



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2021

Nautatilojen kuivikehuolto

Katariina Manni ja Arto Huuskonen (toim.)

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2021

Nautatilojen kuivikehuolto

Katariina Manni ja Arto Huuskonen (toim.)

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2021



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Viittausohje:

Manni, K. & Huuskonen, A. (toim.). 2021. Nautatilojen kuivikehuolto. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 113 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Manni, K. & Huuskonen, A. 2021. Oljen irtosäilöntä. Julkaisussa: Manni, K. & Huuskonen, A. (toim.). Nautatilojen kuivikehuolto. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 7–21.

Katariina Manni ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0002-7010-5305>

Arto Huuskonen ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0003-0938-5675>



ISBN 978-952-380-250-6 (Painettu)

ISBN 978-952-380-251-3 (Verkkojulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkojulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-251-3>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Katariina Manni ja Arto Huuskonen (toim.)

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2021

Julkaisuvuosi: 2021

Kannen kuva: Osmo Keränen/Luke

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

Alkusanat

Nautatilojen kuivikehuolto (Nauku) oli Luonnonvarakeskuksen (Luke) ja A-Tuottajat Oy:n yhteishankkeena toteuttama projekti, joka käynnistyi 1.7.2018 ja päättyi 30.6.2021. Hanke toimi Pohjois-Pohjanmaan alueella tavoitteenaan tuottaa uusia vaihtoehtoja nautakasvattamoiden kuivikehuoltoon, jonka epävarmuus johtaa korkeisiin kuivituskustannuksiin ja toisaalta ohjaa rakentamista lämpimiin tuotantoympäristöihin. Tässä julkaistava raportti kokoaa yhteen hankkeessa toteutettujen tutkimusosioiden tulokset, joiden toivotaan omalta osaltaan palvelevan suomalaisen nautakarjatalouden kehittämistä.

Hanketta rahoitettiin Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta, ja tuki myönnettiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kautta. Hankkeen yksityisrahoittajina toimivat A-Tuottajat Oy, Eastman sekä Pohjois-Pohjanmaan alueen maatalousyrittäjät osallistumismaksujen kautta.

Hankkeen etenemiseen myötävaikutti ohjausryhmä, joka antoi arvokasta palautetta hankkeen työntekijöille. Ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Mika Niku ja jäseninä olivat Sauli Joensuu, Erkki Joki-Tokola, Janne Kiljala, Kukka Kukkonen, Esa Lehto ja Arja Seppälä. Hankkeen toteuttajat kiittävät kaikkia rahoittajia, ohjausryhmän jäseniä ja yhteistyökumppaneita erittäin hyvin toimineesta yhteistyöstä.

Vesannolla 25.6.2021

Arto Huuskonen

Luonnonvarakeskus

Tiivistelmä

Katariina Manni¹ ja Arto Huuskonen² (toim.)

¹Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 2 C, 31600 Jokioinen

²Luonnonvarakeskus (Luke), Halolantie 31 A, 71750 Maaninka

Raportti kokoaa yhteen Nautatilojen kuivikehuolto -hankkeen tutkimusten tulokset. Raportissa käsitellään oljen irtosäilöntää, eri kuivikemateriaalien vertailua lihanaudoilla, sonnien mieltymyksiä eri kuivikemateriaalien välillä, kuivalannan käyttöä peltoviljelyssä sekä nautojen lantaisuuden yleisyyttä ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Ensimmäinen artikkeli käsittelee oljen irtosäilöntää, jossa säilöntätapoina olivat varastointi tiivistäen katon alle, ilmatiivis säilöntä säilöntäainetta käyttäen laakasiiloon ja tiivistämätön varastointi peltoaumoihin säilöntäaineella ja ilman. Sateisesta syksystä johtuen olkea ei saatu korjattua niin kuivana kuin oli tavoite, mikä osaltaan heikensi oljen säilyvyyttä. Oljen säilöntä ilmatiivisti laakasiiloon osoittautui varteenotettavaksi säilöntävaihtoehdoksi ja kyseinen menetelmä näyttäisi soveltuvan melko kosteankin oljen säilöntään.

Toinen artikkeli kokoaa tulokset neljästä kasvavilla lihanaudoilla tehdystä kuivikevertailujaksosta. Niissä vertailtiin turvetta, viljan olkea, ruokohelpeä, heinää, kartonkihylsyä ja kompostoitamatonta turvepohjaista hevosenlanta lihanautojen makuualueen kuivituksessa. Vaikka kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuuksissa oli melko suuriakin eroja, erot eivät näkyneet kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa. Erityisesti ruokohelpi ja myös olki osoittautuivat hyvin lämpöä tuottaviksi kuivikemateriaaleiksi. Heikoiten lämpöä tuottava materiaali oli hevosenlanta yhdessä oljen tai turpeen kanssa käytettäessä.

Kolmas artikkeli käsittelee nuorten sonnien mieltymyksiä kuivikkeena käytettyjen oljen, ruokohelven ja hevosen kuivikelannalla välillä. Mittareina olivat eri kuivikepohjilla vietetty aika ja makuulla olon todennäköisyys. Ruokohelpi ja olki olivat mieluisia makuualustoja. Hevosen kuivikelanta oli selkeästi muita kuivikkeita epäsuosituampi alusta makaamiselle. Kokeen edetessä hevosen kuivikelannan suosio makuualustana kuitenkin lisääntyi.

Neljännessä artikkelissa on koottuna kuivikelannan lannoituskäyttöön liittyvät kokeet, joissa verrattiin kuivikevertailuissa kertyneitä kuivalantoja. Kokeet tehtiin viljalla ja nurmella. Viljasato korjattiin sekä kokoviljana että jyväsatonä. Kuivikelantojen satoja verrattiin toisiinsa ja kokeissa mukana olleisiin lietelantaan ja väkilantaan. Kuivikelannoista parhaan ohrasadon antoi molempina koevuosina olkiturvekuivikelanta. Kokeen tulosten mukaan kuivikelanta kannatti kuivaainesadon määrän ja lannoituksissa käytetyn tyyppien hyväksikäytön kannalta levittää mieluummin kasvukauden aikana kuin edellisenä syksynä. Säilöntäkokeen perusteella kuivikelannan levitys ei vaikuttanut haitallisesti ensimmäisen säilörehusadon laatuun.

Viidennessä artikkelissa käsitellään nautojen lantaisuutta. Selvitysten perusteella lantaisuutta esiintyi erityisesti kosteina ja pimeinä talvikuukausina. Lisäksi ryhmässä alakynteen jäävät eläimet olivat muita alttiimpia likaantumaan. Tilastaselvitysten mukaan eläinten kokonaishyvinvoinnin kannalta hyvät olosuhteet, kuten kuivikepohjat, lisäsivät lantaisuusriskiä, mutta rakenneyhtälömalleissa mukavan ja pehmeän makuualueen eli onnistuneen kuivituksen hyvinvointiriskiä ja sitä kautta lantaisuutta vähentävä vaikutus osoittautui merkitykselliseksi. Lantaisuutta voidaan vähentää tehokkaimmin ongelmatiloilta kohdistetulla erillisellä neuvonnalla, lantakäytännöllä sekä yleisillä ohjeistuksilla.

Asiasanat: kuivike, kuivitus, mieltymys, lannoitus, lantaisuus, naudanlihantuotanto

Sisällys

1. Oljen irtosäilöntä	7
1.1. Johdanto.....	8
1.2. Aineisto ja menetelmät.....	9
1.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu	12
1.4. Johtopäätökset	20
1.5. Viitteet	21
2. Kuivikkeet vertailussa lihanautoilla	22
2.1. Johdanto.....	23
2.2. Aineisto ja menetelmät.....	24
2.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu	26
2.3.1. Kuivikevertailu jakso 1	26
2.3.2. Kuivikevertailu jakso 2	31
2.3.3. Kuivikevertailu jakso 3	35
2.3.4. Kuivikevertailu jakso 4	39
2.3.5. Kuivikevertailujen kooste.....	43
2.4. Yhteenvedo ja johtopäätökset.....	48
2.5. Viitteet	49
3. Nuorten lihanautojen kuivikemieltymykset: vertailussa olki, ruokohelpi ja hevosen kuivikelanta	50
3.1. Tutkimuksen tausta ja tarkoitus	51
3.2. Aineisto ja menetelmät.....	51
3.2.1. Eläimet ja ruokinta	51
3.2.2. Koejärjestely ja koekäsittely.....	52
3.2.3. Mittaukset.....	55
3.2.4. Tilastollinen analyysi.....	56
3.3. Tulokset	57
3.3.1. Pihaton ja kuivikepatjan olosuhdemittaukset ja kuivikkeen käyttömäärä.....	57
3.3.2. Eläinten käyttäytyminen.....	61
3.4. Tulosten tarkastelu	65
3.5. Johtopäätökset	67
3.6. Viitteet	68
4. Kuivikelannan käyttö perustettavan ja kasvavan nurmen lannoituksessa	69
4.1. Johdanto.....	70

4.2.	Kuivikelanta nurmen suojakasviksi kylvetyn rehuviljan lannoituksessa	71
4.2.1.	Suojaviljan lannoituskokeiden toteutus ja kokeessa levitettyjen lantojen koostumus	71
4.2.2.	Suojaviljan lannoituskokeen tulokset	73
4.3.	Säilörehunurmen lannoituskokeet kuivikelannalla	76
4.3.1.	Säilörehunurmen lannoituskokeen toteutus	76
4.3.2.	Nurmen lannoituskokeiden tulokset	78
4.3.3.	Kuivikelannalla lannoitetusta nurmesta korjatun säilörehun säilönnällinen ja hygieeninen laatu	83
4.4.	Yhteenvedoa kuivikelannalla tehdyistä lannoituskokeista	84
4.5.	Viitteet	86
5.	Selvitys nautojen lantaisuudesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä.....	87
5.1.	Johdanto.....	88
5.2.	Eläinten puhtauden merkitys ja siihen liittyvä valvonta	88
5.2.1.	Lantaisuuden merkitys.....	88
5.2.2.	Eläinten puhtauteen liittyvä lainsäädäntö.....	88
5.2.3.	Elinkeinon toimintatavat.....	90
5.3.	Tilakäynteihin perustuva selvitys.....	91
5.4.	Teurastamoaineistoon perustuva kartoitus	92
5.5.	Rakenneyhtälömallit	97
5.5.1.	Lantaisuuteen vaikuttavat tekijät kaikilla teurailla	97
5.5.2.	Hyvinvoinnin arviointi ja lantaisuus yli 10 sonnin tiloilla Nasevan tilakäynneillä arvioitujen tekijöiden ja teurastulosten suhteen.....	98
5.5.3.	Riskialttiuden ja tuotantokyvyn arviointi ja lantaisuus yli 50 sonnin tiloilla	104
5.6.	Selvityksissä todetut syy- ja seuraussuhteet lantaisuuden taustalla	108
5.7.	Lantaisuuteen vaikuttavat tekijät ja ehkäisykeinot tehtyjen selvitysten, kirjallisuuden ja aiemman kokemustiedon perusteella.....	109
5.8.	Tuotantoketjun toimenpide-ehdotukset	112
5.9.	Viitteet	113

1. Oljen irtosäilöntä

Katariina Manni¹ ja Arto Huuskonen²

¹Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 2 C, 31600 Jokioinen

²Luonnonvarakeskus (Luke), Halolantie 31 A, 71750 Maaninka

Tiivistelmä

Perinteisesti olki korjataan paalaamalla ja säilöntä perustuu korkeaan kuiva-ainepitoisuuteen. Mikäli olki joudutaan korjaamaan paaleihin kosteana, se pitää kääriä muoviin säilyvyyden varmistamiseksi. Tämä koetaan monesti työlääksi ja myös kalliiksi vaihtoehdoksi. Moni karjatilallinen onkin pohtinut uusia, kustannustehokkaita ratkaisuja oljen korjuuseen ja varastointiin. Yksi vaihtoehto on korjata olki silppurilla ja varastoida se irtona.

Oljen irtosäilöntäkoetta toteutettiin maatilamittakaavassa Luonnonvarakeskuksen Siikajoen koe-toiminta-ajamella Ruukissa syksyllä 2020. Olosuhteet olivat haastavat oljen kuivaamisen kanalta. Tämän vuoksi osa säilöntäkäsittelyistä toteutettiin suunniteltua märemmällä oljella. Ohranolki korjattiin tarkkuussilppurilla ja siirrettiin peräkärjessä varastoihin. Vertailussa oli viisi erilaista säilöntämenetelmää: Katon alle tiiviisti varastoitu mahdollisimman kuiva olki (1), kahteen laakasiiloon ilmatiivisti varastoitu olki, joista toisessa puintikostea (2) ja toisessa mahdollisimman kuivaa olkea (3) ja molempien seassa AIV Ässä Na -säilöntäainetta, painotus säilörehulla ja peitetty vakuuikalvolla ja aumamuovilla sekä kahteen peltoaumaan tiivistämättä varastoitu mahdollisimman kuiva olki, joista toisen seassa Propcorn NC -säilöntäainetta (4) ja toinen ilman säilöntäainetta (5), molemmat peitetty aumamuovilla.

Olkivarastojen lämpötilaa mitattiin dataloggereilla. Jokaisen varaston olkimäärä punnittiin tekovaiheessa ja olkivarastojen tilavuudet mitattiin. Oljesta otettiin korjuun yhteydessä ja kaksi kertaa varastoinnin aikana näytteet kuiva-aineen ja vedensidontakyvyn määrittämistä varten. Lisäksi arvioitiin subjektiivisesti säilyvyyttä, pölyävyyttä ja hygieenistä laatua.

Sateisesta syksystä johtuen olkea ei saatu korjattua niin kuivana kuin oli tavoite. Erityisesti peltoaumoihin varastoitu olki oli korjuuhetkellä liian märkää (kuiva-ainepitoisuus 40 %) ja se alkoi heti pilaantua. Katon alle varastoidun oljen kuiva-ainepitoisuus oli säilöntähetkellä 67 %, laakasiiloon varastoidun kuivemman oljen 71 % ja puintikostean 55 %. Säilönnän alussa mitattu oljen vedensitomiskyky oli sitä parempi, mitä kuivempaa olki säilöntähetkellä oli. Myöhemmissä mittauksissa vedensitomiskyky ei kuitenkaan ollut enää yhtä selvästi yhteydessä kuiva-ainepitoisuuteen kuin säilönnän alussa. Olki saatiin säilöttyä laakasiiloihin tiiviimmin kuin katon alle, jolloin laakasiilossa varastotilan tarve oli pienempi kuin katon alle varastoitaessa.

Laakasiiloihin säilötty olki ja painona ollut säilörehu säilyivät hyvin. Ainoastaan pohjalle kertyneen puristenesteen seurauksena olki oli märkää ja siten käyttökeltotonta. Katon alle tiivistämällä varastoitu olki säilyi kohtalaisesti. Alussa se lämpeni huomattavasti, mutta lämpötila aleni varastoinnin edetessä. Kosteus aiheutti pilaantumista erityisesti pinnassa ja pohjalla, mutta myös olkikasan keskellä oli homehtuneita alueita. Homepöly on merkittävä terveysriski sekä eläinten hoitajille että eläimille, eikä homeista olkea tulisi käyttää.

Oljen säilöntä ilmatiivisti laakasiiloon on vartenotettava vaihtoehto. Ilmatiivis säilöntä näyttäisi soveltuvan melko kosteankin oljen säilöntään niin, että olki säilyy käyttökelpoisena kuivikkeena ja ruokinnassa käytettäväksi.

Asiasanat: kuivitus, kuivike, silppuri, säilöntäaine

1.1. Johdanto

Olki on turpeen, sahanpurun ja kutterinlastun ohessa yleisimmin käytössä olevia kuivikemateriaaleja (Iivonen 2008). Erityisesti lihanautojen eristämättömissä tuotantorakennuksissa olki on turpeen ohessa yleisesti käytetty kuivike. Olki on merkittävä kasvinviljelyn sivutuote ja sen saatavuus on melko hyvä erityisesti alueilla, missä on viljanviljelyä (Pahkala ja Lötjönen 2012). Tämä on ainakin yksi syy oljen yleisyyteen kuivikekäytössä.

Eri kuivikemateriaaleilla voi olla hyvinkin erilaisia tilavuuspainoja ja tilavuuspainot voivat vaihdella huomattavasti myös samalla materiaalilla (Alasuutari ja Palva 2014). Tilavuuspainoon vaikuttaa mm. materiaalin kosteus, tiiviys ja prosessointi. Korsi- ja kuitumateriaalit ovat tyypillisesti melko kevyitä materiaaleja esimerkiksi turpeeseen verrattuna, mikä lisää niiden varastotilan tarvetta. Pitkän oljen keskimääräinen tilavuuspaino on tyypillisesti 30–45 kg/m³ ja silputun oljen 60–110 kg/m³, kun se esimerkiksi kuiviketurpeella on 120–180 kg/m³ (Alasuutari ja Palva 2014). Tilavuuspaino vaikuttaa varastotilan tarpeen lisäksi myös tilavuuteen perustuvaan käyttömäärään.

Nesteensitomiskyky on yksi kuivikkeiden tärkeimmistä ominaisuuksista. Kuivana korjattu ja silputtu olki imee nestettä noin kaksi ja puoli kertaa painonsa verran (Iivonen 2008). Se on noin puolet turpeen nesteensitomiskyvystä. Mikäli nesteensitomiskykyä tarkastellaan tilavuuspainoa kohden, se on oljella melko alhainen johtuen sen matalasta tilavuuspainosta esimerkiksi turpeeseen verrattuna (Iivonen 2008). Tämä tulee huomioida arvioitaessa kuivikkeiden käyttömääriä ja varastotilan tarpeita.

Mikäli olki varastoidaan kuivana, kosteuspitoisuuden tulee hyvän säilöntätuloksen takaamiseksi olla enintään 20 % (Bernesson ja Nilsson 2005). Jos olki joudutaan korjaamaan kosteana esimerkiksi märkien korjuukelien vuoksi, olkipaalit tulee säilyvyyden takaamiseksi kääriä muoviin (Lötjönen ja Joutsjoki 2016). Lötjönen ja Joutsjoen (2016) tutkimuksen perusteella kolme kerrosta muovia riittää talviaikaiseen varastointiin, mutta mikäli varastointiaika on vuoden mittainen, suositellaan kuutta muovikerrosta. Olkipaalien käärintä lisää kustannuksia verrattuna olkipaaleihin, joita ei ole kääritty muoviin ja jotka on varastoitu muovin alle (Lötjönen ja Joutsjoki 2016).

Kotieläintilojen suurentuessa tilakohtaiset kuivikkeiden käyttömäärät kasvavat. Tällä on merkitystä erityisesti eristämättömissä tuotantorakennuksissa, joissa kuivikkeiden käyttömäärät voivat olla hyvinkin suuria. Kuivituksen perustuessa olkeen tämä tarkoittaa entistä suurempia korjuupinta-aloja ja pidentyviä korjuumatkoja. Oljen paalaus ja muovin käärintä koetaan monesti työlääksi ja myös kalliiksi vaihtoehdoksi. Moni karjatilallinen onkin jo pohtinut uusia, kustannustehokkaita ratkaisuja oljen korjuuseen ja varastointiin. Yksi vaihtoehto on korjata olki silppurilla ja varastoida se irtona.

Maatilamittakaavan demonstraatiokokeella selvitettiin mahdollisuutta varastoida silppurilla korjattua ja säilöntäaineella säilöttyä irta-olkea laakasiiloissa, aumoissa tai katon alla, jolloin saavutettaisiin säästöä pyöröpaalaus- ja muovituskustannuksiin.

1.2. Aineisto ja menetelmät

Oljen irtosäilöntäkoetta toteutettiin maatilamittakaavassa Luonnonvarakeskuksen (Luke) Siika-joen koetoiminta-asemalla Ruukissa syksyllä 2020. Kokeessa vertailtiin erilaisia oljen irtosäilöntämenetelmiä. Säilötty olki oli ohranolkea. Oljen korjuu tapahtui tarkkuussilppurilla urakoitsijan toimesta (Kuva 1). Oljen siirto pellolta varastoihin tehtiin kahdella kärryllä, joista toinen oli purkava ja toinen kipattava.



Kuva 1. Oljen korjuuta tarkkuussilppurilla ja kuorman tyhjennys laakasiiloon. Kuvat: Luke/Katariina Manni.

Kokeessa oli viisi erilaista oljen irtosäilöntämenetelmää (Taulukko 1). Varastointi tapahtui joko katon alla ladossa, kattamattomassa laakasiilossa tai peltoaumassa. Tavoitteena oli säilöä sekä mahdollisimman kuivaa että puintikostea olkea niin, että katon alla, toisessa laakasiilossa ja molemmissa aumoissa oli mahdollisimman kuivaa olkea ja lisäksi toisessa laakasiilossa oli puintikostea olkea. Laakasiiloihin säilötyn oljen sekaan lisättiin AIV Ässä Na -säilöntäainetta, annostelutavoitteena 5–7 l/tn, ja toiseen peltoaumaan säilötyn oljen sekaan lisättiin Propcorn NC -säilöntäainetta, annostelutavoite 5–6 l/tn. Säilöntäaineen annostelu tapahtui korjuun yhteydessä silppurissa olleen hapottimen kautta. Oljen varastointiaika oli hieman yli kolme kuukautta. Varastointijakson puolivälissä olkivarastot avattiin säilyvyyden arvioimiseksi. Säilyvyyttä arvioitiin myös varastointijakson lopussa.

Taulukko 1. Oljen irtosäilöntämenetelmät.

	Katon alla	Laakasiilo, puintikostea	Laakasiilo, kuivahko	Auma, säilöntäaine	Auma, ei säilöntäainetta
Korjuu-ajankohta	Mahdollisimman kuivana	Heti puinnin jälkeen	Mahdollisimman kuivana	Mahdollisimman kuivana	Mahdollisimman kuivana
Varastointi	Katon alla	Laakasiilo	Laakasiilo	Peltoauma	Peltoauma
Säilöntäaine	-	AIV Ässä Na (5–7 l/tn)	AIV Ässä Na (5–7 l/tn)	Propcorn NC (5–6 l/tn)	-
Tiivistys	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
Painotus	Ei	Säilörehu	Säilörehu	Ei	Ei
Peittäminen	Ei	Vakuumikalvo + Aumamuovi	Vakuumikalvo + Aumamuovi	Aumamuovi	Aumamuovi

Katon alle (Kuva 2) ja kahteen laakasiiloon (Kuva 3) varastoitu olki tiivistettiin. Tiivistämistä tehtiin samanaikaisesti, kun olkikuormia ajettiin varastoihin. Lisäksi laakasiiloihin varastoidun tiivistetyn oljen päälle levitettiin painoksi tasainen kerros AIV Ässä Na -säilöntäaineella (5 l/tn) säilöttyä märkää nurmisäilörehua ja tiivistettiin, jotta varastoista saatiin mahdollisimman ilmatäiviä. Säilörehun päälle levitettiin vakuumikalvo ja sen päälle aumamuovi, joka oli niin leveä, että sen reunat ylettyivät laakasiilon reunojen ulkopuolelle (Kuva 4). Lopuksi aumamuovi painotettiin ruohokerroksella niin, että muovi pysyi paikoillaan (Kuva 4). Laakasiilon pohjalle oli levitetty aumamuovi ennen säilönnän aloitusta ja sen reunat käännettiin vakuumikalvon päälle ennen päälle laitetun aumamuovin levitystä.



Kuva 2. Oljen varastointia katon alle ja tiivistäminen. Kuvat: Luke/Kati Mattila.



Kuva 3. Laakasiiloon säilötyn oljen tiivistys ja säilörehun levitys olkivaraston päälle, joka myös tiivistettiin lopuksi. Kuvat: Luke/Katariina Manni.



Kuva 4. Oljen päällä painona olleen säilörehun päälle levitettiin vakuumikalvo ja reunalla ollut muovi käännettiin vakuumikalvon päälle. Näiden päälle levitettiin vielä aumamuovi ja ruohokerros sen painoksi. Kuvat: Luke/Katariina Manni.



Kuva 5. Olkiauman teko mahdollisimman pyöreäksi ja vakuumimuovilla peitetty valmis auma. Kuvat: Luke/Katariina Manni.

Kahdessa peltoaumassa varastointi tapahtui olkea tiivistämättä. Olkiaumat tehtiin etukuormajaa apuna käyttäen mahdollisimman pyöreän muotoiseksi, jotta vesi valuisi kasan päältä pois (Kuva 5). Olkiauma peitettiin aumamuovilla niin, että se suojasi sateelta, mutta muovi jätettiin löyhäksi kasan päälle ja päät jätettiin auki, jotta ilma vaihtuisi (Kuva 4). Aumamuovin reunat painotettiin olkipaaleilla, jotta muovi pysyi paikoillaan. Pohjamuovia ei käytetty.

Kuhunkin olkivarastoon laitettiin kolme lämpötilaa mittaavaa dataloggeria, yksi kumpaankin päähän ja yksi keskelle. Mittausväli oli 240 min.

Jokaisen varaston olkimäärä punnittiin tekovaiheessa ja olkivarastojen tilavuudet mitattiin. Niiden perusteella arvioitiin varastotilan tarvetta ja säilöntäkustannusta.

Oljesta otettiin korjuun yhteydessä, varastoinnin puolivälissä ja varastoinnin päätyttyä näytteet kuiva-aineen ja vedensidontakyvyn määrittystä varten. Kuiva-ainemäärittystä varten näytteitä kuivattiin uunissa 100 °C lämpötilassa kahden vuorokauden ajan. Kuiva-ainepitoisuus laskettiin tuoreen ja kuivatun näytteen painojen erotuksesta. Kuiva-aineet määritettiin kahdesta rinnakkaisesta näytteestä ja tuloksena käytettiin niistä laskettua keskiarvoa. Oljen vedenpidätyskyky tehtiin puhtaalla vedellä. Veden pidätyskyky määritettiin laittamalla olkea vettä läpäisevään

pussiin ja paino punnittiin. Tämän jälkeen pussi laitettiin vuorokaudeksi likoon astiaan, johon lisättiin vettä niin, että materiaali pysyi vesipinnan alapuolella. Vuorokauden kuluttua näytepussit nostettiin astiasta, annettiin vapaan veden valua pois puolen tunnin ajan ja punnittiin. Alku- ja loppupainon erotuksena laskettiin sitoutuneen veden määrä. Vedensidontakyky määritettiin kahdesta rinnakkaisesta näytteestä ja tuloksena käytettiin niistä laskettua keskiarvoa.

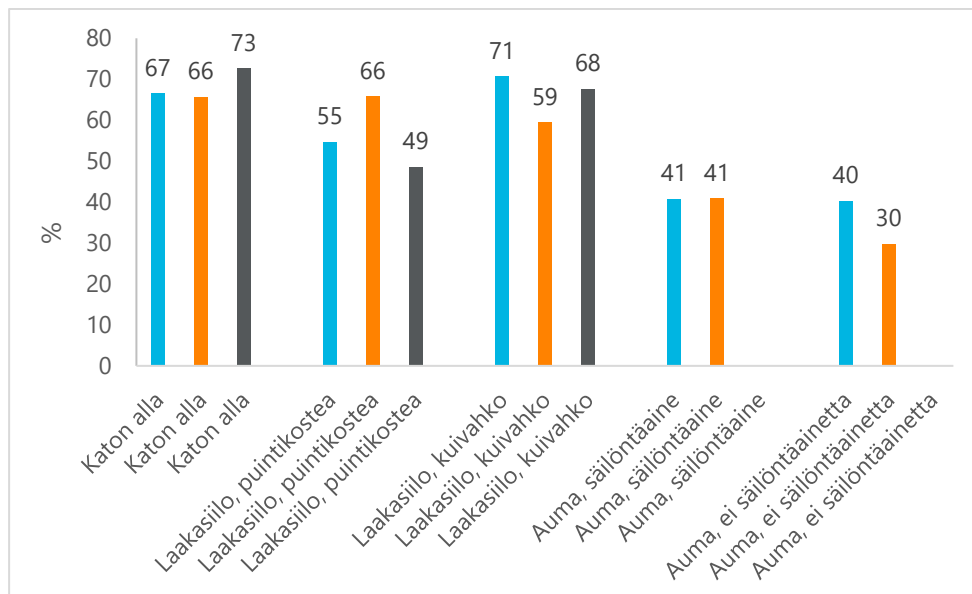
Korjuun yhteydessä, varastoinnin puolivälissä ja varastoinnin päätyttyä arvioitiin subjektiivisesti pölyvyyttä asteikolla 1–3 (1=Pölyvyys hyvin vähäistä tai ei lainkaan ... 3=Erittäin pölyvää, erottuu sakeana ilmassa).

Varastointitappioita arvioitiin subjektiivisesti kiinnittämällä erityistä huomiota homeiden esiintymiseen ja muutoin pilaantuneisiin kohtiin. Soveltuvuus rehuksi ja/tai kuivikkeeksi arvioitiin subjektiivisesti lähinnä hygieenisen laadun perusteella.

1.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

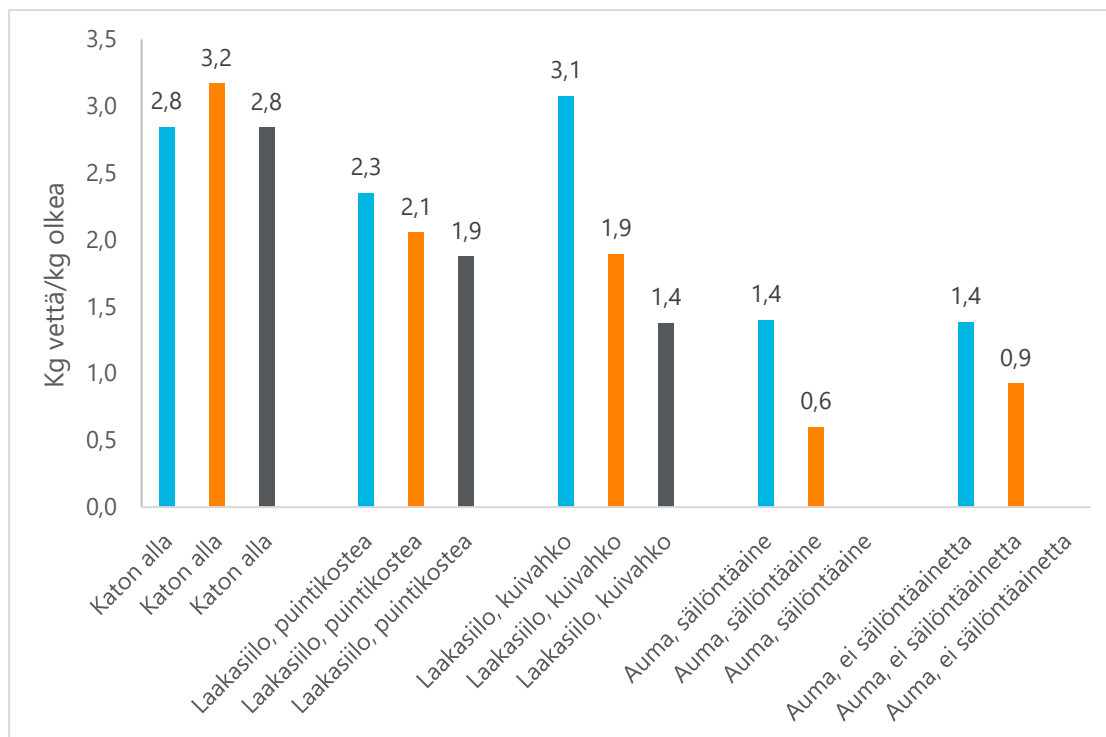
Oljen säilöntä tehtiin syksyn sateisista korjuuolosuhteista johtuen kolmessa erässä. Ensin säilöttiin katon alle varastoitu olki (15.9.2020), sitten laakasiiloihin varastoitu olki (23.9.2020) ja viimeiseksi peltoaumoihin varastoitu olki (30.9.2020).

Kuvassa 6 on kunkin varastointitavan oljen kuiva-ainepitoisuudet näytteenottokerroittain, pl. aumoihin varastoitujen olkien, joiden kuiva-ainepitoisuutta ei mitattu enää varastointijakson lopussa. Katon alle, toiseen laakasiiloon ja aumoihin varastoitu olki oli tarkoitus säilöä mahdollisimman kuivana. Katon alle varastoidun oljen kuiva-ainepitoisuus oli säilöntähetkellä keskimäärin 67 %, laakasiiloon varastoidun kuivahkon oljen 71 % ja aumoihin varastoidun 41 % ja 40 %. Puintikostean oljen kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 55 %, joten se oli selkeästi kosteampaa kuin olki, jonka oli annettu kuivua pellolla puinnin jälkeen. Oljen kuiva-ainepitoisuus vaihteli jonkin verran näytteenottokertojen välillä. Aumoihin varastoidun oljen kuiva-ainepitoisuus oli huomattavasti alempi muihin verrattuna.



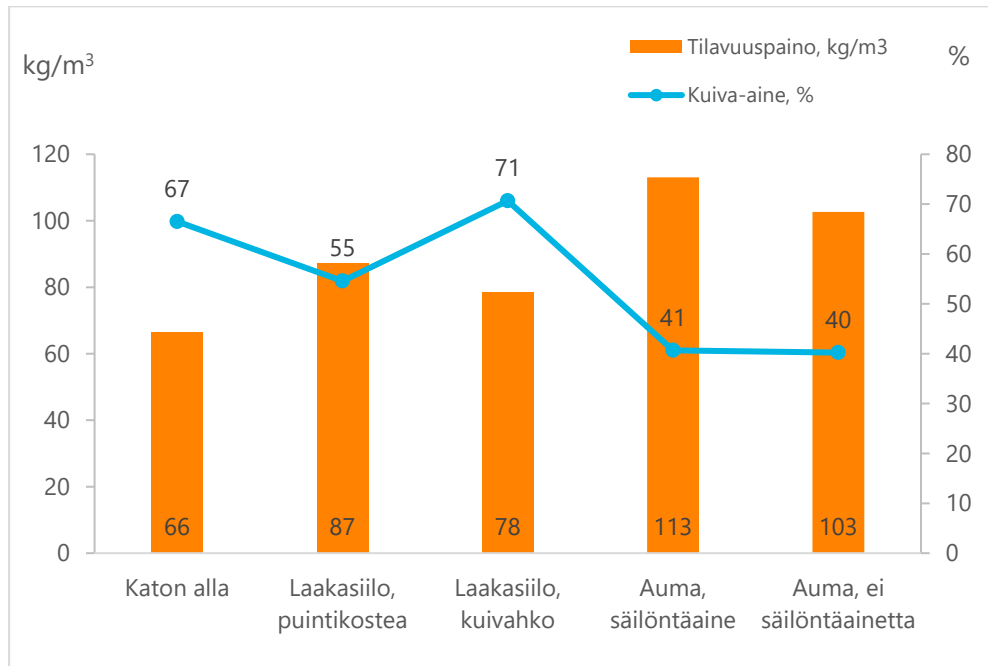
Kuva 6. Oljen kuiva-ainepitoisuus eri säilöntätavoilla. Näytteet otettu ja kuiva-ainepitoisuus määritetty säilönnän alussa (turkoosi pylväs), puolivälissä (oranssi pylväs) ja lopussa (harmaa pylväs). Aumoihin säilötyn oljen kuiva-ainepitoisuutta ei määritetty enää säilönnän lopussa.

Säilönnän alussa mitattu oljen vedensitomiskyky oli sitä parempi, mitä kuivempaa olki säilöntähetkellä oli (Kuva 7). Siten suurin vedensitomiskyky oli laakasiiloon varastoidulla kuivalla oljella ja pienin aumoihin varastoidulla oljella. Varastoinnin puolivälissä ja lopussa tehtyjen mitaustulosten perusteella vedensitomiskyky ei kuitenkaan ollut enää yhtä selvästi yhteydessä kuiva-ainepitoisuuteen kuin säilönnän alussa. Aumoihin säilöttyjen olkien kuiva-ainepitoisuutta ei mitattu enää varastointijakson lopussa.



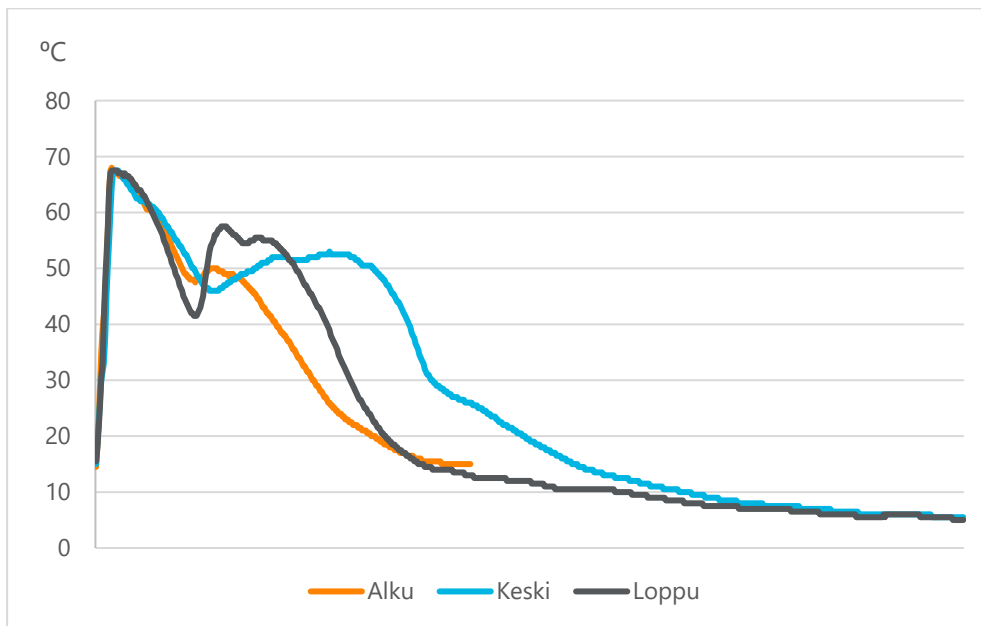
Kuva 7. Oljen vedensitomiskyky eri säilöntätavoilla. Näytteet otettu ja vedensitomiskyky määritetty säilönnän alussa (turkoosi pylväs), puolivälissä (oranssi pylväs) ja lopussa (harmaa pylväs). Aumoihin säilötyn oljen kuiva-ainepitoisuutta ei määritetty enää säilönnän lopussa.

Suurin tilavuuspaino oli aumoihin varastoidulla oljella, vaikka niihin varastoitua olkea ei tiivistetty (Kuva 8). Syynä tähän oli oljen alhainen kuiva-ainepitoisuus, jonka seurauksena olki painui melko tiiviiseen kasaan ja vesi osaltaan lisäsi oljen painoa. Laakasiiloihin säilötyllä oljella puolestaan oli suurempi tilavuuspaino kuin katon alle varastoidulla (Kuva 8). Ero selittyy ainakin osittain sillä, että kosteampi olki oli painavampaa, mutta osittain myös sillä, että laakasiiloon säilötty olki oli tiiviimmin varastoitu kuin katon alle. Vaikka toiseen laakasiiloon varastoidun oljen kuiva-ainepitoisuus oli hieman suurempi kuin katon alle varastoidun, silti myös sillä tilavuuspaino oli katon alle varastoitua suurempi. Etuna tästä on se, että mitä tiiviimmin olki saadaan varastoitua, sitä pienempi on sen varastotilantarve.

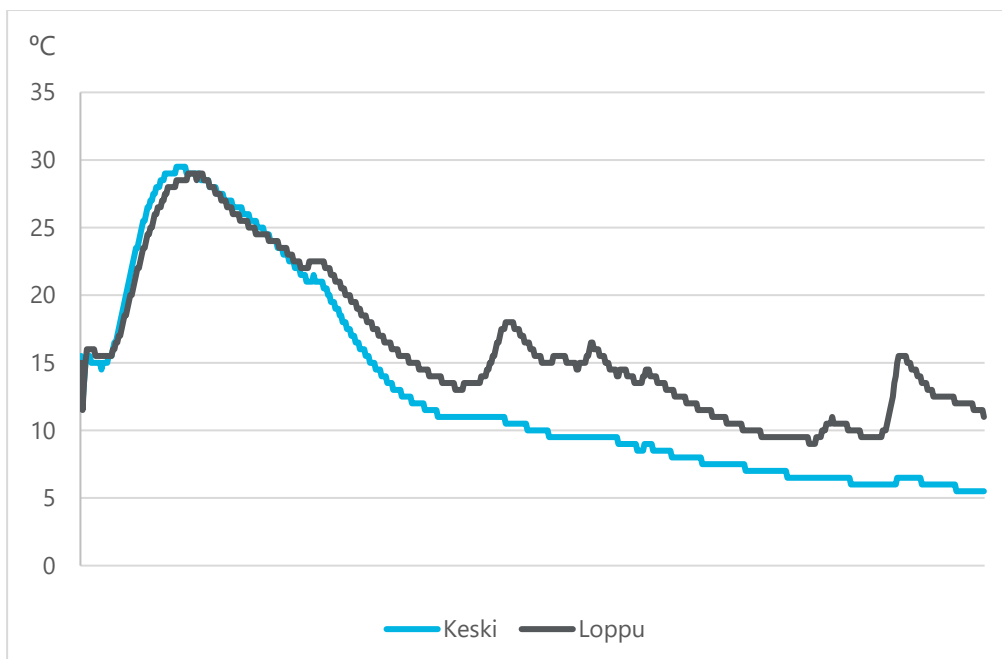


Kuva 8. Oljen tilavuuspaino ja kuiva-ainepitoisuus eri säilöntätavoilla varastoinnin alussa.

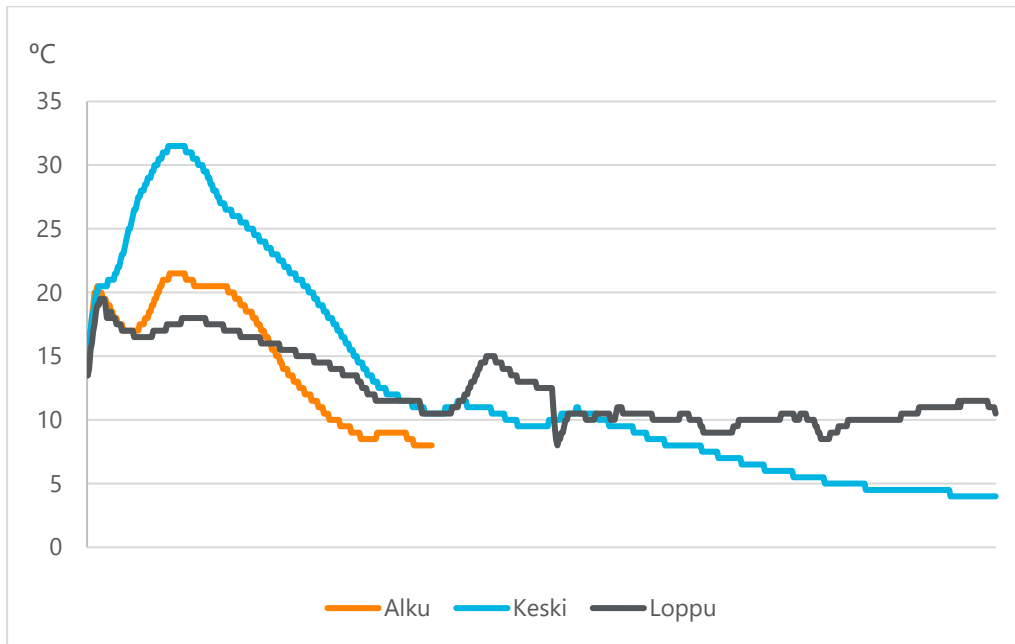
Kuvissa 9–13 on eri säilöntätavoilla varastoidun oljen lämpötiloissa tapahtuneet muutokset varastointijakson aikana kunkin olkivaraston etuosassa (alku), keskellä (keski) ja päädyssä (loppu) olleilla dataloggereilla mitattuna. Kaikilla säilöntätavoilla oljen lämpötila nousi selvästi varastoinnin alussa. Katon alle ja laakasiiloihin säilötyllä oljella lämpötila alkoi kuitenkin laskea melko nopeasti tasaantuen loppua kohden alle 15 asteen lämpötilaan. Katon alle varastoidulla oljella lämpeneminen varastoinnin alussa oli selkeästi suurempaa kuin laakasiiloihin varastoiduilla. Syynä todennäköisesti oli se, että olki oli korjattaessa liian kosteaa eikä sitä säilötty ilmatiiviiksi, jolloin kosteuden ja hapellisten olosuhteiden vaikutuksesta se alkoi lämmetä voimakkaasti lämpötilan ollessa korkeimmillaan lähes 70 astetta. Katon alle säilötyn oljen lämpötila ei myöskään laskenut yhtä nopeasti ja suoraviivaisesti kuin laakasiiloihin ilmatiiviisti säilötyillä. Erityisesti peltoaumoihin varastoitu olki oli korjuuhetkellä liian märkää (kuiva-ainepitoisuus 40 %) ja se kompostoitui. Lämpötila nousi varastoinnin alussa nopeasti lähelle 70 astetta ja oli 40–60 astetta useimmissa loggereissa lähes koko kolmen kuukauden säilöntäjakson ajan. Käytetty säilöntäaine ei pystynyt estämään pilaantumista, sillä olosuhteet pilaantumiselle olivat liian suotuisat. Vasta kun ilman lämpötila alkoi selkeästi laskea varastointijakson loppupuolella, alkoi kompostoituneen olkikasan lämpötila laskea.



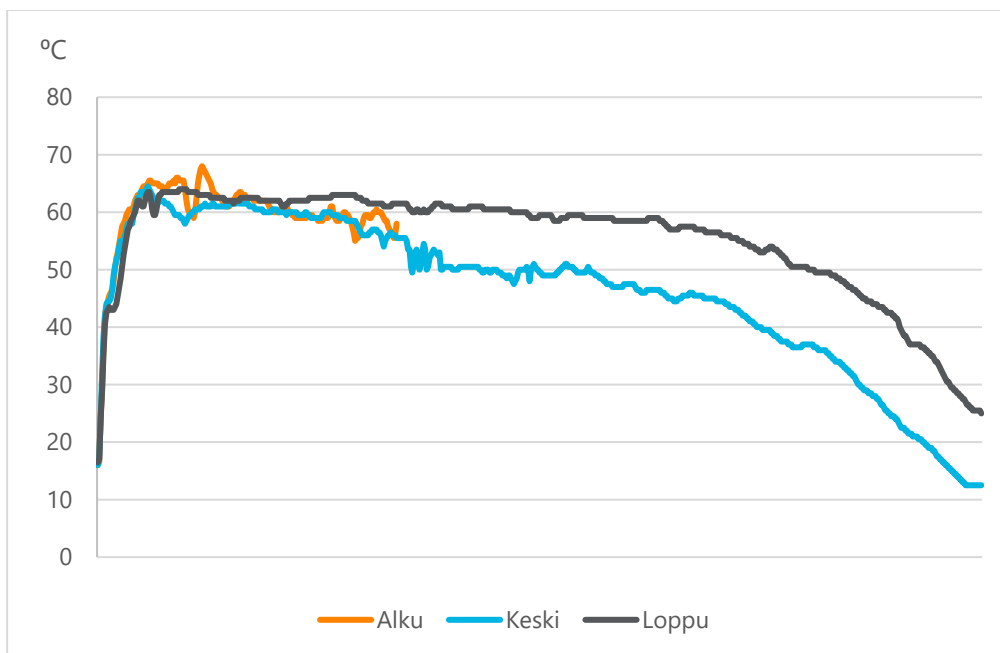
Kuva 9. Katon alle tiivistettyyn ja peittämättömään kasaan varastoidun oljen lämpötilamuutokset varastoinnin aikana 15.9.2020–4.1.2021 (alku 15.9.–2.11.2020).



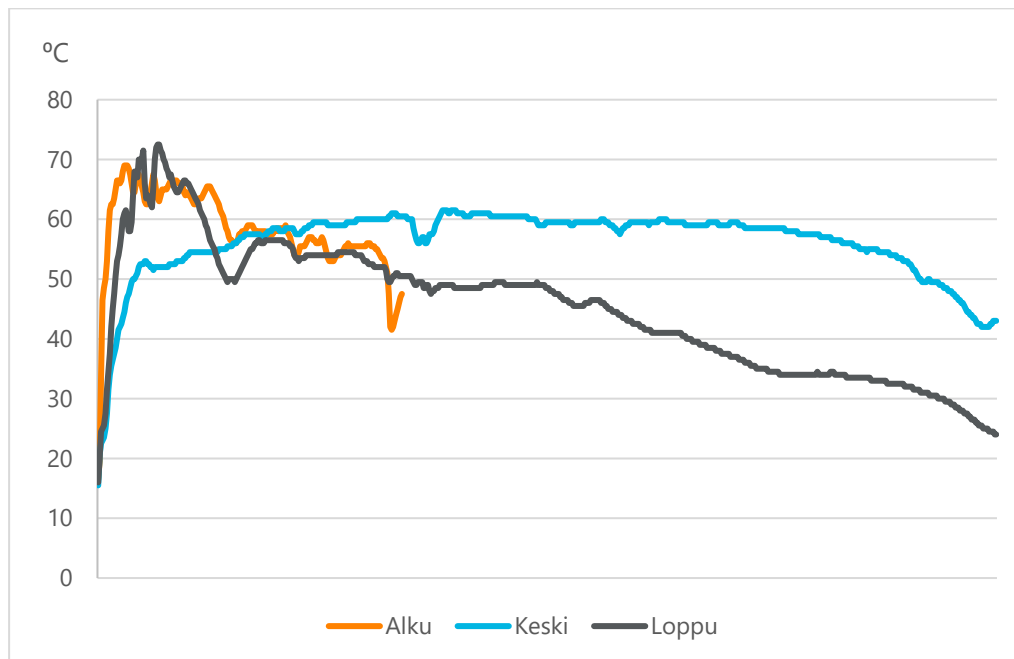
Kuva 10. Laakasiiloon ilmatiiviisti varastoidun ja säilöntäaineella käsitellyn puintikostean oljen lämpötilamuutokset varastoinnin aikana 23.9.2020–5.1.2021. Siilon etuosassa ollutta lämpötilaloggeria ei löydetty, minkä vuoksi sen mittaustulokset puuttuvat.



Kuva 11. Laakasiiloon ilmatiiviisti varastoidun ja säilöntäaineella käsitellyn kuivahkon oljen lämpötilamuutokset varastoinnin aikana 23.9.2020–12.1.2021 (alku 23.9.–4.11.2020).



Kuva 12. Ilmavaan, muovilla kevyesti peitettyyn aumaan varastoidun ja säilöntäaineella käsitellyn oljen lämpötilamuutokset varastoinnin aikana 30.9.2020–11.1.2021 (alku 30.9.–4.11.2020).



Kuva 13. Ilmavaan, muovilla kevyesti peitettyn aumaan ilman säilöntäainetta varastoidun oljen lämpötilamuutokset varastoinnin aikana 30.9.2020–11.1.2021 (alku 30.9.–4.11.2020).

Laakasiiloon säilötty puintikostea ja kuivahko olki säilyivät lähes moitteettomasti koko varastointijakson ajan, kun taas katon alle varastoidussa oljessa oli havaittavissa huomattavasti hometta ja pilaantuneita kohtia sekä pinnassa että syvemmillä (Taulukko 2). Koska aumoihin säilötty olki alkoi kompostoitua heti varastoinnin alussa, ei niiden tuloksia ole esitetty Taulukossa 2. Laakasiiloihin säilötyn oljen käyttökelpoisuus oli hyvä koko varastointijakson ajan ja subjektiivisesti arvioidun laadun perusteella se olisi soveltunut kuivikekäytön lisäksi myös rehuksi (Kuva 14). Ainoastaan pohjalla ollut noin 10 cm:n paksuinen kerros olkea oli märkää ja siten käyttökeltotonta. Märkyden syynä oli todennäköisesti pohjalle kertynyt puristeneste, mutta on myös mahdollista, että sadevettä on päässyt pohjalle, vaikka varasto pyrittiin peittämään huolella. Lisäksi varastoinnin lopussa reunoilla havaittiin vähäisiä määriä hometta. Laakasiiloissa säilötyn oljen lisäksi myös painona käytetty säilörehu säilyi hyvin (Kuva 15). Näin ollen se olisi ollut käytettävissä rehuna, eikä tältäkö osin olisi tullut tappioita.



Kuva 14. Laakasiiloon varastoitu olki säilyi hyvin. Ainoastaan pohjalla ollut märkä olki oli käyttökeltotonta. Kuvat: Luke/Kati Mattila.



Kuva 15. Laakasiiloon varastoidun oljen painona ollut säilörehu säilyi hyvin. Kuvat: Luke/Kati Mattila.

Hygieeniseltä laadultaan katon alle varastoitu olki ei ollut käyttökelpoista rehuna eikä kuivikkeena, vaikka kuivuuden puolesta se olisi vielä välttävästi soveltunut kuivikekäyttöön. Kuivikekäyttöä kuitenkin rajoitti homeisten kohtien määrä (Kuva 16). Homepöly on merkittävä terveysriski sekä eläinten hoitajille että eläimille, minkä vuoksi homeista olkea ei tule käyttää.



Kuva 16. Katon alle varastoitu olki oli liian kosteaa ja siinä esiintyi homeisia alueita. Home aiheutti myös oljen huomattavaa pölyämistä. Kuvat: Luke/Kati Mattila.

Taulukko 2. Säilötyn oljen pölyävyys, hygieeninen laatu ja käyttökelpoisuus.

		Käsittelyt		
		Katon alla, kuivahko olki, kuiva-aine varastoinnin alussa 67 %	Laakasiilo, puintikostea olki, kuiva-aine varastoinnin alussa 55 %	Laakasiilo, kuivahko olki kuiva-aine varastoinnin alussa 71 %
Arviointiajankohta säilönnän aikana	Pölyävyys			
Alussa	1 = Vähän 2 = Jonkin verran 3 = Sakea pöly	3	2	2.5
Puolivälissä		2	2	2
Lopussa		2, homepölyä	1	1.5
	Hygieeninen laatu			
Puolivälissä	Hometta/Pilaantumia	Kyllä	Ei	Ei
Lopussa		Kyllä	Kyllä	Kyllä
Puolivälissä	Pilaantumiseen viittaavaa hajua	Kyllä	Ei	Ei
Lopussa		Kyllä	Ei	Ei
	Pilaantumet			
Puolivälissä	Kuvaus ja arvio pilaantumista ja pilaantuneen oljen määrästä	Pinnalta kostea, syvemmillä homepesäkkeitä, pohjasta märkä	Hyvin säilynyttä ja kuivaa, ei hometta, pohja märkä	Hyvin säilynyttä ja kuivaa, ei hometta, pohja märkä
Lopussa		Pinnalla märissä kohdissa pilaantunutta, kerrostumina harmaata hometta, pohjasta musta, pilaantunutta n. 20 %	Reunoissa valkoista hometta, pohja märkä, pilaantunutta n. 5 %	Reunoissa valkoista hometta, pohja märkä, pilaantunutta n. 2 %
	Soveltuvuus kuivikkeeksi/rehuksi			
Puolivälissä	Kuivikkeeksi	Homeisuuden vuoksi ei	Kyllä	Kyllä
Lopussa		Homeisuuden vuoksi ei	kyllä	Kyllä
Puolivälissä	Rehuksi	Ei	Kyllä	Kyllä
Lopussa		Ei	Kyllä	Kyllä

Irtosäilötyn oljen säilöntäainekustannusta verrattiin alla olevassa esimerkkilaskelmassa paalatun oljen käärintämuovin kustannukseen (Taulukko 3). Laskelmassa oljen hehtaarisatona käytettiin 3 500 kg/ha ja kustannusvertailu tehtiin tälle määrälle. Paalatun oljen muovikustannusta verrattiin kahteen oljen säilöntäaineen käyttömäärään, joista 7 l/tn vastasi kokeessa kulunutta määrää ja 5 l/tn oli suositeltu säilöntäaineen minimiannostelumäärä.

Taulukko 3. Irtosäilötyn oljen säilöntäaineen ja käärityn olkipaalin muovin kustannusvertailu.

Irtosäilöntä, säilöntäaineella			Pyöröpaali, muoviin kääritty	
Olkea, kg/ha	3 500	3 500	Olkea, kg/ha	3 500
Säilöntäainetta, l/ha	24,5	17,5	Paaleja, a' 350 kg, kpl/ha	10
Säilöntäaine, €/1000 l	1 295	1 295	Muovia, krs/paali	6
			Muovi, €/rulla, (24 paalia/rulla)	68
Säilöntäainekustannus, €/ha	31,73	22,66	Käärintämuovikustannus, €/ha	28,33

Paalien muovikustannukseen verrattaessa kokeessa kuluneella säilöntäaineen annostelutasolla 7 l/tn, säilöntäainekustannus oli käärintämuovikustannusta suurempi, mutta mikäli säilöntäaineen annostelutaso olisi 5 l/tn, säilöntäaineen kustannus jäisi alle käärintämuovin kustannuksen.

Varsinaisessa eri oljen säilöntätapojen kustannusvertailussa säilöntäaineen ja käärintämuovin kustannusten lisäksi tulee huomioida myös muut kustannukset. Laakasiiloon tehdyssä irtosäilönnässä kustannuksia aiheuttavat säilöntäaineen lisäksi mm. oljen keruu silppurilla, kuormien ajo laakasiiloon, painona käytettävän säilörehun niitto, korjuu, säilöntäaine ja ajo laakasiiloon, laakasiilon täyttö ja tiivistys, reuna- ja pintamuovit, laakasiilon kiinteä kustannus sekä muovien hävittäminen. Paalissa muoviin käärittyinä kustannuksia aiheuttavat käärintämuovin lisäksi paalaus, paalin sidonta narulla tai verkolla, käärintä, paalien keruu ja kuljetus, silppuaminen ennen kuivitusta sekä muovien ja narujen/verkkojen hävittäminen. Kustannusten laskenta on aina tilakohtaista ja se tulee tehdä tilakohtaisilla hinnoilla.

1.4. Johtopäätökset

Laakasiiloihin säilöntäaineella säilötty ja huolellisesti ilmatiiviiksi tiivistetty ja säilörehulla painotettu olki säilyi hyvin. Ainoastaan pohjalla ollut noin 10 cm:n paksuinen kerros olkea oli märkää ja siten käyttökelvotonta. Syynä oli todennäköisesti pohjalle kertynyt puristeneste, mutta on myös mahdollista, että varastoon on päässyt sadevettä. Varastoa tehtäessä on tärkeä huolehtia, että sadevesi ohjataan säilötyn materiaalin ulkopuolelle. Säilötyn oljen pinnassa ollut säilörehu oli myös hyvin säilynyt.

Katon alle tiivistämällä varastoitu kostea olki säilyi kohtalaisesti. Alussa se lämpeni huomattavasti, mutta lämpötila aleni varastointiajan kuluessa, joskin huomattavasti hitaammin kuin laakasiiloihin säilötyn oljen. Oljen tavoiteltua suurempi kosteus aiheutti pilaantumista erityisesti pinnassa ja pohjalla, mutta myös olkikasan keskellä oli homehtuneita alueita.

Olki saatiin säilöttyä laakasiiloihin tiiviimmin kuin katon alle. Tämän seurauksena laakasiiloon tiiviisti varastoidun oljen varastotilantarve oli pienempi kuin katon alle tiiviisti varastoituna.

Oljen irtosäilöntä vähentää pellolla ajokertojen määrää paalaukseen verrattuna, kun olki saadaan korjattua yhdellä ajokerralla pois pellolta. Lisäksi, mikäli paalattu olki pitää kääriä muovilla säilyvyyden varmistamiseksi, oljen irtosäilönnällä voidaan vähentää muovin käyttöä. Jos olki varastoidaan katon alle, ei muovia tarvita lainkaan. Mikäli se taas säilötään ilmatiiviisti, tarvitaan ainoastaan vakuumikalvo ja aumamuovi säilön päälle.

Oljen säilöntä ilmatiivisti laakasiiloon on varteenotettava vaihtoehto myös sellaisina vuosina, kun korjuuolosuhteet ovat sateiden seurauksena haasteelliset ja joudutaan miettimään keinoja oljen säilyvyyden turvaamiseksi. Ilmatiivis säilöntä näyttäisi soveltuvan melko kosteankin oljen säilöntään.

Eri säilöntävaihtoehtoja vertailtaessa tulee niiden tilakohtaisen soveltuvuuden lisäksi huomioida myös kustannukset. Kustannuksia laskettaessa ne tulee aina tehdä tilakohtaisesti todellisiin kustannuksiin perustuen ja huomioida kaikki säilöntään vaikuttavat tekijät.

1.5. Viitteet

- Alasuutari, S. & Palva, R. 2014. Kuivitusopas. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus: 3/2014 (654). 16 s.
- Bernesson, S. & Nilsson, D. 2005. Halm som energiakälla. Översikt av existerande kunskap. (Straw as an energy source, English abstract). SLU. Rapport – miljö, teknik och lantbruk 2005: 07. 55 p. + 25 p. appendix.
- Iivonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Raportteja / Ruralia-instituutti; No. 32. Ruralia-instituutti. 60 s.
- Lötjönen, T. & Joutsjoki, V. 2016. Harvest and storage of moist cereal straw – experiments 2013–2014 and 2015–2016. CLIC Innovation Research report no D 1.2.1–2. 30 s.
- Pahkala, K. & Lötjönen, T. 2012. Peltoviljelyn sivutuotteet ja niiden bioenergiapotentiaali. Julkaisussa: Pahkala, K. & Lötjönen, T. (toim.). Peltobiomassat tulevaisuuden energiasursina. MTT Raportti 44. 61 s.

2. Kuivikkeet vertailussa lihanaudoilla

Katariina Manni¹ ja Arto Huuskonen²

¹Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 2 C, 31600 Jokioinen

²Luonnonvarakeskus (Luke), Halolantie 31 A, 71750 Maaninka

Tiivistelmä

Hyvällä kuivituksella ja eläinten puhtaudella edistetään eläinten hyvinvointia ja terveyttä sekä varmistetaan elintarvikkeiden hygieenistä laatua. Siksi on tärkeää huolehtia riittävästä ja toimivasta kuivituksesta. Kuivikkeita on erityyppisiä ja niiden ominaisuudet saattavat vaihdella huomattavasti. Materiaalista riippumatta kuivikkeiden tärkeimpiä tehtäviä kuitenkin on pehmentää makuualustaa ja pitää se kuivana.

Luonnonvarakeskuksen Siikajoen koetoiminta-asemalla Ruukissa vertailtiin yleisimpien kuivikemateriaalien, viljan oljen ja turpeen lisäksi myös vähemmän käytettyjä materiaaleja, ruokohelpeä, heinää, kartonkihylsyä ja kompostoitamatonta turvepohjaista hevosenlantaan lihanautojen makuualueen kuivituksessa. Olkea, ruokohelpeä ja turvetta käytettiin osassa vertailuista ainoana kuivikkeena, muita aina yhdessä jonkun toisen kuivikkeen kanssa. Kuivikevertailut tehtiin neljässä eri jaksossa vuosien 2019 ja 2020 aikana. Koska kuivikkeiden käyttömäärissä oli eroja ja osa kuivituksesta oli kahden kuivikkeen yhdistelmiä, ei yksiselitteisiä eroja yksittäisten kuivikkeiden välillä voida todeta. Tulokset ovat siten vain suuntaa-antavia.

Kuivikemateriaalien keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 33–85 %. Suurin kuiva-ainepitoisuus oli kartonkisilpulla ja pienin hevosenlannalla. Vaikka kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuuksissa oli melko suuriakin eroja, erot eivät näkyneet kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa. Makuupatjojen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet eri kuivituksilla vaihtelivat välillä 31–46 %. Kartonkisilpun ja oljen yhdistelmää sekä ruokohelpeä käytettäessä kuivikepatjan kuiva-ainepitoisuus oli jonkin verran muita korkeampi. Vaikka hevosenlannan kuiva-ainepitoisuus oli pieni, eivät hevosenlanta sisältäneiden kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet juurikaan eronneet muista vertailussa olleista kuivikemateriaaleista tai niiden yhdistelmistä, kun hevosenlanta käytettiin yhdessä oljen, turpeen tai heinän kanssa.

Erityisesti ruokohelpi ja myös olki osoittautuivat hyvin lämpöä tuottaviksi kuivikemateriaaleiksi. Heikoiten lämpöä tuottava materiaali oli hevosenlanta yhdessä oljen tai turpeen kanssa käytettynä. Myös turve näyttäisi olevan lämmöntuotoltaan korsimateriaaleihin verrattuna heikompi kuivikemateriaali. Kaikilla kuivitusvaihtoehdoilla kuivikepatjan pinnasta mitatut ammoniakki- ja hiilidioksidipitoisuudet olivat pieniä eikä rikkivetyä havaittu mittauksissa lainkaan. Hevosenlanta ja turvetta kului tuorepainokiloina mitattuna eniten, mikä johtui erityisesti niiden korsimateriaaleja suuremmasta ominaispainosta. Tehtyjen vertailujen perusteella on vaikea tehdä johtopäätöksiä eri materiaalien kuivikeominaisuuksien vaikutuksista käyttömääriin.

Kuivikkeiden saanti ja riittävyys voivat olla haaste erityisesti tuotantorakennuksissa, missä kuivikkeiden tarve on suurta. Tämän vuoksi kuivituksen suunnitelmallisuus on tärkeää. On myös hyvä varautua käyttämään erilaisia kuivikkeita. Se tuo joustoa kuivitukseen ja antaa paremmat mahdollisuudet huomioida kuivikkeista aiheutuva kustannus. Lisäksi kuivikkeiden erilaiset ominaisuudet voidaan huomioida paremmin. Koska kuivituksen toteutustapoja ja erilaisia kuivikemateriaaleja on paljon, on kuivikehuolto viime kädessä aina tilakohtainen ratkaisu.

Asiasanat: kuivitus, turve, olki, ruokohelpi, hevosenlanta, kartonkisilppu

2.1. Johdanto

Kuivitus on yksi keskeinen nautojen hyvinvointiin vaikuttava tekijä, sillä se vaikuttaa muun muassa eläinten kokemaan makuumukavuuteen ja puhtaana pysymiseen (Munir ym. 2019). Maakaaminen on naudan perustarve ja se käyttää siihen suuren osan ajastaan (Tuomisto ym. 2015). Siksi on tärkeää, että eläimillä on miellyttävä paikka maata. Hyvä makuualusta on pehmeä ja kuiva ja siinä on riittävästi tilaa. Pehmeä makuualusta ehkäisee ihovaurioiden, kuten hiertymien, syntymistä (Munir ym. 2019). Tämä puolestaan ehkäisee tulehdusta aiheuttavien mikrobien pääsyä ihon alaisiin kudoksiin. Kuiva makuualusta heikentää haitallisten mikrobien elinolosuhteita ja pitää karvapeitteen puhtaana (Munir ym. 2019). Puhdas karvapeite suojaa ihoa ja toimii lämpöeristeenä. Lantaisuus puolestaan heikentää eläinten hyvinvointia ja terveyttä ja on elintarvikehygienian kannalta riskitekijä (Ruokavirasto 2020). Toimiva kuivitus helpottaa eläinten puhtaanapitoa ja lisää hoitajan työssä viihtyvyyttä.

Kuivikkeita on erityyppisiä ja niiden ominaisuudet saattavat vaihdella huomattavasti. Materiaalista riippumatta kuivikkeiden tärkeimpiä tehtäviä on pehmentää makuualustaa ja pitää se kuivana. Makuualustan kuivana pysymiseen vaikuttaa osaltaan kuivikemateriaalin nesteensitomiskyky, joka saattaa vaihdella eri materiaalien välillä. Tyypillisistä käytössä olevista kuivikemateriaaleista erityisesti turpeella on hyvä nesteensitomiskyky (Iivonen, 2008). Kuivikkeet tuottavat myös lämpöä, millä on erityistä merkitystä eristämättömissä tuotantorakennuksissa kylmänä aikana. Lisäksi kuivikkeet sitovat lantakaasuja vaikuttaen navetta ilman laatuun (Jeppsson 1999, Misselbrook ja Powell 2005).

Olki on tyypillinen kotieläintilojen kuivikemateriaali, koska sen saatavuus on ollut hyvä. Nykyisin nautakarjatilojen pellonkäytössä priorisoidaan kuitenkin entistä enemmän nurmiviljelyä, jolloin käytettävissä oleva vilja-ala ei aina enää riitä tarvittavan kuivikemäärän tuottamiseen. Viljatilat puolestaan tarvitsevat olkea peltomaan orgaanisen aineksen säilyttämiseen ja maan rakenteen ylläpitoon, joten kuivikeoljen korjaaminen näiltä pelloilta ei välttämättä ole pitkäaikainen ja kestävä ratkaisu. Lisäksi oljen korjuu ja kuljetus sitovat työtä ja energiaa. Myös turve on ollut nautatiloilla yleisesti käytetty kuivikemateriaali, mutta sen käyttöön liittyy kuitenkin haasteita. Kiristyvien päästötavoitteiden ja polttoturpeen käytön rajoittamisen seurauksena kuiviketurpeen saatavuuteen ja hintaan on odotettavissa muutoksia, mikä saattaa vähentää merkittävästi turpeen kuivikekäyttöä tulevaisuudessa.

Ruokohelven energiakäytön hiipuessa kasville on pyritty etsimään muita käyttökohteita ja kiinnostus erityisesti sen viljelyyn kuiviketarkoituksessa on lisääntynyt. Tähän on vaikuttanut muun muassa se, että ruokohelven viljelykustannukset ovat melko pienet, ja vaatimattomana kasvina sen viljely onnistuu myös huonompituottoisilla peltolohkoilla.

Ruokohelpi on monivuotinen heinäkasvi, joka kasvaa sekä luonnonvaraisena että viljeltynä koko Suomessa. Luontaisesti ruokohelpi kasvaa vesistöjen rannoilla, mutta sitä voidaan viljellä kaikilla maalajeilla. Parhaiten ruokohelven viljelyyn soveltuvat multa- ja turvemaat, joilta saadaan yleensä suurimmat sadot (Pahkala ym. 2005). Myös suot, joilta turpeen nosto on lopetettu, näyttäisivät soveltuvan sen viljelyyn (Pahkala ym. 2005). Ruokohelpi kestää hyvin kosteutta, minkä vuoksi se soveltuu kosteikkoviljelyyn. Taimivaiheessa se on poudanarka, mutta juuriston kehittyttyä sen kuivuudenkestävyys on syväjuurisena kasvina hyvä. Ruokohelpi on talvenkestävä, satoisa ja pitkäikäinen kasvi. Kasvuston korkeus saattaa olla jopa 1,5–2 m (Pahkala ym. 2005). Kasvuajasta kaksi ensimmäistä kesää kuluu juuriston kasvattamiseen ja vasta sen jälkeen ruokohelpi alkaa tuottaa varsinaista satoa. Ruokohelpikasvustoa ei saa niittää kylvövuonna, koska se hidastaa seuraavan vuoden kasvuston kehitystä (Lötjönen ja Knuuttila, 2009). Tyypillinen kuiva-ainesato kevätkorjuuna on noin 6–8 tonnia hehtaarilta (Pahkala ym. 2005). Mikäli sato korjataan keväällä, kasvusto säilyy maahan varisevien siemenien ansiosta

tiheämpänä kuin syyskorjuussa. Ruokohelven sadontuottokyky voi säilyä hyvänä jopa 10–12 vuotta (Pahkala ym. 2005).

Ruokohelpi ei hyödy merkittävästi lannoituksesta, vaan suurin osa sen käyttämisestä ravinteista on peräisin maan omista ravinnevaroista. Näin ollen satoon vaikuttaa erityisesti maan ravinnetalous, ei niinkään keinolannoitteet. Lannoitustarpeet määritetään lohko-kohtaisten viljavuustutkimusten perusteella. Ruokohelven hitaasta kasvuun lähdöstä johtuen typpilannoitukseksi riittää kylvövuonna 40–60 kg/ha (Pahkala ym. 2005). Satovuosina typpilannoituksen määräksi suositellaan 60–90 kg/ha maalajista ja multavuudesta riippuen (Pahkala ym. 2005). Kylvösiemenmääräksi hyväkuntoisella pellolla suositellaan vähintään 1000 kpl itäviä siemeniä/m² (Pahkala ym. 2006). Käytännössä tämä tarkoittaa noin 11–12 kg/ha, siemenen painosta ja itävyydestä riippuen.

Ruokohelpikasvuston korjuu voidaan tehdä normaaleilla nurmenkorjuukoneilla. Korjuuajan kohta voi olla keväällä tai myöhäiskesällä. Kevätkorjuu tulee aloittaa heti, kun pelto kantaa koneita ja viimeistään, kun uusi kasvusto on 10–15 cm:n mittaista (Lötjönen ja Knuuttila, 2009). Tällöin kasvusto on kuivaa, kosteuspitoisuuden ollessa noin 10–15 %. Mikäli kuivikekäyttöön tarkoitettu sato korjataan kasvukaudella, sato tulee kuivata ennen varastointia. Mikäli sato korjataan kosteana, paalit pitää säilyvyyden varmistamiseksi kääriä muoviin ja irtokorjuuna sato tulee varastoida ilmatiiviisti laakasiiloon tai aumaan. Säilöntäaineen käytöllä varmistetaan kosteana säilötyn materiaalin säilönnän onnistumista.

Nauttilojen kiinnostus kuivikelannan käyttöön kuivikkeena on lisääntynyt. Samanaikaisesti monet hevostilat etsivät ratkaisuja muodostuvan kuivikelannan jatkokäytölle. Yksi molempia osapuolia hyödyttävä ratkaisu voisi olla hevosenlannan käyttö kuivikkeena lihanautojen loppukasvattamoissa. Hevosenlantaa kuivikkeena käyttävä nauttila voi hyötyä lannan vastaanotosta korvaamalla sillä kalliimpia kuivitusmateriaaleja sekä saamalla ravinteita hevosenlannan mukana, joilla voidaan mahdollisesti korvata osa peltoviljelyn ostolannoitteista.

Säännöllinen ja riittävä kuivikkeiden käyttö on toimivan kuivituksen edellytys. Siten kuivikkeiden saatavuuden turvaaminen joka tilanteessa on ensiarvoisen tärkeää. Lisäksi kuivikemateriaalit ja niiden kuivikeominaisuudet vaikuttavat kuivituksen toimivuuteen ja kuivikkeiden käytönmääriin. Tässä raportoitavissa kuivikevertailuissa selvitettiin erilaisten kuivikemateriaalien toimivuutta ja niiden mahdollisia eroja kasvavien lihanautojen kuivikkeina. Tavoitteena oli löytää vaihtoehtoja eristämättömien nautakasvattamoiden kuivikehuoltoon.

2.2. Aineisto ja menetelmät

Luken Siikajoen koetoiminta-asemalla Ruukissa vertailtiin yleisimpien kuivikemateriaalien, viljan oljen ja turpeen, lisäksi myös vähemmän käytettyjä materiaaleja, ruokohelpeä, heinää, kartonkihylsyä ja kompostoitamatonta turvepohjaista hevosenlantaa lihanautojen makuualueen kuivituksessa. Turve oli polttoturvesuon pintakerroksista kuivikkeeksi korjattua kuiviketurvetta. Ohran olki, ruokohelpi ja heinä oli varastoitu pyöröpaaleissa. Kartonki saatiin hylsykartonkia ja kierrehylsyjä Ruukin yrityspuistossa valmistavan Sonoco-Alcore Oy:n sivuvirrasta. Hevosenlanta oli peräisin läheiseltä hevostallilta. Korsimateriaaleja, eli olkea, ruokohelpeä ja heinää, sekä niiden lisäksi kartonkihylsyä käytettiin silputtuna. Olkea, ruokohelpeä ja turveta käytettiin osassa vertailuista ainoana kuivikkeena, muita aina yhdessä jonkun toisen kuivikkeen kanssa. Kuivikevertailut tehtiin neljässä eri jaksossa vuosien 2019 ja 2020 aikana painottuen loppusyksyyn, keskitalveen ja kevääseen, jotka ovat kuivituksen kannalta haastavinta aikaa. Taulukkoon 1 on koottu eri vertailujaksoilla käytetyt kuivikemateriaalit.

Taulukko 1. Kuivikevertailujaksot ja niissä käytetyt kuivikemateriaalit.

Kuivikevertailu-jaksot	Kuivikemateriaalit			
1. jakso: 11.3.–29.4.2019	Ohranolki	Turve + Ohranolki	Hevosenlanta ¹ + Ohranolki	Kartonkisirppu + Ohranolki
2. jakso: 20.5.–19.6.2019	Ohranolki	Ohranolki + Turve (vähän)	Turve	Turve + Ohranolki (vähän)
3. jakso: 3.12.2019–14.1.2020	Vehnänolki	Vehnänolki + Turve	Ruokohelpi	Ruokohelpi + Turve
4. jakso: 20.2.–25.3.2020	Ohranolki	Hevosenlanta + Turve	Hevosenlanta + Heinä	Heinä ² + Turve

¹Seassa turvetta, jota käytetty hevosten kuivikkeena.

²Alussa oli pelkkä heinä, mutta se ei toiminut ja ensimmäisen viikon jälkeen sekaan laitettiin turvetta.

Kuivikevertailut tehtiin sonneilla, joita kasvatettiin viiden eläimen ryhmäkarsinoissa eristämättömässä tuotantorakennuksessa. Karsinan koko oli 50 m², pituus 10 m ja leveys 5 m. Karsinassa oli siten tilaa 10 m² eläintä kohden. Puolet karsina-alasta oli kestokuivitettua makuu-aluetta ja puolet kiinteäpohjaista lantakäytävää. Makualueen koko oli 5 × 5 m, jolloin kuivitettua makuu-aluetta oli 5 m² eläintä kohti. Lantakäytävä tyhjennettiin keskimäärin 3 kertaa viikossa ja samalla karsinoihin lisättiin tarpeen mukaan kuiviketta.

Jokaisen kuivikevertailujakson aikana kustakin kuivikemateriaalista ja makuualueiden kuivikepohjista määritettiin kuiva-ainepitoisuudet. Lisäksi koskemattoman ja sekoitetun kuivikepatjan pinnasta määritettiin ammoniakki-, hiilidioksidi- ja rikkivetypitoisuudet (NH₃ ppm, CO₂ tilavuusprosentti, H₂S ppm) ja sisäosasta mitattiin lämpötila. Poikkeuksena tästä viimeisen vertailujakson kaasujen pitoisuuksia ei ole esitetty kaasumittarissa olleiden toimintahäiriöiden vuoksi. Kaasut ja lämpötilat mitattiin pääsääntöisesti kerran viikossa, jolloin otettiin myös kuiva-ainenäytteet. Mittaukset tehtiin ja kuiva-ainenäytteet otettiin aina ennen kuivitusta. Kahdessa viimeisessä kuivikevertailussa mitattiin myös kuivikkeiden käyttömäärät.

Kuiva-ainemäärittystä varten kustakin kuivikemateriaalista ja kuivikepatjasta otettiin ensin osanäytteitä, jotka sekoitettiin ja osanäytteiden seoksesta otettiin varsinaiset näytteet, joista kuiva-ainepitoisuus määritettiin. Kuiva-ainenäytteitä kuivattiin uunissa 100 °C lämpötilassa kahden vuorokauden ajan. Kuiva-ainepitoisuus laskettiin tuoreen ja kuivatun näytteen painojen erotuksesta. Kuiva-aineet määritettiin kahdesta rinnakkaisesta näytteestä ja tuloksena käytettiin niistä laskettua keskiarvoa.

Kaasujen mittauksessa käytettiin Drägerin x-am 5600 -mittaria. Kuivikepatjan pinnasta kaasut mitattiin niin, että mittari laitettiin koskemattoman kuivikepatjan pinnalle ja päälle asetettiin läpinäkyvä kupu. Mittaustulos luettiin, kun lukema oli asettunut. Sekoitettua kuivikepatjan pinnasta tehtävää kaasujen mittausta varten kuivikepatjaa sekoitettiin talikolla noin 15 cm:n syvyydestä ja noin 40 × 40 cm:n alueelta. Välittömästi, kun sekoitus oli tehty, mittari laitettiin sekoitetun alueen pinnalle ja päälle asetettiin läpinäkyvä kupu. Mittaustulos luettiin, kun lukema oli asettunut.

Kuivikepatjan sisäosan lämpötila mitattiin Prego-paistomittarilla kaasumittausten jälkeen. Mittari työnnettiin makuupatjan sisäosaan noin 10 cm:n syvyyteen.

Kuivikkeiden käyttömäärien laskemista varten kuivikemateriaalien levityksessä käytetyt jakolaitteet punnittiin tyhjinä, jonka jälkeen ne täytettiin kussakin vertailussa käytetyillä kuivikemateriaaleilla ja punnittiin uudelleen. Jakolaitteen ja kuivikkeen yhteispainosta vähennettiin tyhjän jakolaitteen paino. Kuivikkeiden käyttömäärät laskettiin kirjaamalla ylös karsinakohtaiset kuivikkeiden lisäysmäärät ja kertomalla ne kyseisen kuivikemateriaalin painolla.

Ilmankosteuden ja lämpötilan mittauksissa käytettiin EL-USB-2 dataloggereita, joista kolme oli navetassa ja yksi ulkona. Ensimmäisessä kuivikevertailussa mittaustiheys oli tunnin välein ja toisessa kuuden tunnin välein. Kahdessa viimeisessä kuivikevertailussa dataloggereiden toiminnassa oli häiriöitä. Jotta ilman lämpötilasta ja kosteudesta saatiin joka kerta samalla tavalla mitatut tulokset, päädyttiin lopulta käyttämään Ilmatieteenlaitoksen sääaseman Ruukista keräämiä tietoja (Ilmatieteen laitos). Vertailujaksojen lämpötilat ja ilmankosteudet laskettiin tunnin välein mitattujen vuorokausihavaintojen keskiarvoina.

Jokaisella jaksolla kaikkia vertailussa olleita kuivikemateriaaleja käytettiin aina useammassa karsinassa. Saadut tulokset on laskettu ja esitetty jaksokohtaisesti kullakin kuivikemateriaalilla olleiden karsinoiden yhteiskeskiarvoina.

2.3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

2.3.1. Kuivikevertailu jakso 1

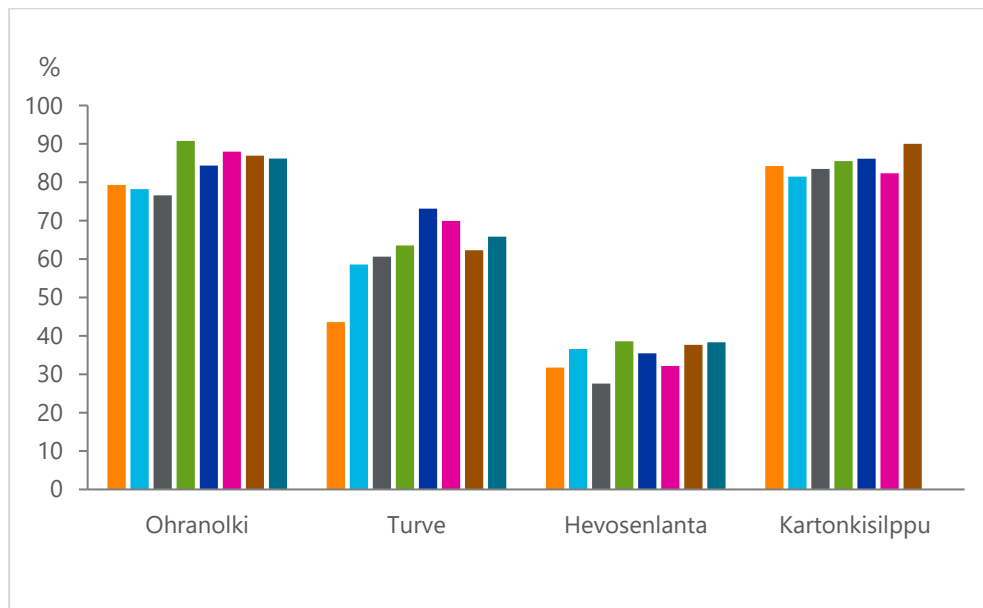
Kuivikevertailussa oli neljä kuivikemateriaalia, jotka olivat ohranolki, turve, hevosenlanta ja kartonkisirppu. Ohranolkea käytettiin sekä yksinomaisena kuivikkeena että yhdessä muiden kuivikkeiden kanssa (Taulukko 2). Vertailujakson pituus oli 49 päivää ja se toteutettiin ajanjaksolla 11.3.–29.4.2019. Kuivikemateriaaleista ja kuivikepatjasta tehtyjä mittauksia oli kahdeksan.

Taulukko 2. Kuivikemateriaalien ja kuivikepatjojen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet sekä kuivikepatjasta mitatut lämpötilat ja kaasupitoisuudet vertailujaksolla 11.3.–29.4.2019.

Kuivikemateriaali	Ohranolki	Turve	Hevosenslanta	Kartonkisilppu
Kuiva-aine, %	84	62	35	85 ¹
Kuivikepatja	Ohranolki	Turve + Ohranolki	Hevosenslanta + Ohranolki	Kartonkisilppu + Ohranolki
Karsinoita, kpl	6	6	5	5
Kuiva-aine, %	35	37	35	46
Lämpötila, °C ²	33	33	24	32
Kaasupitoisuudet pin- nassa ²				
Ammoniakki, ppm	5	1	2	1
Hiilidioksidi, til-% ³	0,2	0,2	0,2 ⁴	0,2
Rikkivety, ppm	0	0	0	0
Kaasupitoisuudet se- koitetussa ²				
Ammoniakki, ppm	21	10	25	13
Hiilidioksidi, til-% ³	0,9	1,0	1,3	1,0
Rikkivety, ppm	6,5	0,9	4,4	5,9

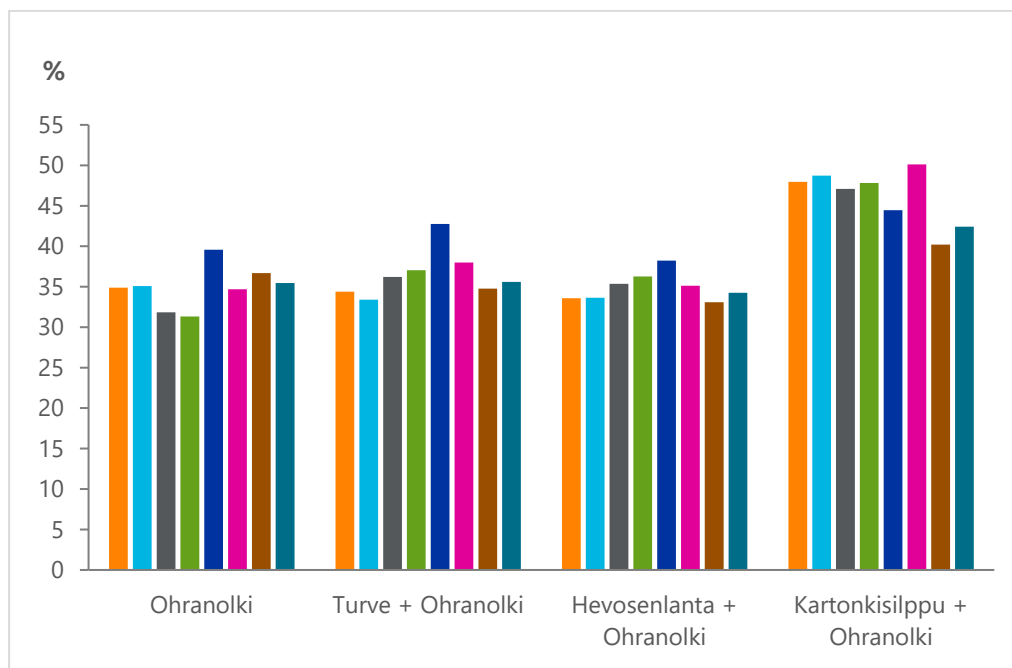
¹Yhden mittauksen tulos puuttuu.²Mittaukskertoja oli seitsemän.³Tilavuusprosentti.⁴Ensimmäisen mittauksen tulos jätetty pois erittäin poikkeavan arvon vuoksi.

Kuivikemateriaalien keskimääräisissä kuiva-ainepitoisuuksissa oli selkeitä eroja ja keskimääräiset, koko vertailujaksolta lasketut kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 35–85 % (Taulukko 2). Kartonkisilpun ja ohranoljen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet olivat suurimpia ja hevosenslannan kuiva-ainepitoisuus oli pienin. Huomattavaa oli myös eri kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuuksien vaihtelu mittauskerroittain (Kuva 1). Turpeen kuiva-ainepitoisuus vaihteli selkeästi eniten olleen välillä 44–73 % ja kartonkisilpun vähiten olleen välillä 81–90 %:iin. Hevosenslannan kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 28–39 % ja oljen 77–91 %.



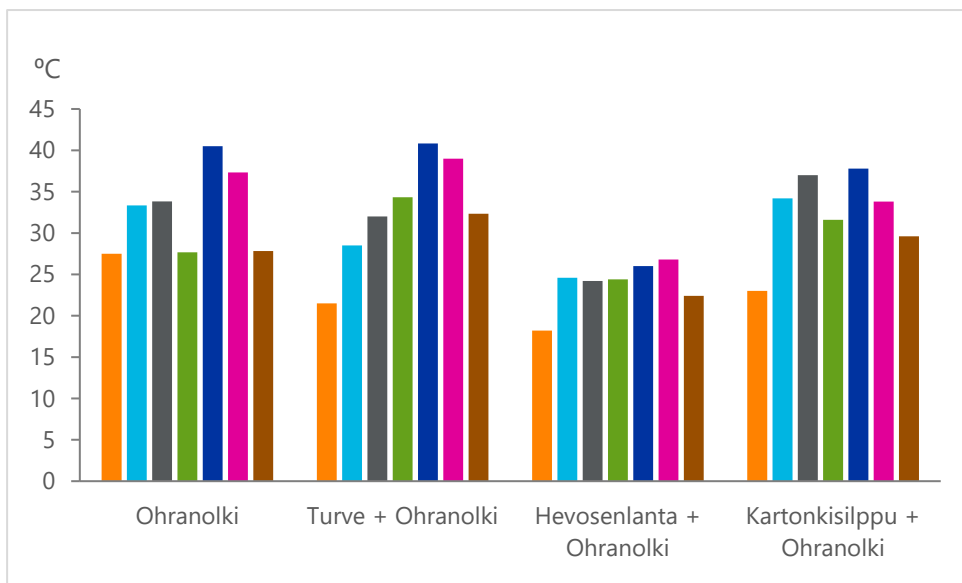
Kuva 1. Kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain. Kartonkisirppun viimeisen mittauksen tulos puuttuu.

Verrattaessa kuivikepatjojen keskimääräisiä kuiva-ainepitoisuuksia eri kuivikemateriaalien ja niiden yhdistelmien välillä, erot olivat selvästi pienempiä kuin yksittäisillä kuivikemateriaaleilla. Keskimääräiset, koko vertailujaksolta lasketut kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 35–46 % (Taulukko 2). Muista kuivikkeista erosi eniten kartonkisirppu ja ohranoljen yhdistelmä, jota käytettäessä kuivikepatjan kuiva-ainepitoisuus oli jonkin verran muita suurempi. Kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain kullakin kuivituksella vaihtelivat myös melko vähän (Kuva 2). Yksinomaan ohranolkea kuivikkeena käytettäessä vaihtelu oli välillä 31–40 %, turpeen ja oljen yhdistelmällä 33–43 %, hevosenlannan ja oljen yhdistelmällä 33–38 % ja kartonkisirppu ja ohranoljen yhdistelmällä 40–50 %.



Kuva 2. Kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain.

Kuivikepatjasta mitatut keskimääräiset lämpötilat vaihtelivat välillä 24–33 °C (Taulukko 2). Käytettäessä hevosenlannan ja ohranoljen yhdistelmää, kuivikepatjan lämpötila oli selkeästi muita alempi. Käytettäessä turpeen ja ohranoljen yhdistelmää kuivikkeena, kuivikepatjan lämpötila vaihteli eniten mittauskerroittain ollen välillä 22–41 °C. Vähiten vaihtelua oli käytettäessä hevosenlanta ja ohranolkea yhdessä, vaihtelun ollessa 18–27 °C. Käytettäessä kartonkisirpua ja ohranoljen yhdistelmää, lämpötila vaihteli välillä 23–38 °C ja yksinomaan ohranolkea käytettäessä vaihtelu oli välillä 28–41 °C. Kaikilla kuivituksilla makuupatjan lämpötila oli ensimmäisellä mittauskerralla matalin, mikä johtui todennäköisesti siitä, että kuivikepatja ei todennäköisesti ollut vielä alkanut palamaan kunnolla. Tästä poikkeuksena ohranolki yksinomaan kuivikkeena käytettynä siltä osin, että sillä oli myöhemmissä mittauksissa kaksi tulosta, joissa mitattiin yhtä matalia lämpötiloja kuin ensimmäisellä mittauskerralla.

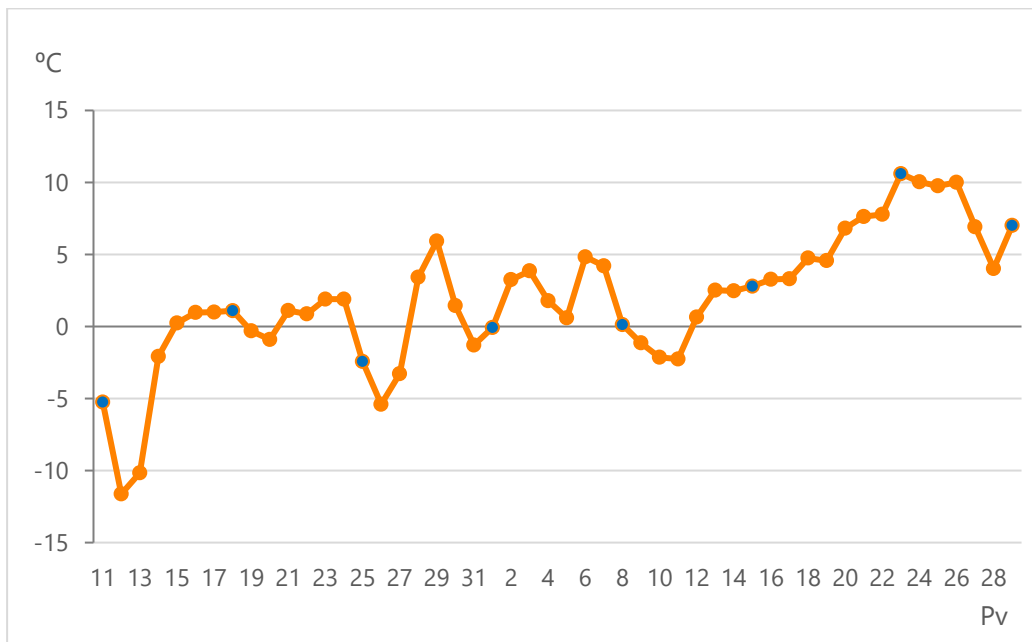


Kuva 3. Kuivikepatjojen lämpötilat mittauskerroittain.

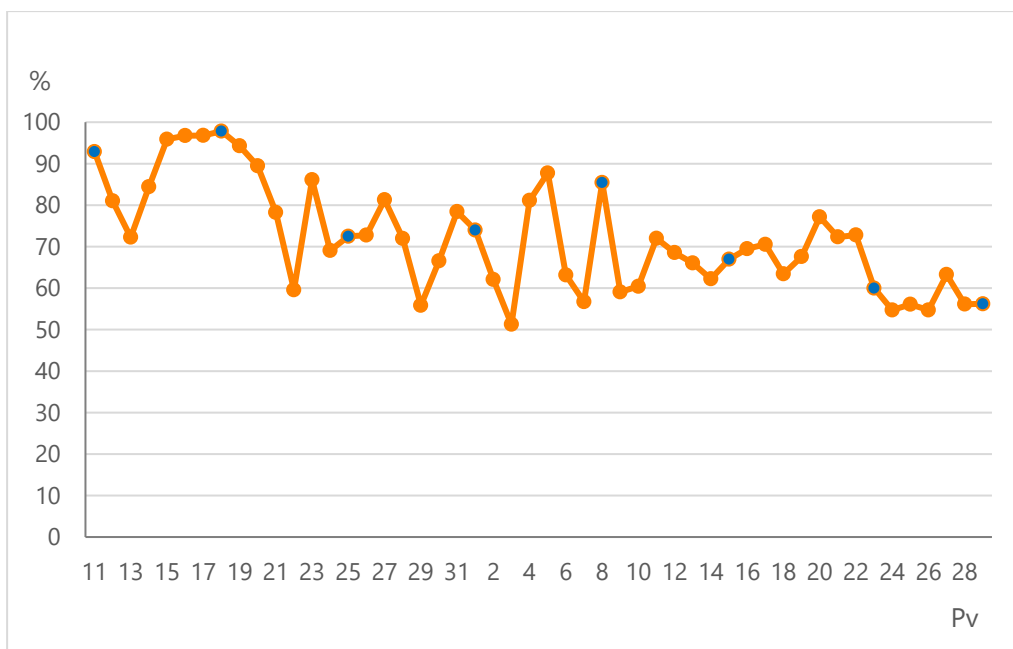
Kuivikepatjan pinnasta mitatut kaasupitoisuudet olivat pieniä eikä rikkivetyä havaittu mittauksissa lainkaan (Taulukko 2). Yksinomaan ohranoljella kuivitetujen karsinoiden keskimääräinen ammoniakkipitoisuus oli hieman muita korkeampi, mutta sekin oli alle 10 ppm, mikä on maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräyksessä asettama ohjeellinen yläraja (MMM 2001). Myöskään keskimääräiset hiilidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet ohjeellista ylärajaa, joka on 3 000 ppm eli 0,3 tilavuusprosenttia. Sekoitettaessa makuupatjan sisältöä kaasupitoisuudet olivat selkeästi korkeampia kuin koskemattomasta pinnasta mitatut (Taulukko 2). Korkeimmat keskimääräiset ammoniakkipitoisuudet sekoitetusta kuivikepatjasta mitattiin käytettäessä hevosenlannan ja ohranoljen yhdistelmää tai ohranolkea yksinomaan kuivikkeena. Myös hiilidioksi- ja rikkivetyypitoisuuksia mitattiin sekoitetusta kuivikepatjasta kaikilla kuivituksilla. Selvästi pienin rikkivetyypitoisuus oli käytettäessä turpeen ja ohranoljen yhdistelmää.

Ulkoilman keskimääräinen lämpötila oli 2 °C koko seurantajakson ajalta laskettuna, vaihdellen välillä -12–11 °C (Kuva 4). Ilmankosteus oli keskimäärin 72 %, vaihdellen välillä 51–98 % (Kuva 5). Seurantajakson alkuun osui kuivituksen kannalta erityisen haastavia olosuhteita, kun lämpötila oli hieman plussan puolella ja ilmankosteus oli samanaikaisesti suuri. Tällä ei kuitenkaan havaittu olevan selkeää yhteyttä kuivikepatjasta mitattuihin ominaisuuksiin. Ainoa havaittu ulkoilman ja kuivituksen välinen mahdollinen yhteys oli vertailujakson loppupuolella tapahtunut ilman lämpötilan nousu ja ilmankosteuden lasku, jolloin samanaikaisesti kuivikepatjasta mitatut

lämpötilat nousivat. Myös seurantajakson alussa mitatut muita mittauskertoja alemmat lämpötilat saattoivat osin olla yhteydessä ilman lämpötilaan, mutta todennäköisesti suurempi selittäjä tässä oli se, että kuivikepatja ei ollut vielä alkanut kunnolla palamaan, mikä vaikutti sen lämmöntuottoon.



Kuva 4. Ulkoilman lämpötila kunkin päivän keskiarvona seurantajaksolla 11.3.–29.4.2019. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mittaus- ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.



Kuva 5. Ulkoilman suhteellinen ilmankosteus kunkin päivän keskiarvona seurantajaksolla 11.3.–29.4.2019. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mittaus- ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.

2.3.2. Kuivikevertailu jakso 2

Kuivikevertailussa oli kaksi kuivikemateriaalia, jotka olivat ohranolki ja turve. Ohranolkea ja turvetta käytettiin joko yksinomaisena kuivikkeena tai yhdistelmänä niin, että toinen kuivikeyhdistelmä oli ohranolkivaltainen ja toinen turvevaltainen (Taulukko 3). Vertailujakson pituus oli 30 päivää ja se tehtiin ajanjaksolla 20.5.–19.6.2019. Kuivikemateriaaleista ja kuivikepatjasta tehtyjä mittauksia oli kolme.

Taulukko 3. Kuivikemateriaalien ja kuivikepatjojen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet sekä kuivikepatjasta mitatut lämpötilat ja kaasupitoisuudet vertailujaksolla 20.5.–19.6.2019.

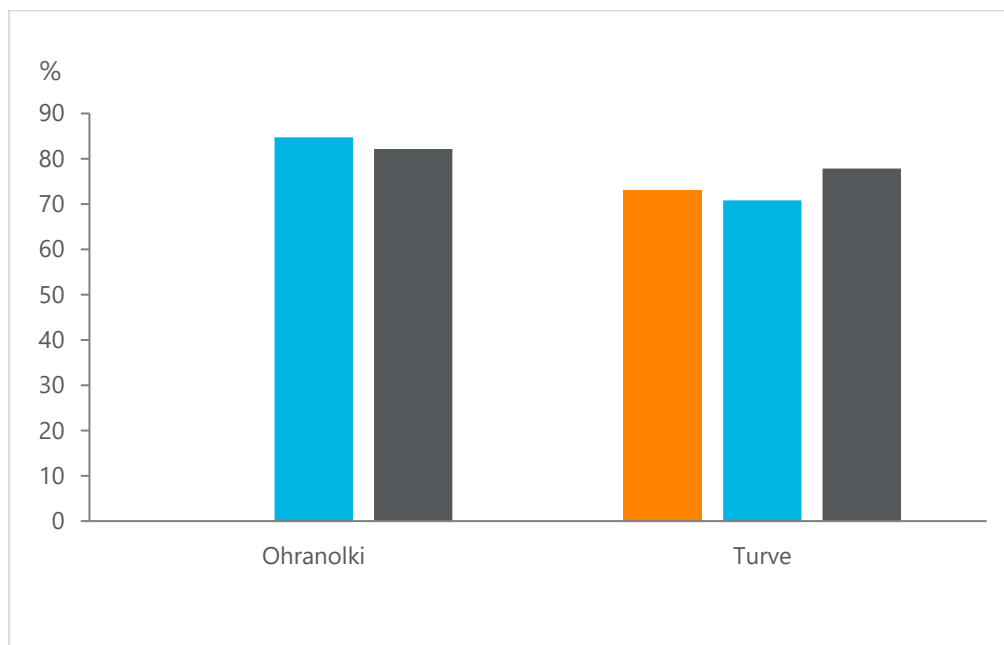
Kuivikemateriaali	Ohranolki	Turve
Kuiva-aine, %	83 ¹	74

Kuivikepatja	Ohranolki	Ohranolki + Turve (vähän)	Turve	Turve + Ohranolki (vähän)
Karsinoita, kpl	6	5	6	5
Kuiva-aine, %	34	35	39	39
Lämpötila, °C	41	31	26	33
Kaasupitoisuudet pinnassa				
Ammoniakki, ppm	7	5	0	1
Hiilidioksidi, til-% ²	0,1	0,2	0,1	0,2
Rikkivety, ppm	0	0	0	0
Kaasupitoisuudet sekoitetussa				
Ammoniakki, ppm	38	15	1	15
Hiilidioksidi, til-% ²	0,5	0,5	0,3	0,6
Rikkivety, ppm	0,2	1,1	0,1	3,8

¹Yhden mittauksen tulos puuttuu.

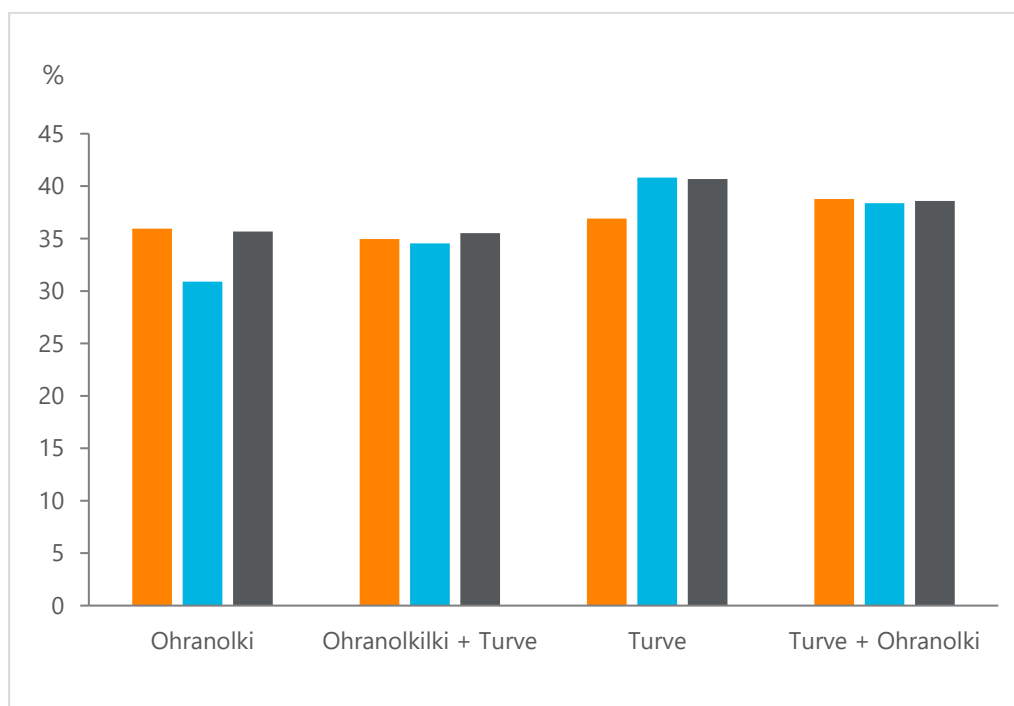
²Tilavuusprosentti.

Vertailujaksolla käytetyn kuiviketurpeen kuiva-ainepitoisuus oli melko korkea, keskimäärin 74 % (Taulukko 3). Sekä ohranoljen että turpeen kuiva-ainepitoisuuksien vaihtelu oli vähäistä, oljella vaihteluväli oli 82–85 % ja turpeella 71–78 % (Kuva 6).



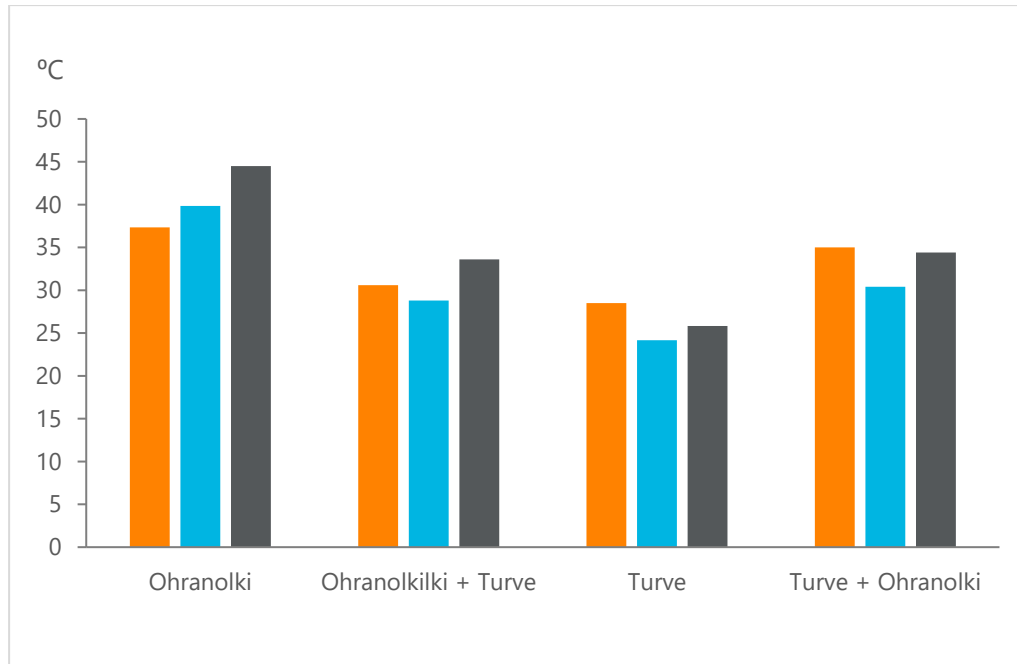
Kuva 6. Kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain. Ohranoljella puuttuu ensimmäisen mittauskerran tulos.

Verrattaessa kuivikepatjojen keskimääräisiä kuiva-ainepitoisuuksia eri kuivituksilla, erot olivat pieniä. Keskimääräiset, koko vertailujaksolta lasketut kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 34–39 % (Taulukko 3). Karsinoissa, joissa oli pelkkää turvetta tai turvevaltainen kuivikeyhdistelmä, kuivikepatjan kuiva-ainepitoisuus oli hieman suurempi kuin yksinomaan olkea tai olki-valtaista kuivikeyhdistelmää käytettäessä. Kullakin kuivituksella kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat mittauskerroittain hyvin vähän (Kuva 7).



Kuva 7. Kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain.

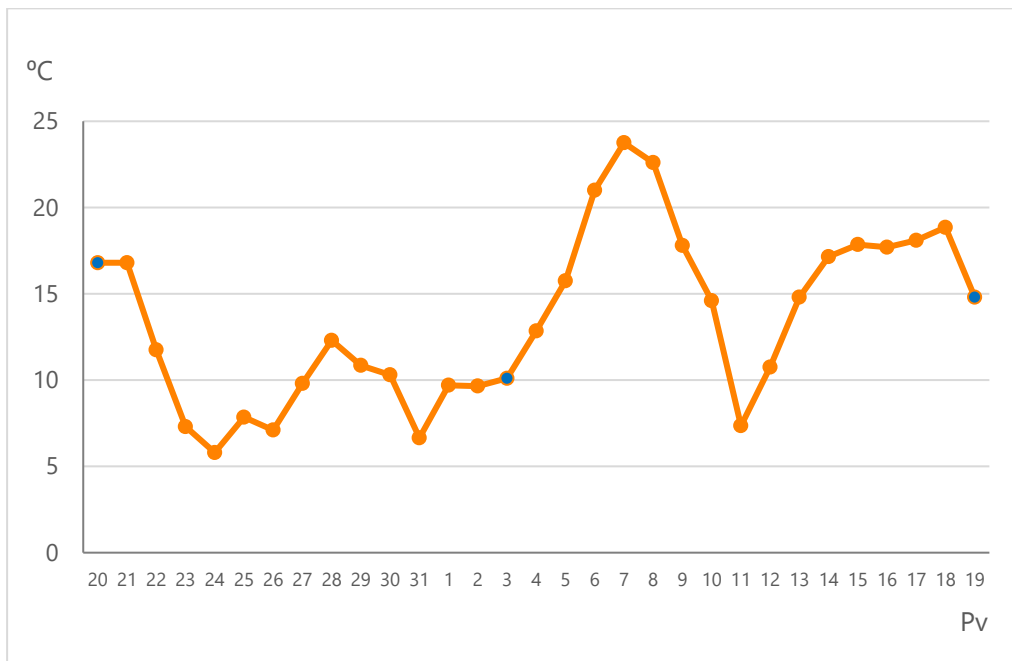
Kuivikepatjasta mitattujen lämpötilojen välillä oli selkeitä eroja keskimääräisen lämpötilan vaihdellessa välillä 26–41 °C (Taulukko 3). Ohranolki yksinomaisena kuivikkeena käytettäessä näyttäisi olevan enemmän lämpöä tuottava materiaali kuin turve. Tämä näkyi myös siinä, että käytettäessä turvetta oljen kanssa, kuivikepatjan lämpötilat olivat matalampia kuin olkea yksinomaisena kuivikkeena käytettäessä. Kullakin kuivituksella kuivikepatjan lämpötilat vaihtelivat mittauskerroittain melko vähän (Kuvio 8).



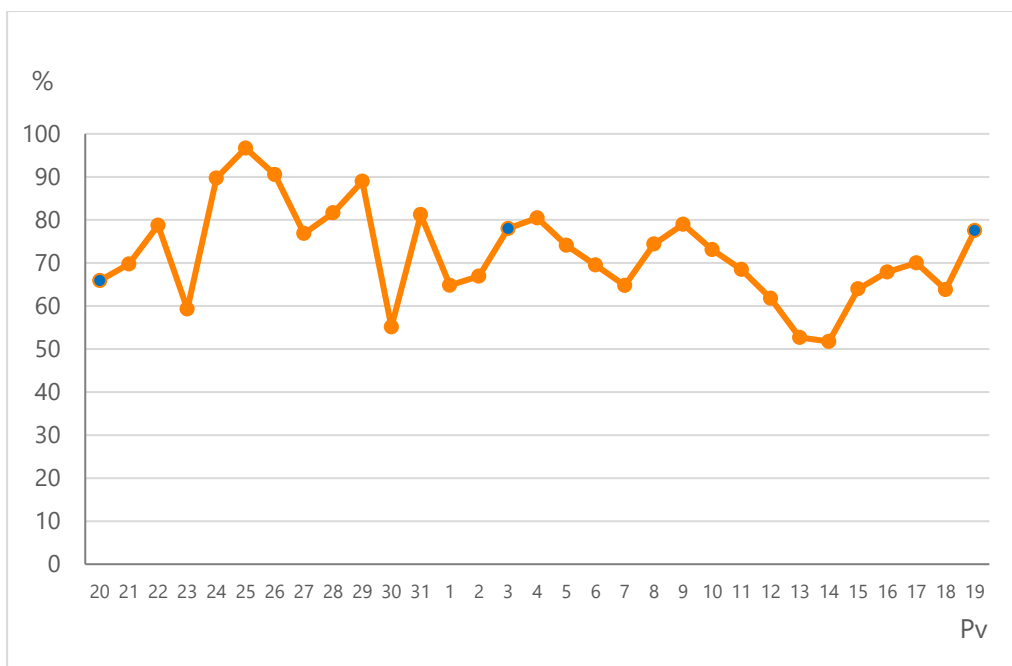
Kuva 8. Kuivikepatjojen lämpötilat mittauskerroittain.

Kuivikepatjan pinnasta mitatut kaasupitoisuudet olivat pieniä eikä rikkivetyä havaittu mittauksissa lainkaan (Taulukko 3). Mittaustulosten perusteella turve sitoi erityisen hyvin ammoniakkia, eikä turvetta yksinomaisena kuivikkeena käytettäessä millään mittauskerralla havaittu ammoniakkipitoisuuksia kuivikepatjan pinnasta mitattuna. Käytettäessä ohranolkea yksinomaisena kuivikkeena tai ohranolkivaltaisesti turpeen kanssa keskimääräiset ammoniakkipitoisuudet olivat korkeampia kuin turvevaltaisilla kuivikkeilla. Sekoitettaessa makuupatjan sisältöä kaasupitoisuudet olivat selkeästi korkeampia kuin koskemattomasta pinnasta mitatut (Taulukko 3). Selvästi korkein keskimääräinen ammoniakkipitoisuus sekoitetussa kuivikepatjassa havaittiin käytettäessä ohranolkea yksinomaisena kuivikkeena ja matalin käytettäessä turvetta yksinomaisena kuivikkeena. Myös hiilidioksidi- ja rikkivetyypitoisuuksia havaittiin sekoitetusta kuivikepatjasta kaikilla kuivituksilla. Rikkivetyypitoisuudet olivat pienimmät käytettäessä turvetta tai ohranolkea yksinomaisina kuivikkeina.

Ulkoilman keskimääräinen lämpötila oli 13 °C koko seurantajakson ajalta laskettuna, vaihdellen välillä 6–23 °C (Kuva 9). Ilmankosteus oli keskimäärin 72 %, vaihdellen välillä 52–97 % (Kuva 10). Vertailujakson sää ei ollut kuivituksen kannalta erityisen haasteellista eikä yhteyttä ulkoilman lämpötilan tai ilmankosteuden ja kuivikkeista mitattujen ominaisuuksien välillä havaittu.



Kuva 9. Ulkoilman lämpötila kunkin päivän keskiarvona seurantajaksolla 20.5.–19.6.2019. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mittausten ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.



Kuva 10. Ulkoilman suhteellinen ilmankosteus kunkin päivän keskiarvona seurantajaksolla 20.5.–19.6.2019. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mittausten ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.

2.3.3. Kuivikevertailu jakso 3

Kuivikevertailussa oli kolme kuivikemateriaalia, jotka olivat vehnänolki, ruokohelpi ja turve. Vehnänolkea ja ruokohelpeä käytettiin joko yksinomaisina kuivikkeina tai yhdessä turpeen kanssa (Taulukko 4). Vertailujakson pituus oli 43 päivää ja se toteutettiin ajanjaksolla 3.12.2019–14.1.2020. Kuivikemateriaaleista tehtyjä mittaukskertoja oli neljä ja kuivikepatjasta tehtyjä mittaukskertoja viisi.

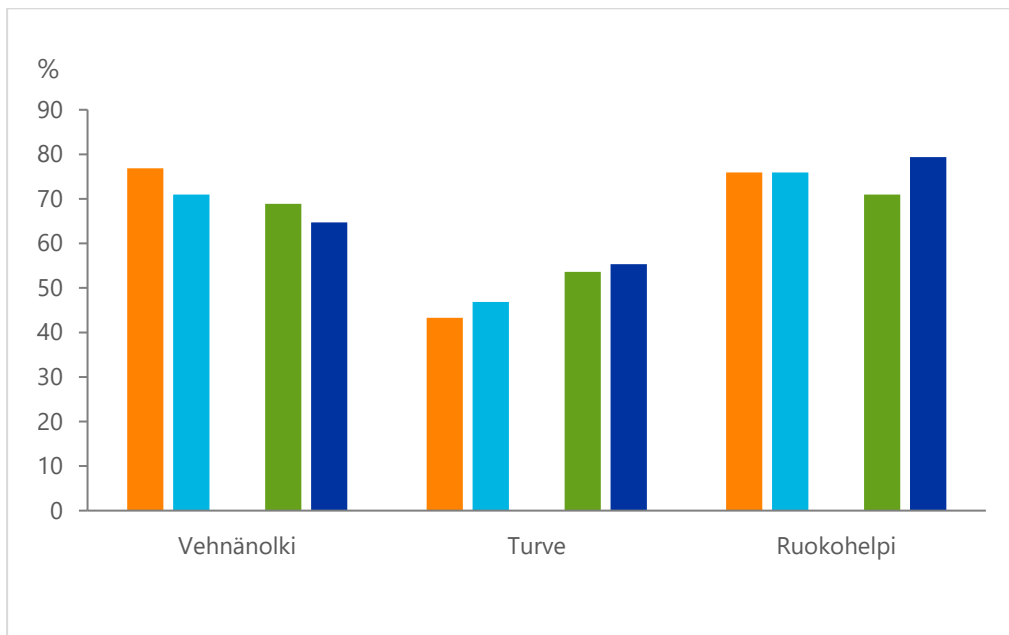
Taulukko 4. Kuivikemateriaalien ja kuivikepatjojen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet sekä kuivikepatjasta mitatut lämpötilat ja kaasupitoisuudet vertailujaksolla 3.12.2019–14.1.2020.

Kuivikemateriaali	Vehnänolki	Turve	Ruokohelpi	
Kuiva-aine, %	70	50	76	
Kuivikepatja	Vehnänolki	Vehnänolki + Turve	Ruokohelpi	Ruokohelpi + Turve
Karsinoita, kpl	5	6	5	6
Kuiva-aine, %	33	38	43	39
Lämpötila, °C	32	25	48	35
Kaasupitoisuudet pinnassa				
Ammoniakki, ppm	3	1	2	3
Hiilidioksidi, til-%²	0,2	0,2	0,3	0,2
Rikkivety, ppm	0	0	0	0
Kaasupitoisuudet sekoitetussa				
Ammoniakki, ppm	7	5¹	14	8
Hiilidioksidi, til-%²	0,5	0,4	0,5	0,4
Rikkivety, ppm	0,2	0,1	0,3	0,2

¹Yhden mittaukskerran tulos puuttuu.

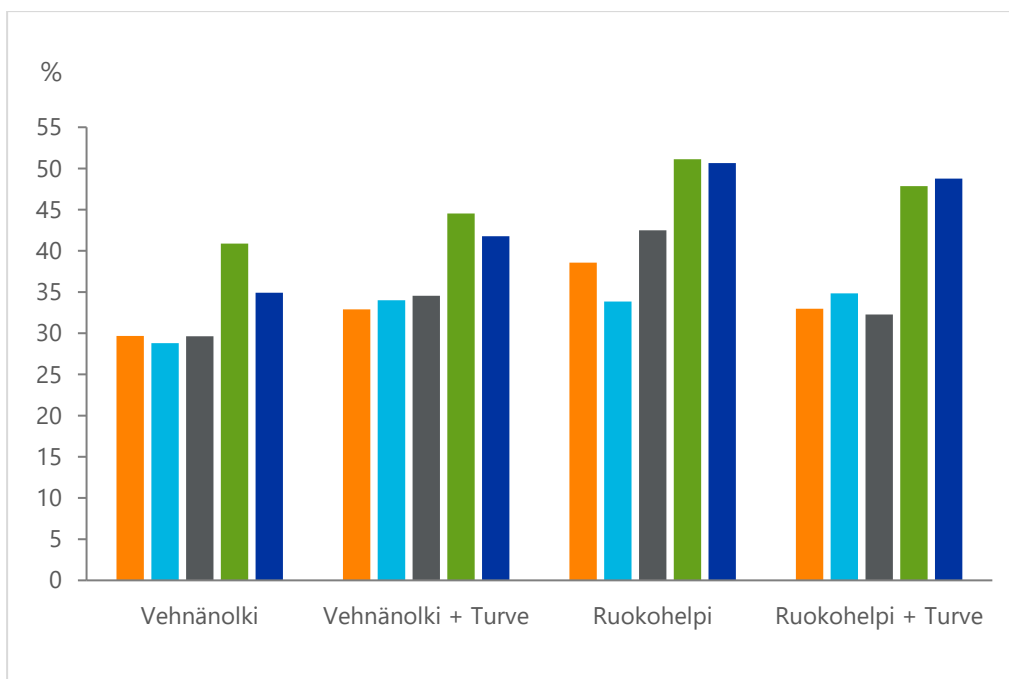
²Tilavuusprosentti.

Turve oli selkeästi kosteampi materiaali kuin ruokohelpi ja vehnänolki (Taulukko 4). Kaiken kaikkiaan kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat mittauskerroittain melko vähän (Kuva 11). Turpeella kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 43–55 %:n välillä, vehnänoljella 65–77 % ja ruokohelvellä 71–79 %.



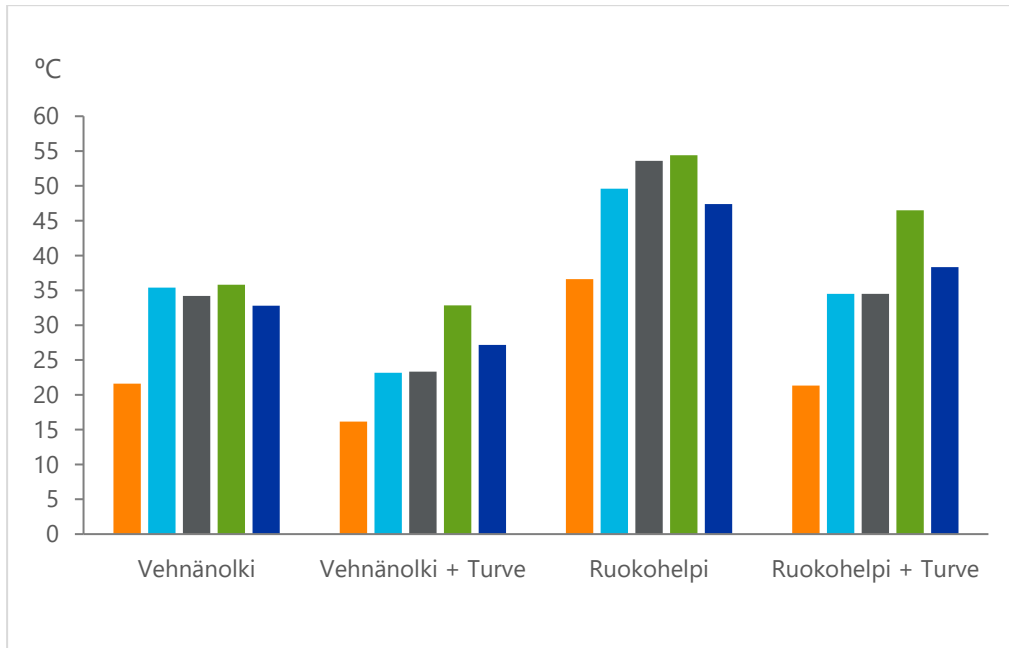
Kuva 11. Kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain. Kaikilta materiaaleilta puuttuu kolmannen mittauskerran tulos.

Kuivikepatjan keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 33–43 % ollen korkein käytettäessä ruokohelpeä ja matalin käytettäessä vehnänolkea yksinomaisena kuivikkeena (Taulukko 4). Käytettäessä ruokohelpeä joko yksinomaisena kuivikkeena tai yhdessä turpeen kanssa, kuiva-ainepitoisuuden vaihtelua oli hieman enemmän kuin vehnänolkea käytettäessä (Kuva 12). Kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat vehnänoljella välillä 29–41 %, vehnänoljen ja turpeen yhdistelmällä 33–45 %, ruokohelvellä 34–51 % ja ruokohelven ja turpeen yhdistelmällä 32–49 %.



Kuva 12. Kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain.

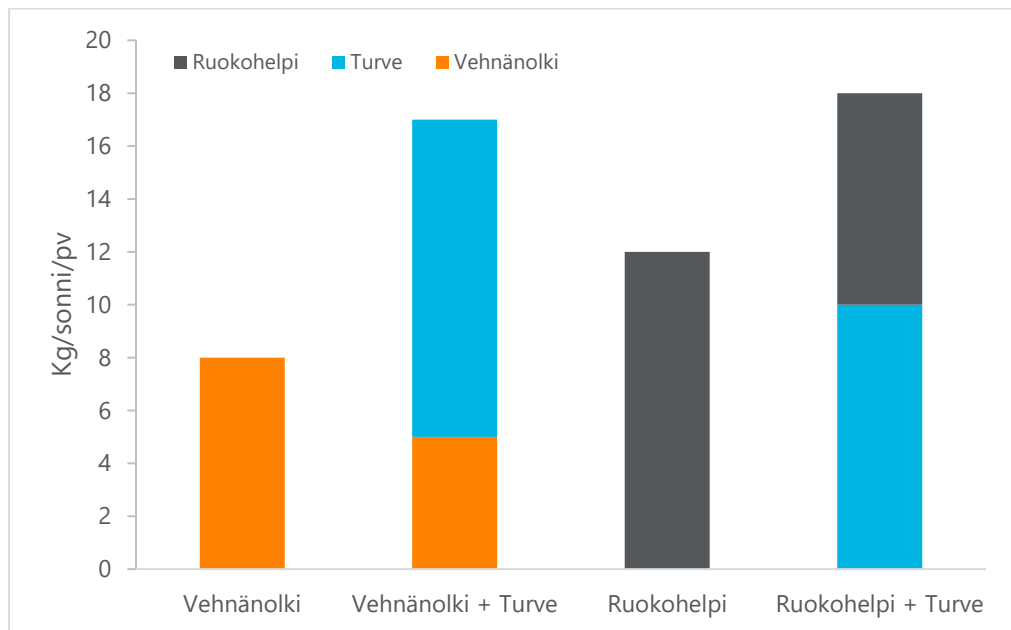
Kuivikepatjasta mitatuissa keskimääräisissä lämpötiloissa oli selkeitä eroja lämpötilojen vaihdellessa välillä 25–48 °C (Taulukko 4). Ruukohelpi yksinomaisena kuivikkeena käytettynä tuotti eniten lämpöä ja vehnänoljen ja turpeen yhdistelmä puolestaan vähiten. Käytettäessä ruukohelpen ja turpeen yhdistelmää kuivikkeena kuivikepatjan lämpötila vaihteli eniten ollen välillä 21–47 °C (Kuva 13). Muilla kuivituksilla vaihtelu oli vähäisempää vaihdellen vehnänoljella välillä 22–36 °C, vehnänoljen ja turpeen yhdistelmällä välillä 16–33 °C ja ruukohelvellä 37–54 °C. Kaikilla kuivituksilla makuupatjojen lämpötilat olivat ensimmäisellä mittauskerralla matalimpia, mikä selittyy suurelta osin sillä, että kuivikepatjat eivät olleet vielä alkaneet palamaan kunolla.



Kuva 13. Kuivikepatjojen lämpötilat mittauskerroittain.

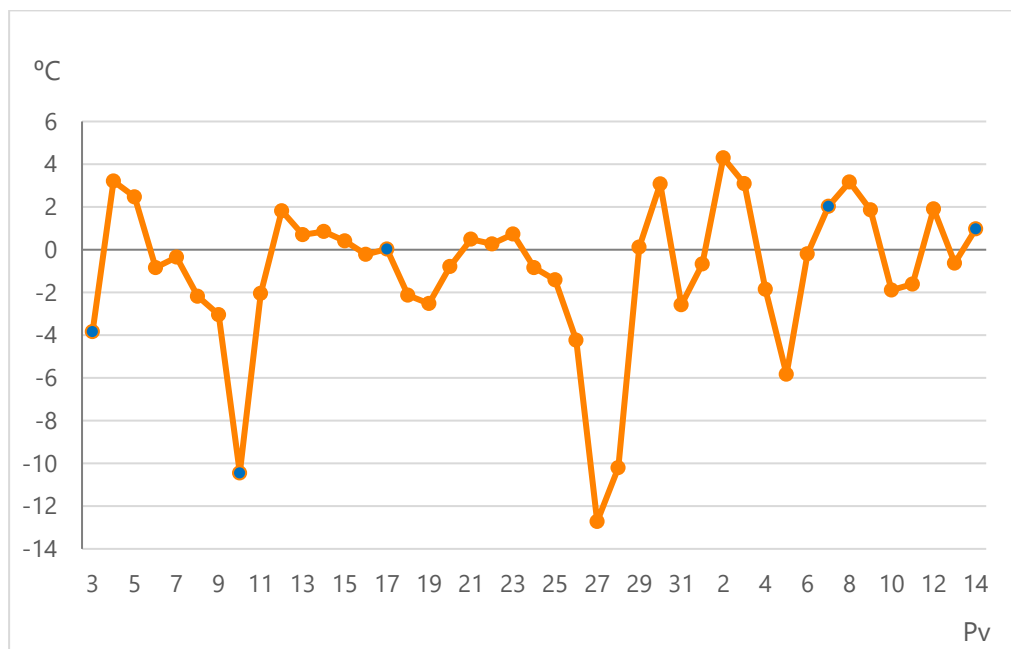
Kuivikepatjan pinnasta mitatut kaasupitoisuudet olivat matalia eikä rikkivetyä havaittu mittauksissa lainkaan (Taulukko 4). Sekoitettaessa makuupatjan sisältöä kaasupitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin koskemattomasta pinnasta mitatut (Taulukko 4). Korkein keskimääräinen ammoniakkipitoisuus sekoitetussa kuivikepatjassa havaittiin käytettäessä ruukohelpeä yksinomaisena kuivikkeena. Myös hiilidioksidi- ja rikkivetyypitoisuuksia mitattiin sekoitetussa kuivikepatjassa kaikilla kuivikkeilla, mutta pitoisuudet olivat pieniä.

Kuivikkeiden käyttömäärissä oli eroja (Kuva 14). Kiloina mitattuna eniten kului turpeen ja korsimateriaalien yhdistelmiä. Tämä selittyy osin turpeen korsimateriaaleja suuremmalla ominaispainolla. Vähiten kului vehnänolkea yksinomaisena kuivikkeena käytettynä.

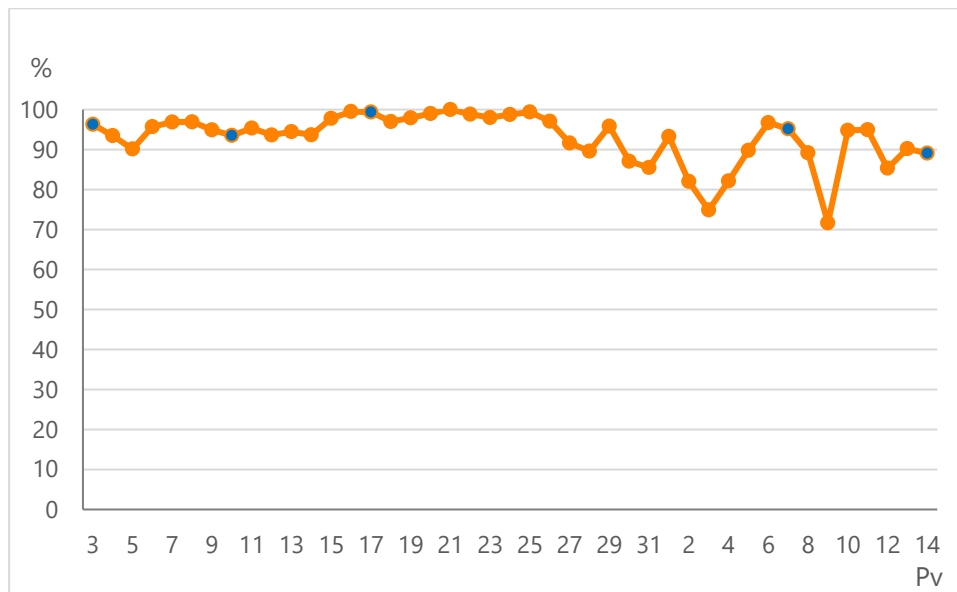


Kuva 14. Kuivikkeiden keskimääräiset käyttömäärät.

Ulkoilman keskimääräinen lämpötila oli -1°C koko seurantajakson ajalta laskettuna vaihdellen välillä -13 – 4°C (Kuva 15). Ilmankosteus oli keskimäärin 93 % vaihdellen välillä 72–100 % (Kuva 16). Seurantajaksole osui kuivituksen kannalta haastavia olosuhteita, kun lämpötila oli hieman plussan puolella ja ilmankosteus suuri. Tällä ei kuitenkaan havaittu olevan selkeää yhteyttä kuivikepatjasta mitattuihin ominaisuuksiin.



Kuva 15. Ulkoilman lämpötila kunkin päivän keskiarvona seurantajaksoalla 3.12.2019–14.1.2020. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mittausten ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.



Kuva 16. Ulkoilman suhteellinen ilmankosteus kunkin päivän keskiarvona seurantajaksolla 3.12.2019–14.1.2020. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mitausten ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.

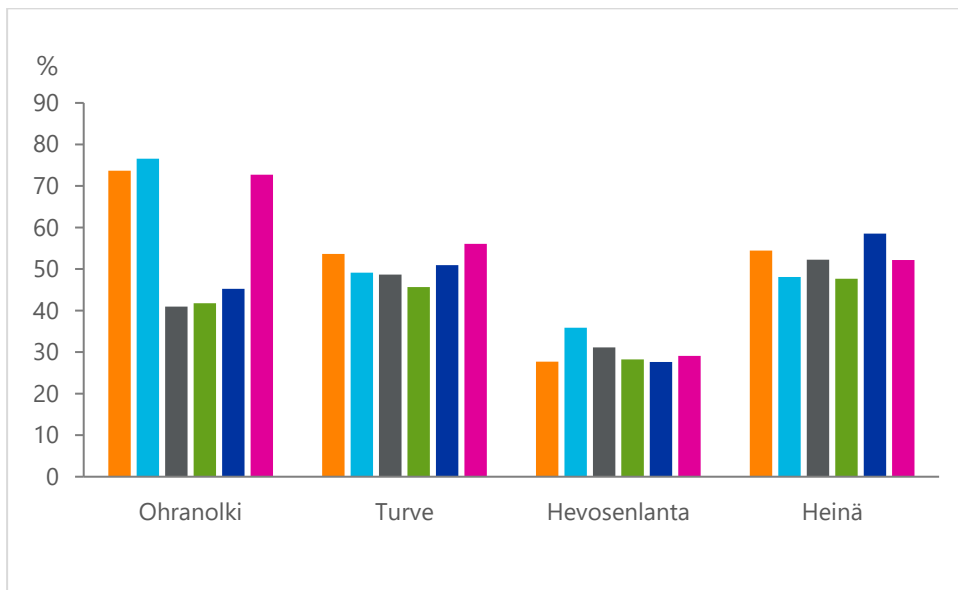
2.3.4. Kuivikevertailu jakso 4

Vertailussa oli neljä kuivikemateriaalia, jotka olivat ohranolki, turve, hevosenlanta ja heinä. Ohranolkea käytettiin yksinomaaisena kuivikkeena muita yhdistelminä (Taulukko 5). Myös heinää oli alun perin tarkoitus käyttää yksinomaaisena kuivikkeena, mutta eläimet alkoivat likaantua heti ensimmäisen koeviikon jälkeen, jolloin heinän sekaan lisättiin turvetta koko loppuvertailujakson ajan. Vertailujakson pituus oli 34 päivää ja se toteutettiin ajanjaksolla 20.2.–25.3.2020. Kuivikemateriaaleista ja kuivikepatjasta tehtyjä mittauskertoja oli kuusi.

Taulukko 5. Kuivikemateriaalien ja kuivikepatjojen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet sekä kuivikepatjasta mitatut lämpötilat vertailujaksolla 20.2.–25.3.2020.

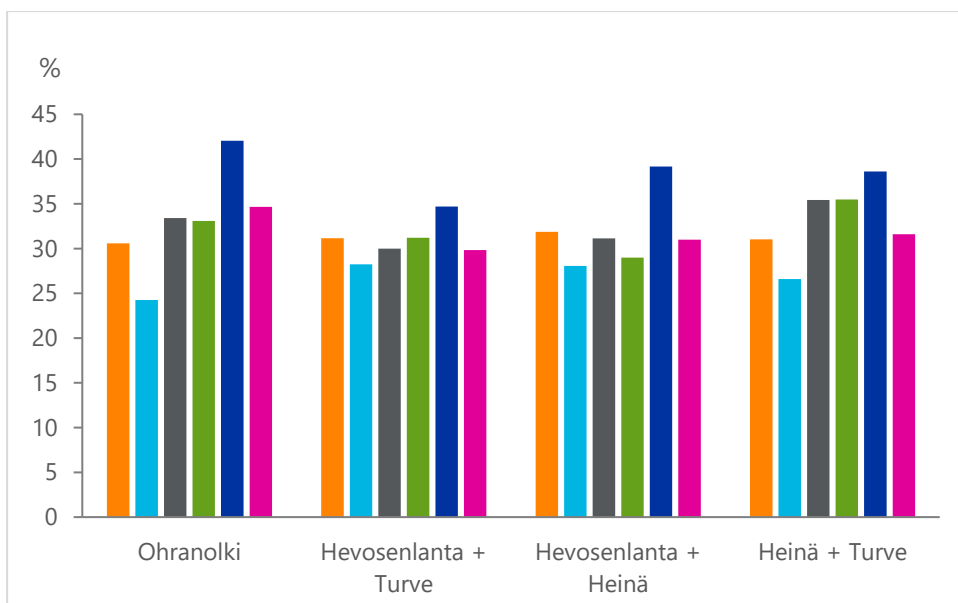
Kuivikemateriaali	Ohranolki	Turve	Hevosenlanta	Heinä
Kuiva-aine, %	58	51	30	52
Kuivikepatja	Ohranolki	Hevosenlanta + Turve	Hevosenlanta + Heinä	Heinä + Turve
Karsinoita, kpl	6	5	5	6
Kuiva-aine, %	33	31	32	33
Lämpötila, °C	21	12	28	28

Kuivikemateriaalien keskimääräisissä kuiva-ainepitoisuuksissa oli selkeitä eroja pitoisuuksien vaihdellessa välillä 30–58 % (Taulukko 5). Suurin keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus oli ohranoljella ja pienin hevosenlannalla. Huomattavaa oli eri kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuuksien vaihtelu seurantajakson aikana (Kuva 17). Erityisesti ohranoljen kuiva-ainepitoisuuden vaihtelu oli suurta vaihdellen välillä 41–77 %. Turpeella kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 46–56 %, hevosenlannalla 28–36 % ja heinällä 48–59 %.



Kuva 17. Kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain.

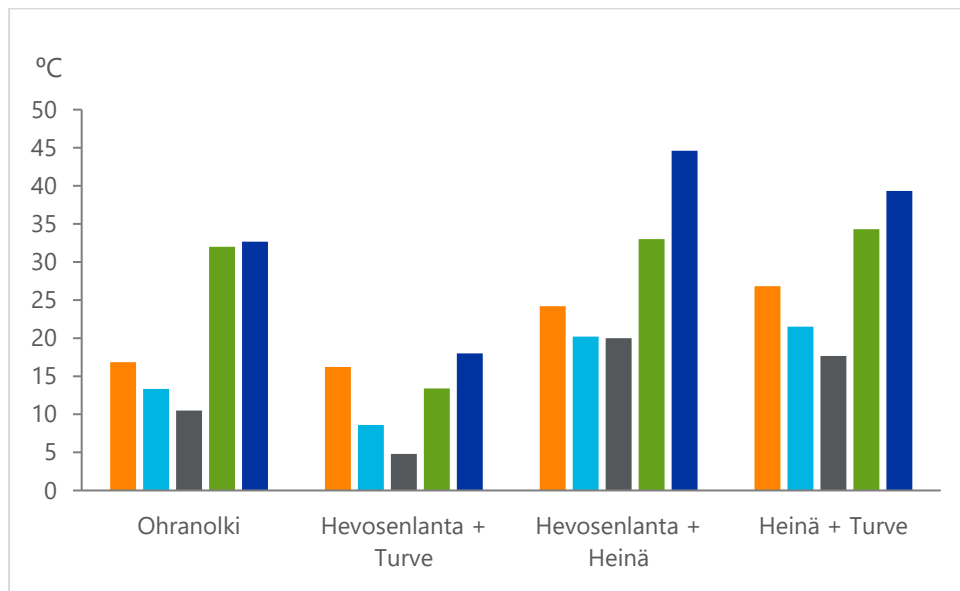
Vaikka kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuuksissa oli eroja, kuivikepatjojen välillä eroja kuiva-ainepitoisuuksissa ei juurikaan havaittu. Keskimääräiset kuivikepatjoista mitatut kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 31–33 % (Taulukko 5). Eri kuivituksilla kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat jonkin verran (Kuva 18). Yksinomaan ohranolkea kuivikkeena käytettäessä vaihtelu oli suurinta (24–42 %), kun taas vähäisintä vaihtelu oli hevosenslannan ja turpeen yhdistelmällä (28–35 %). Hevosenslannan ja heinän yhdistelmällä kuiva-ainepitoisuus vaihteli välillä 28–39 % ja heinän ja turpeen yhdistelmällä välillä 27–39 %.



Kuva 18. Kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet mittauskerroittain.

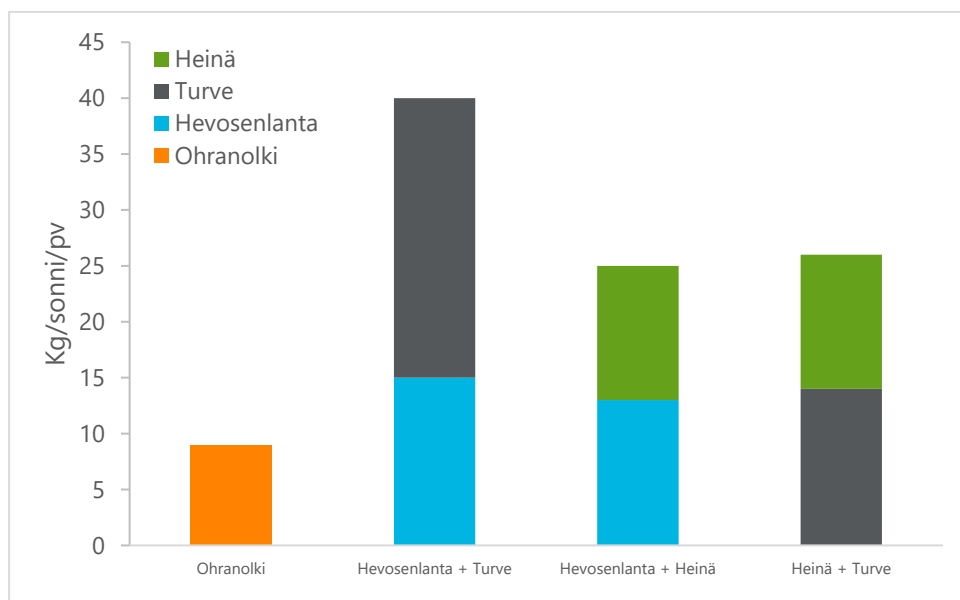
Kuivikepatjasta mitatuissa lämpötiloissa oli eroja eri kuivikkeiden välillä keskimääräisten lämpötilojen vaihdellessa välillä 12–28 °C (Taulukko 5). Eniten lämpöä tuottavat materiaalit olivat hevosenslannan ja heinän sekä heinän ja turpeen yhdistelmät. Käytettäessä hevosenslantaa turpeen kanssa kuivikkeena kuivikepatjan lämpötila oli selkeästi muita alempi.

Hevosenslannan ja turpeen yhdistelmää käytettäessä kuivikepatjan lämpötila vaihteli vähiten ollen välillä 5–18 °C (Kuva 19). Käytettäessä ohranolkea yksinomaisten kuivikkeena kuivikepatjan lämpötila vaihteli välillä 11–33 °C, hevosenslannan ja heinän yhdistelmällä vaihtelu oli välillä 20–45 °C ja heinän ja turpeen yhdistelmällä välillä 18–39 °C.



Kuva 19. Kuivikepatjojen lämpötilat mittauskerroittain. Viimeisen mittauskerran tulokset puuttuvat.

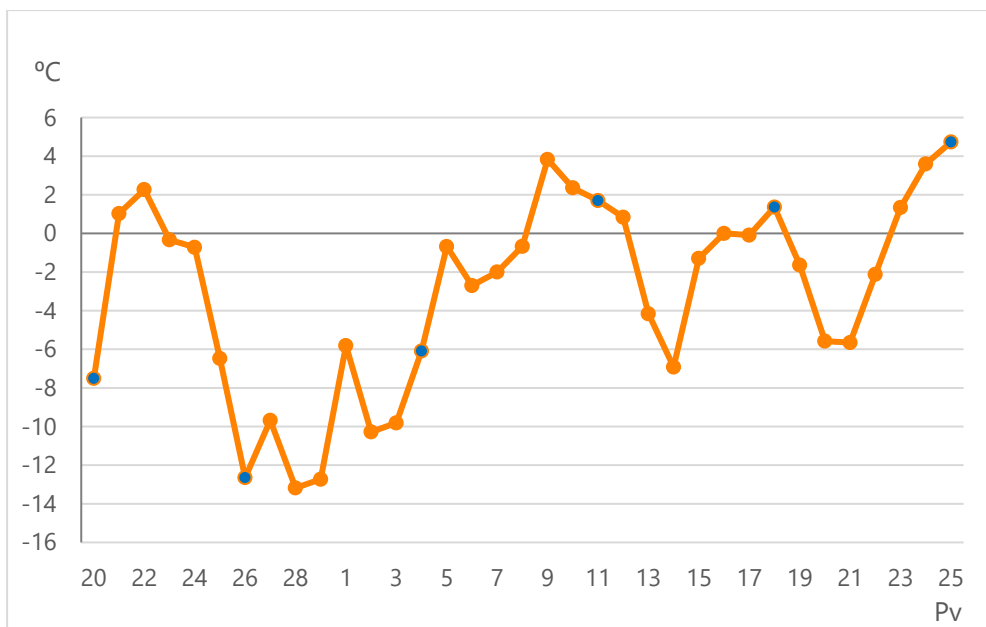
Kuivikkeiden käyttömäärissä oli eroja (Kuva 20). Kiloina mitattuna eniten kului turpeen ja hevosenslannan yhdistelmää ja vähiten ohranolkea. Tämä selittyy suurelta osin turpeen ja hevosenslannan korsimateriaaleja suuremmilla ominaispainoilla.



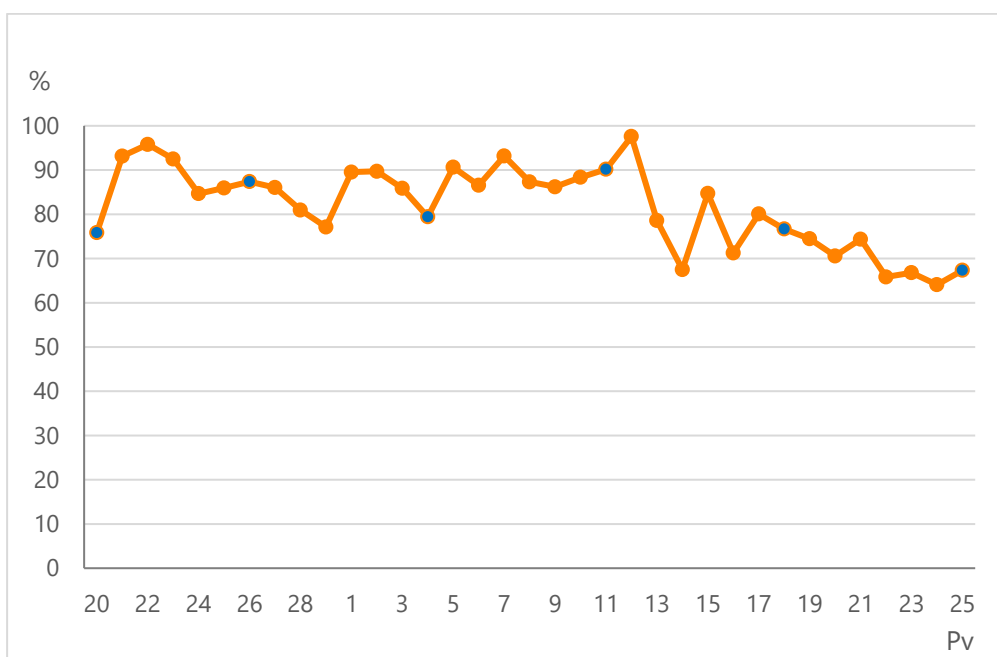
Kuva 20. Kuivikkeiden käyttömäärät yksinomaisten kuivikkeena ja yhdistelminä käytettynä.

Ulkoilman keskimääräinen lämpötila oli -3 °C koko seurantajakson ajalta laskettuna, vaihdellen välillä -13–5 °C (Kuva 21). Ilmankosteus oli keskimäärin 82 %, vaihdellen välillä 64–98 % (Kuva 22). Ulkoilman lämpötilan ja makuupatjasta mitattujen lämpötilojen välillä näytti olevan ainakin

jonkinlainen yhteys, sillä kolmella ensimmäisellä mittauskerralla makuupatjojen lämpötilat olivat matalampia kuin seuraavien kahden mittauskerran, pl. hevosenlannan ja turpeen yhdistelmä ensimmäisellä mittauskerralla. Myös ilman lämpötila oli seurantajakson alussa selvästi matalampi kuin seurantajakson loppupuolella. Tulokset osoittavat, että pakkasjaksolla ei ole suositeltavaa perustaa kuivikepatjaa, koska sen lämmöntuotto ei ole patjan alussa kovinkaan hyvä ja lisäksi tulee vielä kylmän ilman vaikutus.



Kuva 21. Ulkoilman lämpötila kunkin päivän keskiarvona seurantajaksolla 20.2.–25.3.2020. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mittausten ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.

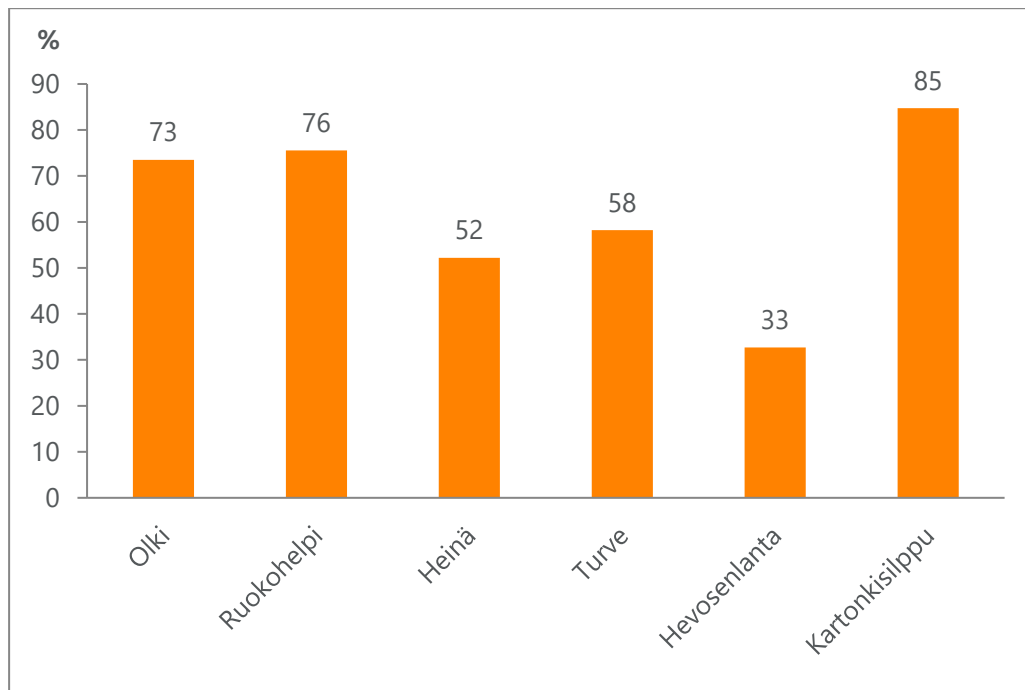


Kuva 22. Ulkoilman suhteellinen ilmankosteus kunkin päivän keskiarvona seurantajaksolla 20.2.–25.3.2020. Sinisellä merkityt pisteet ovat kuivikkeista ja kuivikepatjoista tehtyjen mittausten ajankohdat. Tiedot: Ilmatieteen laitos, havaintoasema Siikajoki, Ruukki.

2.3.5. Kuivikevertailujen kooste

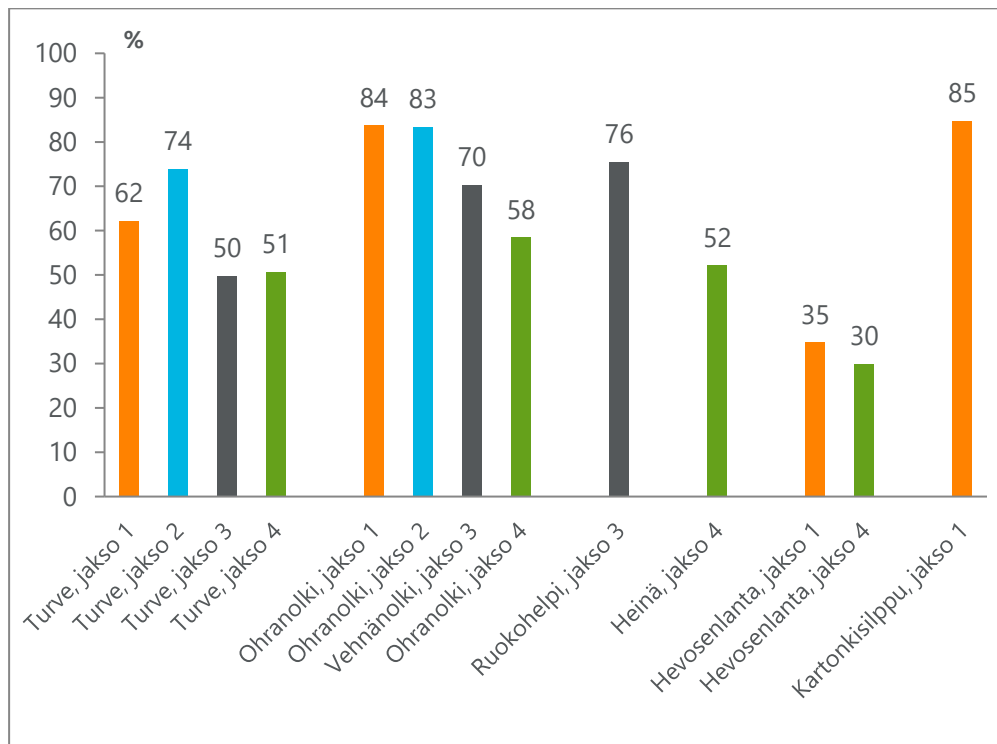
Tähän osioon on koottu yhteenvedona kaikista neljästä kuivikevertailusta keskimääräisiä tuloksia. Koska kuivikkeiden käyttömäärissä oli eroja ja osa kuivituksesta oli kahden kuivikkeen yhdistelmiä, ei yksiselitteisiä eroja yksittäisten kuivikkeiden välillä voida todeta. Tulokset ovat siten vain suuntaa-antavia.

Kuivikemateriaalien keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet vaihtelivat välillä 33–85 % (Kuva 23). Suurin kuiva-ainepitoisuus oli kartonkisirpulla ja pienin hevosenlannalla. Myös olki ja ruokohelpi olivat kuivimpia materiaaleja tarkasteltaessa keskimääräisiä kuiva-ainepitoisuuksia. Kuvas-
sa 23 on kuivikemateriaalien keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet, jossa huomioituna kaikki vertailujaksot, joissa kutakin kuivikemateriaalia käytettiin.



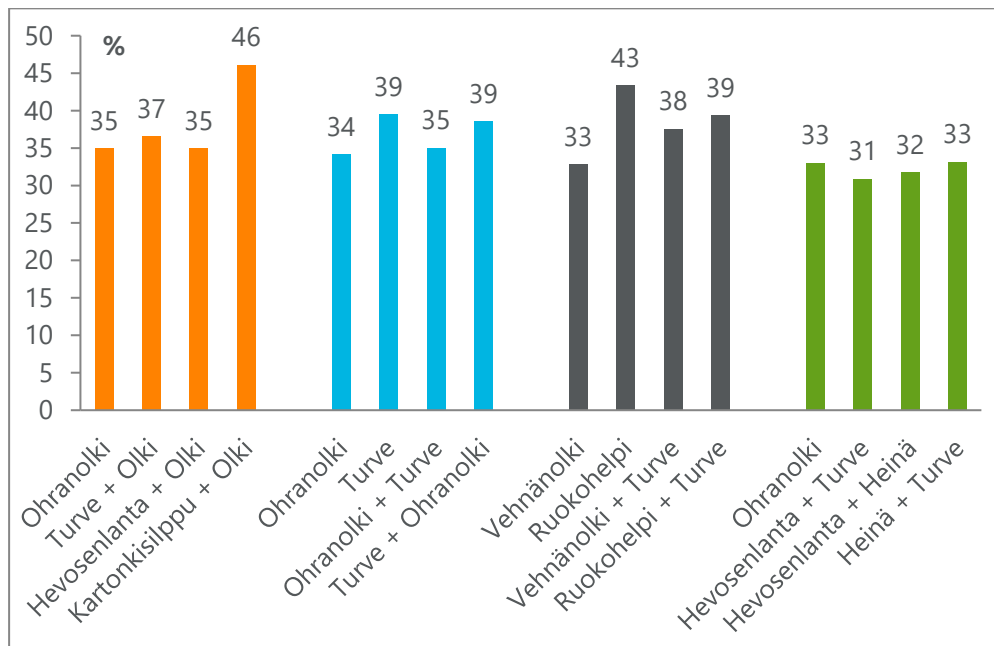
Kuva 23. Kuivikemateriaalien keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet neljältä vertailujaksolta laskettuna.

Olki ja turve olivat käytössä jokaisessa kuivikevertailussa, ja huomattavaa oli niiden kuiva-ainepitoisuuksien melko suuret vaihtelut (Kuva 24).



Kuva 24. Kuivikemateriaalien keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet ja niiden vaihtelut eri vertailujaksoilla. Samanväriset pylväät ovat aina saman vertailujakson kuivikemateriaaleja.

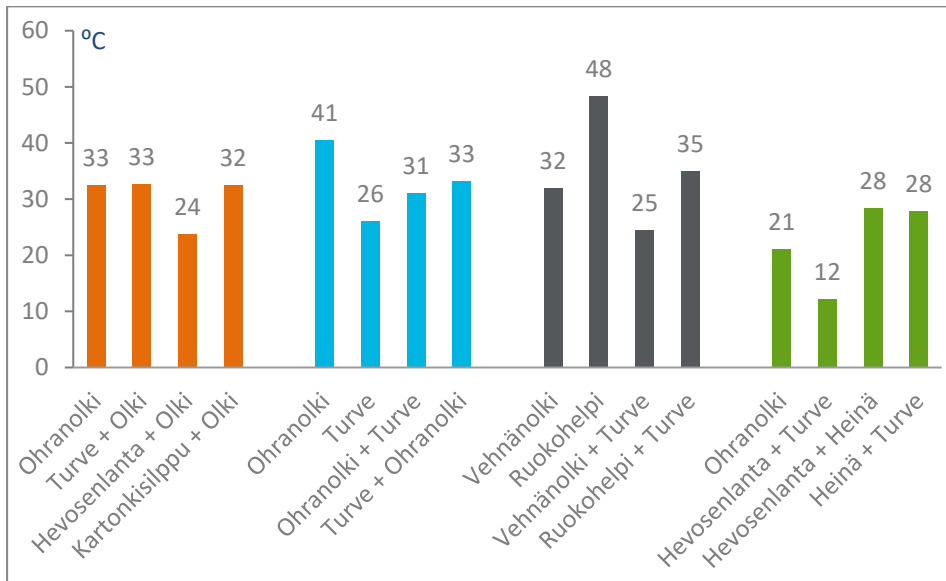
Vaikka kuivikemateriaalien välillä oli melko suuriakin eroja kuiva-ainepitoisuuksissa, erot eivät kuitenkaan näkyneet kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa. Kaiken kaikkiaan erot makuupatjojen keskimääräisissä kuiva-ainepitoisuuksissa eri kuivituksilla olivat melko pieniä, vaihdellen välillä 31–46 %. Selkeimmin erottuivat kartonkisiilpun ja oljen yhdistelmä sekä ruukohelpi yksinomaaisena kuivikkeena käytettynä. Niillä kuivikepatjan kuiva-ainepitoisuus oli jonkin verran muita korkeampi. Vaikka hevosenslannan kuiva-ainepitoisuus oli pieni, eivät hevosenslantaa sisältäneiden kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuudet juurikaan eronneet muista vertailussa olleista kuivikemateriaaleista tai niiden yhdistelmistä, kun hevosenslantaa käytettiin yhdessä oljen, turpeen tai heinän kanssa. Ensimmäisellä vertailujaksolla käytettiin ohranolkea sekä yksinomaaisena kuivikkeena että yhdistelmänä hevosenslannan kanssa. Ohranoljen keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus oli 84 % ja hevosenslannan 35 %. Vaikka näiden kahden kuivikemateriaalin kuiva-ainepitoisuuksissa oli merkittävä ero, ei kuivikepatjoista mitatuissa keskimääräisissä kuiva-ainepitoisuuksissa kuitenkaan ollut eroa.



Kuva 25. Kuivikepatjojen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet vertailujaksoittain. Samanväriset pylväät ovat kunkin yksittäisen vertailujakson kuivikemateriaalit.

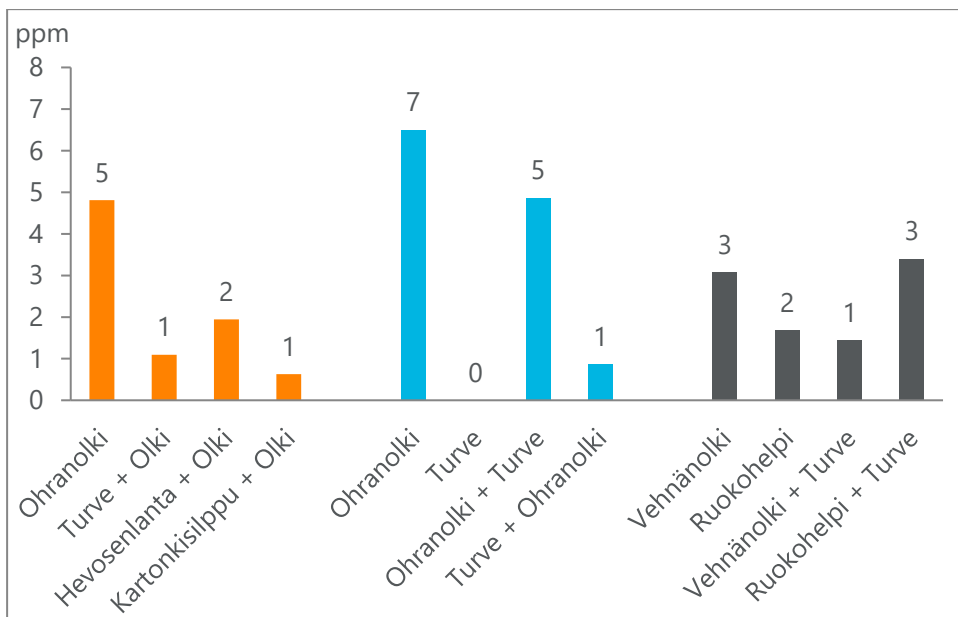
Käytettäessä heinää yksinomaisena kuivikkeena, eläimet alkoivat likaantua välittömästi. Tämän seurauksena heinän sekaan lisättiin ensimmäisen viikon jälkeen turvetta, mikä paransi kuivituksen toimivuutta. Saadun kokemuksen perusteella heinä yksinomaisena kuivikkeena ei ole kovinkaan toimiva vaihtoehto ainakaan kuivituksen kannalta haastavissa oloissa, jolloin lämpötila on nollan tuntumassa ja ilmankosteus suuri, kuten kyseisen vertailujakson alussa oli.

Tulosten perusteella erityisesti ruokohelpi ja myös olki osoittautuivat hyvin lämpöä tuottaviksi kuivikemateriaaleiksi. Viimeisellä vertailujaksolla, jossa käytettiin heinää joko hevosenslannan tai turpeen kanssa, lämmöntuotto oli parempi kuin käytettäessä ohranolkea yksinomaisena kuivikkeena tai hevosenslannan ja turpeen yhdistelmää. Siten yleisesti ottaen käytetyt korsimateriaalit näyttäisivät olevan lämmöntuoton kannalta hyviä materiaaleja. Käytettäessä hevosenslanta yhdessä oljen tai turpeen kanssa lämmöntuotto jäi muihin vertailuissa olleisiin materiaaleihin nähden pienemmäksi. Myös turve näyttäisi olevan lämmöntuottokyvyltään erityisesti olkeen verrattuna heikompi kuivikemateriaali.

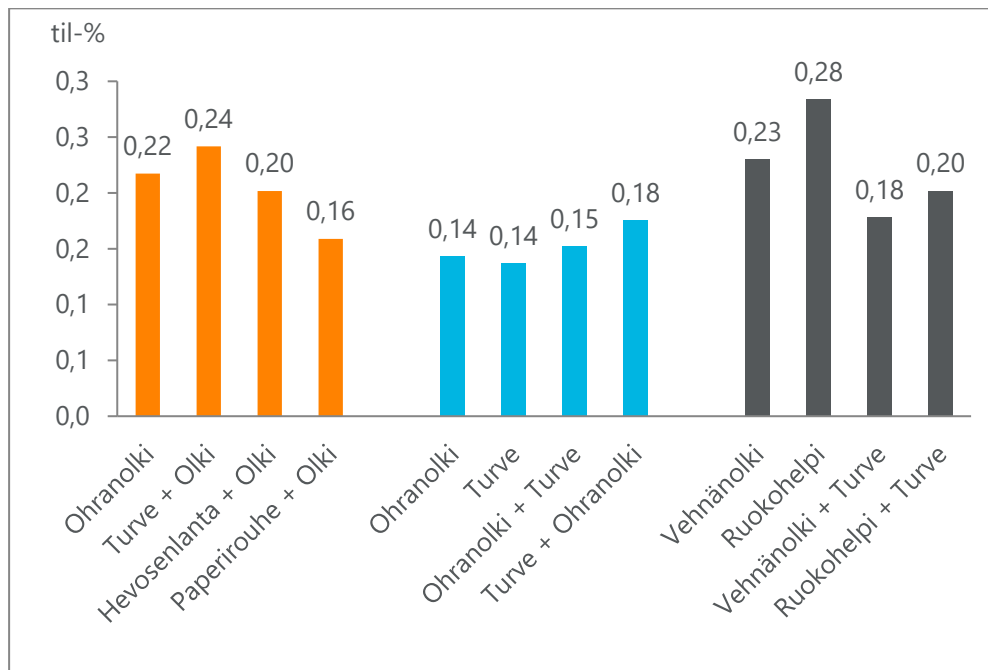


Kuva 26. Kuivikepatjojen keskimääräiset lämpötilat vertailujaksoittain. Samanväriset pylväät ovat kunkin yksittäisen vertailujakson kuivikemateriaalit.

Kaikilla kuivitusvaihtoehdoilla kuivikepatjan pinnasta mitatut ammoniakki- ja hiilidioksidipitoisuudet olivat pieniä, eikä rikkivetyä havaittu mittauksissa lainkaan (Kuvat 27 ja 28). Keskimääräiset ammoniakki- ja hiilidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräyksessä asettamia ohjeellisia ylärajoja, jotka ovat ammoniakilla 10 ppm ja hiilidioksidilla 3 000 ppm eli 0,3 tilavuusprosenttia (MMM 2001). Mittaustulosten perusteella turve näyttäisi sitovan ammoniakkia hyvin, kun taas oljen ammoniakinsitomiskyky näyttäisi olevan vertailussa olleista materiaaleista huonoimpia. Tosin oljellakin keskimääräiset ammoniakkipitoisuudet olivat alle maa- ja metsätalousministeriön rakentamismääräyksessä asettaman ohjeellisen ylärajan. Käytettäessä olkea jonkin toisen kuivikemateriaalin kanssa, ammoniakinsitomiskyky parani. Hiilidioksidipitoisuuksissa ei havaittu selkeitä eroja eri kuivikevaihtoehdoilla.

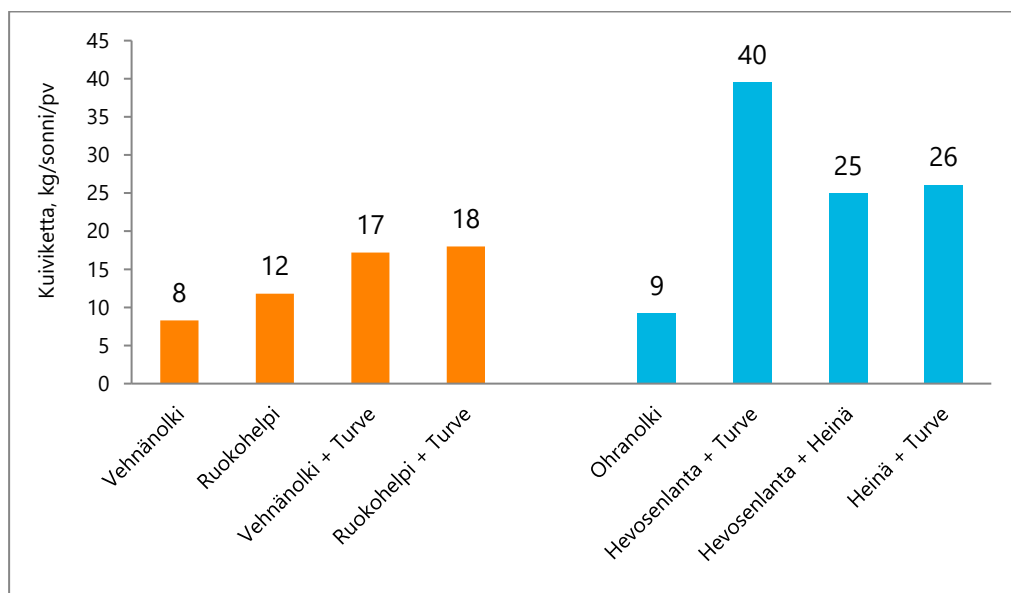


Kuva 27. Kolmen ensimmäisen vertailujakson keskimääräiset ammoniakkipitoisuudet kuivikepatjan pinnasta mitattuna. Samanväriset pylväät ovat kunkin yksittäisen vertailujakson kuivikemateriaalit.



Kuva 28. Kolmen ensimmäisen vertailujakson keskimääräiset hiilidioksidipitoisuudet kuivikepatjan pinnasta mitattuna. Samanväriset pylväät ovat kunkin yksittäisen vertailujakson kuivikemateriaalit.

Kuivikkeiden käyttömäärään vaikuttavat niiden kuivikeominaisuudet ja myös ominaispaino. Tehdyissä vertailuissa kuivikkeiden kulutus mitattiin tuorepainona, joten kuivikkeiden väliset erot ominaispainoissa näkyivät käyttömäärissä. Painavimpia kuivikemateriaaleja olivat hevosenslanta ja turve, minkä seurauksena niitä myös kului eniten kiloissa mitattuna. Kuivikeominaisuuksien vaikutuksia käyttömääriin on tehtyjen vertailujen perusteella vaikea sanoa.



Kuva 29. Kuivikkeiden käyttömäärät kolmannella ja neljännellä vertailujaksolla.

2.4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tulokset osoittivat, että nautojen kuivitukseen on saatavilla erilaisia vaihtoehtoja. Koska kuivikemateriaalien välillä oli eroja niin olomuodossa, kuivikeominaisuuksissa kuin käyttömäärissäkin, ei niitä voi asettaa paremmuusjärjestykseen. Lisäksi on syytä huomioida, että kuivikkeita käytettiin tietynlaisissa olosuhteissa, eikä kaikkia tuloksia välttämättä voi yleistää joka tilanteeseen. Siten erilaisten kuivikemateriaalien toimivuutta tulee aina arvioida myös tilannekohtaisesti.

Vaikka kuivikemateriaalien välillä oli huomattaviakin eroja kuiva-ainepitoisuuksissa, erot taantuivat, kun vertailtiin eri materiaaleilla kuivitetujen karsinoiden makuupatjojen kuiva-ainepitoisuuksia. Korsimateriaalit osoittautuivat hyvin lämpöä tuottaviksi materiaaleiksi. Hevosien kuivikelanta puolestaan oli huonoiten lämpöä tuottava materiaali. Turve ja hevosen kuivikelanta olivat korsimateriaaleja painavampia materiaaleja, mikä näkyi niiden suurempina käyttömäärinä mitattaessa kuivikkeiden kulutusta tuorepainoon perustuen.

Koska kuivikkeiden saanti ja riittävyys voivat olla haaste erityisesti tuotantorakennuksissa, missä kuivikkeiden tarve on suurta, on kuivituksen suunnitelmallisuus tärkeää. On myös hyvä varautua käyttämään erityyppisiä kuivikkeita. Se tuo joustoa ja antaa paremmat mahdollisuudet huomioida eri kuivikkeista aiheutuva kustannus. Tällöin voidaan huomioida myös kuivikkeiden erilaisia ominaisuuksia. Mikäli on mahdollista käyttää eri kuivikkeita eri ajankohtina, kuivikkeiden valinnassa voidaan huomioida esimerkiksi niiden lämmöntuotto. Tällöin kylmänä aikana kannattaa suosia lämpöä tuottavia kuivikemateriaaleja, kuten ruokohelpeä tai olkea, ja kesällä vähemmän lämpöä tuottavia, kuten turvetta tai hevosen kuivikelantaa.

Vaikka kuivitus muodostaa tietyn kuluerän, on kuitenkin syytä muistaa, että liian vähäisellä kuivituksella voi olla monia haitallisia vaikutuksia niin eläinten hyvinvointiin, tuotantotuloksiin kuin lopputuotteiden laatuun. Kaikki nämä heikentävät tuotannon kannattavuutta. Kuivitus onkin ajateltava yhtenä tuotantopanoksena siinä missä rehut ja ruokintakin. Hyvällä kuivituksella ja eläinten puhtaudella edistetään eläinten hyvinvointia ja terveyttä ja varmistetaan elintarvikkeiden hygieenistä laatua. Siten on tärkeää huolehtia riittävästä ja toimivasta kuivituksesta. Kuivitus on moninainen kokonaisuus, jonka toteutukseen vaikuttavat monet asiat kuivikemateriaalien valinnasta lähtien. Koska kuivituksen toteutustapoja ja erilaisia kuivikemateriaaleja on paljon, on kuivikehuolto viime kädessä aina tilakohtainen ratkaisu.

2.5. Viitteet

- livonen, S. 2008. Ympäristöturpeet ja niiden käyttö. Raportteja / Ruralia-instituutti; No. 32. Ruralia-instituutti. 60 s.
- Ilmatieteen laitos. Saatavilla: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>.
- Jeppsson, K-H. 1999. Volatilization of ammonia in deep-litter systems with different bedding materials for young cattle. *Journal of Agricultural Engineering Research* 73: 49–57.
- Lötjönen, T. & Knuuttila, K. 2009. Pelloilta energiaa – Opas ruokohelven käyttäjälle. Jyväskylä Innovation Oy ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 44 s.
- Misselbrook, T.H. & Powell, J.M. 2005. Influence of bedding material on ammonia emissions from cattle excreta. *Journal of Dairy Science* 88: 4304–4312.
- MMM. 2001. Maa- ja metsätalousministeriön rakentamista koskevat määräykset ja ohjeet. Liite 10 MMM:n asetukseen tuettavaa rakentamista koskevista määräyksistä ja suosituksista (100/01): Maatalouden tuotantorakennusten lämpöhuolto ja huoneilmasto, MMM-RMO C2.2. (Ei enää voimassa, vain ohjeellinen.)
- Munir, T.M., Irle, M., Belloncle, C. & Federighi, M. 2019. Wood based bedding material in animal production: A minireview. *Approaches in Poultry, Dairy & Veterinary Sciences* 6(4): 582–588. DOI: 10.31031/APDV.2019.06.000644.
- Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A-M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, M. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. Maa- ja elintarviketalous 1. MTT, Jokioinen. 31 s.
- Ruokavirasto. 2020. Nautojen puhtauden valvonta teurastamossa. Ohje 5735/04.02.00.01/2020/2. 30 s.
- Tuomisto, L., Mononen, J., Martiskainen, P., Ahola, L. & Huuskonen, A. 2015. Time budgets of finishing bulls housed in an uninsulated barn or at pasture. *Agricultural and Food Science* 24: 173–182.

3. Nuorten lihanautojen kuivikemielitymykset: vertailussa olki, ruokohelpi ja hevosen kuivikelanta

Leena Tuomisto¹, Jaakko Mononen¹, Juha Hyvönen², Katariina Manni³, Lilli Frondelius¹ ja Arto Huuskonen¹

¹Luonnonvarakeskus (Luke), Halolantie 31 A, Maaninka

²Luonnonvarakeskus (Luke), Ounasjoentie 6, 96100 Rovaniemi

³Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 2 C, 31600 Jokioinen

Tiivistelmä

Nuorten sonnien kuivikemielitymyksiä tutkittiin oljen, ruokohelven ja hevosen kuivikelannan välillä. Mielitymyksen (preferenssin) mittarina käytettiin eri kuivikepohjilla vietettyä aikaa ja erityisesti makuulla olon todennäköisyyttä eri materiaaleilla. Kahdeksan viikon pituisessa kokeessa oli 40 maitorotuista sonnia neljässä 10 eläimen ryhmässä. Kokeen alkaessa eläimet olivat keskimäärin 5,4 kk:n ikäisiä ja painoivat 225 kg. Koe tehtiin eristämättömässä tutkimuspihatossa betonipohjaisissa, osittain kuivitetuissa karsinoissa. Koekarsinoita oli neljä ja jokaisessa karsinassa oli kolme erillistä makuuallueta, joista yksi kuivitettiin olkisilpulla, toinen ruokohelpisilpulla ja kolmas hevosen kuivikelannalla. Kussakin karsinassa oli tilaa 15 m²/eläin, josta kuivitettua makuuallueta oli 7,5 m²/eläin. Eläimillä ei ollut aiempaa kokemusta koekuivikemateriaaleista. Kokeen aikana eläimillä oli jatkuvasti vapaa pääsy kaikille kolmelle eri kuivikemateriaalille. Eläinten käyttäytymistä karsinoissa videokuvattiin koko kokeen ajan. Videotallenteilta valittiin käyttäytymisanalyysiin kolme 24 tunnin pituista jaksoa kokeen alusta, keskivaiheilta ja lopusta. Eläimen toiminto (makuulla tai seisaalla) ja sijainti karsinassa (lantakäytävä, olkipatja, ruokohelpipatja tai hevosen kuivikelantapatja) havainnoitiin 15 minuutin välein jokaiselta eläimeltä. Ilman lämpötilaa pihatossa, kuivikepatjan lämpötilaa ja kosteutta sekä haitallisten kaasujen pitoisuuksia kuivikepatjan pinnassa mitattiin säännöllisesti.

Sonnit makasivat makuuhavainnoista 51 %:ssa ruokohelpipatjalla, 38 %:ssa olkipatjalla, 11 %:ssa hevosen kuivikelantapatjalla ja 0 %:ssa lantakäytävällä. Eläimen todennäköisyys olla makuulla oli suurempi oljella ja ruokohelvellä kuin hevosen kuivikelannalla kokeen kaikissa vaiheissa. Hevosen kuivikelannalla makuulla olon todennäköisyys oli suurempi kokeen keskivaiheessa ja lopussa kuin alussa. Ruokohelpi ja olki olivat nuorten lihanautojen kuivikemateriaaleina lähes samanveroisia ja mieluisia makuuallustoja. Hevosen kuivikelanta oli eläinten mielestä selkeästi muita kuivikkeitä epäsuositumpi alusta makaamiselle. Syynä tähän saattoi olla materiaalin matlampi kuiva-ainepitoisuus. Lisäksi kokeen alkupuolella hevosen kuivikelantapatjoista mitattiin selkeästi alhaisempi keskilämpötila kuin muilla materiaaleilla. Erot kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa eri materiaalien välillä tasoittuivat kokeen edetessä, ja samalla hevosen kuivikelannan suosio makuuallustana lisääntyi. Hevosen kuivikelanta saattoi myös materiaalina vaatia eläimiltä totuttelua. Kuivikepatjojen pinnoilta ei yleensä erittynyt ohjeelliset raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia haitallisia kaasuja (NH₃, CO₂, H₂S). Jatkopohdittavaksi jää, voisiko hevosen kuivikelanta toimia paremmin yhdessä jonkin muun kuivikemateriaalin kanssa kuin yksinomaaisena kuivikemateriaalina.

Asiasanat: lihanauta, kuivikemateriaali, olki, ruokohelpi, hevosen kuivikelanta, preferenssi, hyvinvointi, käyttäytyminen

3.1. Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Sopiva kuivikemateriaali ja riittävä kuivikkeen käyttö ovat yksi eläinten hyvän hyvinvoinnin edellytyksistä eristämättömissä nautakasvattamoissa. Koska kuivikemateriaalien saatavuus saattaa vaihdella, kuivikehuollon turvaamiseksi on hyvä varautua käyttämään erilaisia vaihtoehtoisia materiaaleja. Myös uusien kuivikemateriaalien potentiaalia on syytä selvittää. Perinteisille kuivikemateriaaleille, oljelle ja turpeelle, vaihtoehtoisina kuivikkeina voisivat tulla kyseen esimerkiksi turvemailla viihtyvä ruokohelpi, erilaiset metsäbiomassaan pohjautuvat tuotteet tai hevosen kuivikelannan tai nautakasvattamoiden lannan kierrättäminen osana lihanautatilojen kuivitusratkaisua. Hevosen kuivikelannan käsittely ja loppusijoitus on muodostunut ongelmaksi monilla hevosiloilla ja siten hevosen kuivikelannan siirtäminen lihanautakasvattamoon sonnien kuivikkeeksi voisi hyödyttää molempia osapuolia.

Kuivikevalintaa tehdessä ei riitä, että materiaali on kustannustehokas, hygieeninen ja kosteuden- ja ravinteidensidontaominaisuuksiltaan sopiva. Kuivikepohjan tulee olla myös eläimen kannalta turvallinen, kuiva, puhdas ja lämpöominaisuuksiltaan vallitsevaan vuodenaikaan sopiva sekä ylipäänsä miellyttävän tuntuinen.

Preferenssikokeet ovat vanha ja paljon käytetty keino tutkia eläinten mieltymyksiä (Fraser & Matthews 1997). Tyypillisesti preferenssikokeilla on pyritty saamaan tietoa, kuinka eläimet kokevat ja arvottavat kasvatusympäristön erilaisia piirteitä. Yksinkertaisimmillaan eläimelle annetaan preferenssikokeessa kaksi tai useampia samanaikaisia vaihtoehtoja, joista eläin voi käyttäytymisellään osoittaa miellyttävimmän esimerkiksi viettämällä sen kanssa eniten aikaa. Perusoletuksena on, että eläin tekee valinnan oman parhaan etunsa mukaisesti ja siten eläimen hyvinvointi voi parantua, kun sille tarjotaan elinympäristössään mahdollisuus mieluisimpaan vaihtoehtoon. Eläinten motivaatio, preferenssit ja tarpeet ovat osoittautuneet monimutkaiseksi ilmiöksi (Franks 2019), mikä on myös huomioitava preferenssikokeiden tulosten tulkinnassa.

Lihanautojen mieltymyksiä erilaisten kuivikemateriaalien tai karsinan pohjamateriaalien suhteen on tutkittu hyvin vähän. Tehdyissä kokeissa lihanautat ovat suosineet mitä tahansa pehmeäpintaista materiaalia (olki, sahanpuru, kumipäällysteinen palkki) ennemmin kuin päällystämätöntä betonipalkkilattia (Lowe ym. 2001, Platz ym. 2007). Selvitimme preferenssikokeella nuorten sonnien mieltymyksiä perinteisen oljen ja uusien kuivikemateriaalien, ruokohelven ja hevosen kuivikelannan, välillä eristämättömässä pihatossa. Preferenssin mittarina käytettiin eri kuivikepohjilla vietettyä aikaa ja erityisesti makuulla olon todennäköisyyttä eri materiaaleilla.

3.2. Aineisto ja menetelmät

3.2.1. Eläimet ja ruokinta

Tutkimus tehtiin Luonnonvarakeskuksen (Luke) Siikajoen koetoiminta-asemalla syksyllä 2020. Tutkimuksessa käytettiin 40 maitorotuista sonnia (16 ayrshire ja 24 holstein), jotka hankittiin A-Tuottajat Oy:n eläinvälityksen kautta. Eläimet olivat saapuessaan noin viiden kuukauden ikäisiä. Kaikki eläimet tulivat yhdeltä välikasvatustilalta. Lähtötilalla eläimet olivat olleet kiinteäpohjaisissa karsinoissa, joiden etuosa oli betonipohjainen ja takaosan makuualue oli kuivitettu turpeella.

Koetta edelsi noin kahden viikon pituinen totuttelujakso, joka alkoi eläinten saavuttua tutkimusnavettaan ja jonka aikana ne saivat tottua uusiin olosuhteisiin ja ruokintaan. Totutusjakson alussa eläimet punnittiin kahtena peräkkäisenä päivänä ja ryhmiteltiin rotu ja elopaino huomioiden neljään 10 eläimen ryhmään. Koeryhmät sijoitettiin välittömästi koekarsinoiden koekäsittelyille. Totutusjakson, kuten myös varsinaisen kokeen aikana, eläimet saivat vapaasti seosrehua, jossa oli nurmisäilörehua 60 % ja litistettyä ohraa 40 % rehuannoksen kuiva-aineesta. Lisäksi annettiin tarvittavat kivennäiset ja vitamiinit. Seosrehu tarjottiin kussakin karsinassa kuudesta GrowSafe -ruokintakaukalosta (1,7 eläintä/kaukalo). Ruokintakaukalosta mahtui syömään yksi eläin kerrallaan. Rehu jaettiin kaukaloihin kerran päivässä klo 10:00–11:00 välillä. Juomavettä oli vapaasti saatavilla kolmesta juoma-altaasta kussakin karsinassa. Juoma-altaasta mahtui juomaan yksi eläin kerrallaan.

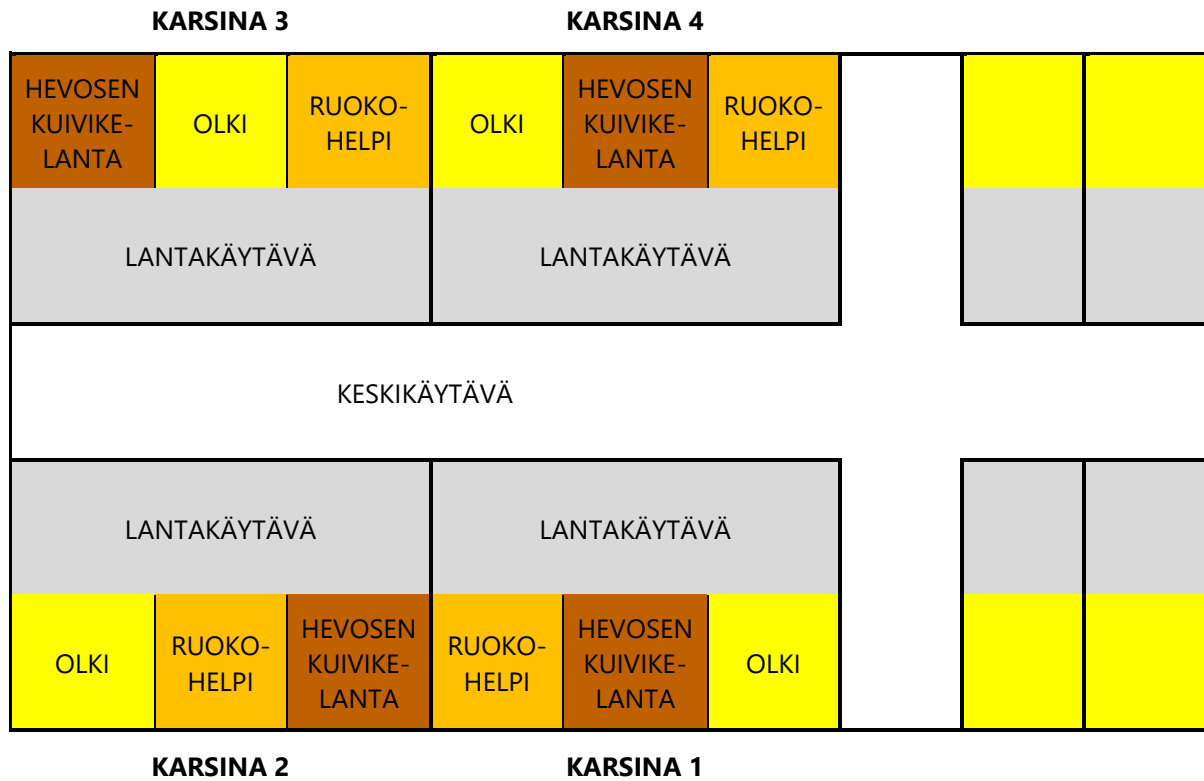
Koe alkoi 26.10.2020 ja päättyi 19.12.2020. Koe kesti noin 8 viikkoa. Kokeen alkaessa eläimet olivat keskimäärin 5,4 kuukauden ikäisiä ja painoivat keskimäärin 225 kg.

3.2.2. Koejärjestely ja koekäsittelyt

Koe suoritettiin eristämättömässä tutkimuspihatossa betonipohjaisissa osittain kuivitetuissa karsinoissa (leveys 15 x syvyys 10 m, 150 m²), jotka oli muodostettu yhdistämällä kolme pienempää karsinaa (Kuvat 1 ja 2). Kaikissa neljässä koekarsinassa oli 10 eläintä ja niissä oli eläintä kohden tilaa 15 m², josta kuivitetun makuualueen osuus oli 7,5 m²/eläin.

Koekäsittelynä oli makuualueen kuivikemateriaali: tavanomainen ohran olkisirppu, sirputtu ruokohelpi ja läheisen tallin tuottama hevosen kuivikelanta. Koekarsinoiden makuualue muodostui kolmesta yhtä suuresta osasta (5 m x 5 m, 25 m²). Makuualueen yhdessä osassa oli kuivikemateriaalina olki, toisessa ruokohelpi ja kolmannessa hevosen kuivikelanta (Kuvat 1, 3, 4 ja 5). Kuivikemateriaalien sijaintia karsinassa ei vaihdettu eikä kuivikepatjaa tyhjennetty kokeen aikana.

Kaikkia kuivikemateriaaleja säilytettiin katetussa välivarastossa ennen karsinoiden levittämistä. Ohran olki ja ruokohelpi oli varastoitu pyöröpaaleissa ja niitä sirputtiin välivarastoon tarpeen mukaan. Hevosen kuivikelanta tuli yhdeltä hevosstallilta ja se sisälsi hevosen lantaa, turvetta, purua ja vähäisiä määriä heinää. Hevosen kuivikelantaseos ei ollut vakioitu ja sen koostumus vaihteli jonkin verran kokeen aikana. Salmonellan esiintyminen hevosen kuivikelannassa testattiin kerran kokeen aikana (24.11.2020) ja tulos oli negatiivinen.



Kuva 1. Koejärjestely tutkimuspihatossa. Koekarsinat muodostettiin kolmesta pienemmästä karsinasta poistamalla karsinoiden väliset karsina-aidat lantakäytävältä. Karsina-aidat jätettiin paikoilleen makuualueella, jolloin jokaiseen koekarsinaan muodostui kolme saman kokoista makuualueen osaa koekuivikkeille.



Kuva 2. Yleisnäkymä koeolosuhteista (karsina 3). Kuva: Luke.

Karsinoiden makuualueille lisättiin koekuivikemateriaalia kolme kertaa viikossa (maanantaina, keskiviikkona ja perjantaina). Samalla karsinan etuosan betonipohjainen lantakäytäväalue puhdistettiin etukuormaajalla. Tarvittaessa makuualueille lisättiin turvetta sitomaan kosteutta, mutta tällöinkin varsinainen koekuivikemateriaali levitettiin päällimmäiseksi. Turvetta lisättiin 13.11.2020 hevosen kuivikelantaa sisältäville makuualueille ja 11.12.2020 kaikille makuualueille.

Kokeen aikana eläimillä oli jatkuvasti vapaa pääsy kaikille kolmelle eri kuivikemateriaalille (Kuva 1). Makuualueelle jätetyt väliaidat estivät kuivikkeiden sekoittumista toisiinsa kuten myös eläinten mahdollisuuden oleskella samaan aikaan kahdella eri kuivikkeella (Kuva 2). Kussakin makuu-aluealokerossa oli tilaa sonnia kohden $2,5 \text{ m}^2$ ($25 \text{ m}^2/10$ sonnia). Tämä tila oli riittävä, jotta kaikki ryhmän eläimet mahtuivat halutessaan makaamaan samaan aikaan yhdellä kuivikemateriaalilla (esim. Nielsen ym. 1997). Makuualueiden kunnosta ja kuivituksen riittävydestä huolehdittiin kokeen ajan tarkasti. Koska eläimet pysyivät koko kokeen ajan puhtaina, eläinten likaisuuden arvioinnille ei ollut tarvetta kokeen aikana.

Päivisin pihatossa oli normaali valaistus ja yöllä noin klo 22:15–6:15 välisenä aikana käytettiin himmeää valoa, jotta eläinten käyttäytyminen pystyttiin analysoimaan videotallenteilta myös yöajalta.



Kuva 3. Olkikuivike. Kuva: Luke/Osmo Keränen.



Kuva 4. Ruokohelpikuivike. Kuva: Luke/Osmo Keränen.



Kuva 5. Hevosen kuivikelantakuivike. Kuva: Luke/Osmo Keränen.

3.2.3. Mittaukset

Pihattoon kiinnitetyt lämpötilaloggerit (Easylog) mittasivat ilman lämpötilaa tunnin välein yhden desimaalin tarkkuudella.

Kustakin kuivikemateriaalista ja makuualueiden kuivikepohjista määritettiin kuiva-ainepitoisuudet kerran viikossa. Lisäksi koskemattoman ja sekoitetun kuivikepatjan pinnasta määritettiin ammoniakki-, hiilidioksidi- ja rikkivetytypitoisuudet (NH_3 ppm, CO_2 tilavuusprosentti, H_2S ppm) ja sisäosasta mitattiin lämpötila viikoittain. Mittaukset tehtiin ja kuiva-ainenäytteet otettiin aina ennen kuivitusta.

Kuiva-ainemääritystä varten kustakin kuivikemateriaalista ja kuivikepatjasta otettiin ensin osanäytteitä, jotka sekoitettiin ja osanäytteiden seoksesta otettiin varsinaiset näytteet, joista kuiva-ainepitoisuus määritettiin. Kuiva-aineet määritettiin kahdesta rinnakkaisesta näytteestä. Kuiva-ainenäytteitä kuivattiin uunissa 100 °C lämpötilassa kahden vuorokauden ajan. Kuiva-ainepitoisuus laskettiin tuoreen ja kuivatun näytteen painojen erotuksesta.

Kaasujen mittauksessa käytettiin Drägerin x-am 5600 -mittaria. Kaasut mitattiin kuivikepatjan pinnasta siten, että mittari laitettiin koskemattoman kuivikepatjan pinnalle ja sen päälle asetettiin läpinäkyvä kupu. Mittaustulos luettiin, kun lukema oli asettunut. Sekoitettua kuivikepatjan pinnasta tehtävää kaasujen mittausta varten kuivikepatjaa sekoitettiin noin 15 cm:n syvyydestä noin 40 × 40 cm:n alueelta. Välittömästi, kun sekoitus oli tehty, mittari ja sen päälle asetettava läpinäkyvä kupu laitettiin sekoitettuun kohtaan. Mittaustulos luettiin, kun lukema oli asettunut.

Kuivikepatjan sisäosan lämpötila mitattiin Prego-paistomittarilla kaasumittausten jälkeen. Mittari työnnettiin makuupatjan sisäosaan noin 10 cm:n syvyyteen.

Kuivikkeiden käyttömäärien laskemista varten kuivikemateriaalien levityksessä käytetyt jakolaitteet punnittiin tyhjinä, jonka jälkeen ne täytettiin kussakin vertailussa käytetyillä kuivikemateriaaleilla ja punnittiin uudelleen. Jakolaitteen ja kuivikkeen yhteispainosta vähennettiin tyhjän jakolaitteen paino. Kuivikkeiden käyttömäärät laskettiin kirjaamalla ylös karsinakohtaiset kuivikkeiden lisäsmäärät ja kertomalla ne kyseisen kuivikemateriaalin painolla.

Eläinten käyttäytymistä karsinoissa videokuvattiin koko kokeen ajan. Videotallenteilta valittiin kolme 24 tunnin pituista (klo 00:00–24:00) ajanjaksoa käyttäytymisanalyysiin. Analysoitavat ajanjaksot olivat aina kuivituksen jälkeisinä päivinä kolmen viikon välein kokeen alussa 31.10.2020 (ALKU), keskellä 21.11.2020 (KESKIVAIHE) ja lopussa 12.12.2020 (LOPPU). Eläimen toiminto (makuulla/makaa tai seisaalla/seisoo) ja sijainti karsinassa (lantakäytävä, olkipatja, ruokohelpipatja tai hevosen kuivikelantapatja) merkittiin ylös 15 minuutin välein jokaiselta eläimeltä. Eläimet tunnistusmerkittiin yksilöiden erottamista varten punnitusten yhteydessä eläinten tunnistamiseen tai hoitoon tarkoitetuilla sprayväreillä (RAIDEX animal marking spray, desinfioiva haavaspray 0-infektio).

3.2.4. Tilastollinen analyysi

Tässä raportissa pihaton ja kuivikepatjojen olosuhteet sekä käyttäytymishavaintojen jakautuminen karsinan eri alueille kokeen eri vaiheissa esitetään kuvailevina tuloksina. Karsinoiden kuivikealueet olivat eläinten kannalta ensisijaisesti makuualueita, joten tilastollisessa analyysissä keskityttiin kuivikemateriaalien välisiin eroihin todennäköisyydessä sille, että eläimet makaavat kuivikealueella.

Käyttäytymisaineistossa oli tilastotieteellisten analyysien näkökulmasta 4-tasoinen hierarkia: 4 karsinaa, kussakin karsinassa 10 eläintä, kullakin eläimellä kolme 24 tunnin mittausvaihetta ja kussakin mittausvaiheessa eläinten käyttäytymisen mittaukset 15 minuutin välein. Käyttäytymishavaintoja kertyi yhteensä 11520. Puuttuvia havaintoja ei ollut.

Käyttäytymisaineiston tilastollinen analyysi tehtiin binäärisellä logistisella sekamallilla, jolla selitettiin eläimen toimintoa karsinan kuivikemateriaalilla (havaintoja 8492, lantakäytävää ei huomioitu): eläin makuulla (havaintoja 6591 = 78%) tai eläin seisaalla (havaintoja 1901 = 22%). Binäärinen logistinen sekamalli soveltuu 2-luokkaiselle selitettävälle muuttujalle, jonka havainnot ovat korreloituneita (samankaltaisia). Malli muodostettiin luokan "eläin makuulla" todennäköisyydelle P, jolloin päädyttiin seuraaviin mallivaikutuksiin:

$$\log(P/(1 - P)) = \text{vakio} + \text{Kokeen vaihe} + \text{Kuivikemateriaali} + (\text{Kokeen vaihe} \times \text{Kuivikemateriaali}) \\ + (\text{Karsina} \times \text{Eläin} \times \text{Kokeen vaihe})$$

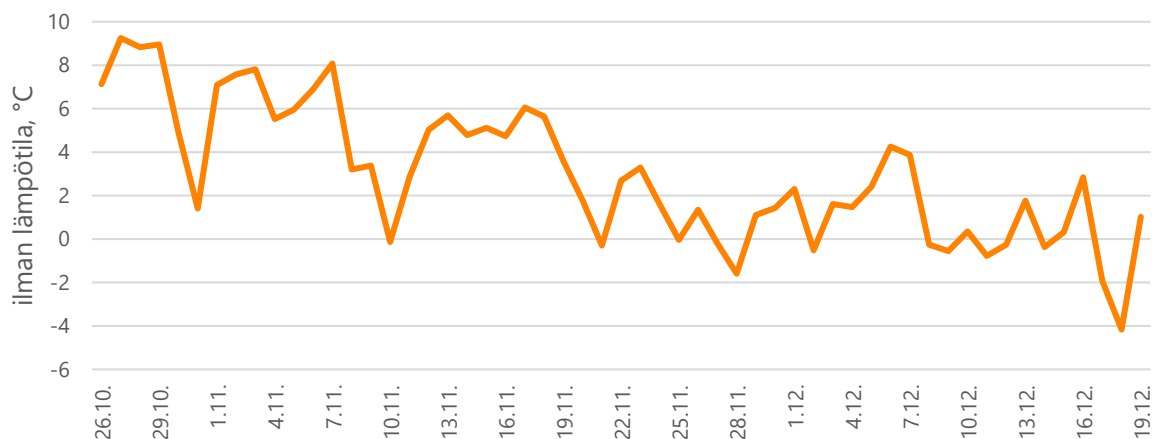
Kokeen vaihe (alku, keskivaihe tai loppu), eläimen kuivikemateriaali (olki, ruokohelpi tai hevosen kuivikelanta) ja näiden yhdysvaikutus olivat mallin selittäjiä (kiinteitä vaikutuksia vakio-termin lisäksi). Varsinainen kiinnostuksen kohde analyysissä oli kuivikemateriaalin merkitys. Karsinan, eläimen ja kokeen vaiheen kombinaatio-termi (satunnaisvaikutus) huomioi mallissa havaintojen korreloituneisuuden. Selittäjien luokkien parivertailu-testeissä käytettiin Tukey-Kramer-menetelmää. Tilastollisen merkitsevyyden rajana oli p-arvo 0,05. Tilastollinen analyysi suoritettiin SAS-ohjelmiston (versio 9.4) GLIMMIX-proseduurilla.

Tuloksissa kuvataan sekä tapahtuman ”eläin makuulla” todennäköisyyttä että sen vastatapahtuman ”eläin seisaalla” todennäköisyyttä (joka saadaan vähentämällä ensin mainitun todennäköisyys 1:stä). Selittäjien tilastolliset merkitsevyydet ovat täsmälleen samat riippumatta siitä, kumman tapahtuman todennäköisyydelle malli on muodostettu.

3.3. Tulokset

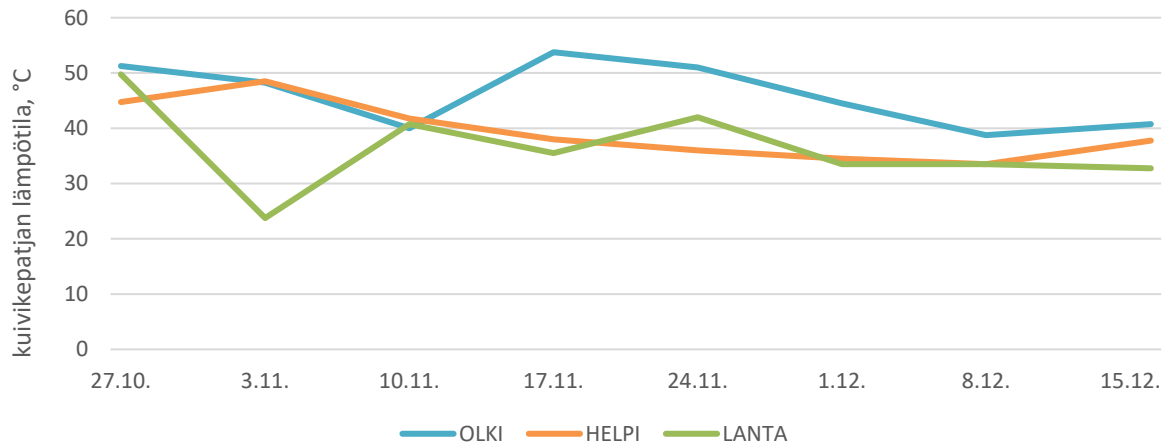
3.3.1. Pihaton ja kuivikepatjan olosuhdemittaukset ja kuivikkeen käyttömäärä

Pihaton sisältä mitattu vuorokauden keskilämpötila vaihteli kokeen aikana noin +9 ja -4 celsiusasteen välillä (Kuva 6). Pihaton sisälämpötila laski kokeen edetessä syksyn vaihtuessa talveen.



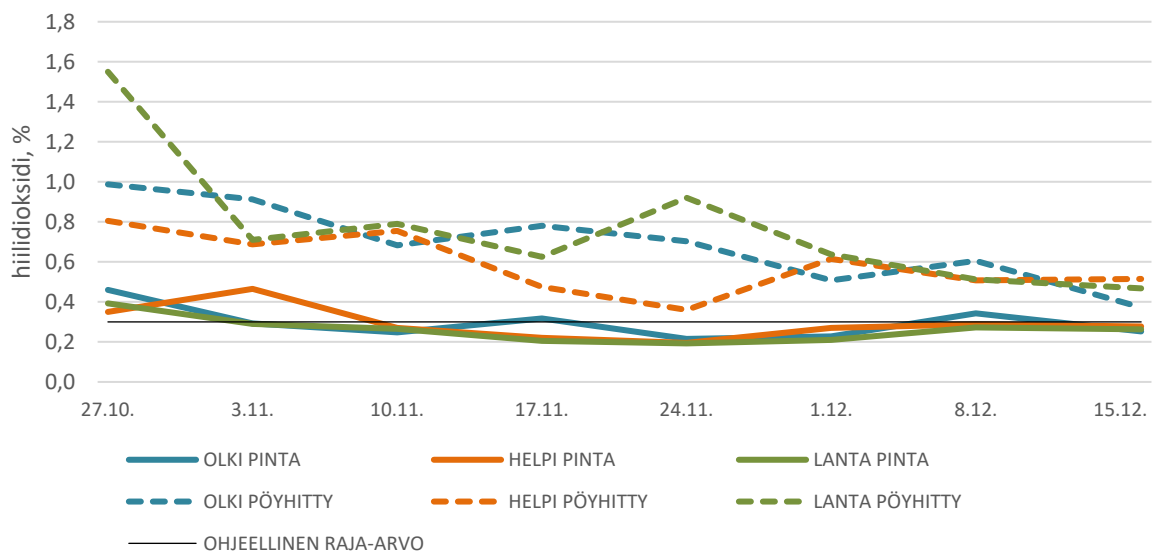
Kuva 6. Vuorokauden keskilämpötila pihatossa kokeen aikana.

Kuivikepatjojen keskilämpötila (kaikki materiaalit yhdessä) laski kokeen edetessä, mutta muutos ei ollut kovin suuri. Kuivikepatjojen keskilämpötila oli kokeen alussa +49 °C ja kokeen lopussa +37 °C. Kokeen alkupuolella toisella mittauskerralla hevosen kuivikelantapatjojen keskilämpötila oli selkeästi olki- ja ruokohelpipatjojen keskilämpötiloja alhaisempi (Kuva 7). Ruokohelpi- ja hevosen kuivikelantapatjojen keskilämpötiloissa ei ollut kokeen alun jälkeen suurta eroa. Etenkin kokeen keskivaiheella olkipatjat olivat keskimäärin lämpimämpiä kuin muut materiaalit.

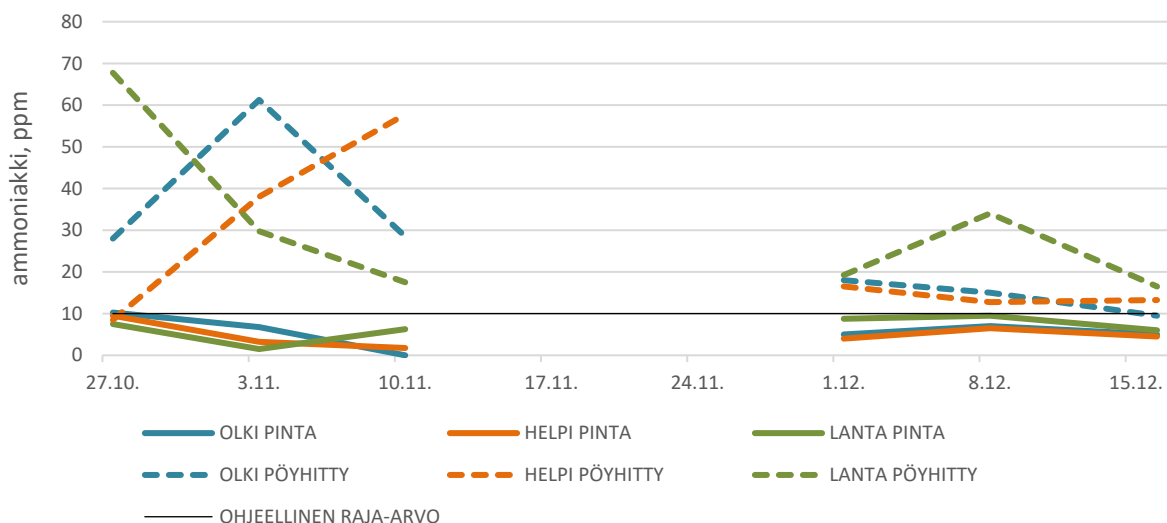


Kuva 7. Kuivikepatjojen keskimääräinen lämpötilä kokeen aikana noin 10 cm syvyydeltä mitattuna.

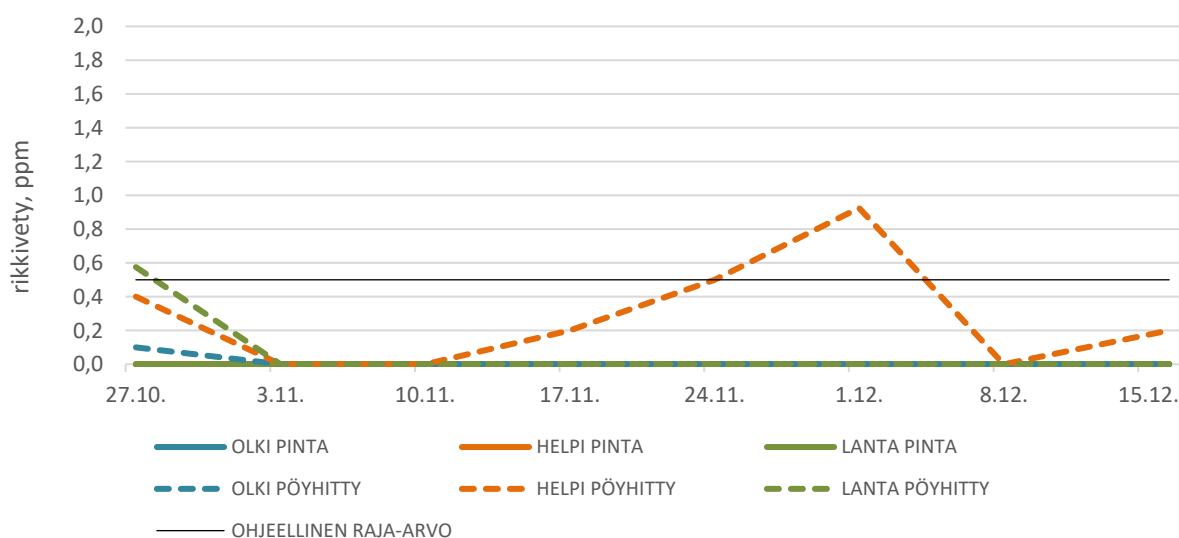
Ammoniakin ja rikkivedyn keskimääräiset pitoisuudet koskemattoman kuivikepatjan pinnalta mitattuna olivat hyväksyttävissä rajoissa (Kuvat 9 ja 10), mutta hiilidioksidin keskimääräinen pitoisuus ylitti nautakarjarakennuksen ohjeellisen raja-arvon (0,3 %, 3000 ppm, MMM 2001) ajoittain kaikilla kuivikemateriaaleilla (Kuva 8). Kuivikepatjan pöyhiminen lisäsi haitallisten kaasujen erittymistä (Kuvat 8, 9 ja 10). Ohjeelliset raja-arvot (MMM 2001) ylittyivät pöyhitystä kuivikepatjasta hiilidioksidin ja ammoniakin osalta kaikissa mittauksissa ja rikkivedyn osalta ajoittain. Ammoniakin mittaustulokset puuttuvat kokeen keskivaiheelta mittarin epäkuntoisuuden vuoksi.



Kuva 8. Kuivikepatjojen keskimääräinen hiilidioksidipitoisuus kokeen aikana.

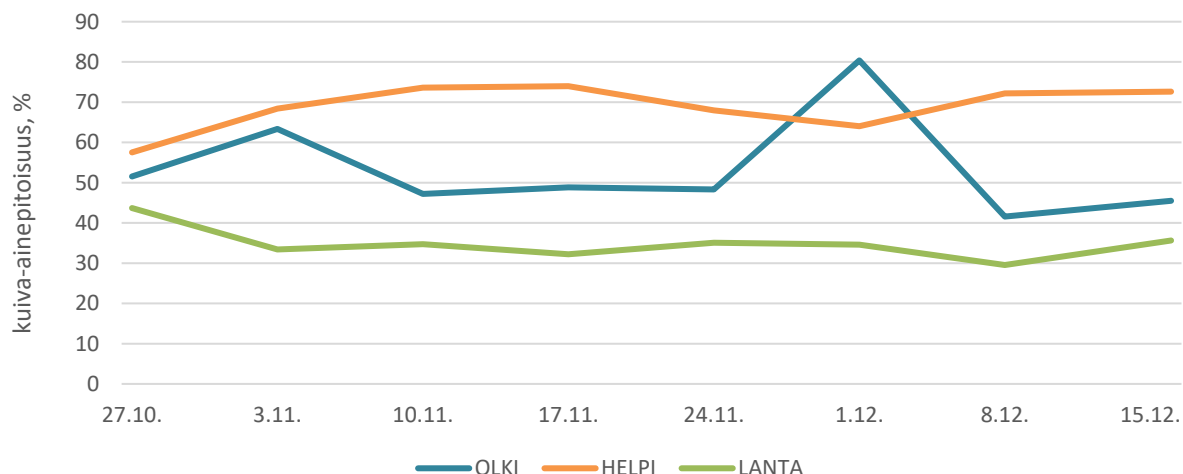


Kuva 9. Kuivikepatjojen keskimääräinen ammoniakkipitoisuus kokeen aikana. Mittaustulokset puuttuvat kokeen keskivaiheelta mittarin epäkuntoisuuden vuoksi.



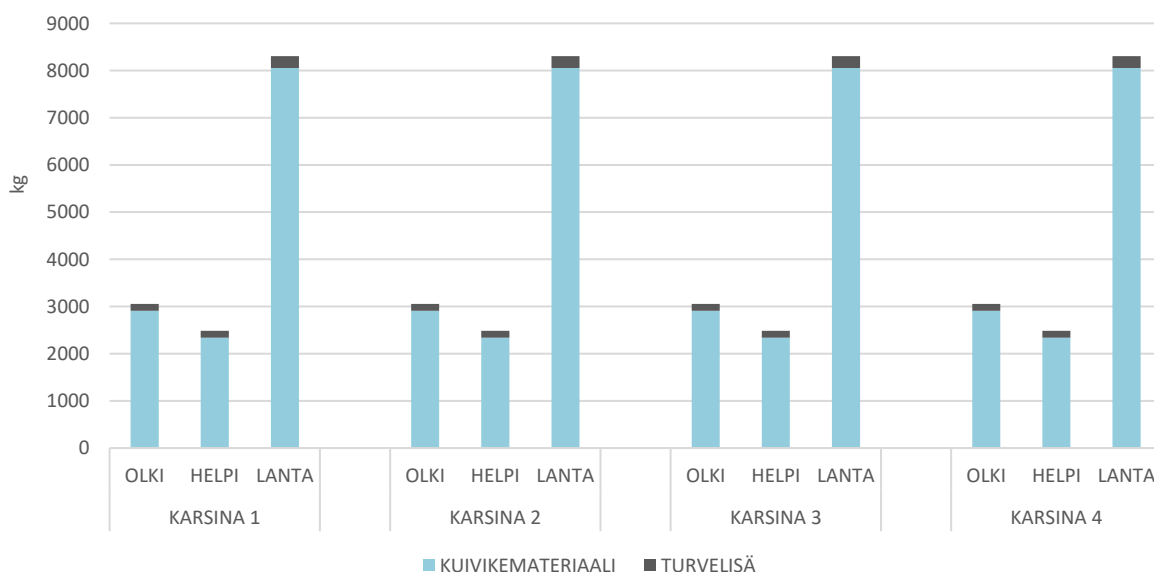
Kuva 10. Kuivikepatjojen keskimääräinen rikkivetypitoisuus kokeen aikana.

Ruokohelven kuiva-ainepitoisuus oli pääsääntöisesti suurin ja hevosen kuivikelannan pienin kautta kokeen (Kuva 11). Oljessa kuiva-ainepitoisuuden vaihtelu kokeen aikana oli suurinta ja joukossa oli erä selkeästi kuivempaa materiaalia. Kuivikemateriaalien keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus koko kokeen ajalta oli oljella 53 %, ruokohelvellä 69 % ja hevosen kuivikelannalla 35 %.



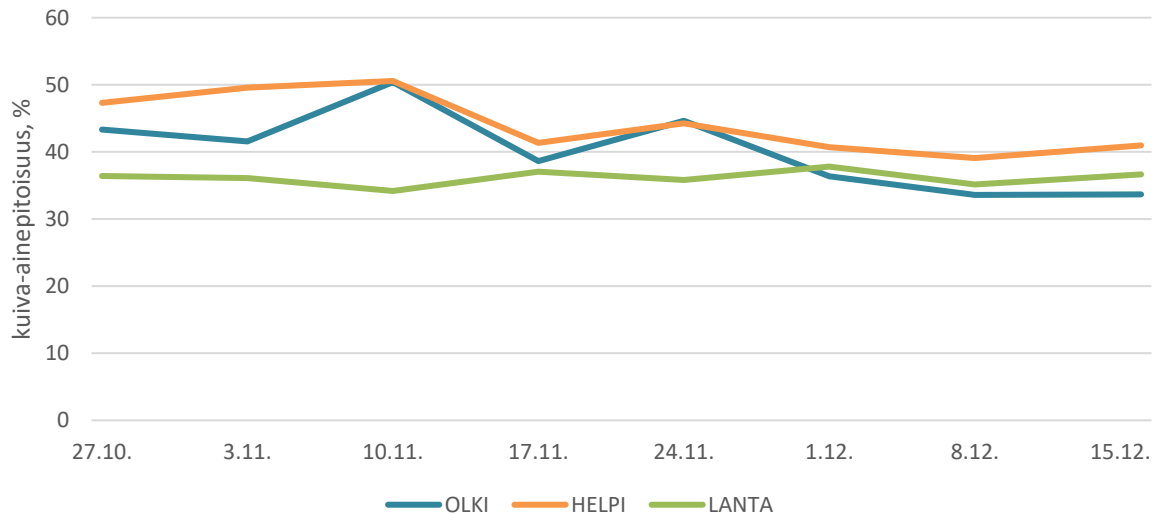
Kuva 11. Kuivikemateriaalien kuiva-ainepitoisuudet kokeen aikana.

Kaikkiin karsinoihin jaettiin saman verran eri kuivikemateriaaleja (Kuva 12). Oljen ja ruokohelven käyttömäärät olivat tuorepainona mitattuna pienemmät kuin hevosen kuivikelannan, mikä johtuu niiden suuremmasta kuiva-ainepitoisuudesta. Puhdasta turvetta lisättiin makuualueille 1–2 kertaa kokeen aikana ja sen osuus kuivikkeeseen kokonaiskulutuksesta oli pieni (Kuva 12).



Kuva 12. Kuivikkeiden kokonaiskäyttömäärät tuorepainona mitattuna kokeen aikana.

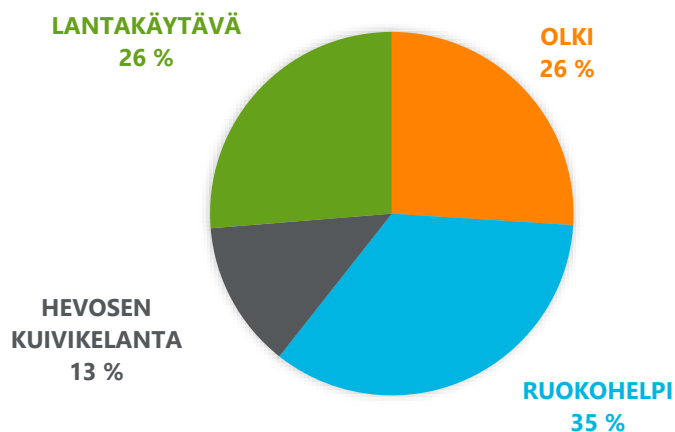
Kokeen alussa kuivikepatjojen keskimääräisissä kuiva-ainepitoisuuksissa oli jonkin verran eroa eri kuivikemateriaalien välillä, mutta erot tasoittuivat kokeen edetessä (Kuva 13). Kuivikepatjojen keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus koko kokeen ajalta oli oljella 40 %, ruokohelvellä 44 % ja hevosen kuivikelannalla 36 %.



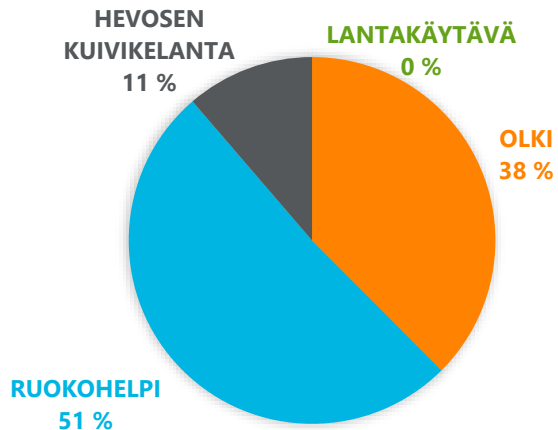
Kuva 13. Kuivikepatjojen keskimääräiset kuiva-ainepitoisuudet kokeen aikana.

3.3.2. Eläinten käyttäytyminen

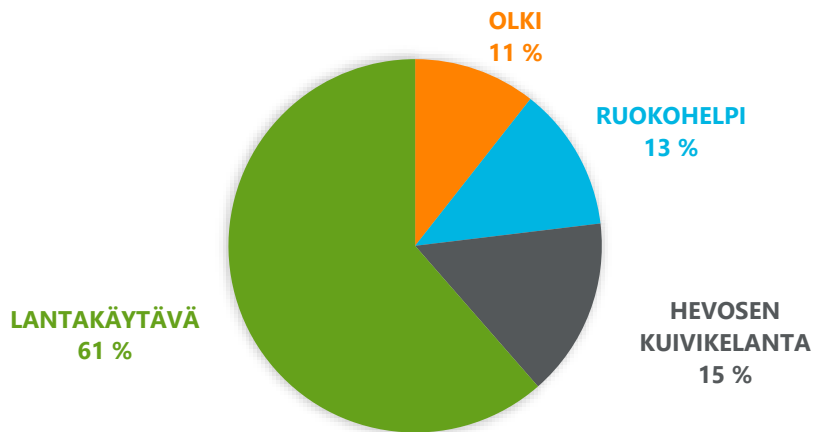
Kaikki käyttäytymishavainnot huomioiden sonnit viettivät kokeen aikana eniten aikaa ruokohelpipatjalla, saman verran olkipatjalla ja betonipohjaisella lantakäytävällä ja vähiten hevosen kuivikelantapatjalla (Kuva 14). Makuuhavainnoista selvästi suurempi osa sijoittui ruokohelvelle ja oljelle kuin hevosen kuivikelannalle (Kuva 15). Käyttäytymistarkkailujen aikana yhdenkään sonnin ei havaittu makaavan betonipohjaisella lantakäytävällä. Seisohavainnoista suurin osa, yli 60 %, sijoittui lantakäytävälle (Kuva 16). Loput seisohavainnot jakautuivat melko tasaisesti eri kuivikepohjille.



Kuva 14. Kaikkien käyttäytymishavaintojen (n=11 520) jakautuminen karsinan eri alueille.

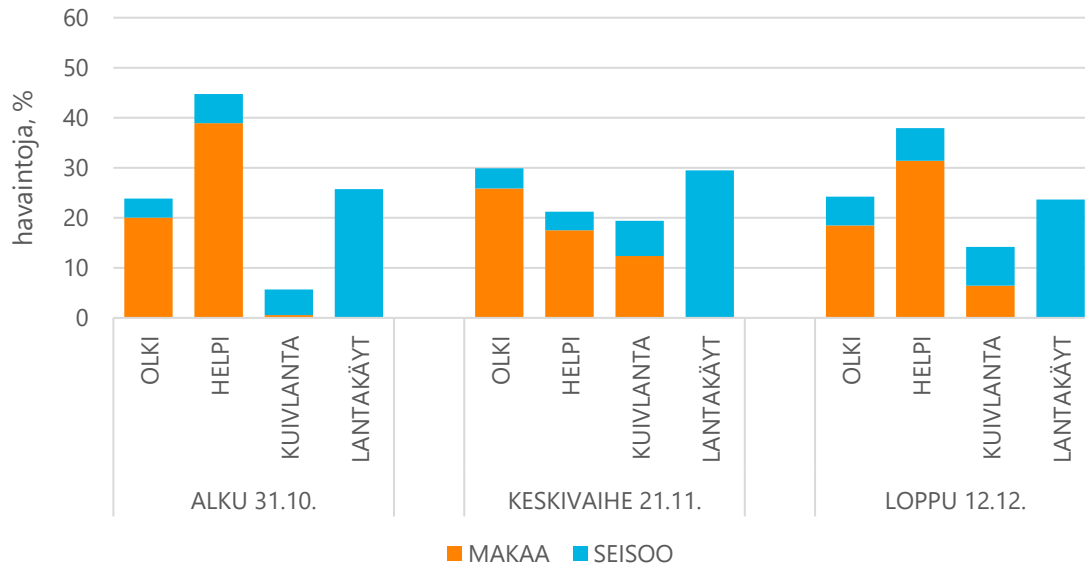


Kuva 15. Makuuhavaintojen (n=6591) jakautuminen karsinan eri alueille.



Kuva 16. Seisoohavaintojen (n=4929) jakautuminen karsinan eri alueille.

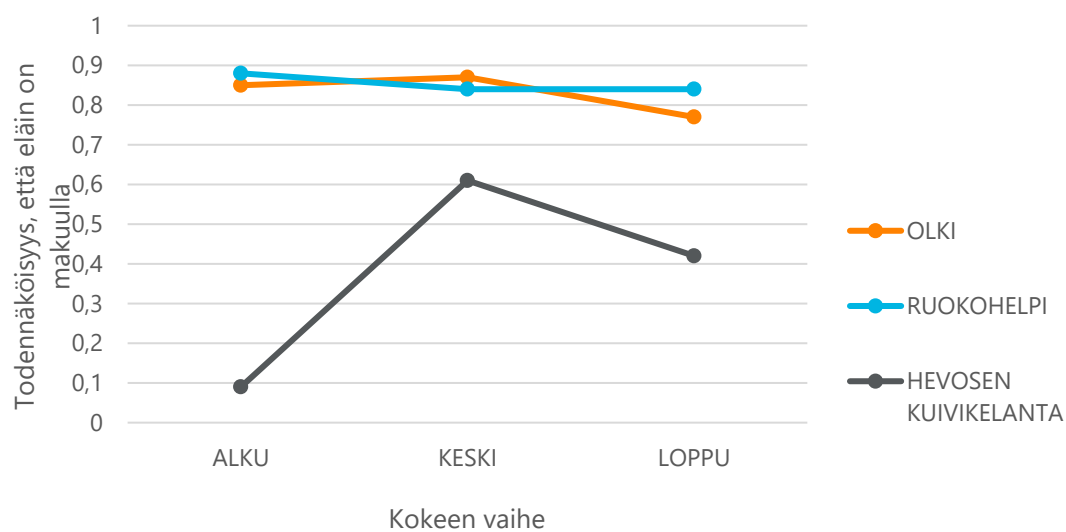
Sonnit olivat makuulla kaikista havainnoista 59,5 %:ssa kokeen alussa, 55,8 %:ssa kokeen keskivaiheessa ja 56,4 %:ssa kokeen lopussa. Kokeen edetessä näkyvin muutos eläinten käyttäytymisessä tapahtui hevosien kuivikelannalla vietetyn ajan ja etenkin hevosien kuivikelannalla makuulla vietetyn ajan lisääntymisenä kokeen keskivaiheessa (Kuva 17).



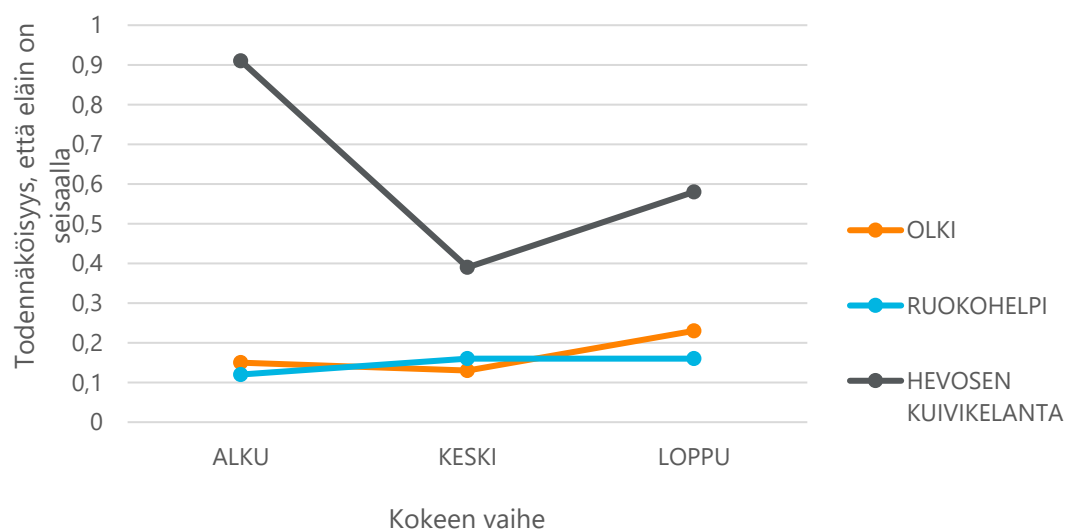
Kuva 17. Makuu- ja seisoohavaintojen (n=11 520) jakautuminen karsinan eri alueille kokeen alussa, keskivaiheessa ja lopussa.

Olkipatja ja ruokohelpipatja olivat selkeästi suositumpia kuin hevosen kuivikelantapatja mitattuna eläimen makuulla olon todennäköisyydellä. Eläimen todennäköisyys olla makuulla oli suurempi oljella ja ruokohelvellä kuin hevosen kuivikelannalla kokeen kaikissa vaiheissa ($p < 0,0001$) (Kuva 18, Taulukko 1). Oljen ja ruokohelven välillä ei ollut eroa eläimen makuullaolon todennäköisyydessä missään kokeen vaiheissa (Kuva 18, Taulukko 1). Makuulla olon vastatoiminto seisalla olo oli todennäköisempi ($p < 0,0001$) hevosen kuivikelannalla kuin oljella tai ruokohelvellä kokeen kaikissa vaiheissa (Kuva 18, Taulukko 1).

Makuulla olon todennäköisyys ruokohelvellä säilyi samana läpi kokeen (Kuva 19, Taulukko 2). Olkipatjalla makuulla olon todennäköisyys säilyi ensin samana, kunnes kokeen loppuvaiheessa se hieman laski ($p < 0,001$) (Kuva 19, Taulukko 2). Hevosen kuivikelannalla tapahtui suurin muutos eläinten käyttäytymisessä. Kokeen keskivaiheessa makuulla olon todennäköisyys hevosen kuivikelannalla kasvoi ($p < 0,001$) ja lopussa laski ($p < 0,05$), mutta makuulla olon todennäköisyys oli kokeen lopussa edelleen suurempi kuin kokeen alussa ($p < 0,05$) (Kuva 19, Taulukko 2).



Kuva 18. Malliennusteet: eläimen todennäköisyys olla makuulla (makuulla olevien eläimien suhteellinen osuus) eri kuivikemateriaaleilla kokeen eri vaiheissa.



Kuva 19. Malliennusteet: eläimen todennäköisyys olla seisaalla (seisaalla olevien eläimien suhteellinen osuus) eri kuivikemateriaaleilla kokeen eri vaiheissa.

Taulukko 1. Makuulla ja seisaalla olon todennäköisyyden pareittaisvertailut eri kuivikemateriaalien välillä kokeen eri vaiheissa. Vertailuparin todennäköisempi (makuulla) ja epätodennäköisempi (seisaalla) vaihtoehto on lihavoitu.

Kokeen vaihe	Vertailupari		Tilastollinen merkitsevyys (P-arvo)
alku	olki	ruokohelpi	ns
	olki	hevosen kuivikelanta	<0,0001
	ruokohelpi	hevosen kuivikelanta	<0,0001
keskivaihe	olki	ruokohelpi	ns
	olki	hevosen kuivikelanta	<0,0001
	ruokohelpi	hevosen kuivikelanta	<0,0001
loppu	olki	ruokohelpi	ns
	olki	hevosen kuivikelanta	<0,0001
	ruokohelpi	hevosen kuivikelanta	<0,0001

ns=ei tilastollista merkitsevyyttä

Taulukko 2. Makuulla ja seisaalla olon todennäköisyyden pareittaisvertailut kokeen eri vaiheiden välillä kuivikemateriaaleittain. Vertailuparin todennäköisempi (makuulla) tai epätodennäköisempi (seisaalla) vaihtoehto on lihavoitu.

Kuivikemateriaali	Vertailupari		Tilastollinen merkitsevyys (P-arvo)
olki	alku	keskivaihe	ns
	alku	loppu	<0,05
	keskivaihe	loppu	<0,001
ruokohelpi	alku	keskivaihe	ns
	alku	loppu	ns
	keskivaihe	loppu	ns
hevosen kuivikelanta	alku	keskivaihe	<0,001
	alku	loppu	<0,05
	keskivaihe	loppu	<0,05

ns=ei tilastollista merkitsevyyttä

3.4. Tulosten tarkastelu

Aikaisemmat tutkimukset osoittavat, että naudat makaavat mieluummin pehmeällä kuin kovalla alustalla (esim. härät: Lowe ym. 2001, Elmore ym. 2015, lehmät: Manninen ym. 2002, Tucker ja Weary 2004, vasikat: Worth ym. 2015). Pehmeä alusta tarjoaa eläimelle makuumukavuutta ja on usein myös pitävä sorkkien alla. Kaikki tässä kokeessa käytetyt kuivikemateriaalit tarjosivat eläimille pehmeän ja pitävän alustan. Silti nuoret sonnit suosivat makuualustana ruokohelpeä ja olkea. Hevosen kuivikelanta oli selkeästi vähemmän suosittu alusta makaamiselle, mutta kelpasi seisaalla oloon. Lihautojen vaatimukset lattiamateriaalille eivät ehkä ole yhtä ehdottomia seisomisen kuin makaamisen suhteen, kuten myös Lowe ym. (2001) on esittänyt. Käyttäytymistarkkailujen aikana sonnit makasivat aina karsinan takaosan kuivikepatjalla eikä yhdenkään sonnin havaittu kertaakaan makaavan betonipohjaisella lantakäytävällä. Tämä ja

aiemmat tutkimukset (esim. Lowe ym. 2001) osoittavat, että kova betoni on naudalle epämiellyttävin alusta maata.

Kokeessa käytetyt kuivikemateriaalit erosivat toisistaan kuiva-ainepitoisuuksiltaan. Ruokohelpi oli kuivinta (kuiva-aine: 69 %), olki seuraavaksi kuivinta (53 %) ja hevosen kuivikelanta määrintä (35 %). Erot tasoittuivat eläinten käytössä: kahden–kolmen päivän kuluttua karsinaan levityksestä kuiva-ainepitoisuudet olivat kuivikepatjasta mitattuna ruokohelvellä 44 %, oljella 40 % ja hevosen kuivikelannalla 36 %. Lehmillä tehdyt tutkimukset osoittavat, että eläimet makaavat mieluummin kuivalla kuin märällä makuualustalla (Fregonesi ym. 2007, Schütz ym. 2019). Siten kokeessamme hevosen kuivikelannan suuri kosteuspitoisuus hyvin mahdollisesti vaikutti eläinten tekemään valintaan, siitäkin huolimatta, että materiaalien erot kuiva-ainepitoisuudessa tasoittuivat käytössä. Käyttäytymistarkkailut tehtiin aina kuivituksen jälkeisenä päivänä, jolloin olki ja ruokohelpi eivät todennäköisesti vielä olleet ehtineet kerätä kosteutta. Sonnit viettivät jonkin verran aikaa hevosen kuivikelannalla myös seisaallaan ja liikkuen. Kosteampana ja hienojakoisempana materiaalina hevosen kuivikelanta saattoi tiivistyä eläinten sorkkien alla kovaksi, mikä saattoi myös vaikuttaa makuutuntumaan.

Makuupatjojen lämpötilaa seurattiin mittauksin läpi kokeen kerran viikossa. Kaikissa kuivikepatjoissa tapahtui palamista ja niiden lämpötilat olivat koholla ympäristön lämpötilaan nähden. Pihatton ilma viileni kokeen edetessä ja myös kuivikepatjojen keskilämpötila laski hieman. Useimmissa mittauspisteissä, ja etenkin kokeen keskivaiheella, olkipatjat olivat keskimäärin lämpimämpiä kuin muut kuivikepatjat. Koejakson alkupuolella hevosen kuivikelantapatja oli kahta muuta materiaalia hieman kosteampaa ja yhdessä mittauspisteessä (3.11.2020) kuivikelantapatja oli myös selkeästi viileämpi kuin olki- ja ruokohelpipatjat. Käyttäytymistarkkailu tehtiin kolme päivää ennen tuota poikkeuksellisen alhaista lämpötilahavaintoa. Kuivikepatjan lämpötilasta juuri käyttäytymistarkkailupäivänä ei ole mittaustietoa. Voidaan kuitenkin pitää melko todennäköisenä, että kokeen alussa hevosen kuivikelannan palamisprosessi on alkanut takkuillen, mikä on vaikuttanut sen lämpöominaisuuksiin: kuivikelanta on ollut kosteaa ja viileää. Tämä selittäisi sonnien hyvin alhaisen mieltymyksen maata hevosen kuivikelannalla ensimmäisen käyttäytymistarkkailun aikaan.

Hevosen kuivikelannassa saattoi olla kosteuden lisäksi muitakin ominaisuuksia, jotka vähensivät sen suosiota makuualustana. Hevosen kuivikelanta sisälsi toisen lajin ulostetta ja kuivikkeeseen imeytynyttä virtsaa. Tiedetään, että lehmät eivät halua maata lantaisella (oman lajin tuore lanta) alustalla (Schütz ym. 2019), mutta ei ole tietoa siitä, miten naudat kokevat vieraan kasvinsyöjälajin lannan. Hevosen kuivikelannalla oleskelu lisääntyi kokeen alun jälkeen, mikä voi heijastaa sitä, että materiaali vaati eläimiltä totuttelua.

Kuivikemateriaaleista ei yleensä erittynyt ohjeelliset raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia haitallisia kaasuja (hiilidioksidia, ammoniakkia, rikkivetyä), kun kaasujen mittaus tehtiin pöyhimättömän kuivikepatjan pinnalta. Pöyhitystä kuivikepatjasta sen sijaan mitattiin ohjeelliset raja-arvot ylittäviä kaasupitoisuuksia. On mahdollista, että eläinten liikehdintä kuivikepatjalla ajoittain vapautti raja-arvot ylittäviä pitoisuuksia haitallisia kaasuja. Eläinten rauhoituttua makuulle ilman laatu eläinten makuukorkeudella oli todennäköisesti pääsääntöisesti hyvä kaikilla kuivikemateriaaleilla.

Eläimen aiemmat kokemukset ja kasvatusolosuhteet on huomioitava preferenssikokeen tuloksia tulkittaessa. Vaarana on, että tutkittavan ominaisuuden tuttuus vaikuttaa eläimen tekemään valintaan (esim. Noring ym. 2010). Lähtötilalla kokeemme sonnit olivat olleet karsinoissa, joiden pohjat olivat osittain kiinteää betonia ja osittain kuivitettu turpeella. Sonneilla ei siten ollut aiempaa kokemusta kokeessa käytetyistä kuivikemateriaaleista. Hevosen kuivikelannassa oli

mukana turvetta, mutta hevosen lanta ja muut seoksen osat tekivät kuivikelannasta hyvin erilaisen materiaalin kuin puhdas turve.

Myös vallitseva vuodenaika voi vaikuttaa eläimen tekemään valintaan (Manninen ym. 2002). Talvella alustan eristys- ja lämmöntuotto-ominaisuudet korostuvat, kun taas kesällä eläin voi suosia viileämpää vaihtoehtoa. Tässä kokeessa pihatön lämpötila oli nollan tuntumassa, jolloin makuupatjan eristys ja lämpöominaisuudet todennäköisesti olivat valinnan teossa keskeisiä. Ruokohelpi ja olki todennäköisesti tarjosivat kuivempina eristävämmän ja siksi mieluisamman makuualustan kuin hevosen kuivikelanta. Koska vallitseva lämpötila voi vaikuttaa eläinten tarpeisiin, tämäntyyppinen koe olisi aina hyvä toistaa eri vuodenaikoina.

Nautaryhmän sosiaalisessa hierarkiassa matalalla olevat eläimet ovat heikoimmassa asemassa, kun ympäristön resurssit ovat rajalliset ja eläimet joutuvat kilpailemaan niistä. Tässä kokeessa pyrittiin minimoimaan hierarkian vaikutus eläinten tekemiin valintoihin tarjoamalla eläimille runsaasti makuutilaa. Jokaisella kuivikemateriaalilla oli tilaa eläintä kohden 2,5 m². Runsas tila mahdollisti sen, että kaikki eläimet mahtuivat samaan aikaan oleskelemaan ja makaaman yksittäisellä kuivikemateriaalilla. Naudoille on laumaeläiminä tyypillistä synkronoida syömis- ja makuukäyttäytymisensä ja yhdessä kasvaneiden eläinten välille voi muodostua tiiviitä ”ystävyyssuhteita”. Tässä tutkimuksessa ei voitu poissulkea sitä, että eläinten väliset sosiaaliset suhteet ja tarve käyttäytymisen synkronointiin muiden ryhmän eläinten kanssa ohjaisivat yksittäisen eläimen makuupaikan valintaa. Tarkkailuissa eläinten havaittiin kuitenkin tekevän myös valintoja, jotka näyttivät täysin yksilöllisiltä.

Tämä tutkimus herättää monia jatkokysymyksiä ja tutkimusaiheita. Hevosen kuivikelanta ei tässä tutkimuksessa osoittautunut kuivikemateriaalina läheskään oljen tai ruokohelven veroiseksi nautojen preferenssillä mitattuna. Hevosen kuivikelannan etuna voidaan kuitenkin pitää materiaalin pehmeyttä, pitävyyttä ja saatavuutta. Materiaalin toimivuus kuivikkeena ja houkuttelevuus eläinten kannalta voisi parantua, jos sitä käytettäisiin yhdessä jonkin muun kuivikemateriaalin kanssa. Hevosen kuivikelanta voisi toimia paremmin esimerkiksi oljen tai ruokohelven kanssa yhdessä käytettynä kuin yksinomaisena kuivikemateriaalina. Erilaisia kuivikemateriaaliyhdistelmiä tulisi tutkia lihanaudoilla lisää ja tutkimuksia tulisi tehdä eri vuodenaikoina.

3.5. Johtopäätökset

Ruokohelpi ja olki olivat nuorten lihanautojen kuivikemateriaaleina lähes samanveroisia ja mieluisia makuualustoja eläimille. Hevosen kuivikelanta sellaisena kuin sitä tässä kokeessa käytettiin, oli eläinten mielestä selkeästi epäsuositumpi alusta makaamiselle. Yhtenä syynä hevosen kuivikelannan vähäisemmälle suosiolle saattoi olla materiaalin suuri kosteuspitoisuus. Erot kuivikepatjojen kuiva-ainepitoisuuksissa eri materiaalien välillä tasoittuivat kokeen edetessä, ja samalla hevosen kuivikelannan suosio makuualustana lisääntyi. Hevosen kuivikelannan suosion lisääntyminen kokeen alun jälkeen voi myös heijastaa sitä, että materiaali vaati eläimiltä totuttelua. Jatkopohdittavaksi jää, voisiko hevosen kuivikelanta toimia paremmin yhdessä jonkin muun kuivikemateriaalin kanssa kuin yksinomaisena kuivikemateriaalina.

3.6. Viitteet

- Elmore, M.R.P., Elischer, M.F., Claeys, M.C. & Pajor, E.A. 2015. The effects of different flooring types on the behavior, health, and welfare of finishing beef steers. *Journal of Animal Science* 93: 1258–1266.
- Franks, B. 2019. What do animals want? *Animal Welfare* 28: 1–10.
- Fraser, D. & Matthews, L.R. 1997. Preference and motivation testing. Teoksessa: Appleby, M.C. & Hughes, B.O. (toim.). *Animal Welfare*. Oxon: CAB International. s. 159–173.
- Fregonesi, J.A., Veira, D.M., von Keyserlingk, M.A.G. & Weary, D.M. 2007. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 5468–5472.
- Lowe, D.E., Steen, R.W.J. & Beattie, V.E. 2001. Preferences of housed finishing beef cattle for different floor types. *Animal Welfare* 10: 395–404.
- Manninen, E., de Passillé, A.M., Rushen, J., Norrington, M. & Saloniemi, H. 2002. Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Applied Animal Behaviour Science* 75: 281–292.
- Nielsen, L.H., Mogensen, L., Krohn, C., Hindhede, J. & Sørensen, J.T. 1997. Resting and social behaviour of dairy heifers housed in slatted floor pens with different sized bedded lying areas. *Applied Animal Behaviour Science* 54: 307–316.
- Norrington, M., Manninen, E., de Passillé, A.M., Rushen, J., Munksgaard, L. & Saloniemi, H. 2008. Effects of Sand and Straw Bedding on the Lying Behavior, Cleanliness, and Hoof and Hock Injuries of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 91: 570–576.
- MMM 2001. Maa- ja metsätalousministeriön rakentamista koskevat määräykset ja ohjeet. Liite 10 MMM:n asetukseen tuettavaa rakentamista koskevista määräyksistä ja suosituksista (100/01): Maatalouden tuotantorakennusten lämpöhuolto ja huoneilmasto, MMM-RMO C2.2. (ei enää voimassa, vain ohjeellinen)
- Platz, S., Ahrens, F., Bahrs, E., Nüske, S. & Erhard, M.H. 2007. Association between floor type and behaviour, skin lesions, and claw dimensions in group-housed fattening bulls. *Preventive Veterinary Medicine* 80: 209–221.
- Schütz, K.E., Cave, V.M., Cox, N.R., Huddart, F.J. & Tucker, C.B. 2019. Effects of 3 surface types on dairy cattle behavior, preference, and hygiene. *Journal of Dairy Science* 102: 1530–1541.
- Tucker, C.B. & Weary D.M. 2004. Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? *Journal of Dairy Science* 87: 2889–2895.
- Worth, G.M., Schüt, K.E., Stewart, M., Cave, V.M., Foster, M. & Sutherland, M.A. 2015. Dairy calves' preference for rearing substrate. *Applied Animal Behaviour Science* 168: 1–9.

4. Kuivikelannan käyttö perustettavan ja kasvavan nurmen lannoituksessa

Erkki Joki-Tokola

Luonnonvarakeskus (Luke), Paavo Havaksentie 3, 90570 Oulu

Tiivistelmä

Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteessä toteutettiin vuosina 2018–2020 kuivikelannan lannoituskokeet sekä viljalla että säilörehunurmella. Kokeet toteutettiin lohkoittain satunnaisesti ruutukokeina. Vuonna 2019 tehdyssä viljakokeessa oli koekäsittelyinä neljä ja vuonna 2020 seitsemän lantaan lisätyn kuivikkeen koostumuksen ja määrän suhteen toisistaan poikennutta kuivikelanta, jotka levitettiin ohran lannoitteeksi niin, että kuivikelannoissa levitetyn liukoisen typen määrä oli 60 kg/ha. Ohran sato korjattiin sekä kokoviljana että jyväsatonä. Kuivikelantojen satoja verrattiin toisiinsa ja kokeissa mukana olleisiin lietelantaan ja väkilantaan. Kuivikelannoista parhaan ohrasadon antoi molempina koivuina olkiturvekuivikelanta. Säilörehunurmen lannoituskokeet tehtiin samoin vuosina 2019–2020. Molemmista kokeista kuivikelanta levitettiin nurmen ensimmäisen niiton lannoitteeksi joko syksyllä kasvukauden lopulla tai keväällä. Ensimmäisen niiton vaihtoehtona oli kuivikelannan levitys vasta toiselle niitolle. Kasvukauden kolmas niitto lannoitettiin pelkästään väkilannalla. Kuivikelannassa levitetyn liukoisen typen määrä oli molemmissa niitoissa 30 kg/ha. Kokeessa oli lantojen lisäksi mukana myös lietelanta ja väkilanta. Vuonna 2019 tehtiin lisäksi myös nurmen säilöntäko, jossa syksyllä tai keväällä kuivikelannalla lannoitetun ja keväällä väkilannoitetun nurmen ensimmäisen niiton sato säilöttiin ja varastoitettiin pyöröpaaleihin. Varastoidusta rehusta otetuista näytteistä analysoitiin koerhujen säilönnällinen ja hygieeninen laatu. Nurmen lannoituskoe onnistui suunnitelman mukaisesti vain jälkimmäisen koivuina, sillä ensimmäinen koe jouduttiin keskeyttämään jo ensimmäisen niiton jälkeen. Kokeen tulosten mukaan kuivikelanta kannatti kuiva-ainesadon määrän ja lannoituksissa käytetyn typen hyväksikäytön kannalta levittää mieluummin kasvukauden aikana kuin edellisenä syksynä. Kuivikelannan levitys ei vaikuttanut säilöntäkokeessa haitallisesti kasvustosta säilötyä säilörehun laatuun.

Asiasanat: kuivikelanta, lietelanta, suojavilja, säilöntä, typen hyväksikäyttö

4.1. Johdanto

Nautojen syömien rehujen ravinteista kuluu osa eläimen omien elintoimintojen ylläpitoon, osan sitoutuessa sen omaan ja lehmillä lisäksi myös sikiön kasvuun sekä maidontuotantoon. Rehujen sisältämästä typestä ja fosforista 70–80 % ja kaliumista 80–90 % erittyy kuitenkin lopulta ulosteissa lantaan, joka otetaan talteen ja varastoidaan joko lietelantana tai kuivikelantana. Lietelanta on kuivikelantaa helpompi lannan talteenotto- ja varastointitapa ja sen levitykseen on tarjolla kuivikelantaa paremmin ravinteiden hyväksikäyttöä tukevia menetelmiä. Lietelanta ei kuitenkaan sovellu kuivikelannan tavoin kylmien eläinsuojien lantajärjestelmäksi.

Kuivikkeiden tehtävänä on ylläpitää tuotantoeläinten terveyttä ja hyvinvointia sekä vähentää samalla lannan talteenoton ja varastoinnin ravinnepäästöjä, mutta ne vaikuttavat myös lannan ravinteiden hyväksikäyttöön lannoituksessa. Suuri osa kuivikelannan ravinteista on sitoutunut lannan orgaanisen aineeseen, eli sonnassa erittyvään sulamattomaan rehuun ja lantaan lisätyihin kuivikkeisiin. Lannan orgaaniseen aineeseen sidotut ravinteet päätyvät viljelykasvien käyttöön vasta orgaanisen aineen hajoamisen jälkeen. Hajoaminen voi käynnistyä lannan varastoinnin aikana tai vasta lannan levityksen jälkeen pellolla. Hajotuksesta vastaavat pieneliöt käyttävät lannan ravinteita omaan kasvuunsa ja jättävät siitä ylijäävät ravinteet viljelykasvien edelleen hyödynnettäviksi. Orgaanisesta aineesta vapautuvien ravinteiden määrää rajoittaa pieneliöiden kasvu, jota kasvukauden alussa hidastaa talven jälkeen kylmä ja märkä maa. Koska kevätiljat ottavat pääosan ravinteistaan kasvukauden alusta kasvuston kukintaan mennessä, ne ehtivät hyödyntää ensisijaisesti lannan liukoisia ravinteita. Nurmikasvien ravinteidenotto tapahtuu kattavammin koko kasvukauden ajan jatkuen seuraavalla kasvukaudella, jolloin ne saavat käyttöönsä myös lannasta hitaammin vapautuvia ravinteita. Viljakasvuston kasvukauden aikaista ravinteiden ottoa voidaan lisätä, jos vilja kylvetään perustettavan nurmen suojakasviksi.

Lannan liukoisista ravinteista tärkein on typpi. Lantavarastossa typpi on ammoniummuodossa. Huomattava osa lannan ammoniumtyyppistä saattaa lannan talteenoton, varastoinnin ja levityksen yhteydessä kuitenkin hävitä haihtumalla ammoniakkinä. Riski on suurin lannanlevityksen yhteydessä. Lannan multaus estää ammoniakkinä haihtumisen (Mattila ja Joki-Tokola 2003). Jos kuivikelanta levitetään nurmelle, se jää kuitenkin multaamatta. Ammoniakkihävikin määrää lisää haihtumiselle otollinen sää niin, että hävikin määrä on todennäköisesti suurempi kesällä kuin varhain keväällä tai myöhemmin syksyllä tehtävissä levityksissä. Aikaisin syksyllä levitetyn lannan typpi voi sitoutua nurmen kasvuun ja säilyä pienin hävikein seuraavalle kasvukaudelle (Ericson 2002, Ericson ja Alskog 2000). On arveltu, että nurmen kasvun jatkuminen syksyllä voi heikentää nurmen talvehtimista (Steineck ym. 1991), mutta siitä ei ole kertynyt tutkimuksellista näyttöä. Lannan myöhäisessä syyslevityksessä typpi voi säilyä maan kylmyyden ansioista ammoniummuotoisena tyyppinä ja pidättyä maahan suojaan huuhtoutumiselta.

Lanta sisältää suuren määrän suolistoperäisiä bakteereita (Chapman ym. 1997, Mechie ym. 1997), jotka voivat siirtyä nurmelle levitetyn lannan kautta kasvustosta tai pellon pinnalta korjattavaan säilörehuun (Davies ym. 1996, Russel et al. 2000) ja johtaa rehussa lisääntyviin ravintoaineiden hävikkeihin ja sen hygieenisen laadun heikentymiseen (Queiroz ym. 2018).

Karjanlannalla tehty lannoituskokeet on tehty pääosin lietelannalla. Kuivikelannan käytöstä on paljon niukemmin tuoreempaa tutkimustietoa. Siksi Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteessä toteutettiin käynnissä olleiden lihanautojen kuivituskokeiden jatkoksi kokeista kertyneillä lannoilla viljan ja nurmen lannoituskokeet. Viljakokeissa kuivikelanta levitettiin perustetun nurmen suojaviljan lannoitteeksi. Nurmikokeissa kuivikelanta levitettiin joko kasvukauden päätteeksi tai vasta talven jälkeen keväällä nurmen ensimmäisen niiton lannoitteeksi tai vasta nurmen toiselle niitolle. Nurmikokeen yhteydessä tehtiin myös pienimuotoinen säilöntäkoe,

jossa syksyllä tai keväällä kuivikelannalla lannoitetusta nurmikasvustosta korjattu säilörehusato varastoitui pyöröpaaleihin.

4.2. Kuivikelanta nurmen suojakasviksi kylvetyn rehuviljan lannoituksessa

4.2.1. Suojaviljan lannoituskokeiden toteutus ja kokeessa levitettyjen lantojen koostumus

Ruukissa vuosina 2019 ja 2020 tehtyjen rehuviljan kuivikelannan lannoituskokeissa koekasvi oli Brage-ohra. Ohra kylvettiin perustettavan nurmen suojaviljaksi niin, että ohran ohessa kylvetty nurmen siemenseos sisälsi 70 % Nuutti-timoteitä ja 30 % Kasperi-nurminataa. Ohran kylvömäärä oli koevuosittain 170 kg/ha ja 230 kg/ha, kun nurmisiemenseoksen kylvömäärä oli molempina koevuosina 25 kg/ha. Viljakokeiden kylvöpäivät olivat 12.6.2019 ja 2.6.2020. Kasvustoista torjuttiin molempina koevuosina rikkakasvit. Torjunta-aine valittiin vuosittain kasvustoissa esiintyneiden rikkakasvilajien perusteella.

Kasvustojen kehittymistä seurattiin vuoden 2019 kokeessa koeruudittain tehdyin SPAD-mittauksin. Ne toistettiin kolme kertaa aikavälillä 18.7.–14.8. Yksittäinen mittaus tehtiin ohran ylimmästä terveestä lehdestä. SPAD-mittauksien avulla haluttiin seurata kasvuston typensaatia.

Puolet viljakokeiden ruutualasta niitettiin kokoviljana, kun kasvustot olivat kehittyneet taikinatuleentumisasteelle. Tuleentumisaste määritettiin silmämääräisesti. Kokoviljan niitto tehtiin molempina koevuosina 15.8. Niitetystä kokoviljasadosta otettiin ruuduittain edustavat näytteet, joista analysoitiin sadon kuiva-ainepitoisuus. Kokoviljasadon määrä esitetään tuloksissa kuiva-ainesatona.

Viljasadon korjuu kokoviljana ei ole kuivikelantatilalla ehkä toimivin vaihtoehto, koska oljet tarvitaan kuivikkeiksi. Lantojen satovasteesta kokovilja antoi kuitenkin jyväsatoa kattavamman arvion. Kokovilja on lisäksi nurmen perustamisessa usein suojaviljan leikkuupuintia parempi vaihtoehto. Korjuutapojen ero saattaa korostua erityisesti silloin, kun lannoituksessa käytetään lantaa, mikä helposti lisää viljoilla lakoontumista.

Kokoviljan niiton jälkeen koeruudille jäänyt kasvusto puitiin sen keltatuleentumisen jälkeen. Puitu jyväsato kuivattiin, lajiteltiin ja lajitellusta sadosta mitattiin jyväsadon hehtolitrapaino. Jyväsadon määrä esitetään tuloksissa kuiva-ainesatona. Kokeiden puintiajankohdat olivat koevuosittain 23.9.2019 ja 3.9.2020.

Lannoituskokeet tehtiin Ruukin koetilan pelloilla niin, että kokeiden koepaikka vaihtui koevuosittain. Vuoden 2019 kokeen koalueen maalaji oli saraturve (Ct) ja seuraavan vuoden kokeen kivennäismaa (Kht). Koepaikoilta otetuista maanäytteistä tehtyjen viljavuusanalyysien tulokset ja niiden tulkinta esitetään Taulukossa 1. Maanäytteiden viljavuusanalyysit teki standardimenetelmien Eurofins/Agro.

Taulukko 1. Vuosina 2019 ja 2020 totutettujen viljan lannoituskokeiden koepaikkojen maanäytteiden viljavuusanalyyseiden tulokset ja niiden tulkinta.

Vuoden 2019 koepaikka	Analyysitulokset	Tulkinta
Johtoluku, mS/cm	1,1	
Happamuus, pH	5,7	Hyvä
Kalsium, mg/l	2 430	Välttävä
Fosfori, mg/l	3,9	Huononlainen
Kalium, mg/l	82	Välttävä
Magnesium, mg/l	370	Hyvä
Rikki, mg/l	13	Välttävä
Vuoden 2020 koepaikka		
Johtoluku, mS/m	0,7	
Happamuus, pH	6,6	Korkea
Kalsium, mg/l	1 080	Välttävä
Fosfori, mg/l	20,1	Hyvä
Kalium, mg/l	50	Huononlainen
Magnesium, mg/l	83	Välttävä
Rikki, mg/l	4,9	Huononlainen

Suojaviljan lannoituskokeiden koekäsittelyinä olivat kuivikelannat, joiden koostumus vaihteli lantaan lisätyjen kuivikkeiden määrän ja koostumuksen perusteella. Kuivikelannoissa levitetyn liukoisen typen satovaikutusta suojaviljan kokoviljasadon ja jyväsadon määrään verrattiin sekä kuivikelantojen kesken että kokeessa mukana olleisiin lietelannoitukseen ja väkilannoitukseen. Kuivikelannat saatiin Ruukissa käynnissä olleista lihanautojen kuivituskokeista. Sisäruokinta-kauden aikana kertyneet lannat varastoitiin avoimeen betonipohjaiseen ja -seinäiseen lantavarastoon. Suojaviljan lannoituskokeissa vuosittain levitetyt kuivikelannat nimettiin lantaan lisätyjen kuivikkeiden perusteella Taulukon 2 mukaisesti.

Taulukko 2. Suojaviljan lannoituskokeissa käytetyt lannoitteet.

Vuosi 2019:	Vuosi 2020:
Olkilanta	Olkilanta
Olkiturvelanta	Olkiturvelanta
Hevoselanta	Hevoselanta + turve
Kartonkilanta	Kartonkilanta + heinä
Lietelanta	Ruokohelpiturvelanta
Väkilanta	Heinälanta
	Ruokohelpilanta
	Lietelanta
	Väkilanta

Lantaan kuivikkeena lisätty hevoselanta kerättiin Ruukin maatalousopiston hevostallien karsinoista. Olkikuivike korjattiin viljan leikkuupuinnin jälkeen ilmakeivana ja varastoitiin muovilla umpioituihin pyöröpaaleihin. Kuivikeheinä oli rehuksi viljeltyä ja niiton jälkeen pellolla kuivattua heinää. Ruokohelpi oli kuivikkeiksi viljeltyä heinää, joka korjattiin seuraavan kasvukauden keväällä muovilla umpioituihin pyöröpaaleihin. Kuivituskokeissa käytetty turve oli

polttoturvesuon pintakerroksista kuivikkeeksi korjattua kuiviketurvettä. Kokeessa vähemmän perinteinen kuivikemateriaali, kartonki, saatiin hylsykartonkia ja kierrehylsyjä Ruukin yrityspuistossa valmistavan Sonoco-Alcore Oy:n sivuvirrasta. Tehtaalla prosessoitu kartonkijäte silputtiin ennen kuivikekäyttöä.

Kuivikelannat ja lietalanta levitettiin koeruudille käsin. Lannat mullattiin levityksen jälkeen ennen kylvöä. Kuivikelantojen ja lietalantojen levitysmäärä riippui niiden liukoisen typen pitoisuudesta, sillä kokeissa tavoiteltu liukoisen typen levitysmäärä oli 60 kg/ha liukoista typpeä. Lantojen koostumus analysoitiin lannoista ennen levitystä otetuista näytteistä. Eurofins/Agron analysoimien lantanäytteiden analyysitulokset esitetään Taulukossa 3.

Taulukko 3. Nurmen suojaviljaksi kylvetyn ohran lannoituskokeissa vuosina 2019 ja 2020 levitettyjen kuivikelantojen ja naudan lietalannan koostumus ja tilavuuspaino.

	Kokonaistyyppi, kg/tonni	Liukoinen typpi, kg/tonni	Fosfori, kg/tonni	Kalium, kg/tonni	Tilavuuspaino, kg/m ³	Kuiva- aine, %
Vuosi 2019						
Olkilanta	5,9	2,0	0,92	4,4	750	19,40
Olki-turvelanta	9,1	1,4	0,87	4,2	480	37,60
Hevosenselanta	7,0	2,4	0,91	5,3	710	25,60
Kartonkilanta	8,0	1,3	1,00	7,3	450	46,10
Lietelanta	1,9	1,4	0,43	0,5	1 000	5,90
Vuosi 2020						
Olkilanta	7,3	1,7	0,58	9,9	390	24,7
Heinälanta	8,4	2,7	0,48	6,2	440	26,7
Ruokohelpilanta	8,6	2,1	0,96	11	260	35,8
Olkiturvelanta	8,6	1,4	0,57	3,9	330	37,6
Ruokohelpiturvelanta	15	2,6	1,10	6,8	200	47,4
Hevosenselantaturvelanta	8,9	1,8	0,57	15	520	32,8
Hevosenselantaheinälanta	9,0	2,6	1,30	8,8	390	35,4
Lietelanta	2,6	1,4	0,30	1,5	1 000	4,0

Ruutukokeena toteutettujen suojaviljan lannoituskokeiden koemalli oli lohkoittain satunnaisesti koe. Koekäsittelyiden keskiarvojen erojen tilastollinen merkitsevyys testattiin SAS-ohjelman GLM-proseduurilla ja toisistaan poikenneiden keskiarvojen nimeämiseen käytettiin Tukey'n testiä. Tilastollisesti toisistaan merkitsevästi poikkeavat keskiarvot on merkitty tulostaulukossa toisistaan poikkeavin yliviittein. Tilastollisesti merkitsevästi erona pidettiin P-arvoa < 0,05. Myöhemmin selostettavassa nurmen lannoituskokeessa oli käytössä sama koemalli ja nurmikokeiden koekäsittelyjen keskiarvojen erojen tilastollinen merkitsevyys testattiin edellä kuvatulla tavalla.

4.2.2. Suojaviljan lannoituskokeen tulokset

Kun kuivikelantojen levitys tehtiin koesuunnitelman mukaisesti niin, että kaikissa koekäsittelyissä levitetyn liukoisen typen määrä oli tavoitellusti 60 kg/ha, se johti siihen, että kuivikelannoissa levitetyn lannan kokonaistypen määrä ylitti molemmissa viljakokeissa nitraattiasetuksen salliman lannan kokonaistypen suurimman levitysmäärän 170 kg/ha/v (Taulukot 4 ja 5). Asetuksen ehtojen mukaan suojaviljan typpilannoitus olisi tullut jakaa lantojen ja väkilantatypen

kesken. Se olisi vaikeuttanut kuitenkin merkittävästi kuivikelantojen lannoitusvaikutusten vertailua. Siksi suojaviljan lannoituskokeet toteutettiin esillä olevalla tavalla.

Taulukko 4. Vuonna 2019 nurmen suojaviljaksi kylvetyn ohran lannoituskokeen tulokset. Koekäsittelyiden keskiarvojen välillä on tilastollisesti merkitsevä ero, jos ne on merkitty eri yläindeksillä.

	Olkilanta	Olki-turve- lanta	Hevosen- lanta	Kartonki- lanta	Naudan lietelanta	Väkilanta
Ravinteita, kg/ha						
Liukoinen typpi	60	60	60	60	60	60
Kokonaistyppi	177	386	175	370	146	60
Fosfori	28	37	23	46	29	26
Kalium	132	180	136	337	60	70
SPAD mittauspäivä						
18.7	33 ^a	37 ^c	35 ^{ab}	34 ^{ab}	36 ^{ab}	36 ^b
25.7	36 ^{ab}	40 ^c	36 ^a	36 ^a	38 ^{ab}	37 ^{ab}
14.8	56 ^a	73 ^e	59 ^b	42 ^c	67 ^d	71 ^e
Kokoviljasato 15.8.						
Sato, kg ka ¹ /ha	3 134 ^b	5 176 ^{cd}	3 605 ^b	1 921 ^a	4 476 ^c	5 285 ^d
Kuiva-aine, %	31,48 ^{bc}	31,07 ^b	32,07 ^{bc}	29,67 ^a	31,27 ^b	32,36 ^c
Jyväasato 23.9.						
Sato, kg ka ¹ /ha	2 108 ^b	4 154 ^d	1 787 ^{ab}	1 230 ^a	3 118 ^c	3 616 ^{cd}
Hehtolitraino, kg	61 ^b	63 ^d	62 ^b	60 ^a	62 ^b	63 ^d

¹Kuiva-aine.

Taulukko 5. Vuonna 2020 nurmen suojaviljaksi kylvetyn ohran lannoituskokeen tulokset. Koekäsittelyiden keskiarvojen välillä on tilastollisesti merkitsevä ero, jos ne on merkitty eri yläindeksillä.

	Olki- lanta	Heinä- lanta	Ruoko- helpi- lanta	Olki- turve- lanta	Ruoko- helpi- turve- lanta	Hevo- sen- lanta + turve	Hevo- sen- lanta + heinä	Liete- lanta	Väki- lanta
Ravinteita, kg/ha									
Liukoinen tyyppi	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Kokonaistyyppi	258	187	246	369	346	297	208	111	60
Fosfori	20	11	27	24	25	33	30	13	26
Kalium	349	138	314	167	157	500	203	64	51
Kokovilja									
Sato, kg ka ¹ /ha	5 159 ^a	5225 ^a	5 327 ^a	5 747 ^b	5 033 ^a	4 804 ^a	5 306 ^a	5 078 ^a	6 253 ^b
Kuiva-aine, %	39 ^a	38 ^a	37 ^b	38 ^a	38 ^a	38 ^a	38 ^a	38 ^a	35 ^b
Jyväsato									
Sato, kg ka ¹ /ha	2 842 ^a	2 795 ^a	2 870 ^a	3 133 ^{ab}	2 782 ^a	2 276 ^a	2 798 ^a	2 690 ^a	3 404 ^b
Hehtolitraino, kg	64	65	65	65	65	64	64	64	64

¹Kuiva-aine.

Kokeissa kylvetyn ohran fosforilannoituksen tarve arvioitiin koepaikoilta otettujen ja Eurofins/Agron analysoimien maanäytteiden analyysitulosten perusteella. Vuoden 2019 kokeessa ohran fosforilannoituksen tarve oli 26 kg/ha ja vuoden 2020 kokeessa 5 kg/ha (Taulukko 1). Koepaikkojen ero johtui siitä, että vuoden 2019 koe kylvettiin pellolle, joka raivattiin metsästä pelloksi vasta runsaat 20 vuotta sitten, kun taas jälkimmäisen koepaikan viljely sisälsi pitkän viljelyhistorian. Viljakoe haluttiin sijoittaa vuoden 2019 koepaikalle, koska se soveltui suhteellisen niukan fosforipitoisuutensa ansioista hyvin kuivikelantakokeen koalueeksi. Vuoden 2019 viljasato jäi kuitenkin vaatimattomaksi ja siksi koe siirrettiin jälkimmäiseksi vuodeksi paremmin viljanviljelyyn sopivalle pellolle. Vuoden 2019 viljakokeen satoa saattoivat lisäksi vähentää myös epäsuotuisat sääolosuhteet.

Vuoden 2019 kokeessa kuivikelantojen fosforimäärä ylitti ohran laskennallisen fosforilannoitustarpeen hevosenslantaa lukuun ottamatta, mutta fosforinpuute tuskin rajoitti mainittavasti hevosenslannallakaan lannoitetun ohran kasvua (Taulukko 4). Vuoden 2020 kokeessa kuivikelannoissa levitetty fosfori kattoi runsaimmillaan yli kuuden vuoden fosforitarpeen (Taulukko 5).

Koalueiden kaliumlannoituksen tarve oli maanäytteiden analyysitulosten perusteella (Taulukko 1) koivuositain 50 kg/ha ja 70 kg/ha. Kuivikelannoissa levitetyn kaliumin määrä ylitti varsin selvästi ohran lannoitustarpeen (Taulukot 4 ja 5). Kasveilta käyttämättä jäävä kalium ei vesiliukoisena säily hyvin pellossa, vaan sitä poistuu helposti kuivatusvesien mukana niin, että kaliumin yllilannoitus ei fosforin tavoin kasvata maan ravinnepitoisuutta. Kaliumhävikin ei kuitenkaan tiedetä ravinnekuormituksena synnyttävän varsinaista ympäristöhaittaa. Kaliumin yllilannoituksesta voi kuitenkin pahimmillaan syntyä haittaa eläinterveydelle, jos kalia kertyy liikaa (yli 30 g/kg ka) nurmirehuun. Se altistaa eläinten sairastumista mm. laidunhalvaukseen. Kokeessa toteutettu ja lupaehdot ylittänyt kuivikelantojen levitys kasvatti tietysti myös kaliumin yllilannoitusta. Jos lannat olisi levitetty nitraattiasetuksen sallimissa puitteissa, kalin levitysmäärä olisi jäänyt pienemmäksi, mutta ollut silti huomattavasti ohran kalitarvetta suurempi.

Vuoden 2019 kokeessa kuivikelannoista suurimman kokovilja- ja jyväsadon tuotti olkiturvelanta. Sen sato vastasi määrältään kokeen lietelannan ja väkilannan satoja (Taulukko 4). Kun olkiturvekuivikkeesta jätettiin turve pois, pelkän olkikuivikelannan kokovilja- ja jyväsato jäivät selvästi olkiturvelantaa pienemmiksi. Hevosenlanta näytti tuottavan suhteellisesti paremman kokovilja- kuin jyväsadon. Erityisen heikosti vuoden 2019 kokeessa menestyi kartonkilanta. Sen heikkoon satoon saattoi olla syynä se, että kartonkivalmiste mahdollisesti sisälsi yhdisteitä, jotka vaikuttivat haitallisesti ohran kasvuun. Toinen mahdollinen selitys voisi olla, että kartongin hajoaminen pellossa sitoi runsaasti typpeä.

Kasvien vihreä väri on peräisin niiden viherhiukkasista, joiden rakentamiseen kasvi tarvitsee typpeä. Kasvuston typensaantia arvioidaan usein silmämääräisestäikin kasvuston vihreyden perusteella, mutta systemaattisemmin vihreän värin voimakkuus voidaan arvioida SPAD-mittauslaitteella. Vuoden 2019 kokeessa SPAD-mittaukset tehtiin kasvustosta kolme kertaa aikavälillä 18.7.–14.8. Kaikkien koekäsittelyiden mittauslukema kasvoi mittauskerrasta seuraavaan siirtäessä samalla, kun myös koekäsittelyiden väliset erot kasvoivat (Taulukko 4). Viimeisen mittauskerran tulokset ennustivat hyvin koekäsittelyjen välille myöhemmin syntyneitä satoeroja (Taulukko 4).

Vuoden 2019 kokeen jyväsatojen hehtolitrapainot jäivät melko mataliksi. Se saattoi johtua koepaikasta, mutta myös kasvukauden 2019 säästä. Heinäkuu 2019 oli Ruukissa lähes sateeton, sillä heinäkuun sademäärä oli vain 6 mm, mikä oli noin 10 prosenttia heinäkuun keskimääräisestä sademäärästä. Kuivan heinäkuun jälkeen kasvustoa koitteli ankara hallayö. Elokuun neljäntenä päivänä Ruukissa mitattiin -8 °C:een hallalukema. Kokeen sijainti saattoi kuitenkin lieventää sekä kuivuudesta, että kylmyydestä aiheutuneita haittoja. Turvemaasta kestää melko hyvin kuivuutta. Halla ei välttämättä ollut koepaikalla yhtä voimakas kuin sen mittauspisteellä, joka sijaitsi etäämpänä jokirannasta kuin koalue.

Vuoden 2020 kokeessa toistui edellisen vuoden tulos niin, että olkiturvelanta tuotti muita kuivikelantoja suuremman kokovilja- ja jyväsadon ja sen sato oli samaa luokkaa kuin väkilannoituksella saadun sadon (Taulukko 5). Turve näytti lisäävän satoa vain, jos se lisättiin lantaan yhdessä oljen kanssa, mutta heikensi satoa, jos se lisättiin yhdessä ruokohelven kanssa ja tuotti hevosenlantaan lisättynä heinää huonomman satovasteen. Saattaa olla, että tulokset olivat kuitenkin enemmän tapauskohtaisia kuin yleistettävissä. Lietelanta menestyi suhteessa kuivikelantoihin paljon heikommin kuin edellisen vuoden kokeessa.

Kokeen jyväsadon hehtolitrapaino oli edellisen vuoden koetta suurempi. Ero saattoi johtua koepaikkojen erosta ja edellisen vuoden kokeen aikana sattuneesta hallasta.

4.3. Säilörehunurmen lannoituskokeet kuivikelannalla

4.3.1. Säilörehunurmen lannoituskokeen toteutus

Luonnonvarakeskuksen Ruukin toimipisteessä oli käynnissä vuosina 2019–2020 samanaikaisesti edellä esillä olleiden suojaviljan kuivikelantakokeiden kanssa myös kasvavan nurmen lannoituskokeet kuivikelannalla. Koesuunnitelman mukaan kuivikelantaa levitettiin nurmen ensimmäisen ja toisen niiton lannoitteeksi yhdessä väkilantatypen kanssa. Ensimmäisen niiton lannoituksessa kuivikelannalla oli kaksi levitysaikaa niin, että se levitettiin joko kasvukauden päätteen syksyllä tai vasta seuraavan kasvukauden käynnistyttyä keväällä. Ensimmäisen niiton lannoituksessa kuivikelantaa saaneet koekäsittelyt lannoitettiin kokeen toisen ja kolmannen niiton lannoituksissa pelkästään väkilannalla. Kun kuivikelanta levitettiin vasta nurmen toiselle niitolle,

koekäsittelyn ensimmäinen ja kolmas niitto lannoitettiin väkilannalla. Kokeissa oli mukana vertailun vuoksi myös lietelanta ja väkilanta. Lietelanta levitettiin nurmen pinnalle ainoastaan syksyllä samanaikaisesti vastaavan kuivikelannan syyslevityksen kanssa. Väkilanta levitettiin kasvukauden aikana nurmen kaikille kolmelle nitolle.

Nurmen tavoiteltu typpilannoitusmäärä (kg/ha) oli niitoittain 100 + 100 + 30. Ensimmäisen ja toisen niiton lannoituksissa levityn kuivikelannan ja syksyllä levitetyn lietelannan levitysmäärä mitoitettiin niin, että niissä levitetyn liukoisen typen määrä oli 30 kg/ha liukoista typpeä, jolloin kuivikelannan täydennykseksi lisättiin väkilantatyppeä 70 kg/ha. Lannoista peräisin ollut typpimäärä riitti siten kattamaan vain 13 % nurmelle kasvukauden aikana levitetystä typpimäärästä (tavoiteltu määrä 230 kg/ha). Lannoissa levitetyn liukoisen typen määrä toteutui kokeessa kuitenkin hiukan suunniteltua suurempana (Taulukko 9).

Nurmen lannoituskoe ei toteutunut molempina koevuosina suunnitelman mukaisesti, koska vuoden 2019 kokeesta saatiin korjattua kelpoisena vain nurmen ensimmäisen niiton sato. Koe lannoitettiin kyllä suunnitelman mukaisesti uudelleen ensimmäisen niiton jälkeen kesäkuun loppupuolella, mutta heinäkuun 2019 kuivuus tuhosi lopulta koko nurmikasvuston niin, että kokeesta korjatun toisen niiton sato jäi olemattomaksi ja kokeen toteutus päätettiin siinä vaiheessa keskeyttää. Samalla jälkimmäisen vuoden nurmikoe jouduttiin alkuperäisen nurmikasvuston tuhouduttua siirtämään toiselle peltolohkolle. Nurmikokeiden koepaikoilta otettujen maanäytteiden viljavuusanalyysien tulokset esitetään Taulukossa 6.

Taulukko 6. Vuosina 2019 ja 2020 tehtyjen nurmen kuivikelannoituskokeiden koepaikkojen maanäytteiden viljavuusanalyysien tulokset.

Koevuosi	2019	2020
Maalaji	KHt	HHt
pH	6,8	6,0
Johtoluku, 10 mS/cm	0,7	0,8
Multavuus	rm	rm
Kalsium, mg/l	1 110	1 180
Fosfori, mg/l	25,8	14,4
Kalium, mg/l	53	110
Magnesium, mg/l	44	82
Rikki, mg/l	4,1	11,0

Lannoituskokeessa levitetty kuivikelanta saatiin Ruukissa käynnissä olleista lihanautojen kuivituskokeista. Kokeen lietelanta oli Ruukin maaseutuoppilaitokselta saatua lypsylehmänavetan lietelantaa. Lantojen koostumus analysoitiin niistä ennen levitystä ja levityksen yhteydessä otetuista näytteistä. Lannat levitettiin käsin nurmen pinnalle. Taulukossa 7 esitetään lannoista levityksen yhteydessä otettujen näytteiden koostumus sekä lantojen levitysajankohta kokeittain ja niitoittain.

Taulukko 7. Nurmen kuivikelannan lannoituskokeissa levitettyjen kuivike- ja lietelantojen koostumus.

	Kuivikelanta			Lietelanta
	Syyslevitys 2018	1. niitolle	2. niitolle	Syyslevitys 2018
Vuodet 2018–2019				
Lannoituspäivä	4.10.2018	7.5.2019	27.6.2019	4.10.2018
Kuiva-aine, %	28,40	24,30	20,45	1,9
Tilavuuspaino, kg/m ³	460	620	545	1 000
Kokonaistyyppi, kg/tonni	7,20	7,30	6,30	1,90
Liukoinen tyyppi, kg/tonni	1,70	0,90	2,30	1,30
Fosfori, kg/tonni	1,10	1,20	1,20	0,20
Kalium, kg/tonni	3,50	5,70	3,80	1,70
	Kuivikelanta			Lietelanta
	Syyslevitys 2019	1. Niitolle	2. Niitolle	Syyslevitys 2019
Vuodet 2019–2020				
Lannoituspäivä	22.10.2019	28.5.2020	26.6.2020	22.10.2019
Kuiva-aine, %	27,8	30,7	32,7	6,3
Tilavuuspaino, kg/m ³	505	420	520	1 100
Kokonaistyyppi, kg/tonni	10,0	11,0	12,0	4,0
Liukoinen tyyppi, kg/tonni	1,5	1,2	1,7	2,3
Fosfori, kg/tonni	1,6	1,4	1,7	0,6
Kalium, kg/tn	7,1	7,2	7,3	2,6

Nurmen tavoiteltu korjuuajankohta oli kasvuston säilörehuaste. Niittoajankohta määritettiin silmämääräisesti kasvuston ulkonäön perusteella. Sato niitettiin nurmikokeiden korjuuseen suunnitellulla korjuukoneella ja sadosta otettiin korjuun yhteydessä edustavat näytteet, joista määritettiin sadon kuiva-ainepitoisuus ja kuiva-ainesadon koostumus. Jälkimmäiset analyysit tehtiin Valion laboratoriossa.

4.3.2. Nurmen lannoituskokeiden tulokset

Kuivikelantojen levitys on voimassa olevien määräysten mukaisesti tehtävä vuosittain 15.9. mennessä. Kokeessa tehdyt syyslannoitukset myöhästyivät (Taulukko 7), koska muut syyskiireet sekä epäedulliset sääolosuhteet siirsivät levitysten toteutusta. Annetun aikarajan toteuttaminen lienee yleisimminkin vaikeaa, koska sallittu levityskausi ajoittuu päällekkäin mm. puintien kanssa. Se rajaa myös nurmen satokautta, koska nurmen kolmatta niittoa ei useinkaan saada korjattua vielä 15.9. mennessä, johon mennessä kuivikelannan syyslevitys nurmelle olisi kuitenkin tehtävä.

Alkusyksyyn ajoittuvaa kuivikelannan levityskautta puoltaa se, että lannan ravinteet voisivat näin ehtiä sitoutumaan nurmen kasvuun ja siten suojaan niitä uhkaavilta huuhtoutumis- ja valuntahävikeiltä. Ravinteiden sitoutuminen kasvustoon edellyttää, että nurmen kasvu jatkuu pitkään syksyllä. Sen on puolestaan arvioitu vaikuttavan haitallisesti nurmikasvien talvehtimiseen. Korjaamatta jäävä kasvusto voi lisäksi heikentää kevätniitossa korjattavan säilörehusadon laatua.

Kuivikelannan sallittua myöhäisempi levitys voisi osaltaan poistaa edellä mainittuja lannan aikaisen syyslevityksen epäkohtia. Myöhään levitetyn lannan ravinteet eivät ehdi tosin sitoutua nurmen kasvuun, mutta se ei välttämättä johda lannan typpihävikkien lisääntymiseen. Lannan ammoniumtyppi saattaa nimittäin säilyä kylmässä maassa muuttumatta vesiliukoiseksi nitraattitypeksi, mikä vähentää typen huuhtoutumis- ja valuntariskiä. Syksyn kostea ja viileä sää vähentää samalla myös lannan typen haihtumista ammoniakkinä. Myöhäisen syyslevityksen haittana voi olla syyssateiden kastelema maa, mikä voi lisätä ravinnehävikkejä ja heikentää pellon kantavuutta.

Kuivikelannassa levitettävän typen määrää syksyllä rajoittaa nitraattiasetuksen lisäksi määräys, että syyskuun alun jälkeen tehtävässä kuivikelannan levityksessä nurmelle liukoisen typen suurin sallittu levitysmäärä on 35 kg/ha. Lannoituskokeissa kuivikelantojen ja lietelannan levityksissä tavoiteltu liukoisen typen levitysmäärä oli 30 kg/ha. Se toteutui vuoden 2019 kokeessa, mutta vuoden 2020 kokeessa liukoisen typen levitysmäärät olivat kuivikelannalla tavoiteltua suurempia (Taulukot 7 ja 8). Ylitys johtui siitä, että liukoisen typen pitoisuus oli lannoista levityksen yhteydessä otetuissa näytteissä suurempi kuin ennakolta otetuissa näytteissä, joiden perusteella lantojen levitysmäärät laskettiin.

Taulukko 8. Vuonna 2019 toteutetussa nurmen lannoituskokeessa nurmen ensimmäiselle niitolle kuivikelannassa, lietelannassa ja väkilannassa levitettyjen ravinteiden määrä. Lannoituskoe jouduttiin keskeyttämään kuivuuden takia ensimmäisen niiton jälkeen. Ravinteiden levityksessä ensimmäinen luku edustaa lannan ravinteita ja jälkimmäinen väkilannan ravinteita. Koekäsittelyiden keskiarvojen välillä on tilastollisesti merkitsevä ero, jos ne on merkitty eri yläindeksillä.

	Kuivikelanta syksyllä	Lietelanta syksyllä	Kuivikelanta kevällä	Väkilanta
Lannoitus, kg/ha				
Typpi	30 + 70	30 + 70	30 + 70	100
Fosfori	19 + 0	5 + 0	40 + 0	10
Kalium	62 + 30	39 + 30	188 + 30	30
Sadon määrä				
Sato, kg ka ¹ /ha	6 647	6 892	5 857	6 544
Typpisato, kg/ha	95	80	89	96
Sadon koostumus				
Kuiva-aine, g/kg	253	253	241	247
Tuhka, g/kg ka ¹	66	64	72	68
Raakavalkuainen, g/kg ka ¹	90 ^{ab}	73 ^a	95 ^b	93 ^{ab}
D-arvo, g/kg ka ¹	628	590	617	619

¹Kuiva-aine.

Koepaikoilta otettujen maanäytteiden viljavuusanalyysitulosten perusteella vuoden 2019 nurmikokeen fosforitila oli hyvä (Taulukko 6) ja sen mukainen lannoitustarve 5–11 kg/ha. Kuivike- ja lietalannassa levitetty fosforimäärä täytti nurmen fosforitarpeen (Taulukko 8). Vuoden 2020 kokeen koepaikan fosforitila oli puolestaan tyydyttävä (Taulukko 5) ja sen mukainen fosforin lannoitustarve oli 20 kg/ha. Kuivikelannoissa levitetty fosfori ylitti nurmen fosforitarpeen, mutta lietalannalla tarve jäi vajaaksi. Fosforivaje ei todennäköisesti kuitenkaan rajoittanut nurmen kasvua (Taulukko 9).

Taulukko 9. Vuonna 2020 toteutetussa nurmen lannoituskokeessa niitoittain ja koko kasvu- kauden aikana yhteensä kuivikelannassa, lietalannassa ja väkilannassa levitettyjen ravinteiden määrä. Ravinteiden levytyksessä ensimmäinen luku edustaa lannan ravinteita ja jälkimmäinen väkilannan ravinteita.

	Kuivikelanta syksyllä	Lietelanta syksyllä	Kuivikelanta kevällä	Kuivikelanta kesällä	Väkilanta
1. Niitto, kg/ha					
Typpi	45 + 70	31 + 70	40 + 70	0 + 100	0 + 100
Fosfori	48 + 0	8 + 0	46 + 0	0 + 0	0 + 10
Kalium	213 + 33	34 + 33	238 + 33	33	33
2. Niitto, kg/ha					
Typpi	0 + 100	0 + 100	0 + 100	43 + 70	0 + 100
Fosfori	0 + 0	0 + 0	0 + 0	43 + 0	0 + 10
Kalium	0 + 55	0 + 55	0 + 55	216 + 3	0 + 55
3. Niitto, kg/ha					
Typpi	0 + 31	0 + 31	0 + 31	0 + 31	0 + 31
Fosfori	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 0	0 + 10
Kalium	0 + 51	0 + 51	0 + 51	0 + 51	0 + 51
Niitot 1–3 yhteensä, kg/ha					
Typpi	246	232	241	244	231
Fosfori	48	8	46	43	30
Kalium	352	173	422	303	139

Vuoden 2019 koepaikan kaliumtila oli välttävä ja sen ensimmäisen niiton kaliumlannoitustarve oli näin ollen 30 kg/ha. Vuoden 2020 koepaikan kaliumtila oli puolestaan tyydyttävä, jolloin sen kolmen niiton yhteenlaskettu kalitarve oli 90 kg/ha. Kuivike- ja lietalantojen mukana levitetty kalium ylitti nurmen kalitarpeen. Kaliumin yllannoitusta kasvatti edelleen se, että väkilantaruu- duille levitetty kalilannoitus vedettiin samalla koko koealueen yli, koska se yksinkertaisti kokeen teknistä toteutusta ilman, että se vaikutti satotuloksiin (Taulukot 8 ja 9).

Vuoden 2019 kokeesta saatiin kuivuuden takia korjattua vain kokeen ensimmäisen niiton sato (Taulukko 8). Se oli suurin lietalannalla ja syksyllä levitetty kuivikelanta tuotti keväällä levitettyä kuivikelantaa suuremman sadon. Molempien syyslevitysten sato oli myös väkilannan satoa suu- rempi. Lannoitusten väliset satoerot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Koe korjattiin kasvuston tavoiteltua myöhäisemmällä kasvuasteella, mikä kasvatti kokeessa saa- vutettua satotasoa. Korjuun viivästyminen näkyi kuiva-ainesadon koostumuksessa niin, että sa- don raakavalkuaispitoisuus jäi matalaksi. Syksyllä levitetyn lietalannan sadossa se oli merkitse- västi pienempi kuin keväällä levitetyn kuivikelannan sadossa. Tulosta voitaneen tulkita myös

niin, että lietelannan syyslevitys nopeutti nurmen ensimmäisen niiton sadon kehitystä. Kuiva-ainesadon myöhästynyt korjuu näkyi myös sadon sulavan orgaanisen aineen matalana pitoisuutena (D-arvo).

Kuiva-ainesadon mukana korjatun typen määrä laskettiin typpisatona niin, että kuiva-ainesadon määrä kerrottiin sen typpipitoisuudella. Sadon typpipitoisuus saatiin olettamalla, että kuiva-ainesadon raakavalkuaisen typpipitoisuus oli 16 %. Näin laskien kokeen typpisadon määrä oli keskimäärin 90 kg/ha, eli lannoituksista levitetyn liukoisen typen levitysmäärästä sadossa palautui näennäisesti 90 %. Näennäisesti siksi, koska kaikki sadossa korjattu typpi ei ollut todennäköisesti peräisin ainoastaan niittoa edeltäneestä lannoituksesta, vaan se saattoi olla peräisin myös sitä aiemmista lannoituksista tai maan orgaanisen aineksen hajoamisessa vapautuneesta tyypestä tai kuivikelannan orgaanisen aineen hajoamista vapautuneesta tyypestä. Jälkimmäisin typpilähde voisi osaltaan selittää lietelannan kuivikelantoja pienemmäksi jäänyttä typpisatota.

Vuoden 2020 nurmikokeen ensimmäisen niiton kuiva-ainesato oli edellisen vuoden tavoin lietelannalla hiukan suurempi kuin muilla koekäsittelyillä. Syksyllä levitetyn kuivikelannan sato jäi nyt, edellisen vuoden koetuloksesta poiketen, keväällä levitettyä kuivikelantaa pienemmäksi (Taulukot 8 ja 10). Vaikka lietelannan satoero kuivikelantoihin verrattuna kasvoi, kun kuiva-ainesadon määrä laskettiin lannoituksessa levitettyä typpimäärä kohti, se ei kuitenkaan poikennut merkittävästi muista koekäsittelyistä.

Taulukko 10. Vuonna 2020 toteutetun nurmen lannoituskokeen nurmen kuiva-ainesadon määrä (KA-sato) ja koostumus niitoittain ja yhteensä kasvukauden aikana. Koekäsittelyiden keskiarvojen välillä on tilastollisesti merkitsevä ero, jos ne on merkitty eri yläindeksillä.

	Kuivikelanta syksyllä	Lietelanta syksyllä	Kuivikelanta kevällä	Kuivikelanta kesällä	Väkilanta
1. Niiton sato					
Sato, kg ka ¹ /ha	4 252	4 719	4 312	4 350	4 544
Typpisato, kg/ha	69	79	75	78	86
Sato, kg ka ¹ /N kg	37	47	39	44	45
1. Niiton sadon koostumus					
Raakavalkuainen, g/kg ka ¹	102	104	110	111	119
D-arvo, g/kg ka ¹	637	629	643	641	643
2. Niiton sato					
Sato, kg ka ¹ /ha	3 299	3 456	3 574	3 526	3 335
Typpisato, kg/ha	69	69	74	69	72
Sato, kg ka ¹ /N kg	33	35	36	29	33
2. Niiton sadon koostumus					
Raakavalkuainen, g/kg ka ¹	131	125	130	118	135
D-arvo, g/kg ka ¹	673	689	678	669	684
3. Niiton sato					
Sato, kg ka ¹ /ha	1 398	1 315	1 368	1 309	1 365
Typpisato, kg/ha	32 ^b	28 ^a	31 ^b	30 ^{ab}	30 ^{ab}
Sato, kg ka ¹ /N kg	45	42	44	42	44
3. Niiton sadon koostumus					
Raakavalkuainen, g/kg ka ¹	146	133	147	144	140
D-arvo, g/kg ka ¹	713	711	711	711	714
Niitot 1–3 yhteensä					
Sato, kg ka ¹ /ha	8 949	9 490	9 254	9 185	9 245
Sato, kg ka ¹ /N kg	36 ^a	41 ^b	38 ^{ab}	38 ^{ab}	40 ^{ab}
Typpisato, %	70	76	75	72	82

¹Kuiva-aine.

Vuoden 2020 ensimmäisessä niitossa korjattu typpisato jäi edellisen vuoden kokeessa korjattua typpisatoa pienemmäksi. Yksi eroa selittävä tekijä saattoi olla se, että vuoden 2019 kokeen ensimmäisen niiton kasvu-aika oli pitempi kuin jälkimmäisen kokeen. Vuoden 2019 koe päästiin lähes lumettoman talven jälkeen lannoittamaan paljon aikaisemmin kuin vuoden 2020 koe. Eroa kasvatti edelleen se, että vuoden 2019 kokeen sato korjattiin vielä myöhäisemmällä kasvuasteella kuin se tehtiin vuonna 2020.

Kun kuivikelanta levitettiin kokeen toisen niiton lannoituksessa, se näytti tuottavan määrältään niiton toiseksi suurimman kuiva-ainesadon. Kun kuiva-ainesadon määrä laskettiin lannoituksessa levitettyä typpikilo kohti, koekäsittelyn sato jäi muita heikommaksi, mutta ero ei ollut kuitenkaan merkitsevä.

Kaikkien koekäsittelyjen kolmas niitto lannoitettiin pelkästään väkilannalla niin, että lannoituksessa käytetty typpimäärä oli maltillinen. Kolmannen niiton tavoitteena oli saada esiin aiempien lannoitusten mahdolliset jälkivaikutukset. Kuiva-ainesadon määrässä niitä ei todettu. Kuiva-ainesadossa korjattu typpimäärä oli kolmannessa niitossa muilla kuin lietelannalla vähintään yhtä suuri kuin lannoituksessa levitetty typpimäärä.

Kokeen kolmessa niitossa kertynyt kuiva-ainesato oli keskimäärin 9 225 kg/ha niin, että koekäsittelyjen väliset satoerot jäivät nimellisiksi. Kun kuiva-ainesadon määrä laskettiin lannoituksissa levitettyä typpimäärää kohti, sato oli keskimäärin 39 kg ka/N kg. Kuivikelantojen syyslevitys antoi kasvukauden aikana tehtyjä levityksiä huomattavan typpilannoituksen vasteen, mutta ero ei ollut kuitenkaan merkitsevä. Lietelannalla vaste oli hieman parempi kuin kuivikelannoilla keskimäärin. Kuiva-ainesadossa korjattu typpimäärä kattoi 75 % lannoituksissa levitetyn typen määrästä. Osuus oli suurin väkilannalla, mutta ero muihin koekäsittelyihin ei ollut merkitsevä.

4.3.3. Kuivikelannalla lannoitetusta nurmesta korjatun säilörehun säilönnällinen ja hygieeninen laatu

Vuoden 2019 kokeen lannoituskokeen yhteydessä tehtiin myös nurmen säilöntäkoe niin, että ruutukokeessa mukana ollutta vastaava nurmikasvusto jaettiin kolmeen kaistaan, joista yksi lannoitettiin syksyllä 2018 ja toinen keväällä 2019 kuivikelannalla, kun kolmas kaista lannoitettiin keväällä samanaikaisesti tehdyn kuivikelannan levityksen kanssa vain väkilannalla. Kuivikelannalla tehdyt lannoitukset täydennettiin keväällä väkilantatypellä samoin kuin ruutukokeessa niin, että nurmen ensimmäisen niiton typpilannoitus oli 100 kg/ha, josta lannoissa levitetyn liukoisen typen osuus oli 30 kg/ha. Kuivikelannan levitys tehtiin sen levitykseen suunnitellulla modernilla levittimellä. Lietelanta levitettiin kuivikelannan tavoin nurmen pinnalle. Kokeessa levitetty kuivikelanta saatiin Ruukissa käynnissä olleista lihanautojen kuivituskokeista ja lietelanta Ruukin maaseutuopiston lypsylehmänavetasta.

Koekasvustosta korjattiin ensimmäisen niiton sato kesäkuussa 2019. Kunkin lannoituskaistan kasvusto niitettiin niittomurskaimella ja korjattiin lyhyen esikuivauksen jälkeen pyöröpaaleihin. Rehuun lisättiin paalauksen yhteydessä happopohjainen säilöntäaine. Kultakin lannoituskaistalta korjattiin kuusi rehupaalia, jotka varastoitiin ulkona. Kuudesta rehupaalista valittiin satunnaisesti kolme paalia, joista otettiin maaliskuun alussa 2020 edustavat rehunäytteet. Ne koostuivat useista osanäytteistä, jotka otettiin paaleittain aina samoista paikoista. Rehujen hygieenisen laadun määrittämiseen otettujen näytteidenoton yhteydessä näytteenottokaira pestiin kuumalla vedellä aina ennen seuraavan näytteenottoa. Näytteistä analysoitiin Valion rehulaboratoriossa rehujen säilönnällinen laatu ja Luonnonvarakeskuksen laboratoriossa Oulussa rehujen hygieeninen laatu. Hygieenisen laadun analysoinnissa tutkittiin lantaperäisten mikrobien esiintyminen rehuissa. Lantaperäisen saastunnan indikaattorina käytettiin kolibakteereita (*Escherichia coli*). Analyysitulokset esitetään Taulukossa 11.

Taulukko 11. Syksyllä 2018 tai keväällä 2019 nurmen pinnalle levitetystä kuivikelannalla lannoitetusta ja pyöröpaaleihin säilötystä ja varastoiduista ensimmäisen niiton rehuista maaliskuussa 2020 otettujen rehunäytteiden tulokset.

	Kuivikelannan levitys syksyllä	Kuivikelannan levitys keväällä	Väkilanta
Kuiva-aine (ka), g/kg	285	310	299
Tuhka, g/kg ka	61	62	63
pH	4,09	4,20	4,15
Maito- ja muurahaishappo, g/kg ka	38	29	33
Haihtuvat rasvahapot, g/kg ka	8,3	8,0	7,7
Sokerit, g/kg ka	82	110	99
Ammoniakkityppi, g/kg typpeä	34	29	39

Säilöntäkoetta jatkettiin niin, että kuivikelantaa levitettiin toisen niiton lannoitteeksi, mutta kuivuus esti ruutukokeen tavoin säilöntäkokeen jatkamisen suunnitellulla tavoin.

Suolistoperäiset bakteerit eivät säily pitkään elinvoimaisina pellolle levitetyssä lannassa. Siksi lantaperäisen saastunnan riski oli suurempi keväällä kuin syksyllä kuivikelannalla lannoitetussa rehussa. Keväällä kuivikelanta levitetään lisäksi saman kasvuston pinnalle, joka myöhemmin korjataan rehusatona.

Lantajäämien mukana saattaa rehuun kulkeutua myös voihaapobakteerien itiöitä, jotka kestävä haastaviakin ympäristöolosuhteissa. Rehuun päästessään ne voivat muuttua lepomuotoisista itiöistä kasvulliseksi bakteereiksi, jotka tuottavat kasvaessaan rehuun voihaappoa ja aiheuttavat kasvaessaan rehun ravintoaineiden mittavaa hävikkiä. Voihaapobakteerien kasvu näkyy rehuanalyysituloksissa mm. haihtuvien happojen pitoisuuden kasvuna, ammoniakkityypin nousuna ja pH:n kasvuna. Koerehujen analyysitulosten perusteella kaikkien rehujen säilönnällinen laatu oli hyvä ja rehujen väliset erot jäivät vähäisiksi. Osa niistä saattoi aiheutua pelkästään siitä, että rehujen kuiva-ainepitoisuudet poikkesivat hiukan toisistaan.

Ilmeisesti lantajäämien kulkeutuminen pellolta kasvuston mukana rehuun jäi vähäiseksi, koska ulosperäisen saastunnan mittareina yleisesti käytettyjen kolibakteerien määrä rehuissa jäi niin vähäiseksi, että se ei yhdessä näytteessä ylittänyt analyysin raja-arvoa, joka oli 10 pesäkettä muodostavaa yksikköä rehugrammassa.

4.4. Yhteenvetoa kuivikelannalla tehdyistä lannoituskokeista

Tiedontarve tuotantoeläinten kuivitukseen käytettävien eri kuivitusmateriaalien toimivuudesta kasvoi entisestään Ruukissa tehtyjen lihanautojen kuivituskokeiden toteutuksen aikana, koska kuiviketarpeen saatavuus vaikeutuu ratkaisevasti, kun energiatarpeen nostosta ollaan luopumassa. Kuiviketarpeen vahvuuksiin voidaan viljalla tehtyjen lannoituskokeiden tulosten perusteella lukea se, että se parantaa yhdessä oljen kanssa lantaan lisättynä kuivikelannan satovaiikutusta, mikä samalla vähentää lannan käytöstä syntyvää ympäristökuormituksen riskiä. Viljan lannoituskokeiden tulosten perusteella voidaan lisäksi todeta, että vaihtoehtoisten kuivikemateriaalien kartoituksessa on tarpeen miettiä myös niiden toimivuus paitsi kuivituksessa myös lannoituksessa.

Kuivikelannan levitykseen nurmelle sisältyy satoriski ja hygieniariski. Satoriski aiheutuu siitä, että pellon pinnalle kuivikelannassa levitettyä typpeä voi hukkaantua haihtumalla, huuhtoutumalla ja valunnan mukana. Lisäksi lannan ravinteet siirtyvät viiveellä kasvien käyttöön. Nurmen ensimmäisen niiton sato on yleensä suurin ja kasvuaika lyhyin. Siksi sen lannoituksessa on kiire ja ravinteiden tulisi päätyä nopeasti kasvien käyttöön, jotta kasvukauden merkittävin sato saadaan korjattua tavoitellun suurena. Nurmen lannoituskokeissa mukana ollut lannan syyslevitys on yksi tapa toteuttaa nurmen ensimmäisen niiton lannoitus. Nurmikokeiden satotulosten ja lannoituksissa levitetyn typen hyväksikäytön perusteella se ei ollut ihan kasvukauden aikana tehtyjen levitysten vertainen ratkaisu, mutta ei suoraan tuomittavakaan, vaan lisää tutkimusta kaipaava vaihtoehto. Lietelannalla syyslevitys näytti toimivan hyvin, vaikka liete levitettiin kuivikelannan tavoin pintaan.

Kuivikelannan koostumus ei ole tasalaatuinen, vaan vaihtelee sen mukaan, kuinka sonta, virtsa ja kuivikkeet ovat siihen jakaantuneet. Ravinteiden epätasapainoinen jakaantuminen saattaa vielä lisääntyä lannan levityksessä. Kokeissa lannat levitettiin käsin, mikä saattoi vähentää ravinteiden epätasaisuudesta jakaantumisesta aiheutuvaa vaikutusta sadon määrään ja koostumukseen. Epätasaisuudesta aiheutuvaa haittaa poistaa se, että kuivikelannan levitys täydenneen yleensä väkilannoituksella.

Kuivikelannalla lannoitetusta kasvustossa ei tehdyssä nurmen säilöntäkokeessa ilmeisesti kulkeutunut lantajäämiä rehuun. Riski siihen on kuitenkin ilmeinen. Riskiä voidaan perustellusti vähentää, jos lanta levitetään joko syksyllä tai vasta kesän toiselle niitolle. Rehuun päässeiden haitallisten lantaperäisten bakteereiden kasvua rehussa voidaan estää huolellisella rehun säilönnällä.

4.5. Viitteet

- Chapman, P.A., Siddons, C.A., Gerdan Malo, A.T. & Harkin, M.A. 1997. A 1-year study of *Escherichia coli* O157 in cattle, sheep, pigs and poultry. *Epidemiology and Infection* 119: 245–250.
- Davies, D.R., Merry, R.J. & Bakewell, E.L. 1996. The effect of timing of slurry application on the microflora of grass and changes occurring during silage fermentation. *Grass and Forage Science* 51: 42–51.
- Ericson, L. 2002. Stallgödsel till vall – spridningstider på hösten. Nytt från Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, nr 2, 2002. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Röbäcksdalen, Umeå.
- Ericson, L. & Alskog, G. 2000. Stallgödsel till vall – spridningstider på hösten. Röbäcksdalen meddelar, Sveriges lantbruksuniversitet, nr 1, 2000, 75–78.
- Mattila, P. & Joki-Tokola, E. 2003. Effect of treatment and application technique of cattle slurry on its utilization by ley: I. Slurry properties and ammonia volatilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65: 221–230.
- Mechie, S.C., Chapman, P.A. & Siddons, C.A. 1997. A fifteen-month study of *Escherichia coli* O157:H7 in a dairy herd. *Epidemiology and Infection* 118 (Suppl. 1): 17–25.
- Russell, J.B., Diez-Gonzalez, F. & Jarvis, G. N. 2000. Potential effects of cattle diets on the transmission of pathogenic *Escherichia coli* to humans. *Microbes and Infection* 2: 45–53.
- Steineck, S., Djurberg, L. & Ericsson, J. 1991. Stallgödsel. Sveriges lantbruksuniversitet. Speciella skrifter 43. Uppsala.
- Queiroz, O.C.M., Ogunade, I.M., Weinberg, Z. & Adesogan, A.T. 2018. Silage review: Foodborne pathogens in silage and their mitigation by silage additives. *Journal of Dairy Science* 101: 4132–4142.

5. Selvitys nautojen lantaisuudesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä

Tuomas Herva

A-Tuottajat Oy, 60061 Atria

Tiivistelmä

Nautojen puhtaus on tärkeää sekä eläinten hyvinvoinnin että elintarviketurvallisuuden kannalta. Sitä valvotaan lainsäädännön nojalla niin viranomaisten kuin elinkeinonkin toimesta.

Tämän selvitystyön yhteydessä kartoitettiin lantaisuuden syitä ongelmatiloiille tehdyillä tilakäynneillä, Atrian teurasaineiston läpikäynnillä sekä teurasaineiston ja Nautojen terveydenhuoltojärjestelmään Nasevaan kirjattujen eläinlääkärikäyntien tietojen pohjalta tehdyillä rakenneyhtälömalleilla.

Tehtyjen selvitysten mukaan lantaisuutta todettiin erityisesti kosteina ja pimeinä talvikuukausina. Erityisesti ryhmässä alakynteen jäävät eläimet ovat alttiita likaantumaan. Onnistunut kuivituksen hallinta on oleellista eläinten pitämiseksi puhtaana. Tilast selvitysten mukaan eläinten kokonaisyhyvinvoinnin kannalta hyvät olosuhteet, kuten kuivikepohjat, lisäsivät lantaisuusriskiä, mutta rakenneyhtälömalleissa mukavan ja pehmeän makuualueen eli onnistuneen kuivituksen hyvinvointiriskiä ja sitä kautta lantaisuutta vähentävä vaikutus osoittautui tilastollisesti merkitseväksi.

Kuivituksen hallintaan liittyvät yksityiskohdat, kuten kuivikepohjan vettyminen pakkasten jälkeen ja liian suuren eläintiheyden aiheuttamat ongelmat, tulivat esille tilakäynneillä. Tarhoihin liittyvät ongelmat tulivat esille kahdella tilakäynnillä sekä liharotujen, hyvinvointilisän saajien ja Luomutilojen suurempana lantaisuusriskinä. Rakenneyhtälömalleissa havaittu huonojen olosuhteiden lantaisuutta lisäävä vaikutus voi selittyä joillakin tiloilla myös tarhauksen ongelmilla. Rakolattioiden kumittamisesta, märästä rehusta tai voimakkaasta ruokinnasta mahdollisesti aiheutuva lantaisuusriski ei tullut esille tässä selvityksessä. Tehtyjen selvitysten pohjalta päivitetiin Atrian nautatiloille suunnattua ohjeistusta nautojen puhtaana pitämiseksi.

Asiasanat: nauta, lantaisuus, kuivitus, rakenneyhtälömalli, keskenkasvuisuus, vuodenaikavaihtelu

5.1. Johdanto

Nautojen lantaisuuden ennaltaehkäisy on karsinoiden kuivituksen keskeinen tavoite. Tässä A-Tuottajat Oy:n toteuttamassa Nautatilojen kuivikehuolto -hankkeen selvityksessä käytiin läpi lantaisuuteen vaikuttavia tekijöitä teurastulosten, kansallisen nautojen terveydenhuollon seurantajärjestelmän (Naseva) ja tilakäyntien avulla. Tavoitteena oli löytää parhaat kuivitustavat, olosuhderatkaisut ja hoitokäytännöt lantaisuuden ehkäisemiseksi. Lisäksi selvitettiin lantaisuutta eläinten hyvinvoinnin indikaattorina ja kuivituksen roolia lantaisuuden ennaltaehkäisemisessä.

5.2. Eläinten puhtauden merkitys ja siihen liittyvä valvonta

5.2.1. Lantaisuuden merkitys

Lantaisuus heikentää eläinten hyvinvointia ja tuoteturvallisuutta. Hyvä hygienia on tärkeää niin tilan tautisuojausten kuin elintarviketurvallisuudenkin kannalta. Puhtaat eläimet ovat turvallisen lihaketjun lähtökohta.

Eläimillä on sisäsyntyinen tarve huolehtia omasta puhtaudestaan nuolemalla turkkiaan ja hankaamalla itseään rakenteisiin. Lantaisten eläinten lämmönsäätely heikkenee ja eläimet sairastuvat tavallista herkemmin.

Lantaiset teuraat vaarantavat elintarviketurvallisuutta. Likaantuneiden teuraiden teurastaminen puhtaasti on hidasta, mikä uhkaa koko teuraslinjan sujuvaa toimintaa. Lantaisuus aiheuttaa myös vuotavaurioita ja alentaa vuodista saatavaa hintaa, millä on merkitystä lihanautaketjun kannattavuudelle.

Kaikkien lantaisten kirjaaminen teuraslinjalla takaa sen, että tilat saavat ajoissa tiedon eläintensä likaisuudesta eivätkä viranomaisten tarkastukset tule yllätyksenä. Eläinten lantaisuus voi johtaa täydentävien ehtojen valvontaan ja huomattavan suuriin tukileikkauksiin. Näistä syistä eläinten likaisuus on syytä ehkäistä jo ennakolta eikä likaisuutta voida hyväksyä erilaisiin käytännön ongelmiin vedoten.

Eläinten lantaisuudesta seuraa lantaisuusvähennys. Lantaisten teuraiden hintaa alennetaan 10 % niiden aiheuttaman ylimääräisen työn ja riskin takia. Siten lantaisten eläinten minimointi on myös taloudellisesti tärkeää.

Lantaisuuden taustalla on hyvin monia tekijöitä, joiden hallinta etukäteen on hankalaa tai mahdotonta. Lantaisten eläinten puhdistaminen tilaolosuhteissa on vaikeaa ja ilman kunnollisia käsittelyjärjestelyjä myös vaarallista. Se vaatii myös erityistä eläinten käsittelyyn liittyvää ammattitaitoa, jota ei ole kaikilla tiloilla käytettävissä. Näistä syistä johtuen lantaisuudesta ja siihen liittyvistä riskeistä aiheutuu tiloille paljon työtä ja mieliharmia.

5.2.2. Eläinten puhtauteen liittyvä lainsäädäntö

Eläinten puhtauteen liittyviä määräyksiä annetaan sekä elintarvikehygieniaan että eläinsuojeluun liittyvissä säädöksissä. Yleisen elintarvikehygienia-asetuksen mukaan tuottajan on varmistettava teuraaksi vietävien eläinten puhtaus niin pitkälti kuin mahdollista.

Eläimistä saatavien elintarvikkeiden hygienia-asetuksen ja sen nojalla annetun laitasetuksen 795/2014 mukaan teurastamon on varmistettava, että jokainen teurastamoihin hyväksytty eläin

on puhdas. Teurastamoon ei saa tuoda eläimiä, jotka ovat niin likaisia, että teurastushygienia vaarantuu. Jos eläinten likaisuus havaitaan vasta teurastamossa, tulee teurastamotoimijan puhdistaa eläin tai ryhtyä muihin toimenpiteisiin teurastushygienian varmistamiseksi. Laitoksen omavalvontakuvauksen on tarvittaessa sisällettävä ohjeet siitä, miten lantaisten eläinten hygieeninen teurastus varmistetaan.

EU:n yhteisötason säädökset edellyttävät, että kotieläinrakennukset on voitava puhdistaa ja velvoittavat jäsenmaita järjestämään tuotantoeläinten hyvinvoinnin tarkastuksia:

”Rakennukset ja eläinsuojat: kaikki tällaisten rakennusten rakentamiseen käytettävät materiaalit on voitava puhdistaa ja desinfioida. Ilman kierto, pölyisyys, lämpötila ja ilman kosteus on pidettävä hyväksyttävissä rajoissa. Rakennuksissa olevia eläimiä ei saa pitää jatkuvassa pimeydessä eikä jatkuvassa keinovalaistuksessa.”

”EU-maiden on annettava säännökset, joiden mukaisesti toimivaltaisten viranomaisten on tehtävä tarkastuksia. Niiden on toimitettava tarkastuksista selvitys Euroopan komissiolle, joka antaa selvitysten perusteella ehdotuksia tarkastusten yhdenmukaistamiseksi.”

Täydentävien ehtojen valvonnasta on säädetty Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella (EY) N:o 1306/2013, komission delegoidulla asetuksella (EU) N:o 640/2014 sekä komission täytäntöönpanoasetuksella (EU) N:o 809/2014 sekä kansallisesti lailla maatalouden tukien toimeenpanosta (192/2013) ja valtioneuvoston asetuksella täydentävien ehtojen lakisääteisistä hoitovaatimuksista sekä niiden ja hyvän maatalouden ja ympäristön vaatimusten noudattamisen valvonnasta (7/2015).

Eläinsuojelulailla säädetään eläinten hoidosta ja pitopaikan puhtaanapidosta:

”Eläimiä on kohdeltava hyvin eikä niille saa aiheuttaa tarpeetonta kärsimystä. Tarpeettoman kivun ja tuskan tuottaminen eläimille on kielletty. Lisäksi eläintenpidossa on edistettävä eläinten terveyden ylläpitämistä sekä otettava huomioon eläinten fysiologiset tarpeet ja käyttäytymistarpeet.”

”Eläimen pitopaikan on oltava riittävän tilava, suojaava, valoisa, puhdas ja turvallinen sekä muutoinkin tarkoituksenmukainen ottaen huomioon kunkin eläinlajin tarpeet. Eläimen pitäminen tarpeetonta kärsimystä tuottavalla tavalla on kielletty.”

”Hoidossa olevaa eläintä ei saa jättää hoidotta tai hylätä. Eläimen on saatava riittävästi sille sopivaa ravintoa, juotavaa ja muuta sen tarvitsemaa hoitoa. Eläimen sairastuessa sen on saatava asianmukaista hoitoa. Eläimen hyvinvointi ja olosuhteet on tarkistettava riittävän usein.”

Eläinsuojeluasetuksella annetaan tarkempia määräyksiä eläinten pitopaikalle ja hoidolle:

”Pitopaikassa tulee voida ylläpitää puhtautta ja hyvää hygieniaa ja siellä olevat eläimet on voitava tarkastaa ja hoitaa vaikeuksitta.”

”Pitopaikan tulee tarjota riittävä suoja epäsuotuisia sääoloja sekä liiallista kylmyyttä, lämpöä ja kosteutta vastaan.”

”Hoidossa olevan eläimen terveydestä ja yleisestä hyvinvoinnista sekä eläimen puhtaudesta ja sen tarvitsemasta muusta keuhkohoidosta on huolehdittava.”

Nautojen pidosta annetaan erityisiä määräyksiä maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa:

”Nautojen pitoon tarkoitettujen eläinsuojien ja karsinoiden sisäpintojen sekä nautojen pitoon tarkoitettujen varusteiden ja laitteiden on oltava helposti puhtaana pidettäviä ja tarvittaessa desinfioitavissa.”

”Nautojen pitoon tarkoitettujen eläinsuojat, parret, karsinat, varusteet ja laitteet on pidettävä puhtaina ja tarvittaessa desinfioitava.”

”Juoma-astioiden, kaukaloiden ja juottolaitteiden on oltava helposti puhtaana pidettäviä.”

”Nautojen juoma-astiat ja juottolaitteet on pidettävä puhtaina. Virtsa ja ulosteet eivät saa liata rehua tai juomavettä.”

Ruokavirasto on antanut kuvallisia ohjeita eläinten ja karjan puhtauden arvioimiseksi niin teurastamossa (5735/04.02.00.01/2020/2) kuin tilalla tehtävien eläinsuojeluvalvontojen yhteydessä (1432/04.01.00.01/2020).

”Arvioitaessa eläimiä niiden puhtauden perusteella eläimet voidaan luokitella kolmeen luokkaan: Eläin on puhdas, kun se on kinnerten ja etupolvien yläpuolelta lähtien kuiva tai lähes kuiva eikä siinä esiinny lantaisuutta tai likaa. Eläin on hieman likainen, kun siinä on hieman lantaisuutta tai likaa pienellä alueella. Eläin on likainen, kun sillä on laajahkolla vatsaan ja kylkiin asti ulottuvalla alueella likaa tai kosteutta tai siinä on useita pienempiä likaantuneita alueita. Lantapanssaria voi esiintyä kämmmentä suuremmalla alueella tai usealla pienemmällä alueella. Ihossa voi olla näkyvissä lantapanssarin aiheuttamia ihovaurioita. Eläin on erittäin likainen, kun eläin on kokonaan tai lähes kokonaan nestemäisen lian peitossa tai eläimellä on laaja lantaisuus- tai likaisuusalue. Lantapanssaria esiintyy laajalla alueella tai useammalla pienellä alueella. Lantapanssari voi olla paksua.”

”Karjan puhtautta arvioitaessa tulee huomioida kokonaisuus ja käyttää tapauskohtaista harkintaa. Esimerkiksi 2–3 yksittäistä likaista eläintä keskikokoisessa muuten puhtaassa karjassa ei välttämättä edellytä toimenpiteitä, mutta neuvojen antaminen tilalle on suositeltavaa. Tilalle olisi suositeltavaa antaa neuvoja myös, jos lähes kaikki tilan eläimet ovat hieman likaisia. Sen sijaan yksikin erittäin likainen eläin edellyttää eläinsuojelulain mukaisiin toimenpiteisiin ryhtymistä.”

5.2.3. Elinkeinon toimintatavat

Eläinten puhtautta arvioidaan sekä terveydenhuoltokäynnin että teurastuksen yhteydessä. Tilalla ei saa olla selvästi lantaisia eläimiä. Tuotantorakennus on yleisilmeeltään siisti. Eläimet pidetään puhtaina ja navetan hygieniä korkealla tasolla. Lämpimät tuotantorakennukset olisi hyvä pestä vähintään kerran vuodessa. Kylmäkasvattamot puhdistetaan muulla tarkoituksenmukaisella tavalla.

Eläinten puhtautta tilalla arvioidaan eläinlääkärien vuosikatsauksella. Tiedot kirjataan Naseva-järjestelmään. Toimintatapa on hyvä, jos kaikki eläimet ovat puhtaita tai joukossa on vain yksittäisiä hieman lantaisia eläimiä. Tilanne on tyydyttävä, jos yli 5 % eläimistä on lievästi lantaisia ja joukossa on yksittäisiä lantaisia eikä joukossa ole erittäin lantaisia yksilöitä. Tilalla on korjattavaa, jos yli 5 % eläimistä on lantaisia tai joukossa on joitakin erittäin lantaisia yksilöitä eikä tilalla ole ryhdytty riittäviin toimenpiteisiin tilanteen korjaamiseksi.

Atria vähentää lantaisten teuraiden tilityshintaa kymmenellä prosentilla. Jos tilan Atrialle toimittamissa teuraissa todetaan vähintään kolme lantaista eläintä ja yli viisi prosenttia eläimistä

on lantaisia, tilaan otetaan yhteyttä ja käydään läpi asian tausta ja annetaan ohjeita nautojen pitämiseksi puhtaana.

Eläinten terveys ry ja teurastamot ovat antaneet ohjeita eläinten pitämiseksi puhtaana.

5.3. Tilakäynteihin perustuva selvitys

Hankkeen yhteydessä käytiin 12 tilalla, joilla on ollut tavallista enemmän lantaisia teuraita. Taulukossa 1 on kuvaus kustakin tilasta sekä ratkaisuehdotus tilan lantaisuusongelmaan.

Taulukko 1. Yhteenvedo tilakäynneistä, niillä todetut tärkeimmät lantaisuutta aiheuttaneet tekijät ja sovitut korjaavat toimenpiteet.

Tila	Tilatyyppe	Ongelma	Ratkaisu
1	Sonnikasvattamo rakolattialla ja kiinteällä makuualueella	Kiinteä makuualue, eläintiheys	Eläintiheyden vähentäminen, vasikkakarsinoiden koneellinen kuivittaminen
2	Hiehokasvattamo vanhassa navetassa osin kiinteällä makuualueella	Kiinteä makuualue, eläintiheys	Karjaharjat, makuuparret kiinteälle makuualueelle, eläintiheyden vähentäminen
3	Emolehmätila kestokuivike tarhalla	Tarhan kulkureitin vettyminen	Kulkureitin sorastaminen ja vetyneiden alueiden pois aitaaminen
4	Emolehmätila kestokuivikkeella	Eläintiheys, teuraiden erottelutilan vettyminen erityisesti pakkasien jälkeen	Kuivitusstarkkuuden parantaminen
5	Sonnien kylmäpihatto sekä rakolattia	Pihvisonnien pitkä karva kylmäpihatossa	Siirtyminen maitorotuisiin
6	Hiehokasvattamo rakolattialla ja kiinteällä makuualueella sekä sonnikasvattamo osin kumiteulla rakolattialla	Kiinteä liian syvä makuualue	Karsinaremontti
7	Emolehmätila makuuparsilla ja nuorkarjan karsinoilla	Kestokuivikkeen tilapäinen hallintaongelma teurastusta odottavilla karsituilla emoilla erityisesti pakkasten jälkeen	Makuualueen puhdistaminen sen vetyessä ja kuivituksen lisääminen pakkasten lauhduessa
8	Sonnikasvattamo vinopohjalla	Niukka kuivitus	Kuivituksen lisääminen, välityhjennykset tarpeen mukaan
9	Sonnikasvattamo vinopohjalla	Eläintiheys, ei välityhjennysmahdollisuutta pitkittäinen väliaita	Eläinmäärän vähentäminen, välityhjennykset tarpeen mukaan
10	Hiehokasvattamo vinopohjalla	Eläintiheys, ei välityhjennysmahdollisuutta	Eläinmäärän vähentäminen, turpeen lisääminen olkisiripun joukkoon
11	Sonnikasvattamo kestokuivikkeella	Olkipohjan vettyminen teurastuskypsillä sonneilla	Turpeen käyttö viimeiset 2 kk ennen teurastusta
12	Emolehmätila kestokuiviketarhalla	Tarhojen vettyminen märkinä syksyinä	Kuivikeheinän lisääminen makuukatoksiin, vetyneiden alueiden poisaitaaminen tarhassa

Tilakäynneillä selvitettiin silmämääräisesti todennäköisiä lantaisuuden syitä ja käytiin läpi mahdollisia korjaavia toimenpiteitä. Talvikuukausien tunnetut ongelmat tulivat esille kaikilla tiloilla. Kuivituksen hallintaan liittyviä ongelmia havaittiin seitsemällä tilalla. Silmin nähden niukka kuivitus tuli esille vain yhdellä tilalla, mutta liian suuri eläintiheys kestokuivikkeella oli ilmeinen lantaisuutta aiheuttava tekijä kuudella tilalla. Näissä tapauksissa välityhjennys tai alennettu eläinmäärä olisivat mahdollisia ratkaisuja tilanteen korjaamiseksi. Kahdella tilalla ei ollut sopivia koneita vettyneiden makuualueiden tyhjentämiseen.

Vähäinen kuivitus pakkasilla ja sen jälkeinen makuualueen vettyminen todettiin neljällä tilalla. Kuivikkeen jäätyminen vähentää kuivittamista, mikä nostaa makuualueen vettymisriskiä, kun kuivikepohja sulaa pakkasten lauhtuessa. Kiinteän kuivittamattoman makuualueen aiheuttamat ongelmat tulivat esille kolmella tilakäynnillä. Tarhoissa likaantumista havaittiin kahdella tilalla.

Pihvirotujen pitkää karvaa pidettiin yhdellä tilalla lantaisuuden syynä. Tilanne oli korjaantunut, kun oli siirrytty kasvattamaan maitorotuisia eläimiä. Kumitetut rakolattiat eivät nousseet esille tilakäynneillä, vaikka kumittamisen vaikutuksesta eläinten puhtauteen keskustellaan.

Tulokset tukevat jo aiemmin tehtyjä ohjeita lantaisuuden vähentämiseksi.

5.4. Teurastamoaineistoon perustuva kartoitus

Lantaisuusongelman hahmottamiseksi esitämme tilojen ja lantaisten ruhojen jakauman lantaisten teuraiden kokonaismäärän suhteen sekä useita erilaisia parivertailuja lantaisten ruhojen esiintyvyydestä yksittäisten taustatekijöiden suhteen. Näiden perusteella ei kuitenkaan tule tehdä voimakkaita johtopäätöksiä mahdollisista syyseuraussuhteista.

Luokittelimme tilat vuoden 2019 teurastulosten ja lantaisten teuraiden esiintyvyyden perusteella neljään luokkaan (Taulukko 2).

Taulukko 2. Tilojen luokittelu lantaisten teuraiden suhteen.

Tilaluokka	Lantaisten teuraiden määrä, kpl / tila	Osuus tiloista, %	Osuus teuraista, %	Osuus lantaisista, %
Ei lantaisia teuraita	0	93,05	71,30	0,00
Yksittäisiä lantaisia myyvät tilat	1–2	4,75	14,03	27,72
Useita lantaisia myyvät tilat	3–9	1,76	10,69	36,25
Ongelmatilat	10–85	0,44	3,98	36,03
Yhteensä		100,00	100,00	100,00

Luokittelun perusteella voidaan todeta, että suurin osa tiloista myy vain puhtaita eläimiä. Niiltä tulee yli kaksi kolmannesta kaikista teuraista. Yksittäisiä lantaisia teuraita on tullut vajalta viideltä prosentilta tiloista. Ne ovat myyneet runsaan neljänneksen kaikista lantaisista teuraista. Suurin osa, yli kolmannes lantaisista, on tullut 3–9 lantaista eläintä toimittaneilta tiloilta. Pahimmilta ongelmatiloilta lantaisia eläimiä on tullut lähes yhtä paljon.

Lantaisia ruhoja esiintyy marras-helmikuussa noin kymmenkertainen määrä kesään verrattuna (Taulukko 3). Pahimmat ongelmakuukaudet vaihtelevat jonkin verran vuodesta toiseen kulloistenkin sääolojen mukaan.

Taulukko 3. Lantaisten teuraiden osuus kesäkuun 2018 alusta alkaen eri kuukausina.

Vuosi	Kuukausi	Lantaisia, %
2018	Kesäkuu	0,28
	Heinäkuu	0,23
	Elokuu	0,26
	Syyskuu	0,32
	Lokakuu	0,88
	Marraskuu	2,47
	Joulukuu	3,64
	Kesäkuu – joulukuu 2018	1,11
2019	Tammikuu	2,46
	Helmikuu	3,20
	Maaliskuu	1,39
	Huhtikuu	0,85
	Toukokuu	0,26
	Kesäkuu	0,12
	Heinäkuu	0,00
	Elokuu	0,01
	Syyskuu	0,11
	Lokakuu	0,60
	Marraskuu	1,53
	Joulukuu	3,13
	Vuosi 2019	1,12
2020	Tammikuu	2,18
	Helmikuu	1,36
	Maaliskuu	0,61
	Huhtikuu	0,53
	Toukokuu	0,31
	Kesäkuu	0,09
	Tammikuu – kesäkuu 2020	0,84
Kesäkuu 2018 – kesäkuu 2020		1,05

Alle vuoden ikäiset teuraat ja huonosti kasvaneet ovat olleet muita lantaisempia, mikä voi selittyä niiden sosiaalisella asemalla eläinryhmässä (Taulukot 4 ja 5).

Taulukko 4. Lantaisten teuraiden osuus teurastyypin mukaan vuonna 2019 teurastetuilla nautoilla.

Teurastyyppi	Lantaisia, %
6–12 kk ikäiset teuraat	3,85
Sonni	1,15
Hieho	2,11
Lehmä	0,38
Kaikki yhteensä	1,16

Taulukko 5. Lantaisten teuraiden osuus maitorotuisten sonnien kasvun suhteen vuonna 2019 teurastetuilla sonneilla.

Nettokasvuluokka g/vrk	Lantaisia, %
Alle 400	2,31
400–550	0,95
Yli 550 g/vrk	0,59
Kaikki yhteensä	0,93

Kylmäpihatoissa lantaisuusongelmaa lienee rakolattioita enemmän, koska liharoduilla, hyvinvointillisellä ja luomutuotannolla on siihen vaikutuksensa (Taulukot 6, 7 ja 8).

Taulukko 6. Lantaisten teuraiden osuus rotuluokan mukaan vuonna 2019 teurastetuilla nautoilla.

Rotuluokka	Lantaisia, %
Iso liharotu	2,17
Maitorotu	0,84
Pieni liharotu	2,25
Risteytys	1,69
Kaikki yhteensä	1,16

Taulukko 7. Lantaisten teuraiden osuus hyvinvointilisän suhteen vuonna 2019 teurastetuilla nautoilla.

Hyvinvointilisää maksettu tilan teurassonneille	Lantaisuus, %
Ei	1,06
Kyllä	1,26
Kaikki yhteensä	1,15

Luomutuotannossa lantaisuutta on esiintynyt runsas kolmannes enemmän kuin tavanomaisessa tuotannossa, mutta vuosineljännesten välillä on teuraita myyvistä tiloista ja muista teki-
jöistä johtuvaa selvää vaihtelua (Taulukko 8).

Taulukko 8. Lantaisten teuraiden osuus tavanomaisessa ja luomutuotannossa.

Vuodet	Neljännesvuodet	Lantaisten osuus tavanomaisessa tuotannossa, %	Lantaisten osuus luomutuotannossa, %
2018		1,11	1,70
2019		1,11	1,61
2020	1. neljännes	1,38	2,45
	2. neljännes	0,31	0,55
	3. neljännes	0,10	0,13
	4. neljännes	1,22	0,95
2020	Yhteensä	0,76	0,99
2021	1. neljännes	1,66	1,23
	2. neljännes	0,00	0,00
2021	Yhteensä	1,64	1,21
Kaikki yhteensä		1,03	1,37

Tilakoolla ei havaittu olevan suoraa yhteyttä lantaisten esiintyvyyteen.

Lantaisuuteen vaikuttavien tekijöiden ja sen seurauksien väliset suhteet on esitetty Kuvassa 1.



Kuva 1. Lantaisuuteen vaikuttavien tekijöiden ja sen seurauksien väliset suhteet. Vasemmalla olevissa laatikoissa olevilla tekijöillä voi olla vaikutusta niiden oikealla puolella laatikoiden kohdalla oleviin tekijöihin. Vihreissä laatikoissa on tekijöitä, jotka löytyvät tuotantotiedoista. Sinisten laatikoiden tiedot löytyvät Nasevasta. Vaaleanpunaisissa laatikoissa olevat tekijät eivät ole kaikkien teuraiden osalta saatavissa, joten niiden merkitystä tulee arvioida muiden tekijöiden valossa.

5.5. Rakenneyhtälömallit

Rakenneyhtälömallit (Structural equation model, SEM) sopivat Kuvassa 1 esitetyn kaavion kaltaisten selkeästi kuvattujen teoreettisten mallien testaamiseen (Bollen 1989). Ne koostuvat piilevien tekijöiden suuruutta kuvaavasta mittausosasta ja eri tekijöiden välisiä suhteita kuvaavasta rakennneosasta. Niiden avulla voidaan hahmottaa sekä mitattavissa olevien että vain epäsuorasti arvioitavissa olevien tekijöiden vaikutuksia toisiinsa. Tämä on kenttätutkimuksien kannalta merkittävä etu, koska moni tutkittavaan seikkaan vaikuttava tekijä ei ole kenttäolosuhteissa suoraan mitattavissa. Lisäksi kaikkiin havaittuihin tekijöihin liittyy epävarmuutta, jota regressiomallit eivät ota huomioon (Hooper 2008).

Mittausosassa arvioidaan kiinnostuksen kohteena olevaa piilevää muuttujaa mitattujen indikaattorimuuttujien avulla. Yleistetyissä rakenneyhtälömaleissa (Generalized structural equation model) indikaattoreina voidaan käyttää eri tyyppisiä ja eri tavoin jakaantuneita muuttujia. Rakentamissamme malleissa lantaisuutta kuvattiin yksilötasolla dikotomisella eli kaksiluokkaisella luokkamuuttujalla. Karjatasolla käytettiin lukumäärämuuttujana niin lantaisten ruhojen kuin teurastuksessa todettujen ruhjeiden, ennen aikaisten teurastusten ja rasvaisten ruhojen määrää. Nasevan terveydenhuoltokäyneillä tehdyt ontumisen, iho- ja nivelvaurioiden ja käytäytymisen arviot olivat järjestysasteikollisia kolmeluokkaisia muuttujia. Päiväkasvu ja lihakkuus olivat jatkuvia muuttujia. Analyyseissä käytetty oletusjakauma vaihteli muuttujatyypin mukaan. Analyyseissä käytettiin Stata 16 –tilasto-ohjelmaa (Acocck 2013).

Teurastiedot ovat lähtökohtaisesti epätasapainoisia. Joiltakin tiloilta voi tulla satoja eläimiä ja joiltakin vain yksittäisiä. Sonnien, hiehojen ja muiden teurastyyppien keskinäiset suhteet vaihtelevat myös laidasta laitaan. Monenkirjavuus koskee myös tuotanto-olosuhteita ja eläinten hoitokäytäntöjä. Tämä aiheuttaa lakennallisia ongelmia, eikä kaikkia ajateltavissa olevia mallinuksia voi tehdä koko aineistoa käyttäen. Tästä syystä aineistoa on rajattu ja yhdenmukaistettu eri mallien kannalta tarkoituksenmukaisimmalla tavalla.

5.5.1. Lantaisuuteen vaikuttavat tekijät kaikilla teurailla

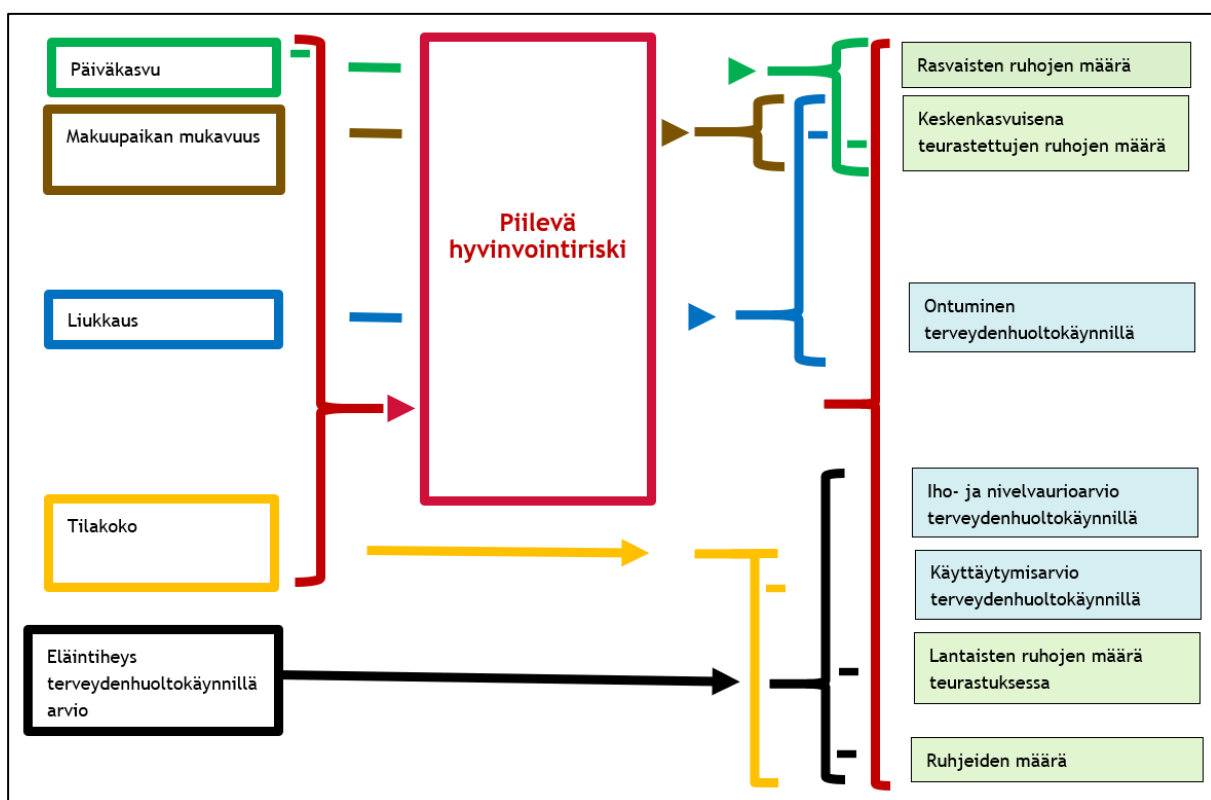
Kaikkien teurasnautojen osalta mallinsimme tilan, teurastuskuukauden, rodun ja teurastyyppin vaikutusta lantaisuuteen. Nasevan olosuhdetietojen ja teurastulosten mallinnus ei onnistunut laskentateknisistä syistä koko aineistoa käyttäen.

Tulosten perusteella voidaan laskea, että 86 % lantaisuuden hajonnasta selittyi tilojen välisellä hajonnalla. Eläimet olivat loka–huhtikuussa tilastollisesti merkitsevästi lantaisempia kuin kesäaikaan. Riski lantaisuuden esiintymiseen oli suurin joulukuussa, jolloin lantaisten määrä puhtaisiin ruhoihin verrattuna (vedonlyöntisuhde) oli 25 kertaa suurempi kuin kesällä. Hiehot liikaantuivat herkimmin. Niiden vedonlyöntisuhde oli lantaisuuden osalta 7,9 kertainen lehmiiin verrattuna. Alle vuoden iässä teurastettujen nuorten nautojen merkitys lantaisuuteen oli alustaviin parivertailuihin nähden vähäisempi vedonlyöntisuhteen ollessa 3,8. Myös isojen liharotujen merkitys lantaisuudella (vedonlyöntisuhde 1,9) oli pieniä rotuja (vedonlyöntisuhde 3,5) vähäisempi toisin kuin parivertailujen mukaan voisi päätellä.

5.5.2. Hyvinvoinnin arviointi ja lantaisuus yli 10 sonnin tiloilla Nasevan tiläkäynneillä arvioitujen tekijöiden ja teurastulosten suhteen

Nasevan olosuhdetietojen ja tuotantotulosten vaikutusten selvittämiseksi aineisto muutettiin tilatasolle ja rajattiin sonneihin ja vähintään 10 sonnia teurastaneisiin tiloihin.

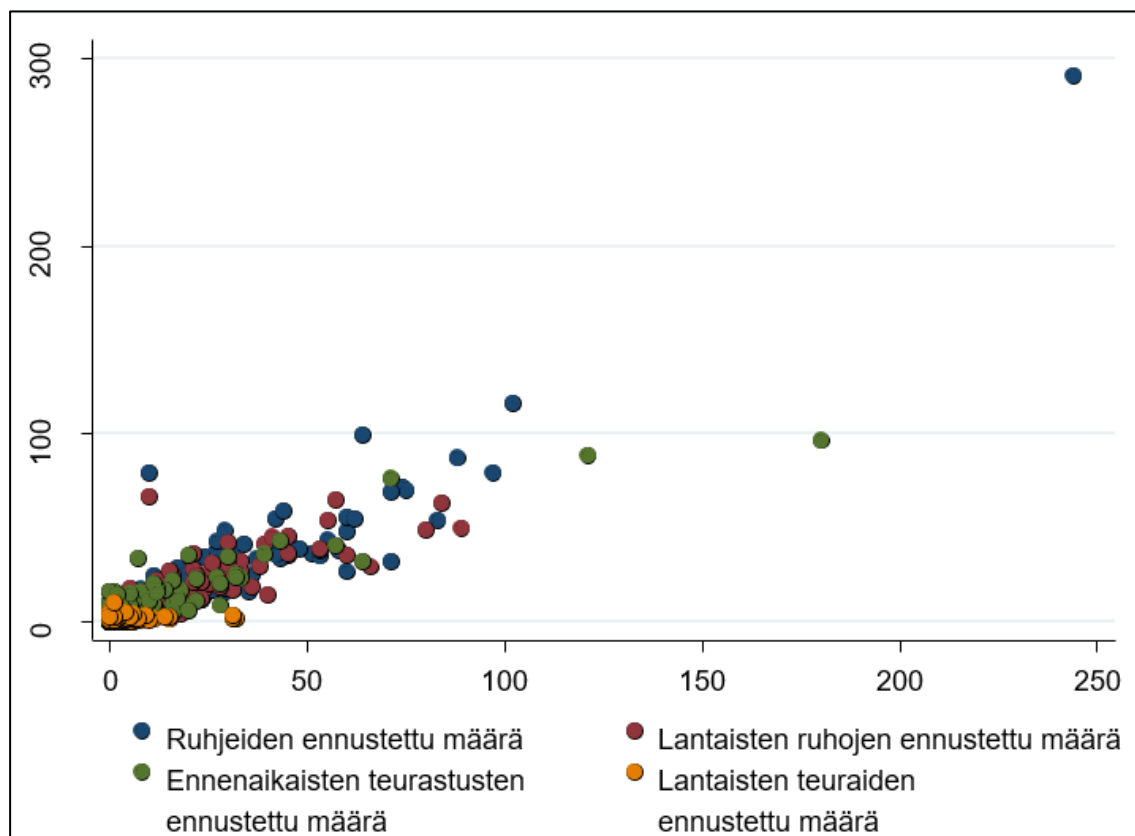
Kuvassa 1. esitettyjä hyvinvoinnin ja lantaisuuden taustatekijöiden ja indikaattoreiden välisiä suhteita testattiin rakenneyhtälömallinnuksella (Stata 16, Generalized structural equation model). Päiväkasvuä käytettiin mallinnuksessa ravintoaineiden saatavuuden kuvaajana eikä hyvinvoinnin indikaattorina. Mallinnuksessa tilastollisesti merkitseviksi jääneet tekijät on esitetty Kuvassa 2.



Kuva 2. Rakenneyhtälömalli eläinten hyvinvointiin vaikuttavista riskitekijöistä ja hyvinvointiriskin indikaattoreista. Riskitekijät vasemmalla, piilevä hyvinvointiriskiä kuvaava muuttuja keskellä ja hyvinvointiriskin indikaattorit oikealla. Negatiiviset assosiaatiot merkitty "-" -merkillä. Muut viivat ja janat viittaavat positiiviseen assosiaatioon. Nuolenpäätyt viittaavat kyseisen tekijän suoraan assosiaatioon käytettyihin indikaattorimuuttujiin

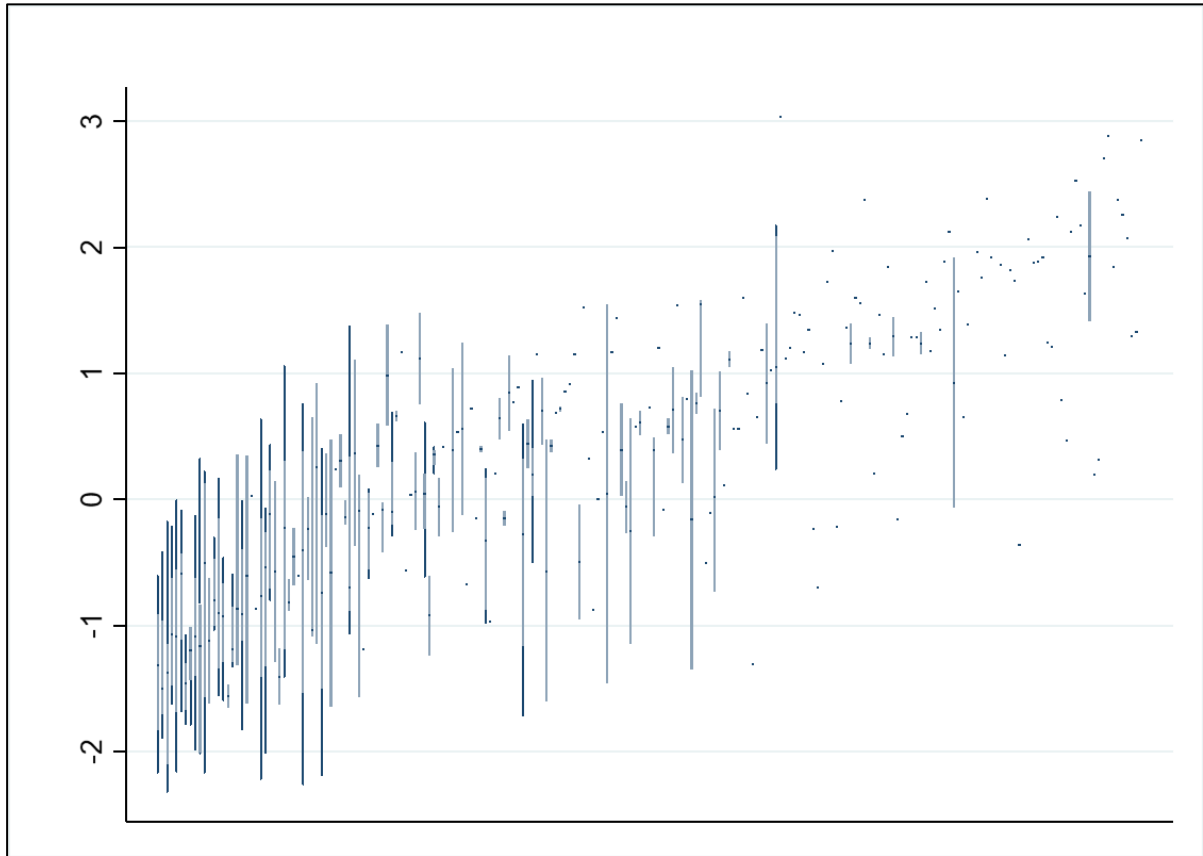
Yli 10 sonnia teurastaneiden tilojen Nasevan tiläkäynneillä arvioitujen tekijöiden ja teurastulosten pohjalta rakennetun rakenneyhtälömallin avulla osoitettiin tilakoon ja piilevien hyvinvointiriskiä lisäävien tekijöiden lisäävän lantaisten teuraiden määrää teurastuksessa tilastollisesti merkitsevästi. Naseva-käynneillä arvioitu eläintiheys puolestaan vähensi lantaisten määrää teurastuksessa (Kuva 2). Mallia tulkittaessa on syytä ymmärtää, että tutkittavat muuttujat eivät ole käytännön maatiloilla toisistaan riippumattomia ja yksittäisen muuttujan merkitsevyyteen vaikuttaa sen ja tulomuuttujan välisen assosiaation lisäksi tutkittavien muuttujien väliset assosiaatiot.

Mallia arviointiin vertaamalla ennustettuja arvoja havaittuihin arvoihin. Oheisen kuvaajan (Kuva 3) perusteella rasvaisten lihan tarkastuksessa todettujen ruhjeiden, ennenaikaisten teuraiden ja rasvaisten ruhojen ennustettu määrä vastaa varsin hyvin havaittua määrää. Lantaisten ruhojen määrää malli ennustaa selvästi huonommin.

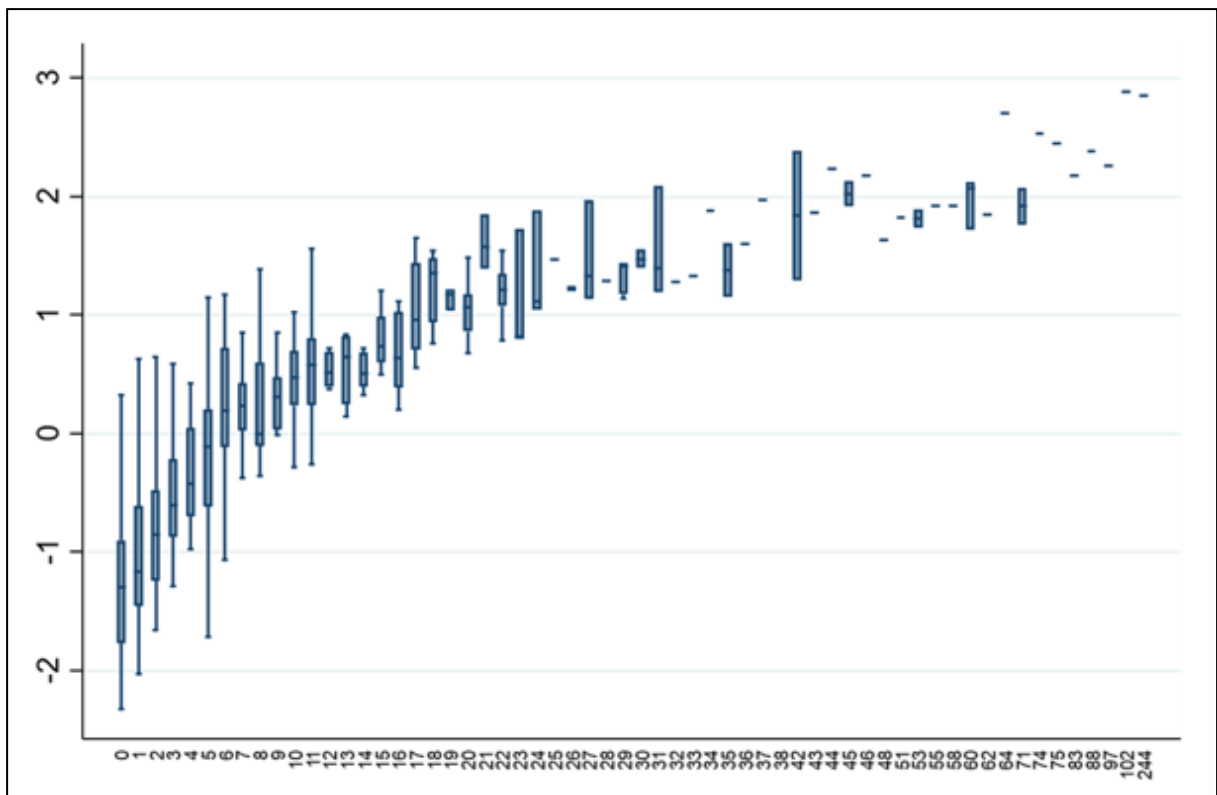


Kuva 3. Hyvinvoinnin indikaattorien ennustettu määrä havaitun määrän suhteen.

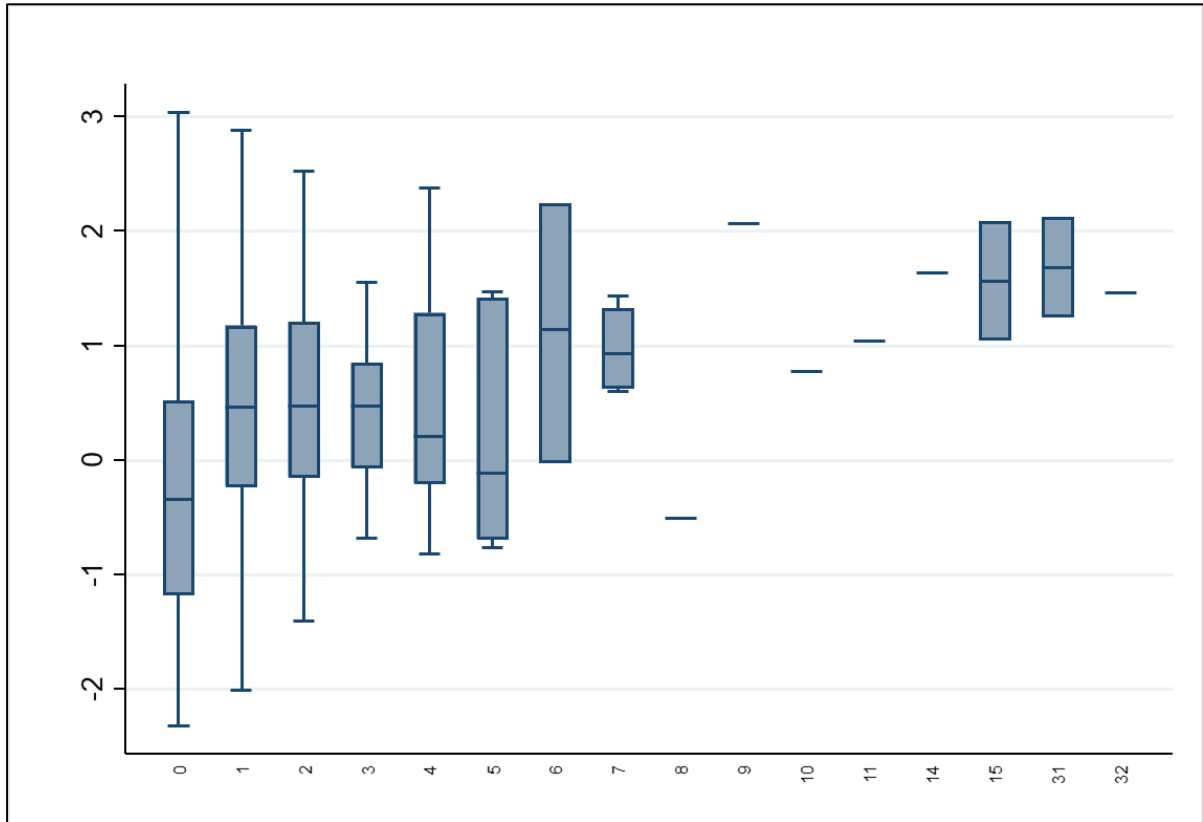
Mallin tuloksia kuvattiin laatikko-janakuviolla. Hyvinvointiriski kasvoi tilakoon, teurastamolla todettujen ruhjeiden ja lantaisten teuraiden määrän sekä Nasevan tilakäynnillä tehtyjen käytäytymis-, ontumis- sekä iho- ja nivelvaurioarvion mukaan, vaikka tilojen välillä oli huomattavaa hajontaa (Kuvat 4–9).



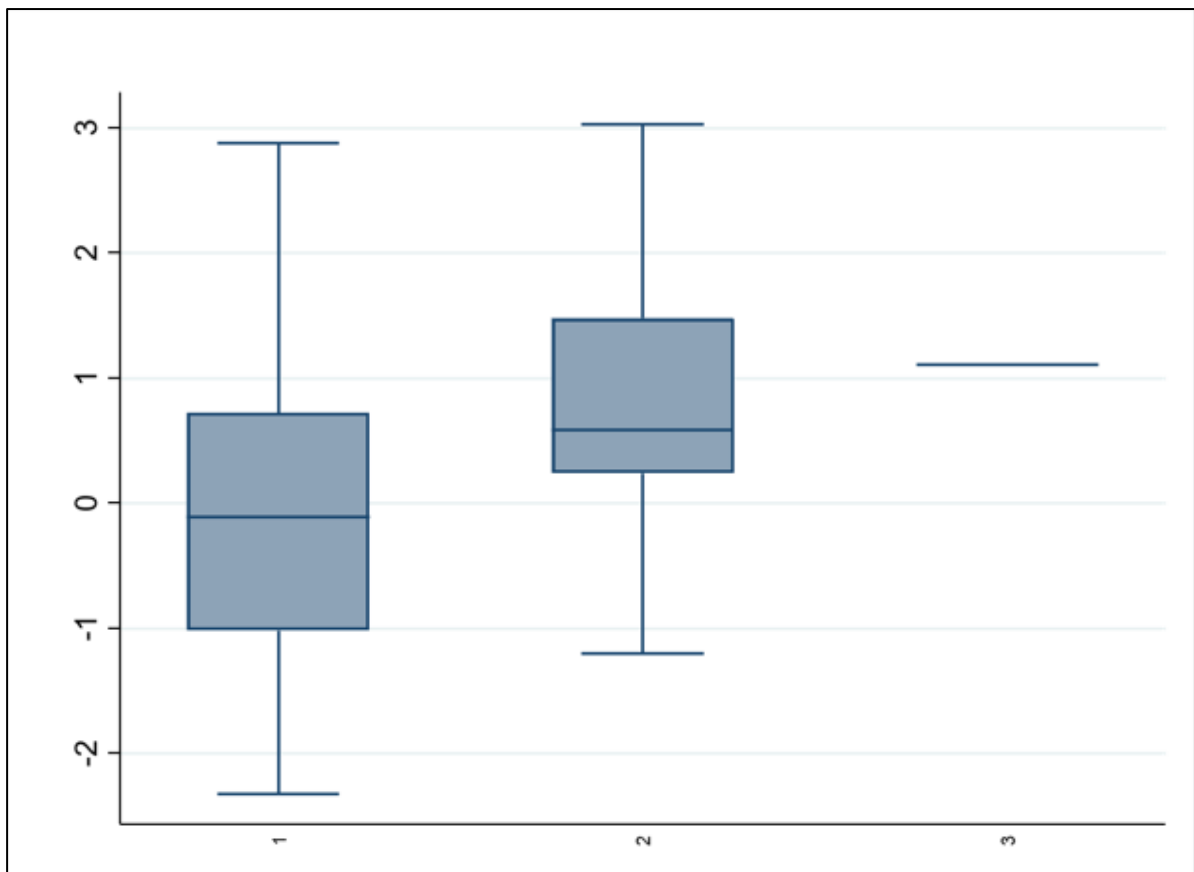
Kuva 4. Hyvinvointiriski tilakoon (10–1445 teurasta) suhteen.



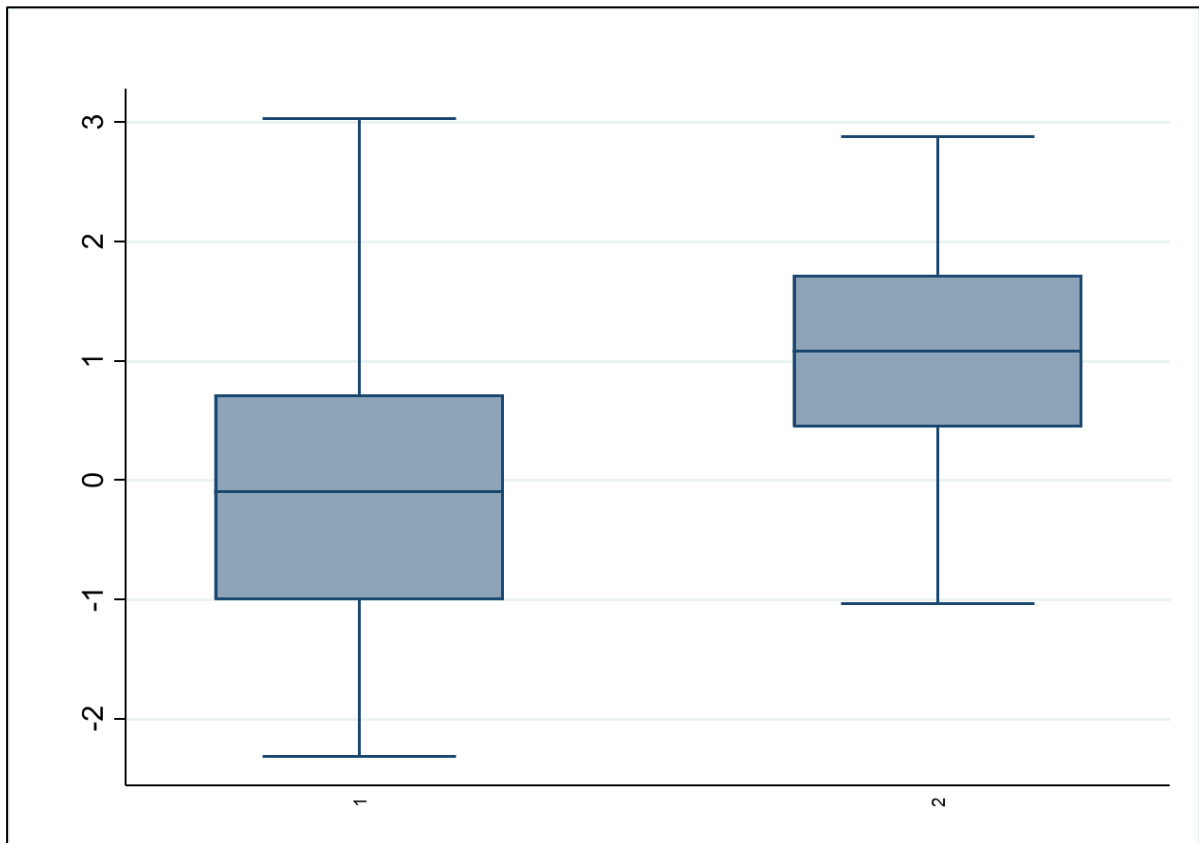
Kuva 5. Hyvinvointiriski teurastuksessa havaittujen ruhjeiden määrän suhteen.



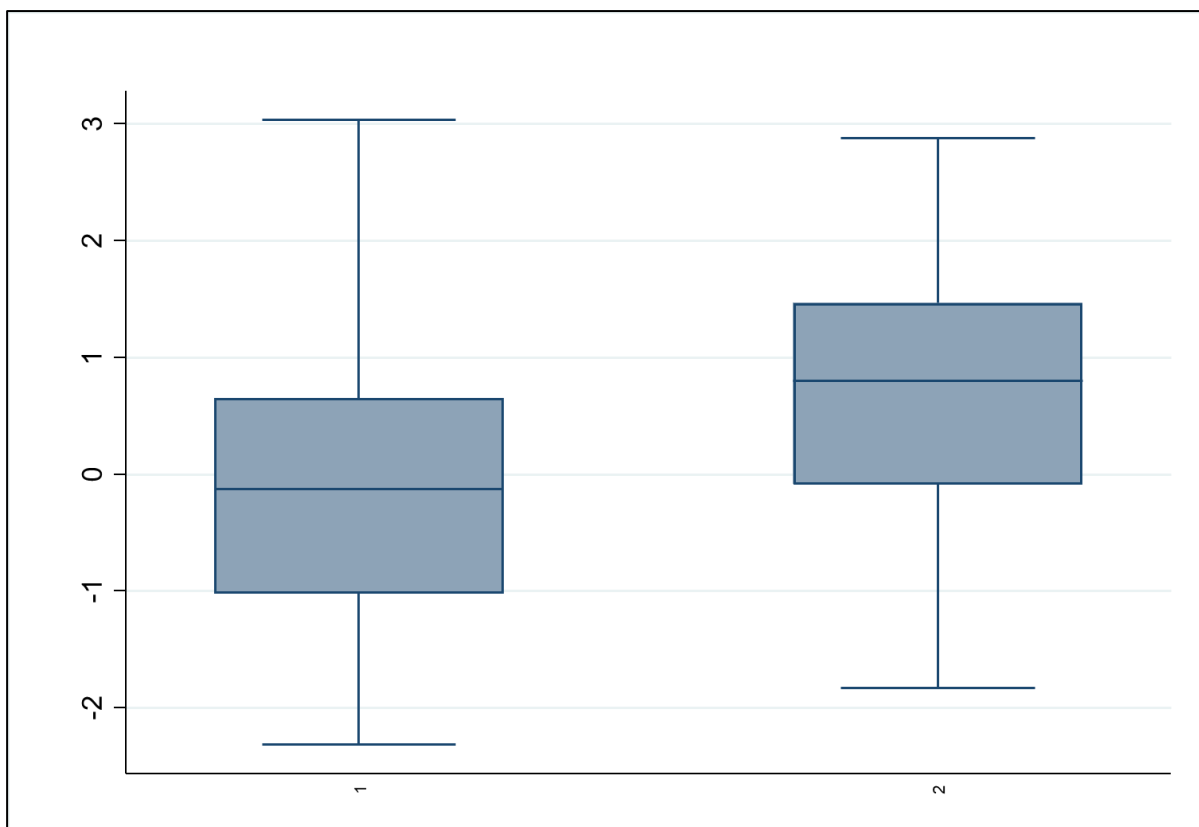
Kuva 6. Hyvinvointiriski lantaisten eläinten määrän suhteen.



Kuva 7. Hyvinvointiriski Naseva-tilakäynnillä tehdyn eläinten käyttäytymisarvion suhteen.

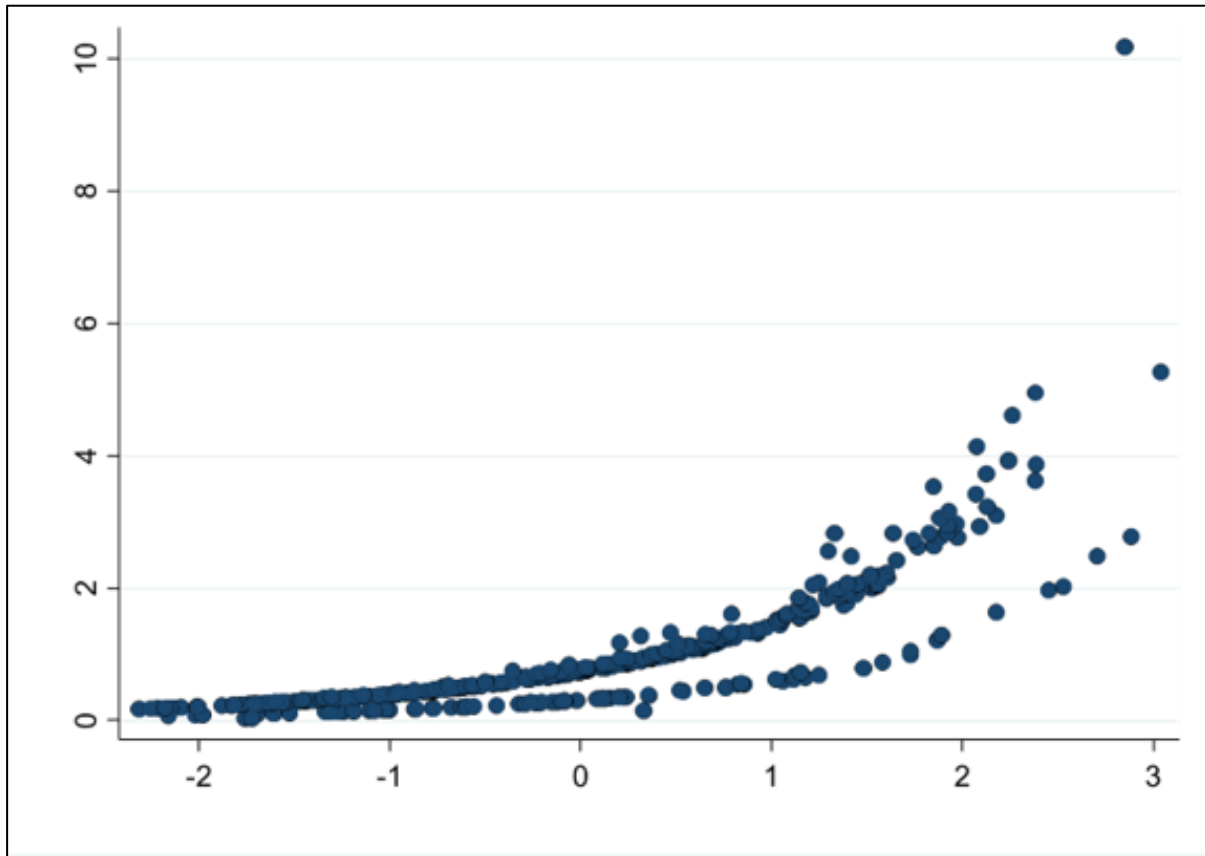


Kuva 8. Hyvinvointiriski Naseva-tilakäynnillä tehdyn ontumisarvion suhteen.



Kuva 9. Hyvinvointiriski Naseva-tilakäynnillä tehdyn iho- ja nivelvaurioarvion suhteen.

Rakenneyhtälömallin perusteella laadittiin lantaisuusennuste arvioidun hyvinvointiriskin suhteen. Riski suureni moninkertaiseksi hyvinvoinnin heikentyessä (Kuva 10).



Kuva 10. Hyvinvointiriskin mallinnettu vaikutus lantaisuuteen.

Tehdyn mallin perusteella pystyttiin kuvaamaan eläinten hyvinvointiriskiä mittaava latentti muuttuja, jonka suuruutta arvioitiin seitsemän merkitseväksi osoittautuneen indikaattorin avulla: 1) Nasevakäynnin käyttäytymisarvio, 2) ontumisarvio, 3) iho- ja nivelvaurioarvio, 4) ruhjeiden, 5) lantaisten ja 6) rasvaisten ruhojen määrä teurastuksessa ja 7) ennen aikaisesti teurastettujen eläinten määrä. Samalla osoitettiin useita oletettuja hyvinvointiin vaikuttavien tekijöiden ja sen indikaattorien välisiä suhteita. Niiden tulkinta on ongelmallista, koska tutkitut tekijät eivät ole käytännön maataloilla toisista riippumattomia ja yksittäisen tekijän merkitsevyyteen vaikuttaa sen ja tulomuuttujan välisen assosiaation lisäksi tutkittavien muuttujien väliset assosiaatiot.

Korkea eläintiheys ei ollut suorassa yhteydessä hyvinvointiriskiin, mutta se assosioitui sekä iho- ja nivelvaurioiden että käyttäytymisongelmien lisääntyneeseen määrään. Lantaisten ruhojen ja teurastamalla todettujen ruhjeiden määrä sen sijaan väheni eläintiheyden kasvaessa.

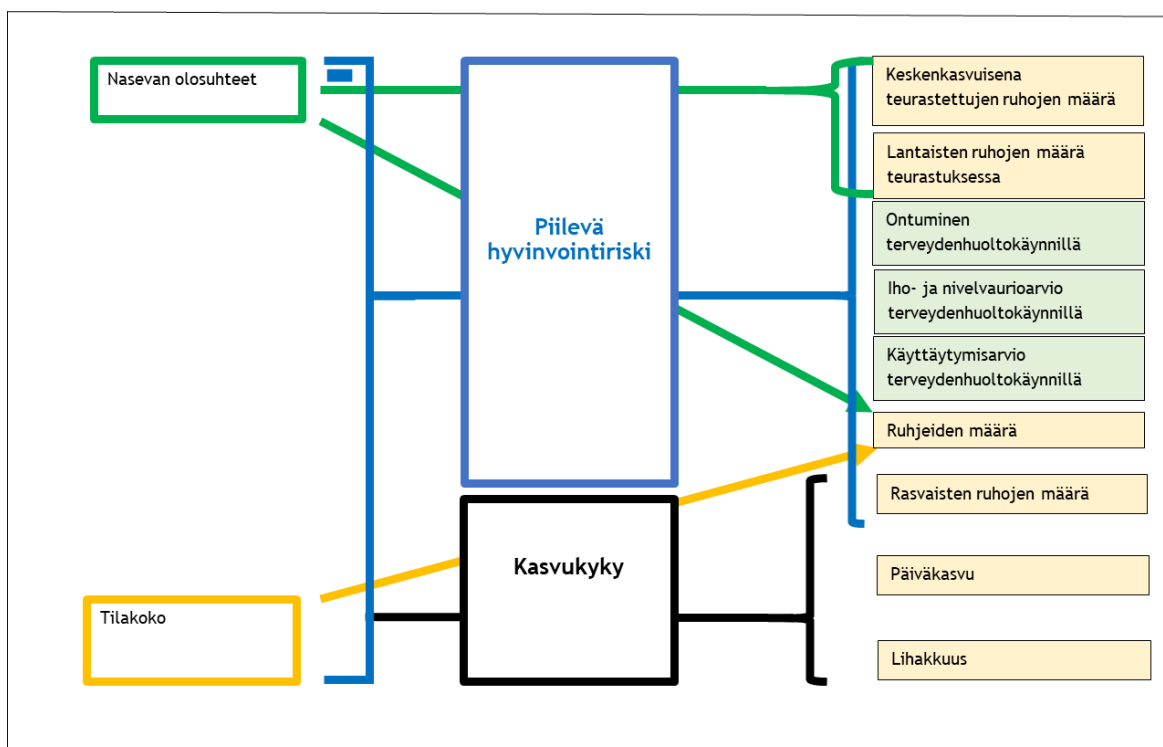
Tilakoko lisäsi hyvinvointiriskiä, ruhjeiden ja lantaisten määrää sekä paransi käyttäytymisarviota.

Saatavissa olevien ravinteiden määrää kuvaava päiväkasvu vähensi latenttia hyvinvointiriskiä ja keskenkasvuisena teurastettujen eläinten määrää mutta vähensi rasvaisten ruhojen (luokka 4 tai 5) määrää.

5.5.3. Riskialttiuden ja tuotantokyvyn arviointi ja lantaisuus yli 50 sonnin tiloilla

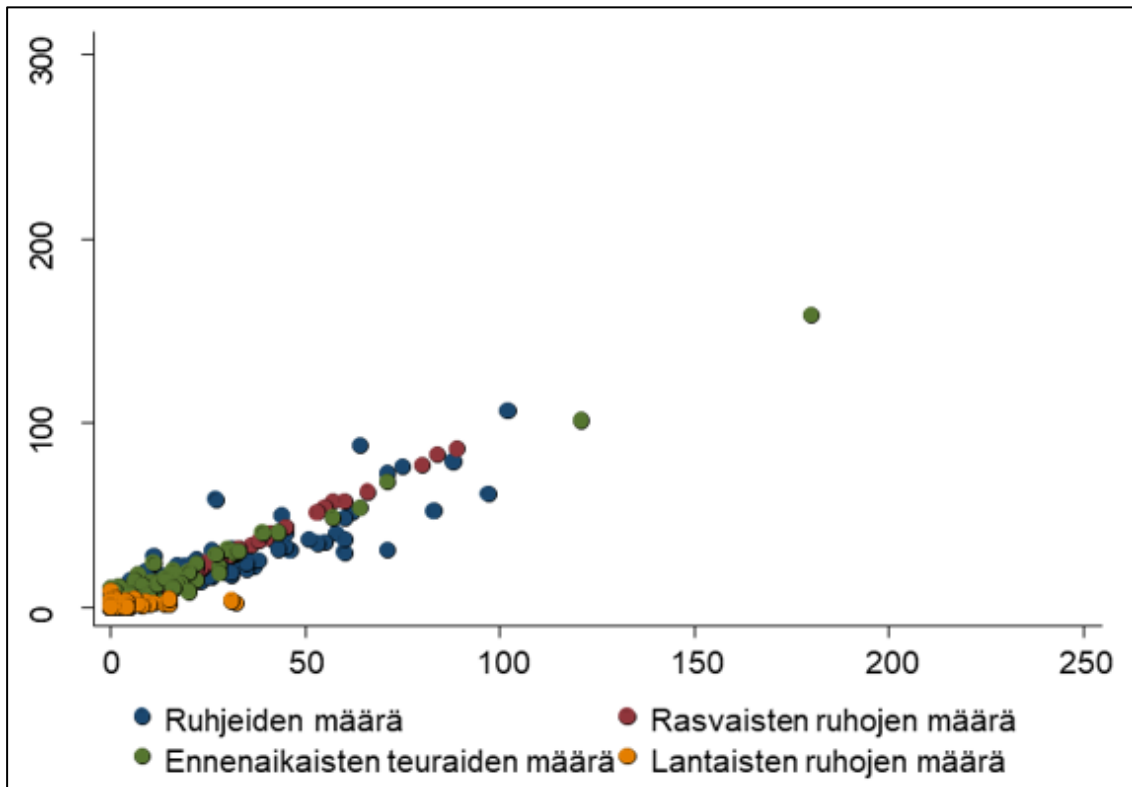
Kasvukyvyn indikaattorien ja siihen vaikuttavien tekijöiden lisäämiseksi rakenneyhtälömallin tilatasolle muutettu aineisto rajattiin yli 50 sonnia teurastaneisiin tiloihin. Nasevan yksittäisten olosuhdearviointien sijaan mallinnuksessa käytettiin niiden perusteella laskettua olosuhdeindeksiä. Se oli yksi, kun kaikista kohdista oli saanut parhaan luokituksen ja 0, jos kaikista arvioista olisi saanut huonoimman arvion. Lainsäädännön minimitasona voidaan pitää 0,5 eli kaikkien arvioitujen kohtien välttävää arviota.

Kuvassa 11 on esitetty rakenneyhtälömalli eläinten olosuhteiden ja tilakoon vaikutuksesta teurastulosten ja Nasevan tilakäyntiarvioiden indikoimiin piileviin muuttujiin. Rakenneyhtälömallin avulla osoitettiin piilevien hyvinvointiriskiä lisäävien tekijöiden sekä eläinten hyvinvointia edistävien olosuhteiden lisäävän lantaisten teuraiden määrää. Toisaalta hyvät olosuhteet vähensivät hyvinvointiriskiä. Tilakoolla oli hyvinvointiriskiä nostava vaikutus.

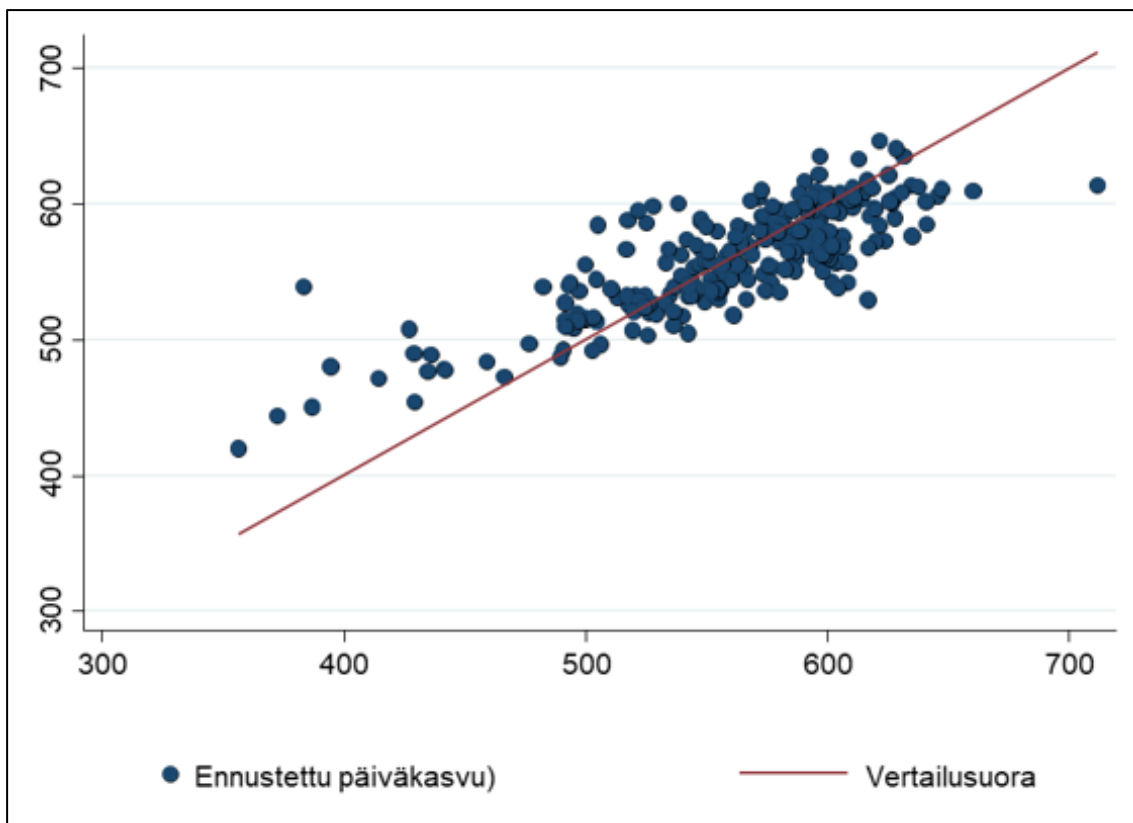


Kuva 11. Rakenneyhtälömalli eläinten olosuhteiden ja tilakoon vaikutuksesta teurastulosten ja Nasevan tilakäyntiarvioiden indikoimiin piileviin muuttujiin. Riskitekijät vasemmalla, piilevät hyvinvointiriskiä ja kasvukyky kuvaavat muuttujat keskellä ja niiden indikaattorit oikealla. Nasevan olosuhteiden assosiaatio hyvinvointiriskiin on negatiivien. Muut viivat ja janat viittaavat positiiviseen assosiaatioon. Nuolet viittaavat kyseisen tekijän suoraan assosiaatioon käytettyihin indikaattorimuuttujiin.

Mallia arviointiin vertaamalla ennustettuja arvoja havaittuihin arvoihin. Oheisten kuvaajien (Kuvat 12 ja 13) perusteella rasvaisten ruhojen ja ennenaikaisten teuraiden ennustettu määrä sekä eläinten päiväkasvu vastaavat varsin hyvin havaittua määrää. Lihantarkastuksessa todettujen ruhjeiden määrää malli ennustaa jonkin verran huonommin ja lantaisten ruhojen määrää selvästi huonommin. Mallin ennuste huonon lihakkuuden osalta toteutui melko heikosti.

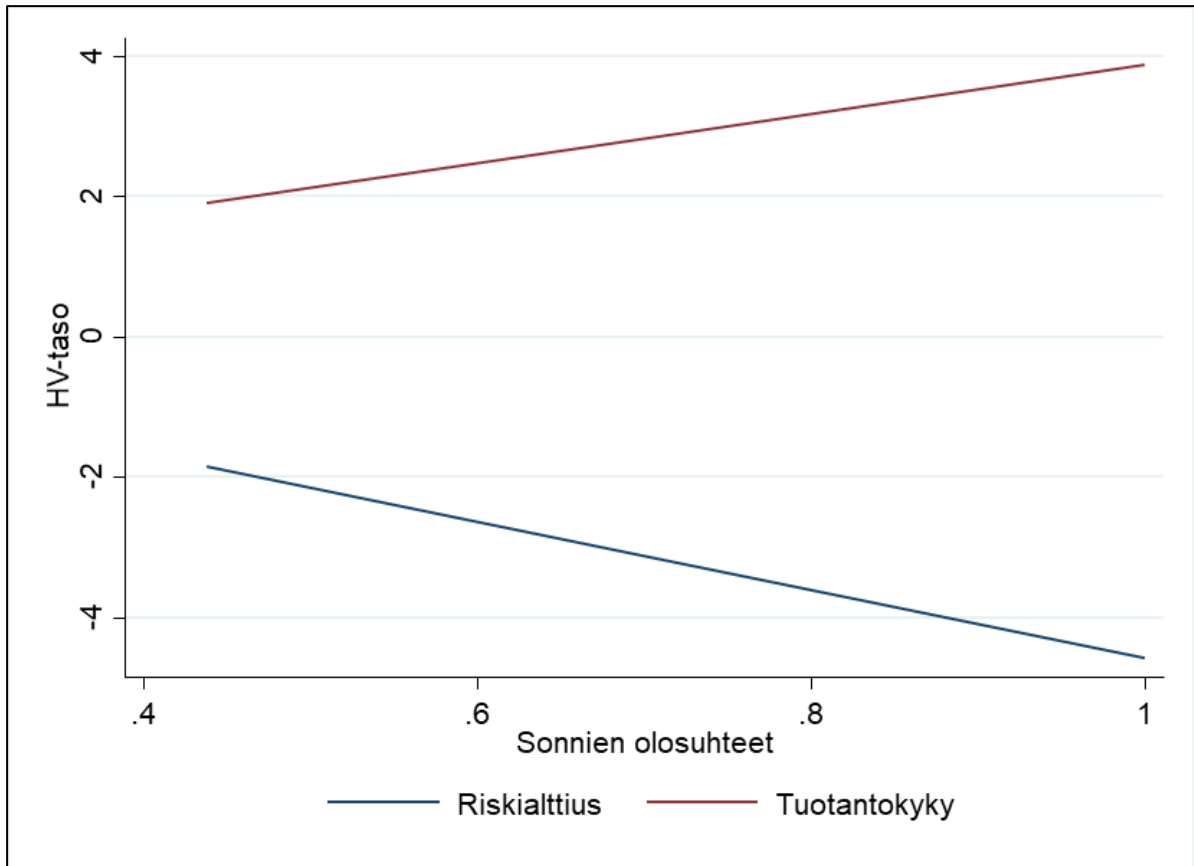


Kuva 12. Hyvinvoinnin indikaattorien ennustettu määrä havaitun määrän suhteen vähintään 50 sonnia teurastaneille tiloille koostetun rakenneyhtälömallin mukaan.

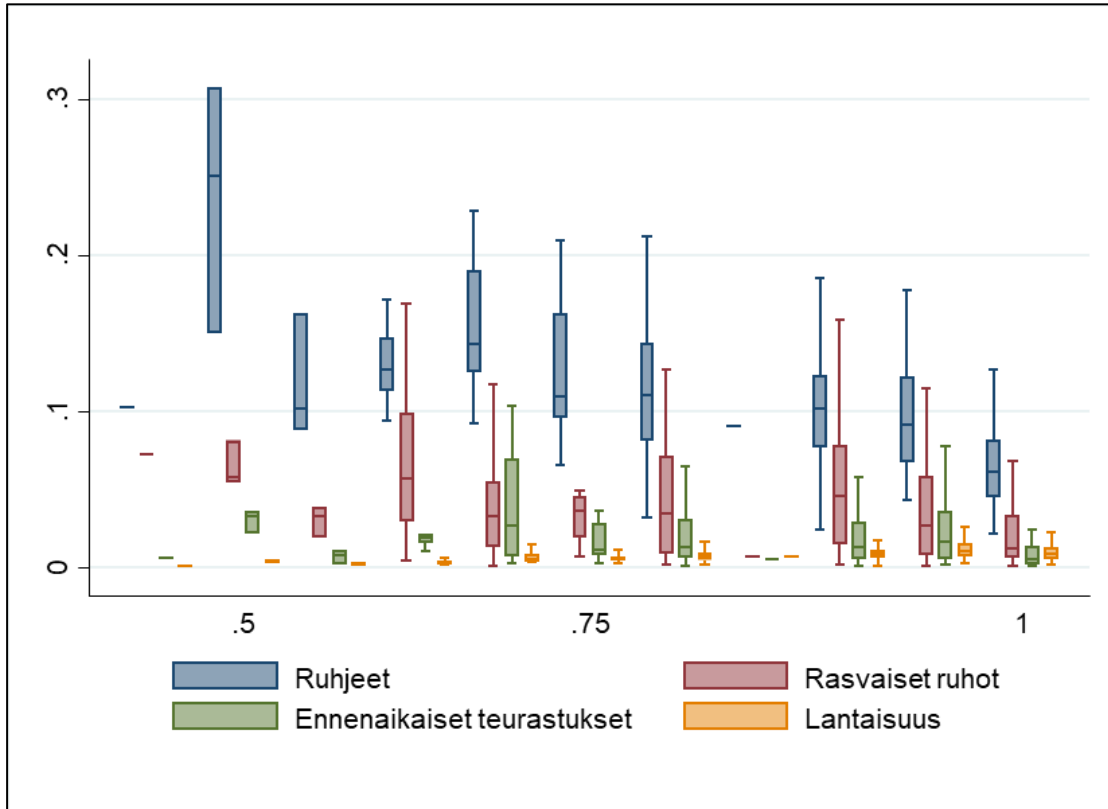


Kuva 13. Ennustettu päiväkasvu havaitun suhteen vähintään 50 sonnia teurastaneille tiloille koostetun rakenneyhtälömallin mukaan

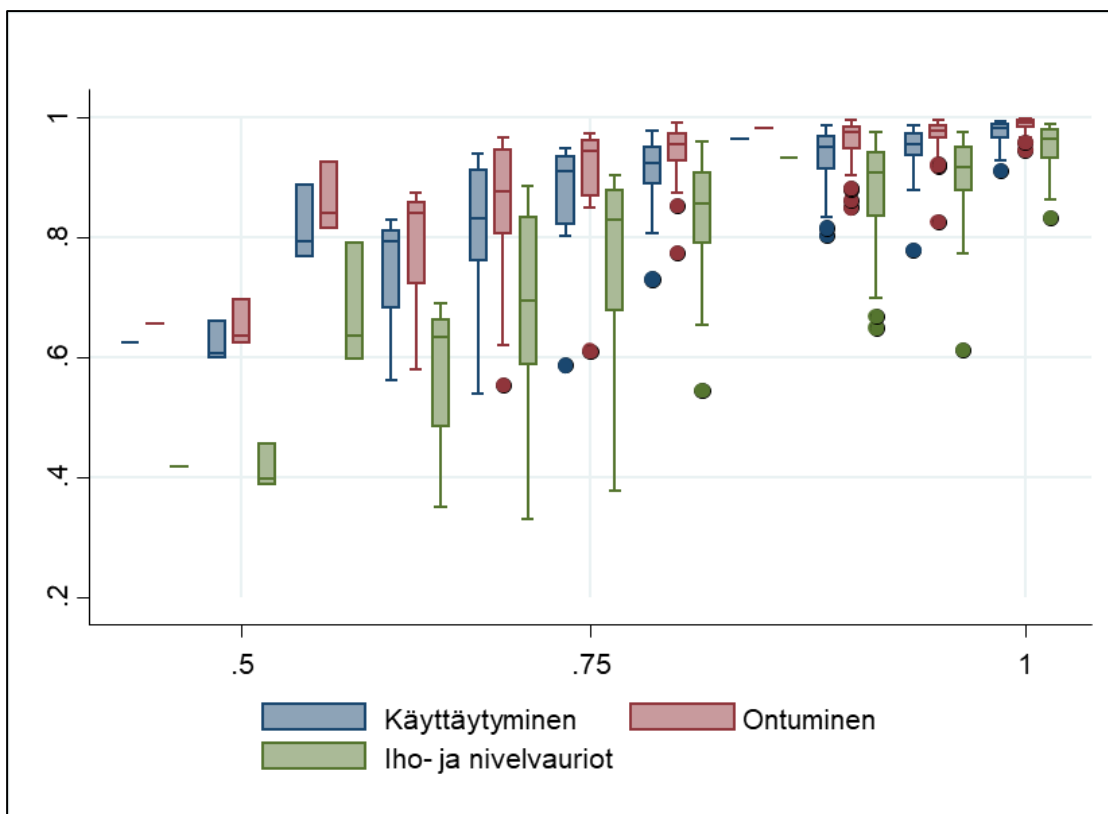
Nasevan tilakäynnin perusteella laskettu olosuhdeindeksi vähensi ennustettua latenttia hyvinvointiriskiä ja nosti latenttia kasvukykyä (Kuva 14). Näiden kahden piilevän muuttujan keskinäinen korrelaatio oli -0,17. Lihantarkastuslöydösten, ennenaikaisten teurastusten ja rasvaisten (4–5) ruhojen esiintyvyys pieneni olosuhteiden parantuessa (Kuva 15) Naseva-tilakäynneillä arvioidun käyttäytymisen, ontumisen sekä iho- ja nivelvaurioiden luokan 1 todennäköisyys nousi olosuhteiden parantuessa (Kuva 16).



Kuva 14. Ennustettu latentti Riskialttius ja Tuotantokyky päiväkasvu havaitun suhteen vähintään 50 sonnia teurastaneille tiloille koostetun rakenneyhtälömallin mukaan.



Kuva 15. Lihantarkastuksessa todettujen ruhjeiden, ennenaikaisten teurastusten sekä rasvais-
ten (4–5) ja lantaisten ruhojen esiintyvyys olosuhteiden suhteen.

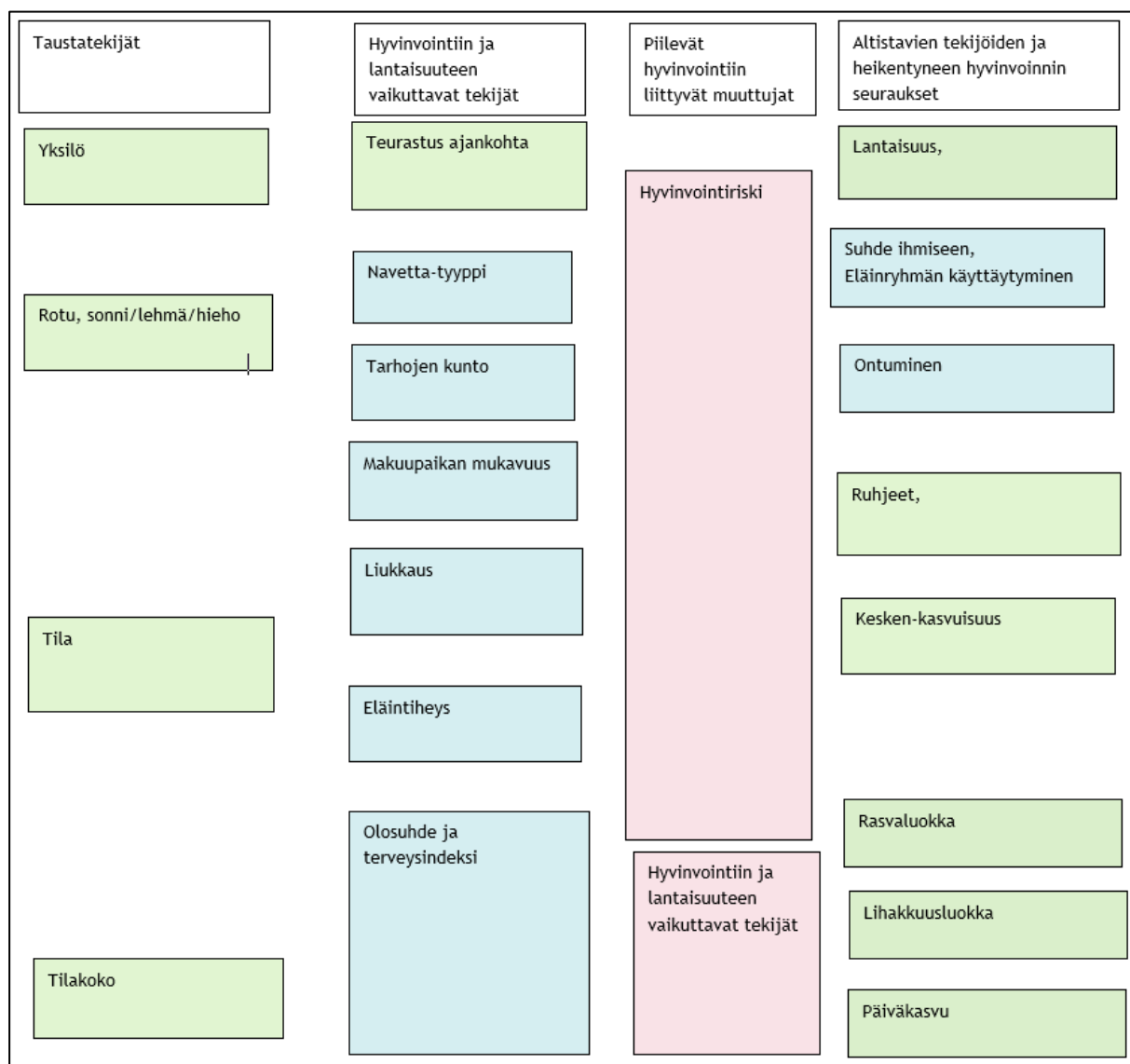


Kuva 16. Naseva-tilakäynneillä arvioidun käyttäytymisen, ontumisen sekä iho- ja nivelvaurioi-
den luokan 1 todennäköisyys sonniin olosuhteiden suhteen.

Tehdyn rakenneyhtälömallin perusteella voitiin luotettavasti arvioida kontrolloidulla tavalla Na-seva-käynnillä havaittujen olosuhteiden vaikutusta hyvinvointiriskiin ja eläinten kasvukykyyn. Olosuhteiden vaikutus lantaisuuteen oli tilastollisesta merkitsevyydestään huolimatta selvästi epäselvempi.

5.6. Selvityksissä todetut syy- ja seuraussuhteet lantaisuuden taustalla

Tehdyissä selvityksissä esille tulleet lantaisuuteen ja eläinten hyvinvointiin vaikuttavat tekijät ja niiden keskinäiset suhteet on esitetty kuvassa 17. Lantaisten määrän keskittyminen kosteaan ja pimeään aikaan tuli selville niin tilakäynneillä, tilannekuvauksissa kuin koko aineiston rakenneyhtälömalleissakin. Talvikautena kasvava karva (Fallon 2002, Davies 2019) ja erityisesti kosteat olosuhteet lienevät näin ollen tärkeimpiä lantaisuudelle altistavia tekijöitä.



Kuva 17. Tehdyissä selvityksissä ja analyyseissa esille tulleet lantaisuuteen vaikuttavien tekijöiden ja niiden seurauksien väliset suhteet.

Lantaisia ruhoja todettiin alle vuodenikäisillä naudoilla 3–4 kertaa enemmän kuin muilla teurailla. Huonosti kasvaneet naudat olivat kaksi kertaa muita useammin lantaisia. Sekä lantaisten että keskenkasvuisena teurastettujen määrä indikoivat tilan hyvinvointiriskiä. Näillä kaikilla perusteilla voidaan ryhmässä alakynteen jäävien eläinten olevan erityisen alttiita likaantumaan.

Kuivituksen vaikutus lantaisuuteen ja sen hallintaan liittyvät ongelmat tulivat esille tilakäynneillä ja epäsuorasti myös tilastaselvityksessä ja rakenneyhtälömallinnuksessa. Tilastaselvitysten mukaan eläinten kokonaishyvinvoinnin kannalta hyvät tuotantotavat lisäsivät lantaisuusriskiä. Liharoduilla lantaisten ruhojen osuus oli noin kaksi kertaa maitorotuisia suurempi. Hyvinvointilisä nosti lantaisten osuutta noin neljänneksellä ja luomutuotanto noin 50 %. Tilastaselvityksissä kuvitusongelmien haitat peittivät alleen onnistuneen kuivituksen hyödyt. Rakenneyhtälömallissa mukavan ja pehmeän makuualueen eli onnistuneen kuivituksen hyvinvointiriskiä ja sitä kautta lantaisuutta vähentävä vaikutus osoittautui tilastollisesti merkitseväksi. Kuivituksen hallintaan liittyvät yksityiskohdat, kuten kuivikepohjan vettyminen pakkasten jälkeen ja liian suuren eläintiheyden aiheuttamat ongelmat, tulivat esille tilakäynneillä. Toisaalta Nasevan yksittäisiä olosuhdetekijöitä käyttäen tehdyssä rakenneyhtälömallissa tuli merkitsevästi esille eläintiheyden lantaisuutta alentava assosiaatio. Se voi selittyä sillä, että kylmäpihatoissa eläintiheys on kuivikepohjalla alhaisempi kuin rakolattioilla.

Tarhoihin liittyvät ongelmat tulivat esille kahdella tilakäynnillä sekä liharotujen, hyvinvointilisän saajien ja luomutilojen suurempana lantaisuusriskinä. Rakenneyhtälömallissa havaittu huonojen olosuhteiden lantaisuutta lisäävä vaikutus voi selittyä joillakin tiloilla myös tarhauksen ongelmilla.

Rakolattioiden kumittamisesta mahdollisesti aiheutuva lantaisuusriski ei tullut esille tässä selvityksessä. Tämä vastaa Telezhenkon (2011) tutkimuksia, joissa eläimet olivat kumitetuilla palkeilla yhtä puhtaita kuin betonisella rakolattialla. Pehmeällä makuualueella hyvinvointilisää saavien tilojen suurempi riski voi silti selittyä osin kumitetulla ritilällä, kuivitettujen makuualueiden ongelmien merkitys lienee tältä osin kuitenkin suurempi.

Voimakkaaseen ruokintaan liittyvä löysä uloste ja siihen liittyvät lantaisuusongelmat eivät tulleet esille tässä tutkimuksessa, vaikka asiasta on keskusteltu aiemmin useita kertoja korkean päiväkasvun tilojen lantaisuusongelmien yhteydessä. Tehdyistä ruokinnan kuitupitoisuuden lisäyksistä ja rehun kosteuden hallinnasta on voinut olla sen verran apua, että ongelma ei tullut enää voimakkaasti esille.

5.7. Lantaisuuteen vaikuttavat tekijät ja ehkäisykeinot tehtyjen selvitysten, kirjallisuuden ja aiemman kokemustiedon perusteella

Lantaisuuden vähentämiseksi on saatavissa runsaasti neuvontamateriaalia useista eri maista. Ne perustuvat pitkälti käytännön kokemuksiin ja yksittäisiin raportteihin. Vertaisarvioituja tiedeellisiä artikkeleita löytyy lähinnä karsinatyyppin ja eläintiheyden vaikutuksista. Tulokset vaihtelevat erilaisista koeasetelmista johtuen huomattavasti eri tutkimusten välillä, joten lopullisia johtopäätöksiä on vaikea vetää.

Yleisesti ottaen eläimet pysyvät puhtaina, jos ne ruokitaan oikein ja niiden olosuhteet ovat kunnossa. Käytännön kokemusten ja saatavissa olevien julkaisujen perusteella seuraavat kohdat ovat tärkeitä eläinten puhtaana pitämiseksi.

1. Karsinatyyppi

Karsinatyyppien vaikutus eläinten puhtauteen vaihtelee olosuhteiden ja tehtyjen tutkimusten mukaan. Osassa tutkimuksia betonipalkeilla eläimet ovat olleet puhtaimpia ja osassa hyvin kuivitetut kuivikepohjat ovat toimineet parhaiten. Eläimille betonialustaa mieluisemmilla kumilla pehmustetuilla rakolattioilla eläimet ovat olleet hieman betonipalkeilla kasvatettuja eläimiä likaisempia, mutta ovat yleisesti ottaen täyttäneet teurailta edellytettävät puhtausvaatimukset. Kumitettuihin rakolattioihin mahdollisesti liittyneet ongelmat eivät tulleet esille tämän selvityksen tilakäynneillä. Tilakäynneillä havaitut lantaisuusongelmat liittyivät erityisesti kiinteään kuivittamattomaan makualueeseen ja puutteellisesti toteutettuun kuivitukseen. Tehtyjen tilastanalyysien perusteella eläinten kannalta hyvät olosuhteet vähensivät hyvinvointiriskiä ja sitä kautta myös lantaisuutta.

2. Käytettävissä oleva tila

Tutkimuksissa eläimet ovat olleet sitä puhtaampia, mitä enemmän niillä on ollut karsinatilaa, vaikka perinteisesti on uskottu, että rakolattialla tarvitaan riittävästi eläimiä, jotta ne polkevat lannan ritalän läpi. Puhtauden kannalta sonneilla olisi hyvä olla kumitetulla rakolattialla vähintään 3,5 neliötä karsina-alaa sonnia kohti. Kuivikepohjilla tilaa tarvitaan yli 5 neliötä.

Tehtyjen tilakäyntien perusteella kylmäpihattojen korkea eläintiheys lisää kuivituksen epäonnistumisriskiä ja eläinten lantaisuutta. Tehtyjen tilastanalyysien tulokset olivat osin ristiriitaisia. Korkea eläintiheys oli yhteydessä lantaisten ruhojen runsauteen, mutta hyvät olosuhteet mukaan lukien alhainen eläintiheys olivat yhteydessä vähäiseen hyvinvointiriskiin ja sitä kautta myös alhaisempaan lantaisuuteen. Tämä selittyy sillä, että rakolattiakasvattamoissa on kuivikepohjia vähemmän tilaa ja lantaisia eläimiä.

3. Laidunten ja tarhojen kunto

Runsaiden sateiden ja kovan laidunnuspaineen takia laitumet ja erityisesti ruokintatarhat rikkoutuvat ja vettyvät helposti. Ruokintapaikkojen ympärille syntyvät kurakot likaavat eläimet pahoin, eivätkä ne puhdistu aina itsestään ilman ensiluokkaisia olosuhteita.

Likaantumisen vähentämiseksi ongelmiin on syytä puuttua heti ensimmäisistä havainnoista. Ruokintapaikoille vievien eläinten kulkureittien molemmille sivuille ja ruokintapaikkojen ympärille ajetaan pienet naverot, jotka vähentävät niiden vettymistä. Ruokintapaikkaa siirretään pois rikkoutuneelta alueelta ennen kuin eläimet alkavat likaantua. Pahoin vettyneet alueet aidataan niin, etteivät eläimet pääse niihin likaamaan itseään.

Eläinten kulkureitit laitumelle pohjustetaan tarvittaessa asianmukaisesti, jotta ne eivät pääse vettymään.

Eläimet siirretään sisälle, kun tarharuokinta ei enää kohtuudella onnistu. Vasikoiden riittävän tilan takaamiseksi katsotaan, olisiko tilalla käytettävissä tiineinä olevien emojen tarhaukseen sopivia kovapohjaisia metsä- yms. laitumia.

4. Oikea ja riittävä kuivittaminen

Hyvin kuivitetut karsinat lisäävät eläinten puhtautta. On tärkeää, että tilalla on saatavilla riittävän edullista kuiviketta, jottei sen käytöstä tarvitse tinkiä. Kuivikkeeksi sopii olki, turve, kuorike, kutteri, hienoksi silputtu kokopuuhaake ja hiekka. Karsinoihin kannattaa laittaa pohjalle heti aluksi runsas (30–50 cm) kuivikekerros. Sen jälkeen kuiviketta lisätään tarpeen mukaan. Jos pinta-kerros vettyy, se kuoritaan pois ennen kuin eläimet alkavat likaantua.

Riittämätön tai väärin toteutettu kuivitus lisää eläinten likaantumista. Kuivikekarsinoissa karsinoita ei saa päästää vettymään. Jos kuivike liettyy, karsina on syytä tyhjentää ja aloittaa kuivitus alusta. Kuiviketta on käytettävä aina riittävästi. Parhaiten toimivat kuivikkeet, joissa on riittävästi sekä hienoa kosteutta imevää ainesta kuten turvetta ja lisäksi karkeampaa ainesta kuten silputtua olkea. Olki toimii kovilla pakkasilla selvästi useimpia turve-eriä paremmin, koska turve jäätyy, mutta voi silti sulaa eläinten makuupaikan kohdalta muodostaen kuralammikon.

Kuivitukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota pakkasilla ja niiden jälkeen. Vaikka kuivitusta voidaan vähentää pakkasilla, se johtaa usein kuivikepohjan vettymiseen sen sulaessa. Vettyneet karsinat pitää tyhjentää, ja kuivittaminen pitää aloittaa uudestaan noin puolimetrisellä pohjakerroksella.

Kuivikkeen käyttöä voidaan vähentää lisäämällä eläinten käytettävissä olevaa pinta-alaa ja puhdistamalla lantakäytävää säännöllisesti.

5. Riittävä ja oikein säädetty ilmanvaihto

Ahtaus vaikuttaa puhtauteen myös ilmanvaihdon kautta. Suuri eläintiheys lisää ilmanvaihtotarvetta. Riittämätön ilmanvaihto johtaa ilmankosteuden lisääntymiseen ja kosteuden tiivistymiseen pinnoille. Niiden on todettu niin tutkimuksissa kuin käytännössäkin olevan keskeinen tekijä eläinten puhtaana pysymiseksi. Raskas, tunkkainen ilma on merkki riittämättömästä ilmanvaihdosta. Navetoissa tulisi olla mahdollisuus poistaa ilmaa noin viisikymmentä kuutiometriä tunnissa sataa elopainokiloa kohti. Ilmanvaihdon tehoa lisätään automaattisesti lämpötilan noustessa. Maksimi-ilmanvaihdon mitoituksissa on yhä puutteita monilla tiloilla. Silti minimi-ilmanvaihtoon liittyvät tekijät ovat keskeisempiä eläinten puhtaana pitämiseksi. Navetoiden ilmanvaihto tulee säätää siten, että sieltä poistuu aina riittävästi ilmaa. Puhaltimen tulisi siis pyöriä aina riittäväillä kierroksilla. Navetan minimi-ilmanvaihtoa voidaan tarvittaessa säätää poistoilman virtausnopeusmittausten avulla. Mini-ilmanvaihto on yleensä 20–50 % maksimitasosta.

Ohjeiden mukaan toteutettu vapaa ilmanvaihto harja- tai hormipoistoa ja kennolevyikkunoita tai verhoseiniä käyttäen toimii pääosin hyvin.

Koneellista poistoa käytettäessä tuloilmaluukut on säädettävä poistomäärän mukaisesti. Niitä tarvitaan 1,2 cm² poistuvaa ilmakeuutiometriä kohden. Automaattinen säätö on herkin. Käsi-käyttöisissä järjestelmissä voisi olla esimerkiksi kolme asentoa: kesällä luukut täysin auki, nolakelien puoliväliasento ja minimirako pakkasilla laskennallisen tarpeen mukaisesti.

Jos lämpötila laskee liikaa pakkasilla, ilmanvaihtoa ei saa pienentää minimitasosta, vaan lämmitystä on lisättävä. Se voidaan järjestää edullisimmin putkipattereilla tai säteilylämmittimillä.

Pikkuvasikoille saadaan mainiot olot, kun kiinteän makuualueen takana olevan putkipatterin yläpuolelle tehdään katos. Kattolämmityselementit ovat eläinten kannalta hyvä ratkaisu. Niillä voidaan ohjata eläimiä makaamaan haluttuun paikkaan.

Puhaltimien hyvä puoli on niiden monikäyttöisyys ja siirreltävyys. Haittana on niiden aiheuttama veto. Sähköpuhaltimien lisäksi on olemassa öljy- ja puulämmitteisiä halpikäyttöisempiä ratkaisuja, joiden paloturvallisuus ja häikämyrkytysvaara on kuitenkin otettava huomioon.

Lattialämmitystä on käytetty kiinteäpohjaisilla makuualueilla. Se miellyttää vasikoita. Haittapuolena on sen epätaloudellisuus. Lattialämmitys haihduttaa lattialle väistämättä tulevaa virtsaa, mikä kuluttaa huomasti energiaa. Lisäksi se aiheuttaa haitallisten kaasujen kohoamista lämpimän ilman mukana ylöspäin.

6. Ruokinta ja lannan koostumus

Riittävä kuidun saanti on tärkeää eläinten puhtaanpidonkin kannalta. Lannan tulee olla löysää puuroa, joka lässähtää maahan muodostaen eräänlaiset vuosirenkaat. Tätä löysempi lanta aiheuttaa likaantumista ja on merkinä pötsin toiminnan häiriöistä. Pötsin häiriöalttius lisääntyy väkirehuproosentin kasvaessa. Märkä säilörehu (Fallon 2002, Davies 2019), kohtuuton väkirehুমäärä ja märän perunarehun liian runsas käyttö lisäävät eläinten likaantumista. Rehun huono säilönnällinen laatu voi aiheuttaa rehun repimistä karsinaan. Myös liian pitkäkertainen rehu voi tukkia palkkien raot.

7. Rauhalliset ja tasakokoiset eläinryhmät

Isot eläinryhmät polkevat karsinat tutkimusten mukaan paremmin puhtaaksi. Toisaalta isoihin ryhmiin voi liittyä levottomuutta, joka johtaa likaantumiseen. Hoitajan on siis huolehdittava ryhmien tasaisuudesta ja vältettävä niiden yhdistelyä.

8. Esteetön veden saanti

Epätasainen veden saanti lisää veden roiskimista karsinaan ja eläinten likaantumista. Tämän estämiseksi on huolehdittava sekä riittävästä tasaisesta paineesta putkistossa että nippojen toimivuudesta. Sopiva virtaus nipoista on noin viisi litraa minuutissa. Veden esilämmittämisestäkin voi olla hyötyä, sillä hyvin kylmä vesi aiheuttaa sotkemista.

9. Likaantuneiden karsinoiden ja eläinten puhdistaminen

Jos ennaltaehkäisy ei riitä, täytyy likaantuneet karsinat puhdistaa joko lantakolalla tai koneellisesti, jos se on mahdollista. Hyvät käsittelypilotit mahdollistavat lantaisten eläinten puhdistamisen ja likaantumista vähentävän karvanleikkuun. Karjarahjan asentaminen teuraskypsien eläinten karsinaan on melko vaivaton tapa huolehtia teuraiden puhtaudesta.

5.8. Tuotantoketjun toimenpide-ehdotukset

Yli kaksi kolmannesta lantaisista teuraista tulee vajaalta sadalta tilalta. Tästä syystä lantaisuutta voidaan vähentää tehokkaimmin ongelmatiloille kohdistetuilla tilakohtaisilla selvityksillä ja toimenpiteillä.

Yksittäisiä lantaisia eläimiä teurastaviin tiloihin voidaan vaikuttaa kaikkien saatavilla olevilla ohjeilla ja lantaseurannan jatkamisella.

Ongelmatiloille olisi hyvä kohdentaa nykyistä ammattitaitoisempaa tukea lantaisuuden vähentämiseksi, jotta ehkäisytoimenpiteet sataisiin toteutettua myös käytännössä. Tämä vaatii alkutuotannon henkilöstön sekä Naseva-käyntejä tekevien eläinlääkärien kouluttamista asian tiimoilta ja entistä voimakkaampaa sitoutumista eläinten puhtauteen.

Teuraita puhdistetaan joissakin Euroopan maissa myös teurastamolla. Se ei ole tämän selvityksen mukaan meillä tarpeellista, koska muutamalle ongelmatilalle kohdistettavat toimenpiteet ovat kustannustehokkaampia ja eläinten hyvinvoinnin kannalta suositeltavia.

Teuraiden puhtauden lisäksi ruhojen lantaisuuteen vaikuttaa myös teurastushygienia, josta on huolehdittava päivittäin. Sen kaikkia puutteita ei voi korjata teuraiden puhtautta parantamalla.

5.9. Viitteet

- Acock, A.C. 2013. Discovering structural equation modeling using Stata. Stata Press Books.
- Bollen, K.A. 1989. Structural Equations with Latent Variables Wiley. New York.
- Davies, M.H., Webster, S.D., Hadley, P.J. & Stosic, P.J. 2000. Production factors that influence the hygienic condition of finished beef cattle. *Veterinary Record* 146: 179–183.
- Fallon, R. J. & Lenehan, J. J. 2002. Factors Affecting the Cleanliness of Cattle Housed in Buildings with Concrete Slatted Floors. Teagasc.
- Hooper, D., Coughlan, J. & Mullen, M.R. 2008. Structural equation modelling: guidelines for determining model fit. *The Electronic Journal of Business Research Methods* 6: 53–60.
- Telezhenko, E., Hessle, A.K. & Bergsten, C. 2011. Does rubber flooring improve welfare and production in growing bulls in fully slatted floor pens? *Animal Welfare* 20: 173–183.



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000