitoisuus (kg/kg)

3.2. Normilantalaskenta

Turkiseläinten normilantalaskenta on jatkoa ulosteiden erityksestä lannan muodostumiseen ja – käsittelyyn turkistiloilla. Laskenta simuloi keskimääräisiä toimintoja tiloilla massataseena. Laskenta etenee kahdessa toisiinsa liittyvässä osassa. Lannankäsittelyn laskenta huomioi häkkien alle tippuvaan sontaan ja virtsaan varjotalon alla ja varastoinnissa lisättävät materiaalit (kuivike, vesi) sekä hajoavan kuiva-aineen ja haihtuvan veden. Päästölaskenta puolestaan huomioi typen ja hiilen hävikit lannankäsittelyssä. Turkiseläinten lanta käsitellään kuivikelantana. Tosin kuivikkeeseen imeytymätöntä nestettä kerätään osalla tiloja myös erikseen varjotalon alta tai sitä imeytyy lannan alle hiekkaan. Laskenta ei nyt tätä huomioi.

Turkiseläinten erittämä sonta ja virtsa tippuvat häkkien alle yleensä kuivikepedin päälle, jolloin sitä aletaan kutsua lannaksi. Kuiviketta lisätään varjotalon alle helpottamaan lannanpoistoa. Kuiviketta saatetaan myös lisätä aika-ajoin lannan päälle mm. hajupäästöjen ja typpihävikin vähentämiseksi. Lantaa poistetaan ketuilla pääasiassa kaksi kertaa vuodessa ja minkeillä 2-3 kertaa vuodessa. Ketut ulostavat eri puolille häkkiä, mutta minkit vain tiettyyn kohtaan, minkä vuoksi niiden häkkien alle muodostuu sontatorneja. Poistettu turkiseläinten lanta toimitetaan yleensä joko keskitettyyn kompostointiin tai varastoidaan turkistilalla ennen peltokäyttöä. Tässä laskennassa huomioidaan turkiseläinten lannan käsittely ja varastointi tilalla, ei keskitetyssä kompostoinnissa.

Varjotalon alle lisättävän kuivikkeen määrä ja laatu vaihtelevat turkistarhojen välillä merkittävästi. Tässä laskennassa kuivikemäärät johdettiin turkistiloille tehdyn lannankäsittelykyselyn tuloksista (Luke & SYKE 2015, julkaisematon). Saatujen vastausten vähäisyyden ja pienehköihin turkistarhoihin painottuneisuuden vuoksi aineistoa ei ole koskaan julkaistu. Tässä tapauksessa se on kuitenkin ainoa käytettävissä oleva aineisto tilojen todellisesta kuivikekäytöstä (Taulukko 6). Kuivikkeiden ominaisuudet on esitetty Suomen normilantajärjestelmän dokumentaatoraportissa (Luostarinen ym. 2017a, b).

Taulukko 6. Varjotalojen alle lisättävien kuivikkeiden määrät (m³/vuosi) kettu- ja minkkitiloilla eläintä ja tuotettua nahkaa kohti vuodessa.

Kuivike	Kettu				Minkki			
	Tuotantoeläin	Emo	Uros	Nahka	Tuotantoeläin	Emo	Uros	Nahka
Paalattu olki	0,0116	0,0122	0,0122	0,014	0,006	0,01	0,01	0,008
Turve	0,01	0,0106	0,0106	0,012	0,00033	0,0006	0,0006	0,0005
Kutterinlastu	0,0007	0,0007	0,0007	0,0008	0,002	0,0033	0,0033	0,0027
Yhteensä	0,0223	0,0235	0,0235	0,0268	0,00833	0,0139	0,0139	0,0112

Laskennassa oletettiin, että sadevedet johdetaan varjotalojen katoilta ja väleistä salaojitukseen eivätkä ne päädy lannan joukkoon. Eläinten juottolaitteista tiedetään vettä päätyvän lantaan, mutta sen määrä vaihtelee eikä sitä laskennassa huomioitu. Näin ollen laskennassa huomioitiin vain avoimiin lantaloihin päätyvä sadevesi, keskimäärin 600 mm/vuosi, josta puolet oletettiin haihtuvan. Varastoista 90 % oletettiin kattamattomiksi ja 10 % kiinteästi katetuiksi.

Varjotalojen alla lannan kuiva-aineesta arvioitiin hajoavan 5 %, sillä olosuhteiden ei uskottu tukevan mahdollisuutta merkittävään mikrobitoimintaan ja spontaaniin kompostoitumiseen. Lannoista oletettiin sen sijaan haihtuvan runsaasti vettä. Haihtuvan veden määrä säädettiin siten, että lopputulos vastasi kuiva-ainepitoisuudeltaan lanta-analytiikan tuloksia. Varjotalon alta mahdollisesti kerättävää suotovettä ei huomioitu.

Varastoinnin aikana lannan kuiva-aineesta oletettiin hajoavan 15 %, sillä lantakasoissa spontaani kompostoituminen on todennäköistä. Tämän lisäksi lannan veden haihdunta säädettiin jälleen vastaamaan lanta-analytiikkaa. Vastaavaa menettelyä sekä eläinsuojan (tässä varjotalon) että varastoinnin laskennassa käytetään esim. Tanskan normilantalaskennassa (Poulsen & Kristensen 1997).

Typen ja hiilen hävikkien laskenta on kuvattu normilantajärjestelmän dokumentaatioreportissa (Luostarinen ym. 2017a, b) ja kansallisen maatalouden typpimallin dokumentaatiossa (Grönroos ym. 2017). Varjotalon alla lannan ammoniumtypestä oletettiin nyt toteutetussa laskennassa haihtuvaksi 80 % ja varastoinnin aikana 65 %. Lannan typen mahdollista mineralisaatiota ja immobilisaatiota ei huomioitu.

4. Tulokset

4.1. Tilaseuranta

4.1.1. Siniketut

Tilaseuranta alkoi kettutilalla siitosnaaraiden siemennyksestä 31.3.2016 ja päättyi siitosnaaraiden uuteen kiimaan maaliskuun 2017 lopussa. Viimeinen lantamittaus ja -näytteenotto tapahtuivat kuitenkin vasta 8.5.2017, kun varjotalojen alunen oli sulanut. Seuratut häkkisarjat olivat sulamisajan tyhjinä.

Ensimmäisen seurantajakson alussa kaikkiin seurannassa olleisiin kymmeneen häkkisarjaan sijoitettiin yksi siitosnaaras. Naaraat penikoivat aikavälillä 17.–20.5.2016. Pentutulos oli keskimäärin 10 pentua emoa kohti, mikä on vuodelle 2016 raportoitua keskipentuetta (5,49) suurempi. Pennut säilyivät elossa vieroitukseen (11.–18.7.2016) saakka. Kettujen ruokinta sekä muodostuneen lannan ominaisuudet on esitetty taulukossa 7 ja lannan määrä taulukossa 8 seurantajaksoittain.

Eläimet ruokittiin päivittäin rehuannoksella, jonka määrä kattoi aluksi emon ja myöhemmin penikoinnin jälkeen emon ja pentujen päivittäisen ravintoaineiden tarpeen. Häkkiä kohti tarjottu rehumäärä kasvoi jakson aikana 300 grammasta 1300–1600 grammaan päivässä.

Ruokinnassa käytetyssä reussa oli keskimäärin 355 g kuiva-ainetta ja kuiva-ainekilossa keskimäärin 90 g tuhkaa, 69 g typpeä ja 17 g fosforia. Häkkiä kohti tarjottu rehumäärä jaettiin häkissä olleiden pentujen lukumäärällä (sisältäen emon vieroitukseen saakka), jolloin saatiin laskettua yhden eläimen rehun syönti. Rehunkulutus on siis laskennallinen, todellisuudessa häkin kaikki eläimet eivät välttämättä saaneet syötyä tarjolla olleesta rehusta samaa määrää. Häkkien välinen ero eläintä kohti lasketussa rehunkulutuksessa johtui siitä, että häkkiä kohti tarjottu rehumäärä säilyi samana, vaikka pentujen lukumäärä häkeissä vaihteli emon saavuttaman pentutuloksen myötä.

Rehun typpipitoisuus laskettiin olettaen, että rehuvalkuainen sisälsi 16 % typpeä. Koska rehusta ei analysoitu fosforipitoisuutta, rehun kuiva-aineen fosforipitoisuus laskettiin tuhkapitoisuuden perusteella Valajan ym. (1999) mukaan samoin kuin erityslaskennassa:

$$\text{Fosfori (g/kg)} = -5,0607 + (0,2498 * \text{tuhka (g/kg)})$$

Jakson 1 aikana häkkien alle kertynyt lantamäärä punnittiin jakson päätteeksi 14.7.2016. Lantamäärä ilmoitetaan tuloksissa rehunkulutuksen tavoin, eli häkin alta mitattu lannan määrä jaettiin häkissä olleiden pentujen lukumäärällä (sisältäen emon vieroitukseen saakka). Lantamäärä oli painoltaan 3,29 kg ja tilavuudeltaan 10 litraa eläintä kohti. Lannan tilavuuspaino määritettiin lannanmittauksen yhteydessä ja eläinten tuottaman lannan tilavuus laskettiin sen perusteella. Lanta sisälsi typpeä, fosforia ja kaliumia keskimäärin noin 21, 14 ja 5 kg/t. Häkkien alta mitatun lannan määrä oli painoltaan keskimäärin 34 % tarjotusta rehumäärästä. Lannassa olleen typen ja fosforin määrä olivat puolestaan 30 % ja 81 % niiden määrästä eläimille tarjotussa reussa.

Seurantajakso 2 kesti pentujen vieroituksesta heinäkuun puolivälistä marraskuun alussa tapahtuneeseen nahoitukseen saakka. Jakson 2 aikana seurattiin 10 häkkisarjaa ja niissä neljää kettua. Kaikki ketut säilyivät elossa nahkontaan saakka. Rehunkulutus ja jakson aikana kertynyt lantamäärä ilmoitetaan tuloksissa keskiarvona häkissä kasvatettua eläinmäärää (4 kpl) kohti. Eläimille tarjottu rehumäärä kasvoi jakson aikana määrästä 2400 g/vrk määrään 4400 g/vrk. Ruokinnassa käytetyn rehun kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 405 g/kg. Rehun kuiva-aineessa tuhkaa, typpeä ja fosforia keskimäärin 83, 56 ja 16 g/kg. Rehunkulutuksessa ei nyt ollut häkkien välillä eroa, koska kaikissa häkeissä oli koko jakson sama eläinmäärä (4 kpl).

Jakson 2 päätteeksi punnittu lanta sisälsi myös jakson 1 aikana tuotetun lannan. Jakson 2 aikana tuotetun lannan määrää ja sen ravinteiden määrä voidaan arvioida karkeasti vähentämällä jakson 2

päätteeksi punnitusta lantamäärästä jakson 1 aikana syntynyt lantamäärä ja sen ravinnemäärät. Näin arvioitu lantamäärä oli 46 kg ja sen tilavuus oli 80 litraa. Lanta sisälsi typpeä, fosforia ja kaliumia keskimäärin noin 18, 15 ja 3 kg/t. Lannan määrä oli keskimäärin 39 % eläimille tarjotun rehun määrästä. Lannassa olleen typen ja fosforin määrä oli puolestaan 31 % ja 80 % niiden määrästä tarjotussa rehussa.

Kolmas seurantajakso kattoi siitosnaaraiden rehunkulutuksen ja lannantuotoksen seurannan joulukuusta 2016 maaliskuuhun 2017. Mukana oli 10 naarasta omissa häkeissään. Häkkien alle lisättiin jakson alussa 3 kg olkea. Naaraiden talvikaudella tuottaman lannan määrä mitattiin 8.5.2017 lannan sulamisen jälkeen. Naaraiden rehunkulutus ja lantatuotos ilmoitetaan tuloksissa ensimmäisellä jaksolla synteiden pentujen määrää (=10 kpl) kohti, mikä mahdollistaa kaikkien kolmen vaiheen tulosten yhdistämisen niin, että rehunkulutusta ja lannantuotosta voidaan tarkastella kokeessa tuotettua nahkaa kohti.

Siitosnaaraan ruokinta sisälsi keskimäärin typpeä 70 g/kg kuiva-ainetta ja fosforia 15 g/kg kuiva-ainetta. Jakson 3 aikana naaraiden tuottaman lannan määrä oli keskimäärin 11 kg. Määrässä oli mukana häkkien alle kuivikkeeksi lisätty olki (3 kg/häkki). Kuivikkeiden suuri osuus lannassa näkyi myös lannan suhteellisen korkeana kuiva-ainepitoisuutena. Lannassa olleen typen määrä oli yli puolet (52 %) eläimille rehun mukana tarjotusta typpimäärästä eli selvästi enemmän (n. 33 %) kuin jaksolla 1 (30 %) ja jaksolla 2 (31 %). Siitosnaaraille tarjotun rehun raakavalkuaispitoisuus oli todennäköisesti liian suuri eläinten tarpeeseen nähden.

Jakson 3 lannan fosforipitoisuus oli (23,2 kg/t), eli selvästi suurempi kuin jaksolla 1 (14,0 kg/t) ja jaksolla 2 (14,6 kg/t), vaikka fosforin pitoisuus ruokinnassa oli pienempi (15,0 g/kg kuiva-ainetta) kuin jaksolla 2 (16,0 g/kg kuiva-ainetta) ja jaksolla 1 (17 g/kg kuiva-ainetta). Ilmeisesti jaksolla 3 siitosnaaraille rehussa tarjotun fosforin määrä ylitti selvästi eläinten fosforitarpeen. Lannan fosforimäärä oli noin kaksi kertaa suurempi kuin eläimille rehussa annettu määrä, mistä osa selittyy kuivikkeiksi lisätyllä oljella. Sen fosforipitoisuus on kuitenkin tyypillisesti vain noin 1 g/kg kuiva-ainetta, joten epäsuhtaa voitaneen selittää parhaiten vain näytteenottoon ja analytiikkaan liittyvillä virheillä.

Lantanäytteiden keräämisen yhteydessä todettiin, että häkkien sijainnilla suhteessa ilmansuuntaan oli selvä vaikutus. Auringonsuuntaan olleiden häkkien lannan tilavuuspaino oli keskimäärin 116 kg/m³, kun varjonpuoleisissa häkeissä se oli vastaavasti 179 kg/m³.

Seurantajaksojen tulokset laskettiin lopuksi yhteen, jolloin saatiin laskettua rehunkulutus ja lannantuotanto kokeen aikana kasvatettua ketunnahkaa kohti. Rehunkulutus oli keskimäärin 132 kg per tuotettu nahka. Tulos ei ole käytännössä kuitenkaan kattava, koska siihen ei sisälly siitosnaaraiden rehunkulutusta jaksona pentujen vieroituksesta nahkontaan, eikä myöskään siitosuroksen osuutta. Emojen ja urosten puuttuva osuudeksi voidaan arvioida ruokintanormien mukaisella ruokinnalla toteutettuna noin 5 kg. Koko rehunkulutus nahkaa kohti olisi tällöin 137 kg. Kokeessa saavutettuun tulokseen vaikutti lisäksi se, että pentutulokset (10 pentua/naaras) oli poikkeuksellisen hyvä ja kaikki pennut säilyivät lisäksi elossa aina nahoitukseen saakka.

Vastaavasti laskettiin lantamäärä ketunnahkaa kohti sisältäen emon vieroitukseen saakka. Lantaa muodostui noin 54 kg tai tilavuutena noin 102 litraa. Kun kokeessa mitattuun rehunkulutukseen lisättiin edellä esitetty siitoseläinten tarve, se lisäsi rehunkulutusta vajaat 4 %. Jos rehunkulutuksen lisääntyminen tuottaisi lantaa lisää samassa suhteessa, tulokseksi saataisiin noin 56 kg lantaa, eli noin 106 litraa tuotettua nahkaa kohti.

Kokeessa tuotettua nahkaa kohti syntynyt lantamäärä oli keskimäärin 41 % eläimille tarjotun rehun määrästä. Lannan typpimäärä oli keskimäärin 33 % eläimille syötetyn rehun typpimäärästä. Lannan fosforimäärä oli puolestaan 86 % eläimille syötetystä rehumäärästä.

Taulukko 7. Kettujen ruokinta, muodostuneen lannan ominaisuudet, lannan ja sen sisältämien ravinteiden määrä paino- ja tilavuusyksiköinä seurantaajakoittain. Tuloksissa rehunkulutus ilmoitetaan yhden tuotantoeläimen (+ emo vieroitukseen saakka) keskimääräisenä rehunkulutuksena, eli häkkiä kohti tarjottu rehumäärä on jaettu tasan kaikkiin eläimille. Kokeen toisen jakson lannassa on mukana myös ensimmäisellä jaksolla kertynyt lanta. Tulokset on saatu punnitsemalla häkin alle kertynyt lanta, minkä jälkeen tulos on jaettu häkissä kasvaneiden pentujen lukumäärällä. Lannan tilavuus laskettiin lannan punnituksen yhteydessä määritetyn tilavuuspainon perusteella. Mahdolliset epäsuhdat johtuvat pyöristyksistä.

Lanta															
Ruokinta eläintä kohti						Lanta eläintä kohti									
Seuranta- jakso	Häkki -nro	Rehun- syönti kg	Kuiva- aine kg	Typpi kg	Fosfori kg	Kuiva- aine %	Typpi kg/t	Fosfori kg/t	Kalium kg/t	Tilavuus- paino kg/m ³	Lanta- määrä kg	Lannan tilavuus litraa	Typpi kg	Fosfori kg	Kalium kg
1	1	7,78	2,79	0,19	0,05	36,1	18,9	14,3	4,70	524	3,48	10	0,07	0,05	0,02
1	2	8,06	2,88	0,19	0,05	40,7	16,9	14,4	4,30	507	3,65	10	0,06	0,05	0,02
1	3	7,57	2,71	0,18	0,05	33,5	18,1	9,80	3,80	446	2,65	10	0,05	0,03	0,01
1	4	8,20	2,94	0,20	0,05	33,0	18,4	14,9	4,50	460	3,01	10	0,06	0,04	0,01
1	5	9,37	3,35	0,23	0,06	40,7	19,4	14,3	4,00	463	2,13	0	0,04	0,03	0,01
1	6	11,7	4,19	0,28	0,07	50,4	23,7	10,7	4,70	311	3,15	10	0,07	0,03	0,01
1	7	10,4	3,72	0,25	0,06	36,5	19,4	12,2	4,70	446	3,52	10	0,07	0,04	0,02
1	8	12,2	4,36	0,29	0,07	57,2	19,9	22,4	4,90	466	2,63	10	0,05	0,06	0,01
1	9	8,50	3,04	0,20	0,05	38,4	28,9	8,00	5,00	633	2,93	0	0,08	0,02	0,01
1	10	122	4,36	0,29	0,07	53,0	26,3	19,0	7,10	248	5,70	20	0,15	0,11	0,04
Keskiarvo		9,60	3,43	0,23	0,06	42,0	21,0	14,0	4,77	450	3,29	10	0,07	0,05	0,016
2	1	120	50,3	2,69	0,85	23,6	16,9	11,9	2,48	743	41,6	60	0,70	0,49	0,10
2	2	120	50,3	2,69	0,85	26,1	17,5	14,9	2,13	668	54,6	80	0,96	0,81	0,12
2	3	120	50,3	2,69	0,85	25,5	17,5	13,3	2,50	686	52,1	80	0,91	0,69	0,13
2	4	120	50,3	2,69	0,85	38,1	15,8	11,7	2,77	400	55,4	140	0,88	0,65	0,15
2	5	120	50,3	2,69	0,85	32,5	18,5	16,2	2,39	476	45,6	100	0,84	0,74	0,11
2	6	120	50,3	2,69	0,85	30,3	20,6	16,4	2,96	542	50,0	90	1,03	0,82	0,15
2	7	120	50,3	2,69	0,85	28,0	18,0	15,1	2,93	610	48,9	80	0,88	0,74	0,14
2	8	120	50,3	2,69	0,85	28,0	19,3	16,7	3,22	610	45,5	70	0,88	0,76	0,15
2	9	120	50,3	2,69	0,85	27,9	18,2	12,9	2,79	613	54,9	90	1,00	0,71	0,15
2	10	120	50,3	2,69	0,85	26,5	17,9	16,8	2,40	654	48,7	70	0,87	0,82	0,12
Keskiarvo		120	50,3	2,69	0,85	28,7	18,0	14,6	2,66	600	49,7	90	0,89	0,72	0,13

Seuranta- jakso	Häkki- nro	Ruokinta eläintä kohti				Lanta				Lanta eläintä kohti					
		Rehun- syönti	Kuiva- aine	Typpi	Fosfori	Fosfori	Kuiva- aine	Typpi	Fosfori	Kalium	Tilavuus- paino	Lanta- määrä	Lannan tilavuus	Typpi	Fosfori
		kg	kg	kg	kg	%	kg/t	kg/t	kg/t	kg/m ³	kg	litraa	kg	kg	kg
3	1	2,46	0,81	0,06	0,01	70,5	30,7	34,3	7,36	220	1,12	10	0,03	0,04	0,01
3	2	2,46	0,81	0,06	0,01	75,1	27,2	25,5	9,43	144	1,28	10	0,03	0,03	0,01
3	3	2,44	0,80	0,06	0,01	70,1	36,0	31,3	8,25	228	1,22	10	0,04	0,04	0,01
3	4	2,44	0,80	0,06	0,01	65,2	31,9	21,2	7,40	148	1,31	10	0,04	0,03	0,01
3	5	2,66	0,87	0,06	0,01	52,5	24,7	15,7	5,57	155	1,31	10	0,03	0,02	0,01
3	6	2,60	0,85	0,06	0,01	75,5	28,3	19,3	6,79	117	0,94	10	0,03	0,02	0,01
3	7	2,60	0,85	0,06	0,01	84,8	29,3	26,3	11,5	83	0,95	10	0,03	0,02	0,01
3	8	2,58	0,85	0,06	0,01	81,1	13,6	21,8	7,63	112	0,82	10	0,01	0,02	0,01
3	9	2,58	0,85	0,06	0,01	64,6	22,2	18,1	5,32	114	1,07	10	0,02	0,02	0,01
3	10	2,58	0,85	0,06	0,01	62,1	32,7	18,3	7,36	154	0,89	10	0,03	0,02	0,01
Keskiarvo		2,54	0,83	0,06	0,01	70,2	27,7	23,2	7,66	148	1,09	10	0,03	0,03	0,01
Summa		132	54,6	2,98	0,92						54,1	110	1,00	0,80	0,16

4.1.2. Minkit

Minkkien seurantakoe käynnistyi 4.3.2016 ja päättyi 24.11.2016. Seuranta jaettiin kahteen jaksoon, joista ensimmäinen päättyi pentujen vieroitukseen emoistaan heinäkuun alussa. Ensimmäisen jakson seurannassa oli kymmenen häkkisarjaa, joissa kaikissa oli seitsemän emoa. Emot synnyttivät touku-kuussa 2016 keskimäärin 4,7 pentua. Kaikki pennut säilyivät elossa vieroitukseen saakka.

Eläimet ruokittiin päivittäin (Taulukko 8). Ensimmäisen jakson rehun kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 341 g/kg ja kuiva-aineessa typpeä keskimäärin 69 g/kg ja fosforia 21 g/kg. Rehujen typpi- ja fosforipitoisuudet määritettiin laskennallisesti samoin kuin edellä kettukokeessa. Jakson 1 rehunkulutus ja sen aikana tuotettu lantamäärä ilmoitetaan tuloksissa häkissä kasvanutta pentumäärää kohti. Rehumäärä mitoitettiin kattamaan aluksi emojen ja penikoinnin jälkeen emojen ja pentujen päivittäinen ravintoaineiden tarve. Päivittäinen rehuannos kasvoi jakson aikana määrästä 270 g/vrk määrään 825 g/vrk.

Jakson 1 rehunkulutus oli keskimäärin runsaat 10 kg häkkisarjaa kohti. Rehunkulutuksessa oli häkkien välillä suuria vaihteluita, koska pentumäärä häkeittäin vaihteli kahdesta seitsemään, mutta sitä ei huomioitu rehuannostelussa. Kaikille häkkisarjoille jaettiin siis sama määrä rehua. Kettukokeessa pentuetulos oli tasaisempi ja häkkien välisessä rehunkulutuksessa syntyneet erot jäivät pienemmiksi.

Jakson 1 aikana syntynyt lantamäärä oli häkissä kasvanutta pentua kohti (ml. emo vieroitukseen saakka) keskimäärin 1,35 kg ja sen tilavuus oli vastaavasti kolme litraa (tilavuuspaino 450 kg/m³; Taulukko 8). Jakson 1 aikana häkkien alle kertynyt lantamäärä oli vain noin 13 % eläimille tarjotusta rehumäärästä. Tulosta selittää se, että lanta kertyi häkkien alle levitetyn kuivikkeiden päälle niin, että ulosteet voitiin mitata ilman mainittavaa kuivikemäärää. Kuivikkeiden määrä punnittiin erikseen. Kuivikkeiden lisääminen mitattuun lantamäärään olisi kasvattanut lantamäärän lähes kaksinkertaiseksi, koska kuivikkeiden osuus yhteenlasketusta lantamäärästä oli keskimäärin 42 %. Kuivikkeet ovat mukana toisen jakson päätteeksi mitatussa lantamäärässä.

Minkkien toinen seurantajakso kattoi minkkien kasvatuksen vieroituksesta marraskuun alussa tapahtuneeseen nahkontaan. Seurannassa oli mukana 10 häkkisarjaa ja niissä jokaisessa aluksi 21 eläintä. Nahkontaan asti säilyi kaikkiaan 186 eläintä, eli kuolleisuus oli noin 11 %. Jakson 2 rehunkulutus ja lannantuotanto ilmoitetaan nahkottua eläinmäärää kohti. Jaksolla rehun keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus oli 382 g/kg ja rehun kuiva-aineessa oli typpeä keskimäärin 61 g/kg ja fosforia keskimäärin 15 g/kg (Taulukko 8). Jakson rehunkulutus oli eläintä kohti keskimäärin 28 kg. Jakson 2 mitattu lantamäärä sisältää myös jakson 1 aikana tuotetun lannan.

Jaksolla 2 kertynyt lantamäärä voitaisiin laskea vähentämällä jakson päätteeksi punnitusta määrästä jaksolla 1 kertyneen lannan määrä. Koska jakson 1 lantamäärän mittaamiseen liittyneiden epä-tarkkuuksien takia myös jakson 2 lantamäärää voi olla puutteellinen, on mielekkäämpää tarkastella pelkästään jaksojen 1 ja 2 yhteensä kertynyttä lantamäärää ja rehunkulutusta.

Minkkien kasvatus kokeen alusta nahkontaan kulutti rehua noin 38 kg tuotettua nahkaa kohti (Taulukko 9). Kuten ketulla, kokeessa mitattuun rehunkulutukseen ei sisälly kuin osa emon vuotuisesta rehunkulutuksesta eikä lainkaan siitouroksen rehunkulutusta. Eläimet saivat syömistään rehuista typpeä keskimäärin 0,90 kg ja fosforia 0,24 kg.

Kokeen aikana nahkontaan asti kasvanut minkki tuotti lantaa keskimäärin noin 14 kg ja tuotantoeläintä (sisältäen emon vieroitukseen saakka) kohti syntyneen lantamäärän tilavuus oli 30 litraa (tilavuuspaino 466 kg/m³). Lantamäärä oli keskimäärin 35 % eläimille tarjotusta rehumäärästä. Lannan typpimäärä oli keskimäärin 26 % ja fosforimäärä keskimäärin 58 % eläimille rehuissa tarjotusta määrästä.

Taulukko 8. Rehunkulutus ja lannan määrä saatiin laskettua eläintä kohti jakamalla hääkiä kohti tarjottu rehumäärä ja hääkien alta mitattu lantamäärä hääkissä kasvaneiden pentujen lukumäärällä. Tarkastelut on tehty seurantajaksojen 1 ja 2 kokonaislannasta jakson 2 lopussa.

Seuranta- jakso	Hääki- nro	Ruokinta eläintä kohti					Lanta					Lanta eläintä kohti				
		Rehu- syönti kg	Kuiva- aine kg	Typpeä rehusta kg	Fosforia rehusta kg	Kuiva- aine g/kg	Typpi kg/t	Fosfori kg/t	Kalium kg/t	Til. paino kg/m ³	Lantaa kg	Lantaa litraa	Typpi kg	Fosfori kg	Kalium kg	
1	1	9,17	3,14	0,22	0,07	26,1	18,1	8,8	2,4	668	1,49	2,0	0,03	0,01	0,00	
1	2	10,0	3,41	0,24	0,07	28,6	18,4	10,6	2,4	592	1,34	2,0	0,02	0,01	0,00	
1	3	6,11	2,10	0,14	0,04	28,1	21,0	8,0	2,7	608	1,09	2,0	0,02	0,01	0,00	
1	4	9,44	3,24	0,22	0,07	32,9	18,6	11,4	2,5	463	1,10	2,0	0,02	0,01	0,00	
1	5	12,7	4,33	0,30	0,09	27,4	17,1	6,2	2,1	627	1,20	2,0	0,02	0,01	0,00	
1	6	17,2	5,87	0,40	0,12	34,4	19,5	8,4	3,1	418	2,33	6,0	0,05	0,02	0,01	
1	7	7,76	2,76	0,18	0,06	31,9	19,7	10,7	2,8	492	1,19	2,0	0,02	0,01	0,00	
1	8	8,56	2,91	0,20	0,06	32,1	19,3	9,1	2,3	487	1,59	3,0	0,03	0,01	0,00	
1	9	10,5	3,59	0,25	0,08	34,4	20,4	8,5	3,3	417	1,43	3,0	0,03	0,01	0,00	
1	10	9,75	3,26	0,23	0,07	34,4	18,9	11,2	3,4	418	0,74	2,0	0,01	0,01	0,00	
2	1	27,5	10,5	0,64	0,16	27,9	16,6	5,9	5,9	612	13,6	22	0,23	0,13	0,02	
2	2	28,6	10,9	0,66	0,16	28,4	15,6	5,0	5,0	599	14,1	23	0,22	0,17	0,02	
2	3	26,9	10,3	0,63	0,15	28,9	17,7	7,6	7,6	582	11,4	20	0,20	0,10	0,03	
2	4	32,0	12,4	0,77	0,21	28,2	17,3	7,4	7,4	605	15,5	26	0,27	0,13	0,03	
2	5	27,7	10,6	0,65	0,16	29,4	15,9	6,5	6,5	569	12,3	22	0,20	0,15	0,02	
2	6	30,8	11,8	0,72	0,18	28,5	18,8	7,7	7,7	595	13,1	22	0,25	0,12	0,03	
2	7	27,4	10,5	0,64	0,16	35,5	18,6	6,6	6,6	400	13,4	33	0,25	0,19	0,06	
2	8	26,4	10,1	0,61	0,15	30,2	19,3	7,3	7,3	543	11,6	21	0,22	0,15	0,02	
2	9	27,6	10,6	0,65	0,17	28,2	18,1	7,5	7,5	604	13,6	22	0,25	0,11	0,02	
2	10	27,9	10,7	0,65	0,17	29,8	18,6	6,5	6,5	556	12,3	22	0,23	0,12	0,03	
Summa		38,4	14,3	0,90	0,24						14,4	26	0,26	0,15	0,03	

4.2. Laskennallinen lanta

4.2.1. Erityslaskenta

Sinikettujen erityslaskennassa tuotantoeläimen (penikoinnista nahkontaan) erittämäksi sonnan ja virtsan yhteismääräksi saatiin noin 87 kg/eläin/vuosi (Taulukko 9). Tästä noin 49 kg erittyi sontana ja 38 kg virtsana. Siitosnaarailla eli emoilla eritetty määrä oli yhteensä noin 102 kg/eläin/vuosi, josta 50 kg sontana ja 52 kg virtsana. Siitosuroksilla vastaavat luvut olivat noin 113, 55,6 ja 57,8 kg/eläin/vuosi. Typestä pääosa erittyy virtsassa, kun taas fosforista, kuiva-aineesta, orgaanisesta aineesta ja tuhkasta pääosa on sonnassa (Taulukko 9).

Tuotettua siniketun nahkaa kohti erityksen kokonaismäärä oli noin 109 kg/nahka/vuosi, josta 60 kg sontana ja 49 kg virtsana. Typeä erittyi nahkaa kohti vuosittain 2,82 kg ja fosforia 0,978 kg. Nahkaan sisältyi tuotantoeläimen erityksen lisäksi 20 % emon ja 1 % siitosuroksen erityksestä.

Yhden emon, sen viiden pennun ja siitosuroksen osuuden (5 % erityksestä) vuosittainen vuodesa erittämä sontamäärä oli noin 298 kg ja virtsa 245 kg, eli yhteensä 543 kg. Ulosteiden mukana erittyi typeä 14,1 kg ja fosforia 4,89 kg.

Taulukko 9. Sinikettujen erityslaskennan tulokset.

ERITYS	Tuotanto- eläin	Emo	Uros	Nahkaa kohti	Emo+pennut+ urososuus
Sonta ja virtsa, kg per vuosi yhteensä	87,1	102	113	109	543
Sonnan kuiva-aine, %	26,3	27,2	27,2	32,0	160
Sonta, ka kg per vuosi	12,9	13,6	15,2	15,8	78,7
Sonta, kg per vuosi	49,1	49,9	55,6	59,6	298
Virtsan kuiva-aine, %	13,5	13,1	13,1	16,2	81,0
Virtsa, ka kg per vuosi	5,1	6,8	7,5	6,55	32,8
Virtsa, kg per vuosi	38,0	51,9	57,7	49,0	245
Typpi kokonaiseritys, kg per vuosi	2,19	3,00	3,35	2,82	14,1
Typpi sonnassa, kg per vuosi	0,51	0,57	0,64	0,627	3,13
Typpi virtsassa, kg per vuosi	1,68	2,43	2,72	2,20	11,0
Fosfori kokonaiseritys, kg per vuosi	0,78	0,92	1,03	0,978	4,89
Fosfori sonnassa, kg per vuosi	0,55	0,60	0,67	0,674	3,37
Fosfori virtsassa, kg per vuosi	0,237	0,320	0,357	0,304	1,52
Orgaaninen aine kokonaiseritys, kg per vuosi	14,0	15,7	17,4	17,3	86,4
Orgaaninen aine sonnassa, kg per ka kg	0,720	0,710	0,710	0,873	4,37
Orgaaninen aine virtsassa, kg per ka kg	0,910	0,880	0,880	1,10	5,48
Orgaaninen aine sonnassa, kg per vuosi	9,31	9,71	10,8	11,4	56,8
Orgaaninen aine virtsassa, kg per vuosi	4,67	5,94	6,60	5,93	29,6
Tuhka kokonaiseritys, kg per vuosi	4,02	4,72	5,26	5,02	25,1
Tuhka sonnassa, kg per vuosi	3,57	3,87	4,32	4,39	21,9
Tuhka virtsassa, kg per vuosi	0,45	0,85	0,94	0,63	3,14

Minkit

Minkkien erityslaskennassa tuotantoeläimen (penikoinnista nahkontaan) erittämän sonnan ja virtsan yhteismäärä oli noin 27 kg/eläin/vuosi (Taulukko 10). Tästä noin 13 kg erittyi sontana ja 15 kg virtsana. Siitosnaarailla eli emoilla eritetty määrä oli noin 51 kg/eläin/vuosi, josta noin 23 kg sontana ja 28 kg virtsana. Siitosuroksilla vastaavat luvut olivat noin 76, 35 ja 41 kg/eläin/vuosi. Myös minkeillä ty-

pestä pääosa erittyy virtsassa, kun taas fosforista, kuiva-aineesta, orgaanisesta aineesta ja tuhkasta pääosa on sonnassa (Taulukko 10).

Tuotettua minkin nahkaa kohti erityksen kokonaismäärä oli 41 kg/nahka/vuosi, josta 19 kg sonnana ja 22 kg virtsana. Tyypeä erittyi nahkaa kohti vuosittain 1,28 kg ja fosforia 0,328 kg. Nahkaan sisältyi tuotantoeläimen erityksen lisäksi 20 % emon ja 4 % siitosuroksen erityksestä.

Emon, sen viiden pennun sekä siitosuroksen osuuden (20 % erityksestään) vuodessa tuottama sontamäärä oli 94 kg ja virtsa 109 kg, eli erityys yhteensä 203. Ulostteet sisälsivät tyypeä 6,39 kg ja fosforia 1,64 kg.

Taulukko 10. Minkkien erityslaskennan tulokset.

ERITYS	Tuotanto-eläin	Emo	Uros	Nahkaa kohti	Emo+pennut+urososuus
Sonta ja virtsa, kg per vuosi yhteensä	27,4	50,8	75,9	40,6	203
Sonnan kuiva-aine, %	28,6	28,6	28,5	35,5	177
Sonta, ka kg per vuosi	3,66	6,64	9,93	5,38	26,9
Sonta, kg per vuosi	12,8	23,2	34,9	18,8	94,1
Virtsan kuiva-aine, %	12,5	12,5	12,6	15,5	77,7
Virtsa, ka kg per vuosi	1,84	3,45	5,16	2,73	13,7
Virtsa, kg per vuosi	14,7	27,5	41,0	21,8	109
Tyyppi kokonaiseritys, kg per vuosi	0,849	1,65	2,45	1,28	6,39
Tyyppi sonnassa, kg per vuosi	0,162	0,297	0,442	0,239	1,20
Tyyppi virtsassa, kg per vuosi	0,687	1,36	2,01	1,04	5,19
Fosfori kokonaiseritys, kg per vuosi	0,217	0,426	0,635	0,328	1,64
Fosfori sonnassa, kg per vuosi	0,142	0,271	0,404	0,212	1,06
Fosfori virtsassa, kg per vuosi	0,075	0,155	0,231	0,116	0,578
Orgaaninen aine kokonaiseritys, kg per vuosi	4,339	7,86	11,8	6,38	31,9
Orgaaninen aine sonnassa, kg per ka kg	0,740	0,730	0,731	0,915	4,58
Orgaaninen aine virtsassa, kg per ka kg	0,889	0,873	0,874	1,10	5,49
Orgaaninen aine sonnassa, kg per vuosi	2,707	4,85	7,26	3,97	19,8
Orgaaninen aine virtsassa, kg per vuosi	1,632	3,01	4,51	2,42	12,1
Tuhka kokonaiseritys, kg per vuosi	1,153	2,23	3,33	1,73	8,66
Tuhka sonnassa, kg per vuosi	0,950	1,79	2,67	1,42	7,08
Tuhka virtsassa, kg per vuosi	0,203	0,44	0,65	0,317	1,59

4.2.2. Normilantalaskenta

Normilantalaskennassa laskettiin eritetyn sonnan ja virtsan muuntuminen lannaksi varjotalon alla ja varastoinnissa massataseena (Taulukot 11 ja 12). Kaiken kettujen varjotalon alta poistetun lannan kuiva-ainepitoisuus oli noin 33 % ja orgaaninen aine noin 25 %. Vastaavasti ne olivat varastosta poistetulle lannalle 40 % ja 30 %. Minkeillä kuiva-ainepitoisuus varjotalon alta oli noin 32 % ja orgaaninen aine 25 %. Varastosta poistetulle lannalle ne olivat vastaavasti noin 40 % ja noin 30 %.

Taulukko 11. Sinikettujen lanta varjotalon alta (ex housing) ja varastoinnin jälkeen (ex storage).

LANTA VARJOTALON ALTA	Tuotanto-eläin	Emo	Uros	Nahkaa kohti	Emo+pennut+ urososuus
Yhteensä, kg/v	57,6	67,1	74,6	71,8	359
Kokonaistyyppi, kg/t	17,2	18,8	18,9	17,5	17,2
Liukoinen tyyppi, kg/t	8,18	10,1	10,2	8,57	8,26
Kokonaisfosfori, kg/t	13,6	13,7	13,8	13,6	13,6
LANTA VARASTOSTA					
Yhteensä, kg/v	39,2	45,7	50,8	48,8	244
Kokonaistyyppi, kg/t	15,0	14,9	15,0	15,0	15,0
Liukoinen tyyppi, kg/t	1,77	2,20	2,21	1,85	1,78
Kokonaisfosfori, kg/t	20,0	20,2	20,3	20,1	20,0

Taulukko 12. Minkkien lanta varjotalon alta (ex housing) ja varastoinnin jälkeen (ex storage).

LANTA VARJOTALON ALTA	Tuotanto-eläin	Emo	Uros	Nahkaa kohti	Emo+pennut+ urososuus
Yhteensä, kg/v	18,0	33,3	49,4	25,2	133
Kokonaistyyppi, kg/t	19,8	20,5	20,5	20,0	19,9
Liukoinen tyyppi, kg/t	10,7	11,4	11,4	10,9	10,7
Kokonaisfosfori, kg/t	12,1	12,8	12,9	12,3	12,1
LANTA VARASTOSTA					
Yhteensä, kg/v	12,3	22,6	32,7	17,1	90,4
Kokonaistyyppi, kg/t	15,8	15,8	16,2	15,8	15,8
Liukoinen tyyppi, kg/t	2,32	2,49	2,55	2,37	2,33
Kokonaisfosfori, kg/t	17,8	18,8	19,5	18,1	17,8

Tulokset lannasta varjotalojen alta vastaavat hyvin analysoituja tuloksia Luken (aiemmin MTT:n) tutkimuksista (Taulukko 13). Laskennallinen kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori vastaavat hyvin mitattua, mutta liukoisen typen osuus on jonkin verran korkeampi laskennallisesti. Typen hävikki on kuitenkin hyvin olosuhderiippuvaista. Laskennallisen arvion katsotaan olevan edustava.

Myös tulokset lannalle varastosta vastaavat fosforin ja liukoisen typen osalta mitattuja arvoja hyvin (Taulukko 13), tosin liukoisen typen mitatuissa pitoisuuksissa on isoja eroja näytteiden välillä. Sen sijaan kokonaistyyppi on laskennallisissa tuloksissa korkeampi kuin mitatuissa. Vertailukohtana laskennalliselle lannalle on tässä kaupallisten laboratorioden lanta-analyysiaineistot, joiden lähtötiedot ovat hyvin rajalliset. On mahdotonta sanoa, kuinka moni analysoiduista näytteistä on todellisuudessa kompostoitua turkiseläinten lantaa, joka ei vastaa laskennan tulosta. Varsinaisessa kompostoinnissa hajoamista pyritään edistämään esimerkiksi lantakasaa kääntämällä, jolloin suurempi osuus tyypeistä on alttiina haihtumaan. Kaupallisten laboratorioden tuloksien perusteella (alhainen tyyppipitoisuus) näytteissä on ollut merkittävästi kompostoitua lantaa eikä vain lantalassa kasalla ja ilman kompostoitumista edistäviä toimia varastoitua, kuten tässä laskennassa on huomioitu. Lantalaskennassa tosin ei tietopuutteiden takia kyetty ottamaan huomioon lannan typen muuntumista orgaanisesta muodosta liukoiseen muotoon (mobilisaatio) ja päinvastoin (immobilisaatio), mikä voi vaikuttaa sekä haihtuvan typen osuuteen lannan kokonaistyypeistä että liukoisen ja orgaanisen typen väliseen suhteeseen.

Taulukko 13. Lanta-analyysien tuloksia.

Lähde	Näytteenotto- paikka	Eläin	Ntot (kg/t)	Nsol (kg/t)	Ptot (kg/t)	Kuiva- aine (%)	Til.paino (kg/m ³)	N:P- suhde
Koskinen & Hellstedt (2012)	Varjotalon alta	Kettu	16,9	-	-	27,2	-	-
Bioarvolanta – hanke (2016)	Varjotalon alta	Kettu	24,3	7,41	17,3	38,4	-	1,41
		Minkki	16,8	4,27	11,9	26,7	-	1,41
Tilaseuranta, vaihe 2 (2016)	Varjotalon alta	Kettu	18,0	8,12	14,6	28,7	600	1,23
		Minkki	17,7	6,79	10,6	29,5	576	1,67
Ympäristöpalvelut Ahma Oy (2005–2014)	?*	Kettu	10,8	2,46	20,8	38,9	576	0,52
		Minkki	9,99	1,62	21,3	40,7	534	0,47
		Turkiseläin	11,1	2,89	15,7	39,3	556	0,71
Eurofins Vilja-vuospalvelu Oy (2005–2009)	?*	Turkiseläin	11,3	2,90	16,0	38,5	714	0,71

* oletettavasti pääasiassa lantanäytteenotto ennen peltotelevitystä, ts. varastoitu lanta, koska käyttötarkoituksena yleensä viljelysuunnitelmien lannoituslaskelmat.

Laskennallinen tulos varastoidun lannan vuotuisesta massasta voidaan muuntaa lannan tilavuudeksi (Taulukko 14). Muunnos riippuu lannan tilavuuspainosta, joka vaihtelee merkittävästi. Tässä on käytetty tilavuuspainona 550 kg/m³ keskiarvona Ympäristöpalvelut Ahma Oy:n turkiseläinten lanta-analyysiaineistosta vuosilta 2005–2014.

Taulukko 14. Laskennallinen turkiseläinten vuotuinen varastoidun lannan määrä muunnettuna tilavuudeksi (tilavuuspaino 550 kg/m³).

Lantamäärä	Tuotantoeläin	Emo	Uros	Nahkaa kohti	Emo+pennut+ urososuus
Kettu, m³/v	0,071	0,083	0,092	0,089	0,04426
Minkki, m³/v	0,022	0,041	0,059	0,031	0,1628

Vertailun mahdollistamiseksi nykyisiin nitraattiasetuksen vähimmäislantalatilavuuksiin turkiseläimille, laskettiin keskimääräinen lantamäärä siitosnaaraalle pentuineen (viisi pentua) sekä keuille että minkeille. Kettujen vuotuinen lantamäärä per siitosnaaras (emo ja pentue) on tällöin 0,44 m³ ja minkkien 0,16 m³. Nykyisiä Nitraattiasetuksen vähimmäislantalatilavuuksia voitaisiin näin ollen laskea.

4.2.3. Vertailu tilaseurannan ja laskennan välillä

Tilaseurannassa sinikettujen vuodessa tuottama lantamäärä oli 54 kg varjotalon alta kerättäessä. Lantamäärässä oli mukana kettuemon tuottama lanta maaliskuusta pentujen vieroitukseen ja nahkonnasta siemennykseen. Lantamäärästä puuttuu siitosuroksen lanta sekä siitosnaaraan lanta tuotantoeläinten kasvatusvaiheessa. Siksi tilakokeissa tuotettuja lantamääriä ei voi suoraan verrata erityis- tai normilantalaskennassa saatuihin määriin. Parhaiten tilaseurannan tulosten vertailu onnistuu tuotantoeläimen laskennalliseen lantamäärään. Varjotalon alta (ex housing) se oli 57,6 kg, ts. vain hiukan suurempi kuin tilaseurannassa. Ketun tilaseurannan lantamäärää pienensi se, että emon lantatuotos voitiin osittaa 10 pennulle, jotka kaikki lisäksi säilyivät elossa aina nahoitukseen saakka.

Minkeillä tuotantoeläimen lantamäärä oli tilaseurannassa 14 kg sisältäen osuuden myös emon tuottamasta lannasta vieroitukseen saakka. Minkin normilantalaskennassa tuotantoeläimen lantamäärä varjotalon alta (ex housing) oli 18 kg. Tilaseurannan lantamäärä jäi näin pienemmäksi kuin

normilantalaskennassa saatu määrä. Minkin ensimmäisen seurantajakson aikana tuottama lantamäärä jäi todennäköisesti mittaustavan vuoksi (ilman kuivikkeita) todellista pienemmäksi, mikä selittää syntynyttä eroa.

Tulokset tilakokeesta ja normilantalaskennasta ovat varsin vertailukelpoiset ottaen huomioon, että seurattavia tiloja oli vain kaksi, yksi kullekin eläimelle, ja tilojen välisten toimien ja olosuhteiden vaihtelut jäävät seurannassa täten huomioitta. Tilaseurannan tulokset kuitenkin vahvistavat laskennan tulosten luotettavuutta.

5. Johtopäätökset

Turkistuotannon käytännön toimet turkistilojen lannankäsittelyssä vaihtelevat tapauskohtaisesti. Tämä tekee keskimääräisten lannan määrän ja koostumuksen tiedon tuottamisen haastavaksi, kuten muillakin tuotantoeläimillä. Keskimääräiset luvut kuitenkin tarvitaan mm. hallinnon tarkoituksiin vähimmäislantalatilavuuksien määrittämisessä ja eläinsuojien ympäristölupakäytännöissä. Samoin niitä tarvitaan lannankäsittelyyn liittyvien kaasumaisten päästöjen kansallisissa päästöinventaariorissa sekä valtakunnallisissa ravinnetaseissa, joita Suomi on velvoitettu raportoimaan. Lannan käytön kehittämisen ja alueellisten ravinnekiertojen suunnittelussa alueellinen tieto lantojen määrästä, ominaisuuksista ja sijainnista on myös välttämätön pohjatieto.

Tietoa tarvitaan eri tarkoituksissa eri vaiheessa lantaketjua, minkä vuoksi laskennallinen menetelmä on tarpeen. Erityslaskenta (ex animal) on pohjatieto päästöinventaariorissa, ravinnetaseissa ja ympäristöluparajoja määrittävissä eläinyksikkökertoimissa. Lantatietoa varjotalon alta (ex housing) tarvitaan esimerkiksi arvioitaessa lannan prosessoinnin mahdollisuuksia ja toteutusta. Lanta varastoinnin jälkeen (ex storage) on puolestaan oikea tieto mm. vähimmäislantalatilavuuksien määrittämisessä sekä lannalla lannoitettaessa.

Turkiseläinten erityslaskenta rakennettiin tässä hankkeessa kokonaan uudelleen ja sen katsotaan olevan selkeä parannus aiempaan, hyvin karkeaan arvioon. Laskenta olisi kuitenkin täsmällisempi ja kansallista turkistuotantoa paremmin edustava, mikäli mitattua tietoa erityisesti rehujen ravintoaineiden pidättymisestä eläimiin (mm. ruhon ja nahan koostumus) sekä eläinten metaboliasta olisi saatavilla. Niiden saaminen edellyttää tarvetta vastaavia kokeita tuotantomittakaavassa, mikä tulisi jatkossa huomioida ruokintakokeita toteutettaessa. Turkiseläinten lannan hyödyntämiseen voimakkaasti vaikuttavan fosforin laskennan täsmentäminen jää odottamaan lisätietoa ja kaliumin laskenta jäi lähtötietojen puutteen vuoksi kokonaan tekemättä. Kivennäisistä myös kalsiumin määrä rehussa olisi tärkeä tieto, sillä se vaikuttaa eläimen metaboliaan. Luodussa laskennassa pidättyminen voi olla jossain määrin yliarvioitu, sillä eläimen tyhjöpainon laskennassa Huhdin (2005) menetelmän mukaan elopainoa hieman aliarvioidaan. Erityisesti tuhkan ja typen pidättymisestä minkillä tarvitaan lisätietoa. Myöskään kettujen ja minkkien erot vesimetaboliassa eivät ole selkeät, vaikka se vaikuttaa eritettäviin sonnan ja virtsan tuoremääriin.

Normilantalaskennassa tarvitaan täsmällisempää tietoa typen ja veden haihtumisesta ja kuiva-aineen hajoamisesta varjotalojen alla olevasta ja varastoitavasta lannasta. Myös lantaan päätyvän juomaveden määrä ja lannasta suotautuvien nesteiden määrä ja ominaisuudet pitäisi pystyä arvioimaan. Kaikilla edellä mainituilla tekijöillä on merkittävä vaikutus muodostuvan lannan massamäärään ja ravinteiden, varsinkin typen, pitoisuuksiin. Tähän liittyvää käytännön seuranta tulisi tehdä erilaisilla turkistiloilla tätä hanketta laajemmin, hallikasvatuksessa sekä hallituissa olosuhteissa koetoiminnassa. Seurantojen tuloksia tulisi verrata laskennalliseen lantaan laskennan täsmentämiseksi.

Yleisesti turkiseläinten lannan käsittelyn kehittämisessä olennaista on vähentää lantaan erittyvien ravintoaineiden määrää. Turkiseläimet kasvatetaan häkeissä, joissa tuotantoeläimiä on aina useita. Tämä tarkoittaa sitä, että käytössä on aina eläinten ryhmäruokinta. Sen toteuttaminen niin, että ryhmän kaikkien eläinten ravintoaineiden tarve tyydyttyy optimaalisesti, on haastavaa. Tilaseurannassa saadut tulokset osoittavatkin, että ruokinnan häkkikohtaiseen optimointiin on selvä tarve. Siihen on jatkuvasti kehittyvän tekniikan ansiosta käytettävissä yhä paremmin toimivia työkaluja. Eläinten tarpeiden mukainen ruokinta parantaa tuotannon kustannustehokkuutta ja samalla vähentää yli-ruokinnasta aiheutuvaa tarpeetonta ravintoaineiden erittymistä eläinten ulosteisiin, mikä tässäkin hankkeessa havaittiin korkeaksi.

Turkiseläinten lannan käyttöä viljelykasvien lannoituksessa rajoittaa voimakkaasti sen korkea fosforipitoisuus. Se kasvattaa lannanlevitykseen tarvittavaa pinta-alaa ja lisää siten lannan levitys- ja kuljetuskustannuksia. Lannan fosfori on peräisin turkiseläinten rehuista, ja rehufosforin tarkoituksena on tyydyttää eläinten fosforitarve. Kasvavan siniketun fosforin tarve tyydyttyy, jos rehun kuiva-aineessa on fosforia 6 g/kg. Tilaseurannan rehuista ei määritetty suoraan fosforipitoisuutta, mutta se

laskettiin rehujen tuhkapitoisuuden perusteella ja oli kettujen rehun kuiva-aineessa keskimäärin 17 g/kg. Määrä ylitti siis selvästi eläinten laskennallisen tarpeen, mikä johtaa käytännössä lannan tarpeettoman korkeaan fosforipitoisuuteen. Tieto ei sinällään ole uusi, mutta tilanteen korjaaminen on silti yhä varsin ajankohtaista.

Viitteet

- Ahlstrøm, Ø. & Skrede, A. 1998. Comparative nutrient digestibility in dogs, blue foxes, mink and rats. *The Journal of Nutrition*. 128, 2676S–2677S.
- Ahlstrøm, Ø., Fuglei, E. & Mydland, L.T. 2003. Comparative nutrient digestibility of arctic foxes (*Alopex lagopus*) on Svalbard and farm-raised blue foxes (*Alopex lagopus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*. 134, 63–68.
- Grönroos, J., Munther, J. & Luostarinen S. 2017. Calculation of gaseous emissions from Finnish agriculture – description of the revised model. Finnish Environment Institute SYKE. Käsikirjoitus.
- Huhti, P. 2005. Siniketun kasvun ja sen koostumuksen mallintaminen. Helsingin yliopisto. Kotieläintieteen laitos. Pro Gradu- tutkielma.
- Koskinen, N. & Hellstedt, M. 2012. Sinikettujen lantamäärän selvitysten raakadata. Julkaisematon. Baltic Manure -hanke. <http://www.balticmanure.eu>
- Lagerkvist, G. & Tauson, A-H. 1993. Effect of selection on digestibility and carcass composition in mink. *Archives of Animal Nutrition*. 45, 155-160.
- Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J. & Munther, J. 2017a. Suomen normilanta – järjestelmä – järjestelmän dokumentaatio ja ensimmäiset tulokset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2017.
- Luostarinen, S., Grönroos, J., Hellstedt, M., Nousiainen, J. & Munther, J. 2017b. Finnish normative manure system – system documentation and first results. *Natural resources and bioeconomy studies* 48/2017.
- Neil, M. 1986. Feed-related factors affecting water turnover in mink. *Swedish Journal of Agricultural Research*. 16, 81-88.
- Neil, M. 1988. Effects of dietary energetic composition and water content on water turnover in mink. *Swedish Journal of Agricultural Research*. 18, 135-140.
- Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F., 1998. Standard values for farm manure. A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure - DIAS report no. 7. Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. Danish Institute of Agricultural Science.
- Rouvinen, K. & Kiiskinen, T. 1991. High dietary ash content decreases fat digestibility in the mink. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 41, 375-386.
- STKL 2017a. Tiedoksianto. Turkiseläinten ruokinnan tietoja.
- STKL 2017b. Tiedoksianto. Turkiseläinten eläinmäärien tilastot.
- Tauson, A-M. 1988. Varied energy concentration in mink diets. 1. Apparent digestibility of the experimental diets. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 38, 223-229.
- Valaja, J., Perttilä, S. & Jalava, T. 1999. Rehun tuhkapitoisuuden ja kalsium/fosfori-suhteen vaikutus siniketun kivennäisten hyväksikäyttöön ja luiden mineralisoitumiseen. Loppuraportti 22.11.1999. MTT Eläinravitus.
- Vhile, S.G., Skrede, A., Ahlstrøm, Ø. & Hove, K. 2005. Comparative apparent total tract digestibility of major nutrients and amino acids in dogs (*Canis familiaris*), blue foxes (*Alopex lagopus*) and mink (*Mustela vison*). *Animal Science*. 81, 141-148.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000