

KUIVITUS LYPSYKARJANAVETOISSA

KIRJALLISUUSSELVITYS

SAVONIA

12/2024

LUONNONVARA-ALA

Tekijät: Essi Kauppila, Pia Laajalahti, Eeva-Kaisa Pulkka, Saara Tolonen, Savonia-ammattikorkeakoulu, Pekka Kilpeläinen, Elisa Tikkanen, Anri Timonen, Oulun yliopisto MITY, Sirpa Laitinen, Työterveyslaitos, Iina Hulkkonen, Reetta Palva, Työtehoseura, Heli Nordgren, Heli Lindeberg, Luke, Maarit Kärki, Kpedu

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	3
2 Kuivikkeet Suomessa	4
2.1 Turve	4
2.2 Puupohjaiset materiaalit	4
2.3 Separoitu kuivajae	7
2.4 Hevosenlanta	9
2.5 Korsimateriaalit	9
2.6 Hiekka	12
3 Navetan olosuhteet ja kuivikkeiden laatu	14
3.1 Sisäilman laatu	14
3.2 Kuivikkeiden laatu	18
3.3 Navetan olosuhteiden ja kuivikkeen yhteys	24
4 Kuivikkeet ja työntekijöiden altistus	31
5 Työn käyttö ja toiminnallisuus eri kuivikkeiden käytössä	34
6 Kuivikkeiden vaikutus eläinten terveyteen ja hyvinvointiin	43
6.1 Kuivikeratkaisujen vaikutukset utareterveyteen	43
6.2 Kuivitusratkaisujen yhteys hengitystieoireisiin	54
6.3 Kuivitusratkaisut ja sorkkaterveys	58
6.4 Kuivitusratkaisut ja kinner- ja ihoterveys	61
6.5 Kuivitusratkaisut ja eläinten luontainen käyttäytyminen	64
7 Kuivikevalintojen vaikutus toiminnalliseen suunnitteluun ja rakennusteknisiin yksityiskohtiin	66

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUSARJA 12/2024

**COPYRIGHT © TEIJÄT JA
SAVONIA-AMMATTIKORKEA-
KOULU**



Teksti, kuvat ja taulukot
CC BY-SA 4.0 poislukien kuvat ellei
toisin alla mainittu

ISBN: 978-952-203-349-9 (e-julkaisu)
ISSN: 2343-5496

JULKAISIJA

Savonia-ammattikorkeakoulu
Julkaisutoiminta
PL 6 70201 KUOPIO
julkaisut@savonia.fi

ULKOASU JA TAITTO

Miina Ikävalko



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Pohjois-Savon liitto

1 Johdanto

Turve on käytetyin kuivike lypsykarjatiljoilla ja sen saatavuuden väheneminen lähivuosien aikana vaikuttaa tuleviin kuivitusratkaisuihin. Kuivitus on tärkeää eläinten hyvinvoinnin ja terveyden kannalta ja käytettyjen materiaalien erilaiset ominaisuudet vaikuttavat niiden soveltuvuuteen kuivikkeeksi. Sopivan kuivikkeen valintaan vaikuttavat muun muassa kuivikkeen imukyky, pölyävyys, hygieenisuus, turvallisuus, saatavuus, käytettävyys, varastotarve sekä monet tilakohtaiset tekijät.

Lypsykarjojen vaihtoehtoiset kuivitusratkaisut –hanke selvittää turvetta korvaavia kuivikkeita ja niiden soveltuvuutta lypsykarjatiljoille. Tavoitteena on koota tietoa ja käyttökokemuksia erilaisista kuivikkeista sekä tuottaa mitattua tietoa eri kuivikkeista. Mukana on 20 maitotilaa Pohjois-Savosta, Kainuusta sekä Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalta. Näillä tiloilla kuivikkeena käytetään joko turvetta, separoitua kuivajaetta tai hiekkaa. Hankkeen aikana mitataan ja tutkitaan kuivikkeiden laatua, sen vaikutusta navetan ilmanlaatuun, työn käyttöön sekä ihmisten ja eläinten terveyteen. Hankkeessa ovat mukana Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä Kpedu, Luonnonvarakeskus, Oulun ammattikorkeakoulu, Oulun yliopiston Mittaustekniikan laitos MITY, Työtehoseura, Työterveyslaitos ja hanketta hallinnoiva Savonia-ammattikorkeakoulu.

Tähän julkaisuun on koottu kuivikkeisiin ja kuivitukseen liittyvää tutkimustietoa hankkeen tutkimusten pohjaksi sekä tuottajien, neuvonnan ja navettasuunnittelun tueksi.

2 Kuivikkeet Suomessa

2.1 TURVE

Turpeella on paljon eläimiin ja eläintilan olosuhteisiin positiivisesti vaikuttavia ominaisuuksia, mikä selittää sen suosiota kuivikemateriaalina. Turve on pehmeä makuualusta ja sen kosteudensitomiskyky on erinomainen. Turve on hapanta (pH n. 3,5–5), mikä tekee siitä epäsuotuisan kasvualustan taudinaiheuttajille (Manni ym. 2023.) Happamuuden ansiosta turve sitoo myös tehokkaasti ammoniakkia, jolloin eläintilojen sisäilma on raikkaampi ja hajuttomampi. Ammoniakin sidonta vähentää myös typpipäästöjä. (Germundsson 2006.) Lisäksi turpeella on antiseptisiä ominaisuuksia, jotka estävät haitallisten mikrobin kasvua edistäen näin eläinterveyttä. (Manni ym. 2023.)

Turve on helppokäyttöistä, sillä sen voi käyttää sellaisenaan kuivittamiseen ja se soveltuu hyvin erilaisiin tuotantoympäristöihin ja järjestelmiin. Käyttömäärät nautatiloilla vaihtelevat tuotantorakennuksen ja lannanpoistojärjestelmän mukaan. Turpeen käyttö on yleisempää eristämättömissä tuotantorakennuksissa ja kestokuivikepohjissa, minkä vuoksi lihanautatiloilla turvetta käytetään enemmän kuin lypsykarjatiloilta. Turpeen jälkikäyttömahdollisuudet ovat hyvät esimerkiksi peltolevityksessä. (Manni ym. 2023.) Turvelannan käsittely on helppoa, ravinnepitoisuudet ovat korkeita ja ravinteet ovat helposti kasveille käytettävässä muodossa (Germundsson 2006).

Turpeen laatuvaihtelut voivat aiheuttaa käytössä ongelmia. Märällä ja maatuneella turpeella on huono kosteudensidontakyky ja se jäätyy kylmissä olosuhteissa. Puunpalaset turpeen seassa voivat aiheuttaa ongelmia esimerkiksi kuivituslaitteissa ja lantajärjestelmissä. Negatiivisina puolina pidetään myös tummaa väriä sekä pölyävyyttä. (Manni ym. 2023.) Suositeltava kuiva-ainepitoisuus turpeelle on 50–60 %. Tätä korkeampi kuiva-ainepitoisuus lisää taipumusta pölytystä. (Germundsson 2006.) Turve on myös kevyt materiaali, joten se pysyy huonosti esimerkiksi makuuparsissa (Manni ym. 2023).

Lähteet

Manni, K., Högel, H., Saastamoinen, M., Frondelius, L. & Huuskonen, A. 2023. Kuivikeselvitys: Kuiviketilan tilanteen nykytilan tarkastelu ja lähitulevaisuuden kehitysnäkymien arviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 97 s.

Germundsson, Carin 2006. Strötorvsanvändning i djurstallar – en litteraturgenomgång. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi. Pdf-tiedosto. <https://core.ac.uk/download/pdf/211579025.pdf>. Viitattu 4.9.2024.

2.2 PUUPOHJAISET MATERIAALIT

Puupohjainen kuivike on yläkäsite, joka kattaa laajan kirjon erilaisia kuiviketyppejä. Kutterin tai höylän lastu (wood shavings) ja sahanpuru (sawdust) ovat perinteisiä Suomessa kuivikkeena käytettyjä puunjalostuksen sivutuotteita. Puupohjaisten kuivikkeiden saatavuus vaihtelee muun muassa energiantuotannon kysynnän vaihtelun mukaan (Manni ym. 2023). Riippuen jalostettavasta raaka-aineesta (puulaji, puun kosteuspitoisuus ym.), sekä mahdollisesta jälkikäsitteystä, esimerkiksi sahanpuru voi terminä kattaa edelleen usean tyyppisiä kuivikkeita (Manni ym. 2023). Esimerkiksi puuhake (woodchip) ja puupelletti (wood pellets) kuuluvat myös puupohjaisiin kuivikkeisiin. Partikkelikooltaan hienointa puupohjaista kuiviketta on sahanpuru ja karkeinta puuhake. Partikkelikoon ääripäät ovat molemmat eläintuotannon kannalta haastavia, sillä liian hieno

kuivike tarttuu eläimiin ja liian karkea kuivike on eläimelle epämukava makuualusta, aiheuttaen pahimmillaan haavoja ja hiertymiä (Singh ym. 2020). Kutterinlastu on sahanpurua hieman imukykyisempää (Ferraz ym. 2020).

Kinnerterveys ja muut hiertymät ympäri nautojen kehoa sekä eläinten puhtaus ovat keskeisiä hyvinvoinnin indikaattoreita, joihin vaikuttavat muun muassa kuivikkeen partikkelikoko ja sen kuiva-ainepitoisuus. Puupohjaisissa kuivikkeissa on mahdollisesti sälöjä, jotka voivat vahingoittaa eläintä (Brenninkmeyer ym. 2013). Wearyn ja Taszkunin (2000) tutkimuksessa sahanpurulla kuivitetuilla lehmillä oli vähemmän kinnerhiertymiä (69,7 % todennäköisyys) kuin suodatinkankaasta tehdyillä patjalla maanneilla lehmillä (91,7 %), mutta enemmän kuin lehmillä, jotka makasivat hiekkaparsissa (23,8 %). Hiekka kuivikkeena oli yhteydessä myös vähemmän vakaviin kinnerhiertymiin. Brenninkmeyerin ym. (2013) tutkimuksissa parren takaosan pehmeyttä kuvailtiin luokilla 1–3 (pehmein), ja pehmeimpään luokkaan luettiin myös 10 senttimetrin kerros sahanpurua. Samassa tutkimuksessa todetaan, että pehmeä parsi mahdollistaa verenkierron sorkassa ja ehkäisee hankaamista, mikä edelleen ylläpitää sorkkaterveyttä.

Tilan käyttämä kuivike saattaa vaikuttaa Schreinerin ja Rueggin (2003) mukaan enemmän utareen kuin jalkojen puhtautteen. Samassa tutkimuksessa todettiin, että niillä eläimillä, joiden utareet olivat likaisia (arvosana 3 tai 4 skaalalla 1–4), oli 1,5-kertainen todennäköisyys jonkin patogeenin löytymiselle maitonäytteestä. Tätä tutkimustulosta tukevat myös Sant'Annan ja Paranhos da Costan (2011) tutkimustulokset.

Orgaanisena kuivikkeena puupohjaiset kuivikkeet saattavat tarjota kasvualustan erilaisille mikro-organismeille, mutta korkeamman orgaanisen aineksen kautta vaikuttavat jatkokäytössä positiivisesti maan viljelykuntoon (Ferraz ym. 2020). Mikäli puumateriaalia ei kompostoida ennen maaperään sijoittamista, puupohjaisen kuivikkeen hajoaminen aiheuttaa kasville käyttökelpoisen typen sitoutumista puun hajoamisprosessiin (Komar ym. 2012), mikä on vaikuttanut viljelijöiden halukkuuteen käyttää lannoitteena lantaa, jossa puupohjaisen kuivikkeen pitoisuus on suuri. Suomalaisilla lypsykarjatiloilta kuivikkeen pitoisuus levitettävässä lannassa on pieni verrattuna esimerkiksi hevosten lantaan. Toisaalta joitakin patogeeneihin liittyviä tutkimustuloksia löytyy myös puupohjaisten kuivikkeiden eduksi: Häggman ja Juga (2015) analysoivat tutkimuksessaan, että turvetta kuivikkeena käytävillä suomalaisilla pihattomaitoiloilla oli 110 % suurempi todennäköisyys tulehduksellisille sorkkasairauksille, kuin vastaavilla puupohjaista kuiviketta käyttävillä tiloilla.

Zdanowicz ym. (2004) tutkimustulosten mukaan eläinten iholla oli koliformisia bakteereita sekä klebsiellan alalajeja runsaammin (0,8–1 logaritmita yksikköä) sahanpuru- kuin hiekkakuivituksella. Tutkimusviikon aikana edellä mainitut bakteerit myös lisääntyivät nopeammin sahanpurulla kuivitetuissa parsissa, mikä voi selittyä virtsan ja ulosteen aiheuttamalla purukuivikkeen kuiva-ainepitoisuuden laskulla. Hiekkaparsien kuiva-ainepitoisuus pysyi tutkimuksen aikana samana. Hogan ja Smith (1997) tutkivat sahanpurukuivikkeen jälkikäsittelyä kalkilla. Tutkimuksen perusteella kalkin lisääminen vähensi bakteerien määrää kuivikkeessa ja utareen iholla. Patogeenien määrän vertailukelpoisuutta kuivikkeiden välillä tulisi tehdä varoen, sillä riippuen tarkastelutavasta (patogeenien määrä tietyssä tilavuudessa vs. tietyssä massayksikössä), tulokset voivat olla hyvinkin erilaisia (Gabler ym. 2001). Sahanpuru voi tarttua utareen iholle hienomman partikkelikokonsa takia, joten lypsyhygieniasta täytyy pitää erityisen hyvää huolta (UMass Extension, julkaisuaika tuntematon).

Wälly on Soilfood Oy:n selluloosatehtaan sivutuotteena syntyvästä nollakuidusta valmistettava uusi kuivitusuote. Nollakuitu on hienojakoista puuainesta, jota metsäteollisuudessa ei voida hyödyntää ja sitä on päätynyt tehtaiden jätevesien mukana vesistöihin. Nollakuidun hyötykäyttöä on tutkittu ja sitä on käytetty polton ohella muun muassa bioteknisillä tavoilla käsiteltynä laktaatiksi, biokaasutuotannossa ja maanparannusaineena. Kuivikekuituun käytetään osin samoja raaka-aineita kuin maanparannuskuituun, mutta käsitellyt eroavat toisistaan. Kehitetty kuivike on tuotu markkinoille kesällä 2024. (Biotalous 2024.)

Kuivike on ollut testikäytössä muutamilla karjatiloilta ja sen kuivitusominaisuuksia on tutkittu Luonnonvarakeskuksella. Käyttömäärältään kuivikekuitu on osoittautunut turvetta vastaavaksi kuutioissa mitattuna. Kuivikekuidun kuiva-ainepitoisuus vaihtelee 55–70 prosentin välillä, mutta se pölyää maltillisesti. (Soilfood julkaisuaika tuntematon.)

Käyttöominaisuuksiltaan kuivikekuitu oli pehmeää ja kevyttä käsitellä. Se toimi myös kuivitukseen käytettävissä koneissa. Kuivikkeen tuoksu on mieto ja se sitoi hyvin navetassa mitattuja, ammoniakki-, hiilidioksidi- ja rikkivetykaasuja. Kuivikekuidun pH on noin 8 ja se on väriltään vaaleaa. (Järvinen 2024.)

Kuitupohjaisena materiaalina kuivikekuidun vedenpidätyskyky on hyvä, jopa turvetta parempi. Kuivikekuitu tuotti kestokuivikkeena enemmän lämpöä kuin turve, mutta kuitenkin vähemmän kuin korsimateriaalit. Kuivikekuitua voi käyttää seoksena tunnetusti enemmän lämpöä tuottavien korsimateriaalien kanssa. (Järvinen 2024.)

Lähteet

Biotalous, 2024. Soilfood kehitti uudentyypisen kuivikekuidun kotieläintiloille. Verkkajulkaisu. <https://www.biotalous.fi/soilfood-kehitti-uudentyypisen-kuivikekuidun-kotielaintiloille/>

Brenninkmeyer, C., Dippel, S., Brinkmann, J., March, S., Winkler, C. ja Knierim, U. 2013. Hock lesion epidemiology in cubicle housed dairy cows across two breeds, farming systems and countries. *Preventive Veterinary Medicine*: 109. s. 236–245.

Gabler, M. T., Reneau, J. K. ja Farnsworth, R. J. 2001. Comparison of number of *Streptococcus uberis* calculated on a volume or weight basis in sand and sawdust bedding. *American Journal of Veterinary Research*: helmikuu, 62(2).

Ferraz, P. F. P., Ferraz, G. A. S., Leso, L., Klopčič, M., Barbari, M. ja Rossi, G. 2020. Properties of conventional and alternative bedding materials for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 103(9). s. 8661–8674

Hogan, J. S., ja Smith, K. L. 1997. Bacteria counts in sawdust bedding. *Journal of Dairy Science*: 80. s. 1600–1605

Häggman, J. ja Juga, J. 2015. Effects of cow-level and herd-level factors on claw health in tied and loose-housed dairy herds in Finland. *Livestock Science*: 2015 (181). s. 200–209

Järvinen, Sari 2024. Uusi tulokas kuivikemarkkinoille. *KMvet* 2/2024: 48–51.

Kinnunen, Ossi 2024. Projektipäällikkö. Soilfood Oy. Haastattelu 18.3.2024.

Komar, S., Miskewitz, R., Westendorf, M. ja Williams, A. 2012. Effects of bedding type on compost quality of equine stall waste: Implications for small horse farms. *Journal of Animal Science*: 90. s. 1069–1075.

Manni, K., Högel, H., Saastamoinen, M., Fronsdelius, L. ja Huuskonen, A. 2023. Kuivikeselvitys: Kuivikekilanteen nykytilan tarkastelu ja lähitulevaisuuden kehitysnäkymien arviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 97 s.

Sant'Anna, A. C. ja Paranhos da Costa, M. J. R. 2011. The relationship between dairy cow hygiene and somatic cell count in milk. *Journal of Dairy Science*: 94 (8) s. 3835–3844.

Schreider, D. A. ja Ruegg, P. L. 2003. Relationship Between Udder and Leg Hygiene Scores and Subclinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*: 86 (11). s. 3460–3465.

Singh, A., Kumari, T., Rajput, M., Baishya, A., Bhatt, N. ja Roy, S. 2020. A Review: Effect of Bedding Material on Production, Reproduction and Health and Behavior of Dairy Animals. *International Journal of Livestock Research*: 10(7). s. 11-20.

Soilfood Oy julkaisuaika tuntematon. Maataloustuotteet. Verkkojulkaisu. <https://soilfood.fi/maatalous/tuotteet/soilfood-wally-kuivikekuitu/>.

UMass Extension Crops, Dairy, Livestock, Equine. Julkaisuaika tuntematon. Bedding Options for Livestock and Equine. CDLE Pub. 08□5. <https://ag.umass.edu/sites/ag.umass.edu/files/fact-sheets/pdf/Bedding%2008-05.pdf>

Weary, D. M. ja Tazskun, I. 2000. Hock Lesions and Free-Stall Design. *Journal of Dairy Science*: 83(4). s. 697–702.

Zdanowicz, M., Shelford, J. A., Tucker C. B., Weary D. M., ja von Keyserlingk, M. A. G. 2004. Bacterial Populations on Teat Ends of Dairy Cows Housed in Free Stalls and Bedded with Either Sand or Sawdust. *Journal of Dairy Science*: 87(6). s. 1694–1701.

2.3 SEPAROITU KUIVAJAE

Lietelannasta tai biokaasulaitoksen mädätejäännöksestä separoidun kuivajakeen (separated manure solids) kuivikekäyttö on herättänyt kiinnostusta viime vuosina, varsinkin talven 2023 kuivikepulan aikana. Kuivajakeen kuivikekäyttöön liittyy useita epävarmuustekijöitä, sillä se on parhaillaan erittäin edullinen ja pehmeä kuivike, mutta voi pahimmillaan laukaista tilalla tautikierteen. Jeppssonin ym. (2024) mukaan suurin uhka kohdistuu nimenomaan eläinten utareterveyteen, ja sitä kautta tuotetun maidon laatuun. Koska lypsylehmä viettää optimaalisessa tilanteessa suurimman osan ajastaan parressa maaten, utareen ihon mikrobikanta vastaa suurilta osin kuivikkeen mikrobikantaa (Zdanowicz ym. 2004). Separoitu kuivajae, joka on jalostettu esimerkiksi raakalietteestä, on siis lähtökohtaisesti muita kuivikkeita riskialttiimpaa. Tämä tulee huomioida kuivajakeen kuivikekäytön lisäksi varastoinnissa.

Leach ym. (2015) tekemässä yhteenvedossa lannasta separoidun kuivajakeen patogeenikuorma ei eronnut merkittävästi muiden kuivikkeiden, esimerkiksi sahanpurun tai oljen, sisältämistä määristä eri tutkimusten välillä. Joissakin maissa on EU:n lainsäädännön lisäksi omia asetuksia lannasta separoidun kuivajakeen käytölle. Esimerkiksi Walesissa on kiellettyä käyttää muiden eläinlajien lannasta separoitua kuivajaetta (Regulations 2014). Kuivajakeen pitää myös olla peräisin samassa epidemiologisessa ryhmässä olevien eläinten lannasta.

Järjestelmällistä tieteellisesti todistettua negatiivista korrelaatiota lannasta separoidun kuivajakeen kuivikekäytön ja utareterveyden välillä ei vaikuttaisi olevan. Esimerkiksi Fréchette ym. (2021) tutkimuksessa kuivikkeen tyypillä ja utaretulehduksen esiintymistiheydellä ei ollut yhteyttä, kun taas Patel ym. (2019) tutkimuksessa kuivajakeen käyttö oli yhteydessä utareterveyden muuttujiin, kuten uusiin utaretulehduksiin ja utaretulehduksien kumulatiiviseen määrään eli kokonaismäärään.

Euroopassa separoidun kuivajakeen kuivikekäyttöä on tutkittu kiitettävästi. Holstein-rotuisilla ensikoilla oli vähemmän kliinistä utaretulehdusta uudella hiekalla (9kpl) kuin kierrätetyllä hiekalla kuivitettaessa (22kpl) tai separoidulla kuivajakeella kuivitetuissa syvissä (23kpl) tai perinteisissä parsissa, joita kuivitettiin separoidulla kuivajakeella (19kpl) (Rowbotham ja Ruegg, 2016). Jeppsson ym. (2024) eivät havainneet tilastollisesti merkitsevää eroa maidon soluluvussa puupohjaisten kuivikkeiden ja separoidun kuivajakeen välillä, vaikka lannasta separoidussa kuivajakeessa olikin niin vasta separoituna kuin käytettynäkin kokonaismäärältään enemmän bakteereita. He eivät myöskään huomanneet eroa eläimen hyvinvointiin liittyvissä tunnusluvuissa, kuten eläinten puhtaudessa tai niiden eläinten lukumäärässä, joilla oli erityyppisiä ihovaurioita. Tutkimuksessa huomattiin kuitenkin, että sorkkaterveys oli parempi separoitua kuivajaetta käyttävillä tiloilla (sorkkasairaudet ja sorkkapaiseet).

Frondelius ym. (2020) tutkivat naudan lietelannasta separoidun kuivajakeen vaikutuksia eläinten puhtauteen, utareterveyteen sekä mahdollisiin ihomuutoksiin: turvekuivitukseen verrattuna lypsylehmien ihomuutokset vähenivät kintereissä

selkeästi. Lannasta separoidulla kuivajakeella kuivittaminen teki kyseisessä tutkimuksessa eläinten takaneljänneksistä (likaisia takaneljänneksiä 39,0 % kuivajakeella ja 43,0 % turpeella) ja utareista (likaisia utareita 57,6 % kuivajakeella ja 66,8 % turpeella) myös puhtaampia. Samassa tutkimuksessa kuivitukseen käytetyllä materiaalilla ei todettu olevan vaikutusta maidon solupitoisuuksiin.

Kanadalaiset tutkijat selvittivät, voisiko lannasta separoidun kuivajakeen kuivikekäyttö vaikuttaa juuston valmistukseen haitallisesti olkikuivitukseen verrattuna (Gagnon ym. 2020). Tutkimuksessa ei havaittu eroa maidon pastöroinnin- ja lämmönkestävien bakteereiden pitoisuuksissa olki- ja kuivajaekuivituksen välillä.

Lähteet

Fréchette, A., Fecteau, G., Côté, C. ja Dufour, S. 2021. Clinical Mastitis Incidence in Dairy Cows Housed on Recycled Manure Solids Bedding: A Canadian Cohort Study. *Frontiers in veterinary science*: 8.

Frondehus, L., Lindeberg, H. ja Pastell, M. 2020. Recycled manure solids as a bedding material: Udder health, cleanliness and integument alterations of dairy cows in mattress stalls. *Agricultural and food science*: 29. s. 420–431

Gagnon, M., Hamelin, L., Fréchette, A., Dufour, S. ja Roy, D. 2020. Effect of recycled manure solids as bedding on bulk tank milk and implications for cheese microbiological quality. *Journal of Dairy Science*: 103 (1). s. 128-140.

Jeppsson, K. H., Magnusson, M., Bergström Nilsson, S., Ekman, L., Winblad von Walter, L., Jansson, L. E., Landin, H., Rosander, A. ja Bergsten, C. 2024. Comparisons of recycled manure solids and wood shavings/sawdust as bedding material—Implications for animal welfare, herd health, milk quality, and bedding costs in Swedish dairy herds. *Journal of dairy science*: 107(8). s. 5779–5793

Leach, K. A., Archer, S. C., Breen, J. E., Green, M. J., Ohnstad, I. C., Tuer, S. ja Bradley, A. J. 2015. Review: Recycling manure as cow bedding: Potential benefits and risks for UK dairy farms. *The Veterinary Journal*: 206. s. 123–130.

Patel, K., Godden, S. M., Royster, E., Crooker, B. A., Timmerman, J. ja Fox, L. 2019. Relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, udder hygiene, milk quality, and udder health in US dairy herds. *Journal of Dairy Science*: 102 (11). s. 10213–10234.

Regulation 17 of the Animal By-Products (Enforcement) (Wales) Regulations 2014 (S.I. 2014/517 (W.60)) <https://www.gov.wales/recycle-manure-solids-cattle-bedding-conditions-use>

Rowbotham, R. F. ja Ruegg, P. L. 2016. Associations of selected bedding types with incidence rates of subclinical and clinical mastitis in primiparous Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*: 99(6). s. 4707-4717.

Zdanowicz, M., Shelford, J. A., Tucker C. B., Weary D. M., ja von Keyserlingk, M. A. G. 2004. Bacterial Populations on Teat Ends of Dairy Cows Housed in Free Stalls and Bedded with Either Sand or Sawdust. *Journal of Dairy Science*: 87(6). s. 1694–1701

2.4 HEVOSENLANTA

Hevosenslannan käyttöä nautojen kuivikkeena on tutkittu opinnäytetyönä toteutetussa tutkimuksessa HAMKin Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla navetassa (Rantala 2023) sekä Nautatilojen kuivikehuolto -hankkeen toimesta Luken Siikajoen koetoiminta-ajamilla (Manni & Huuskonen 2021). Mustialassa turvepohjaista, hygienisoitua hevosenslantaa käytettiin lypsy-lehmien parsissa kuivikkeena neljän viikon ajan. Vertailuna toimivat turpeella kuivitetut parret. Lehmien makuukäyttäytymisessä ei havaittu eroja eri kuivikkeilla kuivitetujen parsien välillä. Hevosenslanta pysyi parsissa turvetta paremmin, mutta oli täten myös työläämpää poistaa lantakolalla. Maidon soluluvuissa ei havaittu tutkimuksen aikana muutoksia. (Rantala 2023.)

Siikajoen koetoiminta-ajamilla turvepohjaista, kompostoitua hevosenslantaa vertailtiin yhdessä turpeen, ohranoljen, ruokohelven, kuivaheinän ja paperirouheen kanssa. Hevosenslantaa käytettiin sonnien ryhmäkarsinoissa sekoitettuna turpeen, ohranoljen tai heinän kanssa. Kuivikkeita vertailtiin neljässä jaksossa ja vertailujaksojen aikana kuivikkeista sekä kuivikepohjista määritettiin kuiva-ainepitoisuus. Lisäksi kuivikepohjista määritettiin lämpötila sekä hiilidioksidi-, ammoniakki- ja rikkivetytitoisuudet. (Manni & Huuskonen 2021.)

Hevosenslannalla oli kuivikemateriaaleista pienin keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus (33 %). Hevosenslanta toimi matalasta kuiva-ainepitoisuudestaan huolimatta hyvin sekoitettuna muihin kuivikemateriaaleihin, ja erot tasaantuivat, kun tarkasteltiin kuivikepohjien kuiva-ainepitoisuuksia. Lämmöntuotoltaan hevosenslanta oli tutkimuksen mukaan heikoin. Keskimääräiset kaasupitoisuudet alittivat sallitut pitoisuudet kaikilla kuivikemateriaaleilla. (Manni & Huuskonen 2021.)

Lähteet

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

Rantala, Menna 2023. Hygienisoidun hevosenslannan käyttö kuivikkeena lypsyylehmille. Opinnäytetyö. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023060722420>. Viitattu 13.9.2024.

2.5 KORSIMATERIAALIT

OLKI

Viljan olkea käytetään kuivikkeena erityisesti eristämättömissä nuorkarjaloissa, poikimakarsinoissa ja vasikoiden yksilö- tai ryhmäkarsinoissa. Lypsylehmien parsien kuivituksessa sitä käytetään vain vähän johtuen sen huonosta soveltuvuudesta lietelantajärjestelmiin.

Oljen laskennallinen sato vaihtelee vuosittain 1,7–2,8 miljardin kilon välillä. Tästä kuivikekäyttöön päätyy vain osa, sillä korjuuajankohdan sääolot voivat hankaloittaa korjuuta, viljapellot sijaita etäällä karjaloista tai olki halutaan jättää pellolle. Viljatilat tarvitsevat olkea pellon orgaanisen aineksen säilyttämiseen ja maan rakenteen ylläpitoon. (Manni ym. 2023)

Oljen käyttöä kuivikkeena on mahdollista lisätä, mutta se vaatii korjuun ja logistiikan tehostamista sekä tuotteistamista paremmin lypsykarjanavetoissa käytettäväksi. Olkipelletin käyttö on yleistä hevostalleilla, mutta se on lähes kokonaan ulkomaista. Kotimaisen tuotannon kehittäminen nykyisessä kuivikekilanteessa voisi olla kannattavaa (Manni ym. 2023).

Oljen kuivikeominaisuuksiin vaikuttaa silpun pituus ja käsittely. Pitkä olki imee kosteutta heikosti, mutta sen lämmöneristävyys on hyvä. Silputtuna olki voi toimia myös lietelantajärjestelmissä. Pelletöity olki ja olkrouhe ovat imukyvyltään huomattavasti

tavasti parempia. Pelletöity olki vie vähän tilaa, eikä põlise kuten olkirouhe. Parsipihatossa olki sopinee kuivikkeeksi joko lyhyeksi silputtuna tai rouheena, pelletti pysyy parsissa huonosti. (Kuivitusopas 2014).

Lähteet

Kuivitusopas. TTS:n tiedote Maataloustyö ja tuottavuus 3/2014 (654)

Manni, K., Högel, H., Saastamoinen, M., Frondelius, L. & Huuskonen, A. 2023. Kuivikeselvitys: Kuiviketilan teen nykytilan tarkastelu ja lähitulevaisuuden kehitysnäkömien arviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 97 s.

RUOKOHELPI

Ruokohelpi (*Phalaris arundinacea* L.) on monivuotinen heinäkasvi, joka kasvaa koko Suomessa luonnonvaraisena. Se muodostaa korkeita, jopa kahden metrin mittaisia kasvustoja sekä syvän juuriston, jossa pääjuurakko ulottuu keskimäärin 2–8 cm syvyyteen ja pääjuurakosta erkanevat juuret yli metrin syvyyteen (Pahkala 2005). Maanpäällinen kasvusto korjataan kasvukauden ulkopuolella, yleensä seuraavana keväänä kuloheinänä heti, kun pellot kantavat koneita (Keskitalo ym. 2007). Ruokohelpi on yksi satoisampia ja tuottavampia heinäkasveja: se tuottaa keskimäärin 6–8 tonnin, optimaalisissa kasvuoloissa jopa 10 tonnin kuiva-ainesatoja/hehtaari ja kasvusto pysyy sadontuottokykyisenä 10–12 vuoden ajan (Manni ja Huuskonen 2021).

Ruokohelpeä viljellään nautojen rehuksi muun muassa Pohjois-Amerikassa ja Venäjällä, mutta Suomessa sillä on ollut enemmän non-food käyttötarkoituksia (Ministry of Agriculture, Food and Agribusiness and Ministry of Rural Affairs 2022, Pahkala ym. 2005). Pohjoismaissa tutkittiin ruokohelven käyttöä energiantuotannossa ja Suomessa toteutettiin ruokohelven polttokokeiluja muutaman vuoden ajan Vapon laitoksissa. Ruokohelpi ei kuitenkaan pärjännyt kustannustarkasteluissa metsähakkeelle ja energiantuotantokokeilut loppuivat vuonna 2011 (Bioenergianeuvoja 2024). Viime vuosina kiinnostus ruokohelven kuivikekäyttöä kohtaan on kasvanut sen viljelyvarmuuden sekä ruokohelven kohtuullisina pysyvien muuttuvien viljelykustannusten vuoksi.

Ruokohelven kuivikekäyttö ei ole laajasti yleistynyt ja aiheesta on saatavissa niukasti tutkimuskirjallisuutta. Suomessa ruokohelven käyttöä kuivikkeena on tutkittu kahdessa kokeessa lihanautojen kestokuivikepohjissa Luonnonvarakeskuksen Ruukin koetointi-asetalla sekä nuorkarjalla parsiratkaisussa OSAO Muhoksen opetusmaatilalla osana Vähähiilinen maatila -hanketta. Lisäksi Suomessa on muutamia yrityksiä, jotka valmistavat kotimaisesta ruokohelvestä muru- ja pellettikuivikkeita nautojen ja hevosten kuivitukseen. Ruokohelpisilpun, -murun ja -pelletin käytöstä on tehty myös opinnäytetöitä OAMK:ssa ja JAMK:ssa. Ulkomaiset tutkimukset keskittyvät pääasiassa ruokohelven rehu- ja energiakäyttöominaisuuksiin.

Luonnonvarakeskuksen Ruukin toiminta-asetalla maitorotuisilla lihasonneilla tehdyssä preferenssikokeessa (Tuomisto ym. 2021) ruokohelpi osoittautui eläimille lähes samanveroiseksi makuualustaksi kuin olki kokeen koko kestoajan. Toisessa Ruukissa toteutetussa kokeessa tutkittiin ruokohelven käyttöä turvetta korvaavana kuivikemateriaalina kasvavilla lihanaudoilla. Kyseisen tutkimuksen (Manni ym. 2022) tuloksissa ruokohelven todettiin pitävän eläimet puhtaina ja sitovan haitallisia kaasuja yhtä hyvin kuin turve, tuottavan lämpöä selkeästi enemmän kuin turve ja põlisevän enemmän kuin turve. Kokonaisuudessaan ruokohelven todettiin olevan potentiaalinen turvetta korvaava kuivikevaihtoehto lihanaudoille erityisesti eristämättömässä tuotantorakennuksissa. OSAO:n opetusmaatilalla navetassa tehdyssä kokeessa (Junnonaho 2020) ruokohelpisilpun kuivikeominaisuuksia verrattiin kutteriin. Tuloksissa ruokohelven kuivikekäytön etuina nähtiin tehokkaampi hajujen sidonta ja silpun pysyminen paremmin parressa. Vastaavasti haasteiksi koettiin ruokohelpisilpun parresta poistamisen työläys, silpun pölyävyys ja nuorkarjan ruokohelpisilpun syöminen. Kokeen aikana ei huomattu kinnerterveyden muutoksia.

Jyväskylän ammattikorkeakoulussa toteutettiin opinnäytetyönä tutkimus ruokohelvestä valmistetun murun käytöstä lypsylehmien kuivikkeena. Tutkimuksessa (Pulkkinen 2015) ruokohelpimurua testattiin kolmen viikon ajan kolmella eri tilalla Suomessa. Testijakson aikana ruokohelpimuru osoittautui imukyvyiltään paremmaksi ja paremmin parressa pysyväksi kuin kaikki tilojen aiemmin käyttämät turve, kutteri tai turve-kutteriseos, mutta pölyvämmäksi ja painavammaksi kuin kutteri tai turve-kutteriseos. Tutkimuksessa ei otettu kantaa ruokohelpimurun vaikutuksista uraterveyteen, kuivituskustannuksiin tai jälkikäyttöön kuivikelantana.

Lähteet

Bioenergianeuvoja 2024. Ruokohelpi. <https://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/peltobiomassat/ruokohelpi/>. Viitattu 26.7.2024

Junnonaho, T. 2020. Ruokohelpi kuivikkeena. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma, Oulun ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/339555/junnonaho_tommi.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Viitattu 25.7.2024.

Keskitalo, M., Hakala, K., Peltonen, S. & Harmoinen, T. 2007. Erikoiskasvien viljely. Tieto tuottamaan 118. ProAgria Keskuksen Liitto. 95 s.

Manni, K. & Huuskonen, A. 2021. Ruokohelpeä peltoon ja kuivikkeeksi. Nauta 2/2021. https://siipi.net/site/assets/files/1673/ruokohelpea_peltoon_ja_kuivikkeeksi_2-2021.pdf Viitattu 26.7.2024.

Manni, K., Saastamoinen, M. & Hellsted, M. 2022. Kuivikemateriaalien vertailu lihanaudoilla. Teoksessa Manni, K. (toim.) 2022. Turvetta korvaavat uusiutuvat kuivikemateriaalit. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 9/2022: 66–81. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/551549/luke-luobio_9_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 25.7.2024.

Ministry of Agriculture, Food and Agribusiness and Ministry of Rural Affairs. 2022. Reed canarygrass. Government of Ontario. <https://www.ontario.ca/page/reed-canarygrass>. Viitattu 26.7.2024.

Pahkala, K. 2005. Mikä ihmeen ruokohelpi? Koetoiminta ja käytäntö, 62(3): 6. Maaseudun tulevaisuus. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/460330/mtt-kjak-v62n03s06a.pdf?sequence=1>. Viitattu 26.7.2024

Pahkala, K., Isolahti, M., Partala, A., Suokannas, A., Kirkkari, A.M., Peltonen, M., Sahramaa, M., Lindh, T., Paappanen, T., Kallio, E. & Flyktman, M. 2005. Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. 2. Korjattu panos. Maa- ja elintarviketalous 1. 31s. <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/458034/met1b.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 26.7.2024.

Pulkkinen, L. 2015. Ruokohelpimurun käyttö lypsykarjan kuivituksessa. Opinnäytetyö. Luonnonvara- ja ympäristöala, Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/103390/Ruokohelven%20kaytto%20lypsykarjan%20kuivituksessa.pdf?sequence=1>. Viitattu 30.7.2024.

Seppänen, R., Anttila, K., Kulkas, L., Mattila, S., Mustonen, R. & Raussi, S. 2014. Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta. Tutkimushankkeen loppuraportti. TTS, MTT ja Työterveyslaitos. <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2019/07/Kuivitus-osaksi-kannattavaa-lypsykarjataloutta-tutkimushankkeen-loppuraportti.pdf>. Viitattu 26.7.2024.

Tuomisto, L., Mononen, J., Hyvönen, J., Manni, K., Frondelius, L. & Huuskonen, A. 2021. Nuorten lihanautojen kuivike-mieltymykset: vertailussa olki, ruokohelpi ja hevosen kuivikelanta. Teoksessa: Manni, K. & Huuskonen, A. (toim). 2021. Nautatilojen kuivikehuolto. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 54/2021: 50–68. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/547764/luke-luobio_54_2021.pdf?sequence=7&isAllowed=y. Viitattu 25.7.2024.

2.6 HIEKKA

Hiekan käyttö kuivikkeena parantaa lehmien makuumukavuutta sekä sorkkaterveyttä ja vaikuttaa positiivisesti maitotuotokseen sekä maidon laatuun. Tutkimusten mukaan hiekalla kuivitetussa syväparressa lehmien makuu-aika pidentyy, jolloin lisääntynyt märehimis-aika kasvattaa tuotosta. Hiekka on myös pitävä alusta makuulle menoon ja ylös nousemiseen, mikä vähentää ongelmia jalkaterveydessä. (Pulkinen 2017.) Lantakäytävälle kulkeutuessaan hiekka vähentää myös liukastumisia (Pulkinen 2018).

Hiekka on epäorgaaninen materiaali, jonka vuoksi puhdas hiekka on huono kasvualusta mikrobeille. Se sopii myös hyvin kierrätettäväksi ja bakteerimäärä voi pysyä matalana useita vuosia, kun puhdistus tehdään huolellisesti. Kosteus haihtuu hiekan pinnalta nopeasti, mikä lisää hiekan hygieenisyyttä kuivikkeena. Kosteuden haihtumisen kannalta paras hiukkaskoko on 0,1–1 millimetriä. (Buli ym. 2010.)

Sopiva hiekka tulee valita tilakohtaisesti. Karkea hiekka kuluttaa nopeammin koneita, mutta läpäisee kosteutta paremmin kuin hienempi hiekka. Hiekan raekoon tulisi kuitenkin olla yhtenäistä ja alle 2 mm, sillä isompi raekoko voi aiheuttaa hiertymiä. (Frondelius, Ruuska & Kärkkäinen 2019.) Hiekka on myös viileä makuualusta ja se edistää lehmien puhtaana pysymistä muodostamalla suojaavan pinnan. (Buli ym. 2010.)

Hiekan huonoina ominaisuuksina nähdään työläs käsittely, jäätyminen talvella sekä lannanpoistokoneiden ja lypsyrobotin kuluminen (Kuikka & Tavaststjerna 2018). Hiekka kuluttaa lannanpoistokoneiden metalliosia, jolloin niitä voi joutua vaihtamaan hieman useammin. Myös lypsyrobottien osat kuluvat nopeammin, mutta robotivalmistajan mukaan huoltokustannus ei eroa merkittävästi muita kuivikkeita käyttävien tilojen kustannuksista. Uusissa roboteissa on myös kiinnitetty enemmän huomiota toimivuuteen hiekkaparsien kanssa. (Pulkinen 2018.) Hiekkaparsien käyttäjien mukaan lisääntynyt työmäärä maksaa itsensä takaisin parantuneena tuotoksena ja terveytenä (Pulkinen 2017).

Hiekkaparsien vaikutusta maidon laatuun ja lypsyjärjestelmään on tutkittu opinnäytetyössä. Tutkimuksessa haasteltujen tuottajien mukaan jalka- sekä utareterveys on parantunut ja tuotos kasvanut hiekkaparsiin siirtymisen myötä. Myös makuu-ajan huomattiin lisääntyneen. Tutkimuksen mukaan hiekkaa pidettiin myös edullisena kuivikemateriaalina ja sen saatavuutta hyvänä. Ongelmia havaittiin pääasiassa lannanpoistokoneiden kulumisessa. (Siipola & Smolander 2020.)

Lähteet

Pulkinen, Markku 2017. Yli puolet jenkinavetoista rakennetaan hiekkaparsilla – ”lehmille yksiselitteisesti paras makuualusta”. Maaseudun tulevaisuus. Verkkojulkaisu. 22.2.2017. Yli puolet jenkinavetoista rakennetaan hiekkaparsilla – ”lehmille yksiselitteisesti paras makuualusta” - Maatalous - Maaseudun Tulevaisuus. Viitattu 16.9.2024.

Pulkinen, Markku 2018. Hiekka hellii sorkkia. Verkkojulkaisu. 5.12.2018. Maito ja me. Hiekka hellii sorkkia | Valio (maitojame.fi). Viitattu 17.9.2024.

Kuikka, Veera & Tavaststjerna, Miisa 2018. Hiekkaparret Suomen olosuhteissa – Mansikille mainio kuivike hiekasta. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201805229439>. Viitattu 17.9.2024.

Buli, Asefa Tolesa, Elwes, Sophie, Geerets, Jeroen & Schildmeijer, Petra 2010. Sand: a review of its use in housed dairy cows. Verkkojulkaisu. Vetvice. Sand a review of its use in housed dairy cows (yumpu.com). Viitattu 17.9.2024.

Siipola, Taina & Smolander, Katja 2020. Hiekkaparsien vaikutukset maidon laatuun ja lypsyjärjestelmään. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020052814823>. Viitattu 18.9.2024.

Frondelius, Lilli, Ruuska, Salla & Kärkkäinen, Leena 2019. Lypsykarjatilojen nykyaikaisia parsi- ja kuivikeratkaisuja. Verkkojulkaisu. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-747-3>. Viitattu 18.9.2024.

3 Navetan olosuhteet ja kuivikkeiden laatu

Tuotantotilojen olosuhteilla, kuten ilmanvaihdolla, lämpötilalla, kosteudella, kaasupitoisuudella, pölyhiukkaspitoisuudella, melulla ja valaistuksella on oleellinen merkitys tuotantoeläinten hyvinvoinnin ja terveyden ylläpitoon (CIGR 2014). Laki eläinten hyvinvoinnista (693/2023) määrittelee eläinten pitopaikan yleiset vaatimukset ja pitopaikan olosuhteet, joiden tulee olla pitopaikassa pidettävälle eläimelle sopivia (Maa- ja metsätalousministeriö 2023). Lisäksi Valtioneuvoston asetuksessa nautojen suojelusta (592/2010) määritellään tarkemmat vaatimukset nautojen pitopaikan olosuhteille (Maa- ja metsätalousministeriö 2010).

Navetan olosuhteisiin vaikuttavat sää- ja ympäristöolosuhteet sekä navettarakennuksen ominaisuudet. Lypsykarjaa kasvatetaan hyvin erilaisissa tuotantotiloissa, jotka vaihtelevat pihattotyypisistä avoimista tai puoliavoimista tuotantotiloista suljettuihin tuotantotiloihin. Vuonna 2020 noin 70 % Suomen kaikista nautojen pitopaikoista oli pihattorakennuksia ja noin 30 % parsinavetoita (Luke 2022), joka kuvaa myös lypsykarjan pitopaikkatyyppien jakautumista (Luke 2021). Riippumatta tuotantotilojen rakennustyyppistä huonot ja sopimattomat pito-olosuhteet lisäävät lypsylehmän stressiä ja altistavat sen sairastumiselle vähentäen lehmän maitotuotosta (CIGR 2014). Pito-olosuhteilla ja ympäristöllä on siten lypsylehmän hyvinvoinnin lisäksi suuri taloudellinen merkitys lypsykarjatilalla. Lypsykarjan hoidossa huomioidaan eläinten hyvinvoinnin lisäksi monia erilaisia tekijöitä, kuten käytännöllisyys, lainsäädäntö ja tuotantotilojen tyyppi.

Lypsylehmien makuupaikan kuivitus vaikuttaa eläinten hyvinvointiin. Riittävä puhtaan ja laadukkaan kuivikkeen määrä makuupaikalla takaa lypsylehmälle pehmeän, kuivan ja mukavan makuupaikan pitäen lehmän puhtaana (Hulsen ja Rodenburg 2010, CIGR 2014). Suomessa yleisimmin lypsylehmien kuivikkeena käytetään turvetta (70 %), olkea (61 %) ja kutteria (41 %) (Manni ym. 2023). Kuivikkeen laatu ja eri kuiviketyyppien ominaisuudet vaikuttavat positiivisesti tuotantotilan olosuhteisiin sitomalla kosteutta ja lantakaasuja, mutta voivat aiheuttaa myös negatiivisia vaikutuksia navetan olosuhteisiin esimerkiksi pölyämällä (Huuskonen ja Manni 2020, Manni ym. 2023). Tuotantotilan rakennustyyppi ja siihen liittyvät olosuhteet yhdessä käytetyn kuivikkeen, sen laadun ja eläinpopulaation kanssa vaikuttavat lypsykarjan pitopaikan olosuhdetekijöihin. Näiden seikkojen huomioiminen edesauttaa laadukkaan kuivituksen toteutusta ja hyvien navetan olosuhteiden ylläpitoa lypsylehmien terveyden ja hyvinvoinnin takaamiseksi.

3.1 SISÄILMAN LAATU

Tuotantorakennuksen sisäilman laadulla on oleellinen vaikutus rakennuksissa elävien eläinten terveyteen ja hyvinvointiin. Esimerkiksi hengitysilman korkean otsonipitoisuuden on todettu olevan sidoksissa lisääntyneeseen lypsylehmien kuolleisuuteen (Cox ym. 2016, Egberts ym. 2019) ja korkean hengitysilman hiukkaspitoisuuden olevan yhteydessä korkeampaan maidon somaattiseen solulukuun (Beaupied ym. 2022). Navetan sisäilman laatua heikentävät orgaaninen ja epäorgaaninen pöly, mikro-organismit, homeet, kaasut, höyryt ja muut epäpuhtaudet (CIGR 2014). Navettarakennuksen ilmanvaihto vaikuttaa merkittävästi sisäilman laatuun (Hulsen ja Rodenburg 2010, CIGR 2014). Nykyaikaisissa pihattotyypisissä navettarakennuksissa ilmanvaihto on useimmiten riittävä, ja sitä voidaan säätää sääolosuhteiden mukaan, jolloin navettarakennuksen sisäilman laatu paranee (CIGR 2014).

Lypsylehmän hyvinvoinnin ja terveyden takaamiseksi erityisesti navetan sisäilman lämpötilan, suhteellisen kosteuden, vetoisuuden sekä haitallisten kaasujen, hiukkas- ja mikro-organismien pitoisuuden kontrollointi on tärkeää (Hulsen ja Rodenburg 2010, CIGR 2014).

LÄMPÖTILA JA ILMANKOSTEUS

Lypsylehmät pystyvät sopeutumaan hyvin kylmään lämpötilaan, mutta kärsivät helposti lämpöstressistä lämpötilan noustessa yli 21–25 °C (CIGR 2014). Lämpöstressi vähentää lehmän maidontuotantoa ja rehunsyöntiä, nostaa maidon somaattista solulukua sekä heikentää lehmän hedelmällisyyttä ja vastustuskykyä (Becker ym. 2020).

Lypsylehmän optimilämpötila vaihtelee kirjallisuuslähteen mukaan 5–25 °C lämpötilan välillä (Maa- ja metsätalousministeriö 2001, Kadzere ym. 2002, Becker ym. 2020). Eri kirjallisuuslähteissä esitetyt lypsylehmän alimmat ja ylimmät kriittiset lämpötilat on esitetty optimilämpötilojen kanssa taulukossa 1.

Taulukko 1. Lypsylehmän elinympäristön ilman alin ja ylin kriittinen lämpötila sekä optimilämpötila.

Alin kriittinen lämpötila, °C	Ylin kriittinen lämpötila, °C	Optimilämpötila, °C	Viite
-25 – -15	23–27	5–15	Maa- ja metsätalousministeriö 2001
-20	21	-	CIGR 2014
-16 – -37 ¹	25–26 ²	5–25	Kadzere ym. 2002
-	23	5–18	Hulsen ja Rodenburg 2010
-	-	4–21	Dairyland Initiative 2024
15	25	15–25	Becker ym. 2020

1 Lypsylehmän tuottaessa 30 kg maitoa (referoitu Hamada 1971)

2 Referoitu Berman ym. 1985

Sisätilan ilmankosteus vaikuttaa eläimen lämpötilan tuntemukseen. Suhteellisen ilmankosteuden ylittäessä 40 % lämpötilassa 24 °C, lypsylehmän maidontuotanto alkaa vähentyä merkittävästi (CIGR 2014). Korkea suhteellinen ilmankosteus yhdessä hitaan ilman liikkumisen kanssa vähentää lehmän kuiva-aineen syöntiä (Zhou ym. 2022). Lisäksi suhteellinen ilmankosteus yhdessä ilman liikkumisen kanssa vaikuttaa lypsylehmän hengitystiheyteen, ruumiinlämpöön ja tuotukseen jo 19–26 °C lämpötilassa (Zhou ym. 2022). Suhteellisen ilmankosteuden ollessa 60–90 % lypsylehmän hengitystiheys kasvaa ja ruumiinlämpö nousee matalammassa lämpötilassa verrattuna matalampaan ilmankosteuteen (Zhou ym. 2022). Alle 40 prosentin suhteellinen ilmankosteus lisää navettailman pölyisyyttä ja kuivattaa hengitysteiden limakalvoja (CIGR 2014). Ilman ollessa hyvin kylmä, korkea suhteellinen ilmankosteus lisää lämmön menetystä eläimen karvapeitteen kostuessa ja sen eristävyuden heiketessä (CIGR, 2014).

Navettarakennuksen sisälämpötilan ja suhteellisen kosteuden yhteisvaikutusta kuvataan lämpötila-kosteusindeksillä (engl. temperature humidity index, THI) ja sitä käytetään yleisesti lypsylehmien lämpöstressin voimakkuuden todennäköisyyden arvioinnissa (CIGR 2014, Messeri ym. 2023). Lämpötila-kosteusindeksi voidaan laskea kaavalla $THI = (1,8 \times IL + 32) - (0,55 - 0,0055 \times SK) \times (1,8 \times IL - 26)$, jossa IL on ilman lämpötila (°C) ja SK suhteellinen ilmankosteus (%) (Yan ym. 2021, Messeri ym. 2023). Lämpötila-kosteusindeksin kriittinen yläraja lypsylehmän hyvinvointia ajatellen on 69 ja 72 välillä (CIGR

2014, Dairyland Initiative 2024). Italialaistutkimuksessa todettiin lämpötila-kosteusindeksin ylittyneen vuosina 2020–2022 kesäkausina päiväsaikaan yli 70 % ajasta indeksiarvon kriittisen ylärajan (Messeri ym. 2023). Tämä vaikutti lypsylehmien aktiivisuuteen sekä syönti- ja märehimis aikaan vähentäen niitä merkittävästi (Messeri ym. 2023). Lämpötila-kosteusindeksin ylittäessä ylimmän kriittisen raja-arvon lypsylehmän maitotuotos laskee 2 % yhtä indeksiyksikköä kohden (CIGR 2014). Samoin lehmän hedelmällisyyden on todettu heikkenevän ilman lämpötila-kosteusindeksin kasvaessa. Rolando ym. (2022) totesivat lehmien tiinehtymisen vähenevän 0,84 % ja hedelmöitymisen 1,74 % jokaista ylintä kriittistä raja-arvoa ylittävää indeksiyksikköä kohden. Myös muissa tutkimuksissa on todettu samansuuntaisia yhteyksiä ilman lämpötila-kosteusindeksin ja lypsylehmän maitotuotoksen, hedelmällisyyden ja käyttäytymisen välillä (Schüller ym. 2014, Wildridge ym. 2018, Kappes ym. 2022, Leliveld ym. 2023, Weerasinghe ym. 2023).

SISÄILMAN KAASU- JA PÖLYPITOISUUS

Tuotantoeläinrakennuksia koskevat suositukset navetta ilman kaasu- ja pölypitoisuuksille perustuvat pääasiassa ihmisille tarkoitettuihin enimmäispitoisuuksien arvoihin. Eläimet sopeutuvat tiettyyn rajaan asti elinympäristönsä muutoksiin, minkä vuoksi eläimiä koskevat raja-arvot ovat vaikeasti määritettävissä.

Pölyn merkitystä fyysisenä saasteena aliarvioidaan usein, vaikka sillä on merkittäviä vaikutuksia eläinten terveyteen (CIGR 2014). Pienet pölyhiukkaset ärsyttävät hengitysteiden limakalvoja ja vaurioittavat pysyvästi keuhkojen alveoleja (CIGR 2014). Lisäksi pölyhiukkasiin kiinnittyneenä eläintauteja aiheuttavat mikro-organismit voivat levitä navetassa pidettävässä eläinpopulaatiossa (CIGR 2014). Pihattotyypissä navetoissa sisäilman pölyhiukkaspitoisuus ei tyypillisesti ole kovin korkea (CIGR 2014). Hyväksyttävänä raja-arvona navetan sisäilman pölyn hiukkaspitoisuudelle pidetään maksimissaan 0,5–1,0 mg/m³ (CIGR 2014). Maa- ja metsätalousministeriön (2001) ohjeellisten (määräys ei enää voimassa) tuotantorakennusten tuettua rakentamista koskevissa määräyksissä ja ohjeissa suurimmaksi sallituksi orgaanisen pölyn hiukkaspitoisuudeksi on asetettu 10 mg/m³ (taulukko 2).

Taulukko 2. Vaarallisten kaasujen suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet, ppm = miljoonasosa (=cm³/m³). (Maa- ja metsätalousministeriö 2001)

Kaasu	Pitoisuus
Hiilidioksidi, CO ₂	3000 ppm
Ammoniakki, NH ₃	10 ppm (25 ppm) ¹
Rikkivety, H ₂ S	0,5 ppm
Häkä, CO	5 ppm
Orgaaninen pöly	10 mg/m ³

1 Siipikarjarakennuksissa

Navettarakennuksen sisäilmassa useimmiten esiintyvät haitalliset kaasut ovat ammoniakki, hiilidioksidi ja rikkivety (CIGR 2014). Ammoniakki ärsyttää hengitysteiden limakalvoja heikentäen keuhkojen toimintaa, mutta se voi toimia myös kroonisen stressitekijänä eläimille (Moore ym. 2012). CIGR (2014) ohjeistuksen mukaan navetta ilman ammoniakkipitoisuuden ei tulisi ylittää 20 ppm, mieluiten 10 ppm. Hiilidioksidin ja rikkivedyn osalta CIGR (2014) suosittelemat pitoisuudet navetan sisäilmassa vertautuvat Maa- ja metsätalousministeriön (2001) suurimpiin hyväksyttäviin pitoisuuksiin, jotka on esitetty taulukossa 2.

Hiilidioksidia muodostuu hengityksestä ja lannan hajoamisesta. Hyvin ilmastoidussa navetassa hiilidioksidipitoisuuden tulisi olla ulkoympäristöön verrattava ollen keskimäärin 350 ppm (Prill 2000). Huonosti ilmastoiduissa navettarakennuksissa hiilidioksidia voi kertyä rakennuksen sisäilmaan, ja navetan sisäilman hiilidioksidipitoisuutta voikin pitää navetan ilmastoinnin tason mittarina (Prill 2000, De Sousa ja Pedersen 2004).

Nautojen pitopaikoissa navetan sisäilman ammoniakkipitoisuudet ovat yleensä alle 100 ppm, joka kuitenkin ylittää sallitun maksimipitoisuuden (Moore ym. 2012). Hautala ja Ahokas (2009) totesivat mittauksissaan tuotantorakennuksen sisäilman hiilidioksidipitoisuuden jäävän alle sallitun raja-arvon 3000 ppm, mutta ammoniakkipitoisuus ylitti hyväksyttävät raja-arvot. Haitallisten kaasujen pitoisuuden vähentämiseksi navettarakennuksen sisäilmasta kunnollisesta rakennuksen ilmanvaihdosta tulee huolehtia (CIGR 2014). Erityisesti talvella navettarakennuksen sisäilman kaasupitoisuus voi nousta ilmanvaihtoa pienennettäessä (Hautala ja Ahokas 2009). Kaasupitoisuuden vähentämiseksi navettarakennuksen sisäilmassa tehokas ja säännöllinen lannanpoisto sekä toimiva viemäröinti edesauttavat pienen kaasupitoisuuden säilyttämistä (CIGR 2014). Mitä laajemmalle alalle lantaa on levinyt ja mitä lämpimämpää navetassa on, sitä enemmän lannasta haihtuu ammoniakkia sisäilmaan (Hautala ja Ahokas 2009).

ILMANVAIHTO

Navetan ilmanvaihto voi olla luonnollinen tai koneellinen, mutta ilmanvaihtojärjestelmästä riippumatta sen tulee mahdollistaa navetan ilman jatkuva vaihtuvuus ilmankosteuden vähentämiseksi ja sisäilman laadun varmistamiseksi (Hulsen ja Rodenburg 2010, Mondaca 2019, Dairyland Initiative 2024). Toimivan ilmanvaihtojärjestelmän myötä navetta on kuiva eikä sisäilman tuoksu erotu ulkoilmasta (Hulsen ja Rodenburg 2010).

Ilmanvaihtojärjestelmän tulee toimia sekä kesä- että talvikuukausina myös alueilla, joissa eri vuodenaikoina ilman lämpötilassa ja kosteudessa esiintyy suuria vaihteluita (Dairyland Initiative 2024). Koska ilma ei jakaannu tasaisesti navetassa, ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa tulee ottaa huomioon tuulettimien tai ohjauslevyjen käyttö makuualueiden mikroympäristön ilman vaihtumiseksi (Dairyland Initiative 2024). Lämpötila-kosteusindeksin muutoksiin perustuva automaattinen ilmanvaihtojärjestelmä takaa suuremmalla todennäköisyydellä lehmälle sopivan ilman vaihtuvuuden verrattuna ympäristön lämpötilaan perustuvaan automaatioon (Dairyland Initiative 2024).

Talvella haasteena on riittävä ilmanvaihto navetassa, sillä ulkoilma voi olla 25 % painavampaa verrattuna navetan sisäilmaan. Luonnollisen ilmanvaihdon ollessa käytössä, ulkoa tuleva sakeampi ilma painuu katonrajasta nopeasti kohti lattiaa aiheuttaen haitallista vetoa navettarakennuksessa. Tätä voi vähentää pienentämällä ilmanottoaukkojen läpimittaa, jolloin ilma virtaa vähintään 2–5 m/s sisään navettaan ja sekoittuu navetassa olevan lämpimän ilman kanssa nopeammin (Turnbull 1980, Nordlund ja Halbach 2019). Navetan ilmanvaihdon tulisi mahdollistaa sisäilman vaihtuminen 4–8 kertaa tunnissa talvikuukausina, kun taas kesällä navetan sisäilman pysymiseksi raikkaana vaaditaan sisäilman vaihtumista 40–60 kertaa tunnissa (Dairyland Initiative 2024). Kesällä lehmän kokeman lämpöstressin vähentämiseksi ilman tulisi liikkua 1–2 m/s (Dairyland Initiative 2024).

NAVETAN OLOSUHTEIDEN MITTAAMINEN

Jatkuvatoimiset sensorimittaukset ja "asioiden internet" (IoT) eli muun muassa mittaustietoa keräävät ja käsittelevät älylaitteet ovat mullistaneet ympäristön seurannan viimeisen kymmenen vuoden aikana niin maataloudessa kuin muualla (Coulby ym. 2020, Akhigbe ym. 2021, Abbasi ym. 2022, Shaikh ym. 2022). Lämpötilan, ilmankosteuden ja hiilidioksidin lisäksi voidaan seurata muun muassa metaanin ja ammoniakkin pitoisuutta sekä ympäristön pölyisyyttä, valaistusta ja meluisuutta. Suomessa Hämeen ammattikorkeakoulussa on hyödynnetty navetan olosuhteiden mittauksia seurattaessa lämpötila-ilmankosteusindeksin vaikutusta maidontuotantoon sekä mittaamalla samalla valoisuutta ja hiilidioksidin määrää (Koskela ym. 2020). Mittaustulokset siirrettiin joka 15 minuutti vähän energiaa kuluttavan langattoman LoRa-verkon kautta pilvipalvelualustalle. Mittausten perusteella on luotu mallinnus rakennuksen sisäilmastolle ja sähköenergian käytölle (Nguyen-Ky ja

Penttilä 2021). Tutkimuksen lisäksi yksittäiset viljelijät ovat innostuneet kokeilemaan teknologian mahdollisuuksia yhdessä IoT-alan yrityksen kanssa (Lavento 2022). Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymän uuteen navettaan Kannuksessa on rakennettu laajamittainen IoT-teknologiaa käyttävä olosuhteiden sekä veden käytön ja energian kulutuksen seurantajärjestelmä (Haverinen 2022). Maailmalla on seurattu myös kasvihuonekaasu metaanin ja ammoniakkin muodostumista jatkuvatoimisesti reaaliaikaisesti (Janke ym. 2022, Jebari ym. 2023). Lämpötilan ja ilmankosteuden vaikutusta tuotantoon sen sijaan on seurattu usein verkkoon yhdistämättömien loggereiden avulla (Messeri ym. 2023).

Jatkuvatoimisten älylaitteisiin ja/tai pilvipalvelualustoihin yhdistettyjen mittausten suurin etu on siinä, että niiden avulla voidaan seurata tarkasti ja vaivattomasti eri tekijöiden pienimpienkin muutosten vaikutusta esimerkiksi maidon tuotantoon, eläinten terveyteen ja navetan ilmaan tai kuivikkeiden laatuun.

3.2 KUIVIKKEIDEN LAATU

KUIVIKKEIDEN LAADUN MÄÄRITELMÄ

Tuotantoeläimillä käytetyillä kuivikemateriaaleilla ei ole selkeitä säännöksiä tai laatuvaatimuksia (Palva ja Alasuutari 2014). Eläinlääkintä- ja elintarvikehygienialainsäädännön perusteella kuivikemateriaalin tulee kuitenkin olla turvallinen niin, että sen välityksellä tarttuvat eläntaudit eivät leviä eikä kuivikemateriaalin käytöstä synny elintarvikehygieenistä riskiä (Manni ym. 2023). Rehulainsäädännön perusteella eläinten rehuna ei saa käyttää lantaa, virtsaa tai ruuansulatuskanavan sisältöä, joka tulee ottaa huomioon lantakuivikkeen käytössä eikä kuivike saa sisältää peltolevityksessä käytettäessä siihen sopimattomia aineita (Manni ym. 2023). Yleisesti kuivikkeen laatuun ja käytettävyyteen vaikuttavat sen mikrobiologiset ominaisuudet sekä fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. Näistä käsittelemme nautojen hyvinvointiin ja kuivikkeen mikrobiologiseen laatuun liittyen kuivikkeen kuiva-ainepitoisuutta, partikkelikokoa, pölyävyyttä ja pH-ta.

MIKROBIOLOGINEN LAATU

Kuivikemateriaalien mikrobiologiselle laadulle ja bakteerikonsentraatioille ei ole säädetty raja-arvoja, mutta niiden kuivikemateriaalien mikrobiologisia ominaisuuksia, mikrobiomia ja bakteerikonsentraatiota on tutkittu. Eri tutkimustulosten vertailu on haastavaa, sillä bakteerikonsentraatio on eri tutkimuksissa esitetty eri yksikössä. Tiettyjä yleistyksiä kuivikkeiden mikrobiologisesta laadusta voidaan silti tehdä tutkimustulosten perusteella.

Taulukkoon 3 on koottu eri kuivikemateriaalien sisältämiä bakteeripitoisuuksia kirjallisuuslähteineen. Orgaaniset kuivikemateriaalit, kuten olki, turve ja separointijae sisältävät enemmän bakteereita verrattuna epäorgaanisiin kuivikemateriaaleihin, kuten hiekkaan ennen kuivikkeen levitystä parsiin ja käytetyssä kuivikemateriaalissa. Kierrätetyssä hiekassa bakteerikonsentraatio on puhdasta, käyttämätöntä hiekkaa korkeampi. Käyttämätön kuivikemateriaali sisältää pääasiassa ympäristöperäisiä bakteereita, kuten koliformeja ja streptokokkeja.

Taulukko 3. Esimerkkejä kuivikemateriaalien bakteeripitoisuuksista kirjallisuuslähteiden perusteella.

Kuivike-materiaali	Kuivikkeen käyttöstatus näytteenotto-hetkellä	Bakteerilaji	Bakteeri-määrä	Bakteeri-määrän yksikkö	Viite	
Olki	Käyttämätön	Kokonaisbakteeri-määrä	5,5	log ₁₀ pmy ¹ /g	Alanis ym. 2021	
			>10 000 000 ²	pmy ³ /g	Alasuutari ym. 2014	
		<i>Streptococcus spp.</i>	2,5	lnpmy ⁴ /ml	Robles ym. 2020	
		Gram-negatiiviset	12,9	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
		<i>Klebsiella spp.</i>	11,7	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
		Enterobakterit	<10 ²	pmy/g	Alasuutari ym. 2014	
		Käytetty	Kokonaisbakteeri-määrä	9,0	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021
		<i>Streptococcus spp.</i>	15,6	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
			2 450	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011	
		Gram-negatiiviset	13,8	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
			26 665	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011	
		<i>Klebsiella spp.</i>	11,7	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
			0,003	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011	
		Koliformit	7 833	miljoonaa/g	Shipton ym. 2011	
Hiekka	Käyttämätön	Kokonaisbakteeri-määrä	3,0	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021	
			3,16	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019	
			<i>Streptococcus spp.</i>	1,3	lnpmy/ml	Robles ym. 2020
				1,31 ⁵	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
			<i>Staphylococcus spp.</i>	0,17	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
			Koliformit	0,19	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
			Gram-negatiiviset	2,5	lnpmy/ml	Robles ym. 2020
			<i>Klebsiella spp.</i>	2,6	lnpmy/ml	Robles ym. 2020
				0,036	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
		Käytetty	Kokonaisbakteeri-määrä	8,5	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021
	6,82			log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019	
			<i>Streptococcus spp.</i>	16,7	lnpmy/ml	Robles ym. 2020
				6,06 ⁵	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
				0,380	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
			<i>Staphylococcus spp.</i>	1,36	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
				2 883	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
			Koliformit	3,67	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
			1 245	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011	
		Gram-negatiiviset	13,5	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
			2 125	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011	
		<i>Klebsiella spp.</i>	10,8	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
			1,01	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019	

Kuivike-materiaali	Kuivikkeen käyttöstatus näytteenottohetkellä	Bakteerilaji	Bakteeri-määrä	Bakteeri-määrän yksikkö	Viite		
			0,000	miljoonaa solua /g	Shipton ym. 2011		
Kierrätetty hiekka	Käyttämätön	Kokonaisbakteeri-määrä	7,25	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021		
			5,62	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		<i>Streptococcus spp.</i>	3,77	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		<i>Staphylococcus spp.</i>	0,39	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		Koliformit	1,58	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		<i>Klebsiella spp.</i>	0,15	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
			Käytetty	Kokonaisbakteeri-määrä	8,0	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021
			6,69	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		<i>Streptococcus spp.</i>	5,82	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		<i>Staphylococcus spp.</i>	1,38	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		Koliformit	3,06	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		<i>Klebsiella spp.</i>	0,61	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
Separointi jae	Käyttämätön	Kokonaisbakteeri-määrä	8,75	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021		
			5,86	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
			8,50	log ₁₀ pmy/g	Jeppsson ym. 2024		
			<i>Streptococcus spp.</i>	4,8	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
				3,89 ⁵	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019	
			<i>Staphylococcus spp.</i>	0,89	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019	
			Koliformit	2,44	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019	
			Gram-negatiiviset	9,0	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
			<i>Klebsiella spp.</i>	3,7	lnpmy/ml	Robles ym. 2020	
				0,69	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019	
			Käytetty	Kokonaisbakteeri-määrä	8,75	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021
					6,66	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
					9,75	log ₁₀ pmy/g	Jeppsson ym. 2024
				<i>Streptococcus spp.</i>	14,9	lnpmy/ml	Robles ym. 2020
					5,71 ⁵	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019
		<i>Staphylococcus spp.</i>	2,92	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		Koliformit	4,38	log ₁₀ pmy/cm ³	Patel ym. 2019		
		Gram-negatiiviset	16,3	lnpmy/ml	Robles ym. 2020		
		<i>Klebsiella spp.</i>	10,9	lnpmy/ml	Robles ym. 2020		
Paperikuitu	Käyttämätön	Kokonaisbakteeri-määrä	4,0	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021		
			1000 ²	pmy/g	Alasuutari ym. 2014		
		Enterobakteerit	<10 ²	pmy/g	Alasuutari ym. 2014		

Kuivike-materiaali	Kuivikkeen käyttöstatus näytteenottohetkellä	Bakteerilaji	Bakteeri-määrä	Bakteeri-määrän yksikkö	Viite
	Käytetty	Kokonaisbakteeri-	8,75	log ₁₀ pmy/g	Alanis ym. 2021
		määrä	>1 000 000	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
		Gram-negatiiviset	7 332	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
		Koliformit	2 998	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
		Enterobakteerit	>10 000	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
		<i>Streptococcus spp.</i>	2 689	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
		<i>Staphylococcus spp.</i>	1 282	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
Sahanpuru	Käyttämätön	Kokonaisbakteeri-	8,63	log ₁₀ pmy/g	Jeppsson ym. 2024
		määrä	10 000 ²	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
		Enterobakteerit	<10 ²	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
	Käytetty	Kokonaisbakteeri-	4,74	log ₁₀ pmy/g	Jeppsson ym. 2024
		määrä	>1 000 000	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
		Gram-negatiiviset	9 967	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
		Koliformit	2 900	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
		Enterobakteerit	>1000	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
		<i>Streptococcus spp.</i>	2 275	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
		<i>Staphylococcus spp.</i>	2 433	miljoonaa solua/g	Shipton ym. 2011
Turve	Käyttämätön	Kokonaisbakteeri-	>100 000 ²	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
		Enterobakteerit	<10 ²	pmy/g	Alasuutari ym. 2014
	Käytetty	Kokonaisbakteeri-			Alasuutari ym. 2014
		määrä			
		Enterobakteerit	>1 000 000	pmy/g	Alasuutari ym. 2014

¹ log₁₀pmy = bakteerimäärän eli pesäkettä muodostavan yksikön (pmy) (pmy/cm³ tai pmy/g) kymmenkantainen logaritmi

² Alkunäyte kuivikkeesta, jota navettavarastoitu parren etuosassa

³ pmy = pesäkettä muodostava yksikkö

⁴ ln_{pmy} = bakteerimäärän eli pesäkettä muodostavan yksikön (pmy) (pmy/ml) luonnollinen logaritmi

⁵ Streptokokit ja streptokokin tyypiset bakteerit

KUIVIKKEEN KUIVA-AINEPITOISUUS

Kuivikkeen kuiva-ainepitoisuus vaihtelee eri kuivikemateriaaleissa eikä virallista, yleispätevää suositusta kuivikkeen kuiva-ainepitoisuudelle ole. Kuitenkin pääsy kuivalle ja puhtaalle makuualustalle on tärkeä lehmien makuukavuuden ja hyvinvoinnin kannalta. Reich ym. (2010) totesivat lypsylehmien makuuajan lisääntyvän, mitä kuivempaa makuualustan kuivikkeena käytetty sahanpuru oli. Sahanpurun kuiva-ainepitoisuus vaihteli 34,7 ja 89,8 prosentin välillä (Reich ym. 2010). Bakteerit myös lisääntyvät nopeasti kosteissa ja lämpimissä olosuhteissa ja liian kostea kuivike voi altistaa lehmän ympäristöperäisten bakteerien aiheuttamalle utaretulehdukselle (AHDB 2024). Mitä korkeampi kuivikkeen kuiva-ainepitoisuus on, sitä vähemmän siitä on pystytty eristämään bakteereja (Alanis ym. 2021). Kuivikkeen tulee olla mahdollisimman kuivaa ja sitä tulee

säilyttää suojattuna sateelta ja likaantumiselta bakteerikontaminaation ja niiden lisääntymisen välttämiseksi (AHDB 2024). Kuitenkin liian korkea kuivikkeen kuiva-ainepitoisuus voi saada kuivikkeen pölyämään ja kulkeutumaan pois makuuparsista (Shipton ym. 2011).

Hiekan ja oljen kuiva-ainepitoisuus on korkeampi verrattuna separoidun kuivajakeen ja paperikuidun kuiva-ainepitoisuuteen (Robles ym. 2020, Alanis ym. 2021). Sekä uuden että kierrätetyn hiekan kuiva-ainepitoisuus oli noin 80 % käyttämättömässä kuivikkeessa ja noin 90 % käytetyssä kuivikkeessa (Alanis ym. 2021). Robles ym. (2020) tutkimuksessa käyttämättömän hiekan kuiva-ainepitoisuus oli 92,1 % ja käytetyssä hiekassa 95,2 %. Olkikuivikkeen kuiva-ainepitoisuus vaihteli noin 75 ja 88,3 prosentin välillä käyttämättömässä kuivikkeessa ollen noin 60 ja 78 prosentin välillä käytetyssä olkikuivikkeessa (Robles ym. 2020, Alanis ym. 2021). Separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus on noin 40 % käyttämättömässä kuivikkeessa, mutta nousi lähelle 60 % käytetyssä kuivikkeessa (Alanis ym. 2021). Robles ym. (2020) tutkimuksessa separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli käyttämättömässä kuivikkeessa noin 38 % ja käytetyssä noin 45 prosenttia kun taas Frondelius ym. (2020) separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus oli vain 24,6 %. Separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuus riippuu separointimenetelmästä ja voi vaihdella edellä mainituista kuiva-ainepitoisuuksista rajustikin, tavoitteellisen kuiva-ainepitoisuuden ollessa 30–35 % (Husfeldt ym. 2012, Green ym. 2014, Cole ja Hogan 2016, AHDB 2024). Myös muut tutkimukset ovat todenneet edellä mainittujen kuivikkeiden kuiva-ainepitoisuuksien olevan yllä esitettyjen kaltaisia (Zdanowicz ym. 2004, Kristula ym. 2005, Husfeldt ym. 2012, Shipton ym. 2011, Fournel ym. 2019).

KUIVIKKEEN PH

Kuivikkeen kuiva-ainepitoisuuden lisäksi sen pH vaikuttaa bakteerien elinkykyyn ja lisääntymiseen kuivikkeessa ja siten epäsuorasti kuivikkeen mikrobiologiseen laatuun (Zdanowicz ym. 2004, Godden ym. 2008). Suurin osa bakteereista menettää elinvoimaisuutensa hyvin emäksisissä tai happamissa olosuhteissa ja sietävät siten parhaiten neutraalia pH-ta 7 (LibreTexts Biology 2024).

Lypsylehmillä yleisesti käytössä olevat kuivikkeet ovat pH-luvultaan emäksisiä (Alanis ym. 2021). Esimerkiksi kestokuivikkeen olkipedin pintakerroksen pH vaihteli 8.5 ja 9.5 välillä Ward ym. (2002) tutkimuksessa. Alanis ym. (2021) tutkimuksessa uuden ja kierrätetyn hiekan, paperikuidun ja separoidun kuivajakeen pH oli käyttämättömässä kuivikkeessa 8 ja 11 välillä, kun taas käyttämätön olkikuivike oli pH-luvultaan noin 6. Käytetyssä kuivikkeessa pH-luku oli kuivikemateriaalista riippumatta tasoittunut noin 8–9 (Alanis ym. 2021). Myös Patel ym. (2019) tutkimuksessa hiekan ja separoidun kuivajakeen pH oli emäksinen. Kuivikkeena käytettyjen puupohjaisten materiaalien pH on usein hapan. Esimerkiksi Godden ym. (2008) tutkimuksessa puupohjaisten kuivikemateriaalien pH oli 4,27 ja Patel ym. (2019) tutkimuksessa lievästi hapan, 6,1. Myös kuiviketurve on pH luvultaan hapan, noin 3,5–4,5 (Salmu 2011).

KUIVIKKEEN PARTIKKELIKOKO JA PÖLYÄVYYS

Kuivikkeen partikkelikoko vaihtelee kuivikemateriaaleittain (Ferraz ym. 2020). Ferraz ym. (2020) tutkimuksessa kuivikemateriaalit jaottuivat partikkelikoon mukaan neljään ryhmään. Olkikuivikkeella oli suurin partikkelikoko, yli 50 mm. Toiseksi suurin partikkelikoko oli puulastuilla ja vaihtoehtoisilla kuivikemateriaaleilla, joiden partikkelikoko oli 4 ja 16 mm välillä. Pienin partikkelikoko oli puunkuorilastuilla (2 ja 8 mm välillä) ja sahanpurulla, jonka partikkelikoko oli 0,425 ja 2 mm välillä (Ferraz ym. 2020). Kuivikkeen partikkelikoko vaikuttaa lehmien makuumukavuuteen, mutta erityisesti orgaanisen kuivikkeen ollessa kyseessä myös sen mikrobiologiseen laatuun ja biohajoavuuteen (Tucker 2009, Clark 2019). Kuivike ei saa sisältää teräviä tai liian isoja palasia, jotka vähentävät lehmän makuumukavuutta ja voivat vahingoittaa sitä.

Tucker (2009) tutkimuksessa naudat asettuivat mieluummin makuulle olkikuivikkeelle, jonka silpun pituus oli $\frac{3}{4}$ tuumaa. Tutkimuksen oletuksena lyhytsilppuinen olkikuivike lisää kuivikkeen imevyyttä ja makuumukavuutta (Tucker 2009, Clark 2019). Esimerkiksi sahanpurun ja muiden puupohjaisten kuivikemateriaalien partikkelikoko on usein pieni, jonka seurauksena kuivikkeen bakteerimäärä kasvaa. Toisaalta mikrobit hajottavat pieniä sahanpurupartikkeleita nopeasti maatumisprosessissa

ja sen vuoksi pieni kuivikkeen partikkelikoko on huomioonotettava seikka kompostoituvien kestokuivikepatjojen suunnittelussa (Clark 2019).

Hiekan ollessa laadultaan oikeanlaista, hiekan jyvät ovat pyöreitä luoden mukavan makuualustan. Hiekan partikkelikoolla on merkitystä hiekkapedin imevyyteen ja lehmien makuumukavuuteen. Suuri partikkelikoko (>3 mm) vähentää makuumukavuutta ja sitoo vähemmän kosteutta. Partikkelikoon ollessa liian pieni hiekka imee hyvin kosteutta, pitäen hiekkakuivikkeen märkänä (Clark 2019). Kuivikkeena käytetyn hiekan partikkelikoon tulisi olla 0,1 ja 2,0 mm välillä (Clark 2019).

Kuivikkeen pölyävyyteen vaikuttavat kuivikemateriaalin ominaisuudet. Kuivikemateriaalin pieni partikkelikoko ja korkea kuiva-ainepitoisuus voivat lisätä kuivikkeen pölyävyyttä, heikentäen navetan sisäilman laatua (Shipton ym. 2011, Ferraz ym. 2020). Esimerkiksi kutterinpurun ja paperisilpun pölyävyyden on todettu olevan suurempi verrattuna turve- ja olkikuivikkeen pölyävyyteen kuivikkeen levittämisen hetkellä (Alasuutari ym. 2014). Alasuutari ym. (2014) tutkimuksessa kutterinpurussa oli enemmän alveoliluokan pölyä eli keuhkokudoksen alaosiin pääsevää pölyä verrattuna olki-, turve- ja paperisilppukuivikkeeseen. Rahkasammalturvekuivike pölysi enemmän verrattuna saraturvekuivikkeeseen Airaksinen ym. (2005) tutkimuksessa.

KUIVIKKEEN LAADUN ARVIOINTI JA MITTAAMINEN

Kuivikkeista mitataan yleisimmin kosteutta, eli kuiva-ainepitoisuutta, mikrobien määrää ja lajeja tai sukuja. Kuivikkeista on mahdollista mitata myös pH:ta (Alanis ym. 2021), partikkelikokoa (Ferraz ym. 2020) ja seurata karjan tekemiä valintoja eri kuivikemateriaalien välillä tai makuuaikoja eri kuivikkeilla (Tucker 2009, Clark 2019, McPherson ja Vasseur 2020).

Kuiva-aineen ja mikrobien mittaaminen tehdään pääsääntöisesti tavanomaisilla näihin määrittämiin soveltuvilla menetelmillä (Reich ym. 2010, Shipton ym. 2011, Patel ym. 2019, Robles ym., 2020, Alanis ym. 2021, Jeppsson ym. 2024). Kuivikkeenäytteen punnitus, kuivaaminen uunissa ja sen jälkeen punnituksen uusiminen on standardimenetelmä kuiva-aineen määrittämiseen mistä tahansa näytemateriaalista. Uusi nopea mahdollisuus määrittämisen tekemisen on halogeenikuivaimet eli kosteusvaa'at, jotka yhtä aikaa kuivaavat näytettä ja punnitsevat sitä. Niiden osoitettiin aluksi sopivan hyvin säilörehun ja appeen kuiva-ainepitoisuuden mittaamiseen (Kallio ym. 2021) sekä myöhemmän työn mukaan vielä paremmin lannan kuivajakeen kuiva-aineen mittaamiseen (Tolonen ym. 2024). Kuivajakeen osalta tulokset ovat lähes identtisiä uunikuivauksella määritettyjen arvojen kanssa.

Mikrobien määrää voidaan selvittää maljakasvatuksella tai polymeraasiketjureaktion (PCR:n) avulla. Maljauksessa käytetään joko yleisiä kasvualustoja, jossa lähes kaikki bakteerisuvut kasvavat, tai selektiivisiä kasvatusalustoja, jotka voivat sisältää myös indikaattoreita, joilla pystytään tunnistamaan tiettyjä bakteerisukuja. Näistä tavallisin navetan mikrobeihin liittyen on Baird Parker -agar, joka on osittain selektiivinen koagulaasipositiivisille stafylokokeille kuten *Staphylococcus aureus* – bakteerille ja jossa stafylokokkipesäkkeet myös värjäytyvät mustiksi (Zhang ym. 2012). PCR-analyysiä varten kuivikkeenäytteestä puhdistetaan mikrobiallinen DNA ja PCR:n avulla voidaan arvioida joko bakteerien kokonaismäärää tai tiettyjen mikrobisukujen tai -lajien määrää näytteissä. PCR-analyyseistä maataloudessa tyypillinen esimerkki on maitonäytteessä olevien utare-tulehduspatogeenien määrittäminen (MoVet 2024). Samaa menetelmää on käytetty myös kuivajakeen mikrobien määrittämiseen Luonnonvarakeskuksen julkaisemattomissa tutkimuksissa. Tiedekirjallisuudessa on julkaisuja PCR-analyysin käytöstä kuivikkeiden mikrobien monipuoliseen tutkimiseen (Ray ym. 2022, Wu ym. 2022).

Molempien menetelmien kohdalla kriittistä on kuinka tehokkaasti ja kattavasti kuivikkeenäytteestä saadaan uutettua mikrobit nesteeseen, jota käytetään joko maljaukseen tai DNA:n puhdistamiseen PCR:ää varten. Uutto varten tutkimuskirjallisuudesta löytyy useita erilaisia menetelmävariaatioita (Patel ym. 2019, Robles ym. 2020, Alanis ym. 2021, Ray ym. 2022, Wu ym. 2022, Jeppsson ym. 2024). Useissa tutkimuksissa kuivikkeenäyte on pakastettu ennen mikrobien uuttamista maljaukseen, mikä väistämättä tappaa osan näytteen bakteereista (Patel ym. 2019, Robles ym. 2020, Alanis ym. 2021, Jeppsson ym.).

2024). Toinen keskeinen asia, on että otettu näyte on edustava. Lähes kaikissa tutkimuksissa mikrobinäyte kuivikkeista otetaan ainakin utareiden kohdalta.

3.3 NAVETAN OLOSUHTEIDEN JA KUIVIKKEEN YHTEYS

Tuotantorakennuksen olosuhteet vaikuttavat lehmän hyvinvointiin, johon positiivisesti vaikuttaa myös puhtaan ja laadukkaan kuivikkeen käyttö lehmän makuupaikalla (CIGR 2014, Quintana ym. 2020). Navetan olosuhteet ja kuivikkeiden laatu ovat toisiinsa yhteydessä. Kuivikemateriaali imee navetan sisäilmasta kosteutta ja kaasuja parantaen navetan sisäilman laatua (Manni ym. 2023). Toisaalta kuivikemateriaali voi pölytä sekä vapauttaa kaasuja, kosteutta ja lämpöä heikentäen navetan sisäilmaa (Powell ym. 2008, Manni ja Huuskonen 2021, Manni ym. 2023). Monipuolista tutkimustietoa kuivikemateriaalien ja navetan olosuhteiden yhteyksistä on kuitenkin suhteellisen niukasti saatavilla.

Navetan sisäilman laatu on riippuvainen siinä esiintyvien pölyhiukkasten, mikro-organismien, homeitiöiden, kaasujen, höyryjen ja muiden epäpuhtauksien määrästä (CIGR 2014). Erittäin kuiva ja pölyävä kuivikemateriaali lisää navetan sisäilman hiukkasmäärää, johon mikro-organismit voivat kiinnittyä ja siten levitä navetan sisäilman mukana (CIGR 2014). Toisaalta kuiva kuivikemateriaali voi sitoa paremmin navetan sisäilman kosteutta. Kosteaa kuivikemateriaalia voi lisätä navetan ilman kosteutta ja siten erityisesti lämpimällä ilmalla nostaa myös ilman lämpötila-kosteusindeksiä. Osa kuivikemateriaaleista on itsessään hyvin lämpöä tuottavia, kuten esimerkiksi ruokohelpi ja olki (Manni ja Huuskonen 2021), millä voi olla vaikutusta navetan sisälämpötilaan. Kuivitusmenetelmän perustuessa pitkäaikaisen kestokuivikepatjan luontiin muodostuu kuivikepatjan käymisreaktion myötä kaasuja, kuten ammoniakkia, hiilidioksidia ja rikkivetyä. Näiden pitoisuuden ei ole todettu olevan korkea kuivikepatjan pinnassa, mutta patjaa sekoitettaessa kaasupitoisuus lisääntyy (Manni ja Huuskonen 2021). Vaikka syväkuivikeparsissa tai parsipedeillä kuivikekerros ei ole paksuudeltaan verrannollinen kestokuivikepatjaan, voi kaasujen muodostusta tapahtua niissäkin ja kaasuja vapautua navetan sisäilmaan. Toisaalta erityisesti turpeella on todettu olevan hyvä ammoniakkin sitomiskyky, mikä parantaa navetan sisäilman laatua (Manni ym. 2023).

Navetan olosuhteiden ollessa lämpimät ja kosteat, myös kuivikemateriaalin lämpötila ja kosteus voivat lisääntyä tarjoten hyvät elin- ja lisääntymisolosuhteet mikrobeille. Kostean kuivikkeen mikrobiologinen laatu heikkenee, mikrobit lisääntyvät siinä ja lehmä altistuu ympäristöperäisille taudinaiheuttajille (Robles ym. 2020, Alanis ym. 2021, AHDB 2024). Kuivikemateriaalin partikkelikokoon ja pH-lukuun navetan olosuhteilla ei todennäköisesti ole suurta vaikutusta. Navetan hyvä ilmanvaihto vähentää kuivikkeen pintakerroksen kosteutta. Ilmanvaihdon ollessa liian tehokasta, erityisesti puhaltimia käytettäessä, voi kuivike kuivahtaa liikaa ja jopa puhaltua pois makuuparsista (Shipton ym. 2011).

Navetan hyvällä ilmanvaihdolla, oikeilla kuivikemateriaalin varastointiolosuhteilla ja navetan yleisestä hygieniasta huolehtimalla saadaan ylläpidettyä navetassa lehmille sopivat olosuhteet ja taataan kuivikkeiden laatu ja käytettävyyttä. Lisätietoa navetan olosuhteiden ja kuivikkeiden laadun välisistä yhteyksistä tarvitaan, jotta navetan kuivitusta suunniteltaessa voidaan huomioida ympäristöolosuhteet entistä paremmin.

Lähteet

AHDB (Agriculture and Horticulture Development Board). 2024. Dairy cow bedding management to control environmental mastitis during lactation. Noudettu osoitteesta: <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/dairy-cow-bedding-management-to-control-environmental-mastitis-during-lactation>

Abbasi, R., Martinez, P. & Ahmad, R. 2022. The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*, 2022(2): 100042.

- Airaksinen, S., Heiskanen, M.-L., Heinonen-Tanski, H., Laitinen, J., Laitinen, S., Linnainmaa, M. & Rautiala, S. 2005. Variety in dustiness and hygiene quality of peat bedding. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 12(1): 53-9.
- Akhigbe, B.I., Munir, K., Akinade, O., Akanbi, L. & Oyedele, O. 2021. IoT Technologies for Livestock Management: A Review of Present Status, Opportunities, and Future Trends. *Big Data and Cognitive Computing*, 2021(5): 10.
- Alanis, V.M., Zurakowski, M., Pawloski, D., Tomazi, T., Nydam, D.V. & Ospina, P.A. 2021. Description of the Characteristics of Five Bedding Materials and Association With Bulk Tank Milk Quality on Five New York Dairy Herds. *Frontiers in Veterinary Science*, 2021(830): 636833
- Alasuutari, S., Palva, R., Elstob, T., Hellstedt, M., Kivinen, T., Louhelainen, K. & Mänttälä, J. 2014. Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta. Hankkeen loppuraportti. 30.6.2014. Noudettu osoitteesta: <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2019/07/Kuivitus-osaksi-kannattavaa-lypsykarjataloutta-tutkimushankkeen-loppuraportti.pdf>
- Beaupied, B.L., Martinez, H., Martenies, S., McConnel, C.S., Pollack, I.B., Giardina, D., Fischer, E.V., Jathar, S., Duncan, C.G. & Magzamen, S. 2022. Cows as canaries: The effects of ambient air pollution exposure on milk production and somatic cell count in dairy cows. *Environmental Research*, 2022(207): 112197.
- Becker, C.A., Collier, R.J. & Stone, A.E. 2020. Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(8): 6751-6770.
- CIGR. 2014. The design of dairy cow and replacement heifer housing. Report of the CIGR Section II Working Group N° 14 Cattle Housing, 2014. Noudettu osoitteesta: https://raumberg-gumpenstein.at/jdownloads/Forschungsberichte/Dairy_Cattle_Report.pdf
- Clark, K. 2019. Making the best bed: Pros and cons of bedding options. University of Nebraska-Lincoln. Noudettu osoitteesta: <https://dairy.unl.edu/making-best-bed-pros-and-cons-bedding-options>
- Cole, K.J. & Hogan, J.S. 2016. Short communication: Environmental mastitis pathogen counts in freestalls bedded with composted and fresh recycled manure solids. *Journal of Dairy Science*, 99(2): 1501–1505.
- Coulby, G., Clear, A., Jones, O. & Godfrey, A. 2020. Scoping Review of Technological Approaches to Environmental Monitoring. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11): 3995.
- Cox, B., Gasparri, A., Catry, B., Fierens, F., Vangronsveld, J. & Nawrot, T.S. 2016. Ambient Air Pollution-related Mortality in Dairy Cattle: Does It Corroborate Human Findings? *Epidemiology*, 27(6): 779 – 786.
- Dairyland Initiative. 2024. Heat Abatement and Ventilation of Adult Cow Facilities. University of Wisconsin-Madison. Noudettu osoitteesta: <https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/home/housing-module/adult-cow-housing/ventilation-and-heat-abatement/>
- De Sousa, P., & Pedersen, S. 2004. Ammonia emission from fattening pig houses in relation to animal activity and carbon dioxide production. *Agricultural Engineering International*, 6: BC04 003. Noudettu osoitteesta: <http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/547/541>.
- Egberts, V., van Schaik, G., Brunekreef, B. & Hoek, G. 2019. Short-term effects of air pollution and temperature on cattle mortality in the Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine*, 2019(168): 1 – 8.

Ferraz, P.F.P., e Silva Ferraz, G.A., Leso, L., Klopčič, M., Barbari, M. & Rossi, G. 2020. Properties of conventional and alternative bedding materials for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 103(9): 8661 – 8674.

Fournel, S., Godbout, S., Ruel, P., Fortin, A., Duquette-Lozeau, K., Létourneau, V., Généreux, M., Lemieux, J., Potvin, D., Côté, C., Duchaine, C. & Pellerin, D. 2019. Production of recycled manure solids for use as bedding in Canadian dairy farms: II. Composting methods. *Journal of Dairy Science*, 102(2): 1847–1865.

Frondelius, L., Lindeberg, H. & Pastell, M. 2020. Recycled manure solids as a bedding material: Udder health, cleanliness and integument alterations of dairy cows in mattress stalls. *Agricultural and Food Science*, 29(5): 420–431.

Godden, S., Bey, R., Lorch, K., Farnsworth, R. & Rapnicki, P. 2008. Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy Science*, 91(1): 151 – 159.

Green, M.J., Leach, K.A., Breen, J.E., Ohnstad, I., Tuer, S., Archer, S.C. & Bradley, A.J. 2014. Recycled manure solids as bedding for dairy cattle: A scoping study. *Cattle practice*. 2014(22): 207–214.

Hautala, M., & Ahokas, J. 2009. Tuotanto-olojen mittaus kotieläinrakennuksissa: mitä, miten ja miksi. Suomen maataloustieteellinen seura. Noudettu osoitteesta: <https://journal.fi/smst/article/download/75782/37164/104484>

Haverinen, L. Opetusnavetta mahdollistaa etäkäytön ja uudenlaisia työtapoja. OAMK Journal. Noudettu osoitteesta: <https://vanha.oamk.fi/oamkjournal/2022/opetusnavetta-mahdollistaa-etakayton-ja-uudenlaisia-tyotapoja/>

Hulsen, J. & Rodenburg, J. 2010. Future farming – building for the cow. Roodbont Publishers, Zutphen, Alankomaat. 48s.

Husfeldt, A.W., Endres, M.I., Salfer, J.A. & Janni, K.A. 2012. Management and characteristics of recycled manure solids used for bedding in Midwest freestall dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 95(4): 2195–2203.

Huuskonen, M. & Manni, K. 2020. Vaihtoehtoja nautojen kuivutukseen. *Nauta*. 2020(4): 66–68.

Janke, D., Bornwin, M., Amon, T., Amon, B., Coorevits, K., Overbeke, P.V., Declerck, A. & Demeyer, P. 2022. Development and validation of a low-cost online monitoring tool to manage barn climate and emissions from livestock housing systems. Teoksessa: VDI Wissensforum GmbH (toim): Tagungsband AgEng Landtechnik 2022. VDI Berichte. 2022(2406): 203 – 210.

Jebari, H., Mechkouri, M.H., Rekiek, S. & Reklouï, K. 2023. Poultry-Edge-AI-IoT System for Real-Time Monitoring and Predicting by Using Artificial Intelligence. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 17(12): 149 – 170.

Jeppsson, K.-H., Magnusson, M., Bergström Nilsson, S., Ekman, L., Winblad von Walter, L., Jansson, L.-E., Landin, H., Rosander, A. & Bergsten, C. 2024. Comparisons of recycled manure solids and wood shavings/sawdust as bedding material -implications for animal welfare, herd health, milk quality and bedding costs in Swedish dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 2024 (article in press).

Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N. & Maltz, E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77(1): 59–91.

Kallio, T., Härkönen, M., Komulainen, J., Tanner, M., Sutinen, V., Kilpeläinen, P. & Virtanen, V. (2021). On-Farm Dry Matter Monitoring System - Silage Sampler, Dry Matter Measurement and Mobile App for Feeding Adjustment. Julkaisussa:

Barbosa, J. C., Silva, L.L., Lourenço, P., Sousa, A., Silva, J.R., Cruz, V.F., Baptista, F., (toim.) Proceedings of the European Conference on Agricultural Engineering AgEng2021. Évora, Universidade de Évora, 248-254.

Kappes, R., Knob, D.A., Scheid, A.L., Barreta, B.E., Perazzoli, L., Mendes, B.B., Alessio, D.R.M. & Neto, A. T. 2022. Rumination time, activity index, and productive performance of Holstein and crossbred Holstein × jersey cows exposed to different temperature-humidity indexes. *International Journal of Biometeorology*, 66(4): 791–801.

Koskela, O., Virtanen, K., Kukkamäki, J., Aronen, I. & Kunttu, I. Navetta 4.0 — navetan olosuhteiden jatkuva mittaaminen. 2020. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote 2020(38): 1–7. Noudettu osoitteesta: <https://journal.fi/smst/article/view/89300/49090>.

Kristula, M.A., Rogers, W., Hogan, J.S. & Sabo, M. 2005. Comparison of Bacteria Populations in Clean and Recycled Sand used for Bedding in Dairy Facilities. *Journal of Dairy Science*, 88(12): 4317–4325.

Lavento, D. Maitotili on suurempi – mutta miksi? *KMVet*, 2022(2): 8-12.

Leliveld, L.M.C., Riva, E., Mattachini, G., Finzi, A., Lovarelli, D. & Provolo, G. 2023. Dairy cow behavior is affected by period, time of day and housing. *Animals*, 12(4): 512.

LibreTexts. 2024. 9.3: The Effects of pH on Microbial Growth. Noudettu osoitteesta: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_\(OpenStax\)/09%3A_Microbial_Growth/9.03%3A_The_Effects_of_pH_on_Microbial_Growth](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_(OpenStax)/09%3A_Microbial_Growth/9.03%3A_The_Effects_of_pH_on_Microbial_Growth)

Luonnonvarakeskus. 2021. Taulukko: Nautapaikkojen jakautuminen navettatyypin mukaan. Noudettu osoitteesta: https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__02%20Rakenne__10%20Elainsuojat%20ja%20lantavarastot/01_Elainsuojat_lantavarastot.px/table/tableViewLayout2/

Luonnonvarakeskus. 2022. Maatalouslaskenta 2020: Kotieläinten elinolot ja lannan käsittely 2020. Noudettu osoitteesta: <https://www.luke.fi/fi/tilastot/elainsuojat-ja-lantavarastot/maatalouslaskenta-2020-kotielainten-elinolot-ja-lannan-kasittely-2020>

Maa- ja metsätalousministeriö. 2001. Maa- ja metsätalousministeriön rakentamista koskevat määräykset ja ohjeet. Liite 10 MMM:n asetukseen tuettavaa rakentamista koskevista määräyksistä ja suosituksista (100/01): Maatalouden tuotanto-rakennusten lämpöhuolto ja huoneilmasto, MMM-RMO C2.2. (ei enää voimassa, vain ohjeellinen). Noudettu osoitteesta: <https://mmm.fi/documents/1410837/1853806/L10-rmoC22-01.pdf/8f0e7d9d-8c62-4c72-a1ef-fa9dd78bf4d0/L10-rmoC22-01.pdf?t=1446462610000>

Maa- ja metsätalousministeriö. 2010. Valtioneuvoston asetus nautojen suojelusta, 592/2010. Noudettu osoitteesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2010/20100592>

Maa- ja metsätalousministeriö. 2023. Laki eläinten hyvinvoinnista, 693/2023. Noudettu osoitteesta: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230693#Pidm46651393916192>

Manni, K. & Huuskonen, A. 2021. Kuivikkeet vertailussa lihanaudoilla. Teoksessa: Manni, K. & Huuskonen, A. (toim.). Nautatilojen kuivikehuolto. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 54/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki.

- Manni, K., Högel, H., Saastamoinen, M., Frondelius, L. & Huuskonen, A. 2023. Kuivikeselvitys: Kuiviketilan teen nykytilan tarkastelu ja lähitulevaisuuden kehitysnäkymien arviointi. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 97 s.
- McPherson, S.E. & Vasseur, E. 2020. Graduate Student Literature Review: The effects of bedding, stall length, and manger wall height on common outcome measures of dairy cow welfare in stall-based housing systems. *Journal of Dairy Science*, 103(11): 10940 – 10950.
- Messeri, A., Mancini, M., Bozzi, R., Parrini, S., Sirtori, F., Morabito, M., Crisci, A., Messeri, G., Ortolani, A., Gozzini, B., Orlandini, S., Fibbi, L., Cristofori, S. & Grifoni, D. 2023. Temperature-humidity index monitoring during two summer seasons in dairy cow sheds in Mugello (Tuscany). *International Journal of Biometeorology*, 67(1): 1555 – 1567.
- Mondaca, M.R. 2019. Ventilation Systems for Adult Dairy Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35(1): 139–156.
- Moore, D.A., Heaton, K., Poisson, S. & Sischo, W.M. 2012. Dairy Calf Housing and Environment: The Science Behind Housing and On-Farm Assessments. Washington State University extension. EM045E. Noudettu osoitteesta: <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2147/2017/07/EM045E.pdf>
- MoVet Laboratoriopalvelut. 2024. Utaretulehdus. Laboratoriokäsikirja. Noudettu osoitteesta: <https://www.movet.fi/tutkimukset/utaretulehdus-pcr-15-patogeenia-betalaktamaasigeeni/>.
- Nguyen-Ky, S. & Penttilä, K. 2021. Indoor Climate and Energy Model Calibration with Monitored Data of a Naturally Ventilated Dairy Barn in a Cold Climate. *Applied Engineering in Agriculture*, 37(5): 851-859.
- Nordlund, K.V. & Halbach, C.E. 2019. Calf Barn Design to Optimize Health and Ease of Management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35(1): 29–45.
- Palva, R. & Alasuutari, S. 2014. Lielannan separointijakeen käyttömahdollisuudet kuivikkeena – kirjallisuuskatsaus. Tutkimushankkeen loppuraportti. TTS Työtehoseura. Noudettu osoitteesta: <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2019/07/Lielannan-separointijakeen-k%C3%A4ytt%C3%B6mahdollisuudet-kuivikkeena-tutkimushankkeen-loppuraportti.pdf>
- Patel, K., Godden, S.M., Royster, E., Crooker, B.A., Timmerman, J. & Fox, L. 2019. Relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, udder hygiene, milk quality, and udder health in US dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 102(11): 10213 – 10234.
- Powell, J. M., Misselbrook, T.H. & Casler, M.D. 2008. Season and bedding impacts on ammonia emissions from tie-stall dairy barns. *Journal of Environmental Quality*, 37(1): 7 – 15.
- Prill, R. 2000. Why measure carbon dioxide inside buildings? Washington State University Extension Energy Program, Spokane. Noudettu osoitteesta: <http://www.energy.wsu.edu/Documents/CO2inbuildings.pdf>.
- Quintana, Á.R., Seseña, S., Garzón, A. & Arias, R. 2020. Factors affecting levels of airborne bacteria in dairy farms: a review. *Animals*, 10(3): 526.
- Ray, T., Gaire, T.N., Dean, C.J., Rowe, S., Godden, S.M. & Noyes, N.R. 2022. The microbiome of common bedding materials before and after use on commercial dairy farms. *Animal Microbiome*, 4(1): 18.

- Reich, L. J., Weary, D.M., Veira, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. 2010. Effects of sawdust bedding dry matter on lying behavior of dairy cows: A dose-dependent response. *Journal of Dairy Science*, 93(4): 1561–1565.
- Robles, I., Kelton, D.F., Barkem, H.W., Keefe, G.P., Roy, J.P., von Keyserlingk, M.A.G. & DeVries, T.J. 2020. Bacterial concentrations in bedding and their association with dairy cow hygiene and milk quality. *Animal*, 14(5):1052-1066.
- Rolando, P.L., Sandoval-Monzón, R.S., Montenegro, M.P. & Ruiz-García, L.F. 2022. Temperature-humidity index and reproductive performance of dairy cattle farms in Lima, Peru. *Open Veterinary Journal*, 12(3): 399–406.
- Salmu, M. 2011. Turvekuivikkeen käyttö vähentää ammoniakkipäästöjä. Rurality-instituutti, Helsingin yliopisto. Noudettu osoitteesta: <https://www.helsinki.fi/rurality-instituutti/opetus/luomutietoverkon-materiaalit/turvekuivikkeen-kaytto-vahentaa-ammoniakkipaastoja>
- Schüller, L.K., Burfeind, O. & Heuwieser, W. 2014. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature-humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices. *Theriogenology*, 81(8): 1050 – 1057.
- Shaikh, F.K., Karim, S., Zeadally, S. & Nebhen, J. 2022. Recent Trends in Internet-of-Things-Enabled Sensor Technologies for Smart Agriculture. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(23): 23583 – 23598.
- Shipton, P., O'Connor, L. & Simpson, R. 2011. Effective bedding management – Incorporating results from a farmer survey on bedding management, mastitis and on-farm bacterial analysis. Report issued by Kingshay. Kingshay, Bridge Farm, West Bradley, Glastonbury, United Kingdom. Noudettu osoitteesta: <https://www.kingshay.com/wp-content/uploads/BeddingReport-020911-785.pdf>
- Tolonen, S., Kilpeläinen, P. & Ruuska, S. 2024. Halogeenikuivaimen validointi lypsylehmien lietelannasta separoidun kuivajakeen kuiva-ainepitoisuuden mittaamiseen. *Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote*, 2024(41): 265.
- Tucker, C.B., Weary, D.M., von Keyserlink, M.A.G. & Beauchemin, K.A. 2009. Cow comfort in tie-stalls: Increased depth of shavings or straw bedding increases lying time. *Journal of Dairy Science*, 92(6): 2684 – 2690.
- Turnbull, J.E. 1980. Housing and Environment for Dairy Calves. *The Canadian Veterinary Journal*, 21(3): 85–90.
- Ward, W.R., Hughes, J.W., Faull, W.B., Cripps, P.J., Sutherland, J.P. & Sutherst, J.E. 2002. Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Veterinary Record*, 151(7): 199–206.
- Weerasinghe, W.P.C.G., Rajapaksa, E. & Samarakone, T.S. 2023. Effect of Temperature Humidity Index (THI) on resting pattern of dairy cows in different regions of Sri Lanka. *Tropical Animal Health and Production*, 56(1): 24.
- Wildridge, A.M., Thomson, P.C., Garcia, S.C., John, A.J., Jongman, E.C., Clark, C.E.F. & Kerrisk, K.L. 2018. Short communication: The effect of temperature-humidity index on milk yield and milking frequency of dairy cows in pasture-based automatic milking systems. *J Dairy Sci*. 2018(101): 4479 – 4482.
- Wu, H., Wang, Y., Dong, L., Hu, H., Meng, L., Liu, H., Zheng N. & Wang, J. 2022. Microbial characteristics and safety of dairy manure composting for reuse as dairy bedding. *Biology*, 10(1): 13.

Yan, G., Shi, Z. & Li, H. 2021. Critical temperature-humidity index thresholds based on surface temperature for lactating dairy cows in a temperate climate. *Agriculture*, 11(10): 970.

Zdanowicz, M., Shelford, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M. & von Keyserlingk, M.A.G. 2004. Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *Journal of Dairy Science*, 87(6): 1694–1701.

Zhang, C., Zhang, D., Yang, J., Zhou, J., Hu, Q., Ling, R. & Dong, M. 2012. Comparative evaluation of the association among enumeration methods and production of enterotoxins in food-derived *Staphylococcus aureus*. *Journal of AOAC International*, 95(1): 105-110.

Zhou, M., Aarnink, A.J.A., Hyunh, T.T.T., van Dixhoorn, I.D.E. & Kroot Koerkamp, P.W.G. 2022. Effects of increasing air temperature on physiological and productive responses of dairy cows at different relative humidity and air velocity levels. *Journal of Dairy Science*, 105(2): 1701–1716.

4 Kuivikkeet ja työntekijöiden altistus

Turpeen tilalle tulevien uusien kuivikkeiden ja kuivitusmenetelmien käyttöönotolla voi olla merkittäviä myönteisiä ja kielteisiä vaikutuksia maataloustyöntekijöiden terveyteen, turvallisuuteen ja hyvinvointiin. Useimmissa kuivitukseen liittyvissä tutkimuksissa on keskitytty eläinten terveyteen, laitteiden teknisiin ominaisuuksiin tai taloudellisen tuottavuuden vaikutuksiin ja jätetty suurelta osin huomioimatta teknologian vaikutus työntekijöiden hyvinvointiin ja turvallisuuteen (Hayden ym. 2022).

Uusien kuivitusteknologioiden seurauksena maataloustyöntekijöille mahdollisesti aiheutuvista turvallisuus- ja terveysvaikutuksista tarvitaan lisätietoa, koska maataloussektori on yksi Suomen vaarallisimmista toimialoista, ja siellä todetaan työntekijöillä paljon ammatillisia kuolemantapauksia, vammoja ja sairauksia. Työperäisten sairauksien rekisteriin kirjataan vuosittain yleensä eniten ammattitautitapauksia maanviljelijät ja eläintenkasvattajat -ammattiryhmistä (Koskela ym. 2024). Siksi on arvioitava uusien kuivitusmenetelmien käyttöönoton hyviä ja huonoja seikkoja sekä mahdollisia tahattomia seurauksia, joita teknologialla voi olla ihmisten ja eläinten elinympäristöihin, ja jotka vaikuttavat samalla työntekijöiden hyvinvointiin ja turvallisuuteen.

Lypsykarjassa voi esiintyä ihmisille sairauksia aiheuttavien patogeeneiden kantajia. Näitä patogeeneja ovat esimerkiksi kryptosporidioosin ja kampylobakterioosin aiheuttajat, jotka voivat tarttua ihmiseen suoraan eläimestä ja epäsuorasti eläimen elinympäristön kautta (Grout ym. 2022, Lasprilla-Mantilla ym. 2019). Kierrätettävän kuivikkeen, kuten lietteestä separoidun kuivajakeen käytössä huolestuttaa mahdollisten zoonoottisten taudinaiheuttajien lisääntyminen ja leviäminen, koska patogeenit heikentävät sekä eläinten että ihmisten terveyttä. Muitakin eläinten ja ihmisten taudinaiheuttajia (esim. listeria- ja salmonellabakteereita) on löydetty enemmän ja useammin separoidusta kuivajakeesta kuin muista kuivikkeista kuten oljesta (Beauchemin ym. 2022).

Varsinaisten infektioautien aiheuttajapatogeeneiden lisäksi lypsykarjatyöntekijät voivat altistuvat navetoissa monille muille mahdollisille hengitysteiden riskitekijöille, kuten esimerkiksi bakteereiden sisältämille endotoksiineille, homeille, pölyille sekä ammoniakki- ja rikkivetykaasuille (Basinas ym. 2014, Park ym. 2020, Pfister ym. 2018, Samadi ym. 2012). Kyseiset altisteet ovat tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa työntekijöille monenlaisia oireita: nenän, kurkun ja silmien ärsytystä, yskää, hengenahdistusta, pahoinvointia ja väsymystä. Eläimet ja niiden lanta ja virtsa, kuivikkeet ja rehut ovat edellä mainittujen altisteiden lähteitä. Eläinten lanta sisältää runsaasti suolistoperäisiä biologisia tekijöitä, ja toisaalta orgaaniset materiaalit homehtuvat herkästi ja kontaminoituvat ympäristöperäisillä mikrobeilla kosteissa ja lämpimissä olosuhteissa varastoinnin aikana.

Epäorgaanisista kuivikemateriaaleista hiekka sisältää lisäksi kvartsia eli kiteistä piidioksidia. Hiekkakuivike saattaa pölytesään tuoda navetan sisäilmaan syöpävaarallista kvartsia, joka on sisäilman raja-arvot ylittävänä pitoisuuksina merkittävä terveysriski (IARC, WHO). Maataloudessa on raportoitu yksittäisiä kvartsi- ja silikaattipitoisuuksia, jotka ylittävät yleisesti käytetyt työperäisen altistuksen raja-arvot, mutta kvartsi-altistusta maataloudessa käsittelevää tutkimusta on vähän tarjolla (Swanepoel ym. 2018).

Navettatyössä altistuminen erilaisille bioaerosoleille, orgaanisille pölyille ja kaasuille voi johtaa keuhkojen toimintakyvyn heikkenemiseen, astmaan, keuhkohtaumatautiin tai krooniseen keuhkoputkentulehdukseen (Gaiet ym. 2007, Marescaux ym. 2015, Seidel ym. 2023, Stoleski ym. 2019). Kvartsin terveyshaitat liittyvät alveolijakeiseen epäorgaaniseen pölyyn, joka kulkeutuu keuhkojen alveolialueelle ja voi aiheuttaa silikoosia (pölykeuhkosairaus) sekä keuhkosityöpää (IARC). Näiden lisäksi kvartsi-altistuminen on liitetty myös lisääntyneeseen keuhkohtaumataudin ja tuberkuloosin riskiin.

Näin ollen on tärkeää tunnistaa eläinten kuivitusmenetelmät, joissa voi esiintyä liiallista altistumista työntekijöitä terveyttä heikentäville riskitekijöille. Samalla tulee selvittää altistumisen olosuhteita ja taustatekijöitä sekä riskinhallintakeinoja, joilla voidaan estää tai vähentää mahdollista altistumista työntekijän kannalta turvalliselle tasolle.

Lähteet

- Basinas I, Sigsgaard T, Erlandsen M, Andersen NT, Takai H, Heederik D, Omland Ø, Kromhout H, Schlünssen V. Exposure-affecting factors of dairy farmers' exposure to inhalable dust and endotoxin. *Ann Occup Hyg.* 2014 Jul;58(6):707-23. doi: 10.1093/annhyg/meu024.
- Gainet M, Thaon I, Westeel V, Chaudemanche H, Venier AG, Dubiez A, Laplante JJ, Dalphin JC. Twelve-year longitudinal study of respiratory status in dairy farmers. *Eur Respir J.* 2007 Jul;30(1):97-103. doi: 10.1183/09031936.00150405.
- Grout L, Marshall J, Hales S, Baker MG, French N. Dairy Cattle Density and Temporal Patterns of Human *Campylobacteriosis* and *Cryptosporidiosis* in New Zealand. *Ecohealth.* 2022 Jun;19(2):273-289. doi: 10.1007/s10393-022-01593-9.
- Hayden MA, Barim MS, Weaver DL, Elliott KC, Flynn MA, Lincoln JM. Occupational Safety and Health with Technological Developments in Livestock Farms: A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Dec 8;19(24):16440. doi: 10.3390/ijerph192416440.
- IARC Monographs on identification of carcinogenic hazards to humans. WHO. <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>
- Koskela K, Lehtimäki J, Ojanen V, Pesonen M, Lindström I, Suojalehto H, Airaksinen L, Suuronen K, Helaskoski E. Ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt 2019–2020. *Julkari, STM:n hallinnonalan yhteinen avoin julkaisuarkisto, 2024.* <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-391-143-7>
- Marescaux A, Degano B, Soumagne T, Thaon I, Laplante JJ, Dalphin JC. Impact of farm modernity on the prevalence of chronic obstructive pulmonary disease in dairy farmers. *Occup Environ Med.* 2016 Feb;73(2):127-33. doi: 10.1136/occup-2014-102697.
- Park J, Kang T, Heo Y, Lee K, Kim K, Lee K, Yoon C. Evaluation of Short-Term Exposure Levels on Ammonia and Hydrogen Sulfide During Manure-Handling Processes at Livestock Farms. *Saf. Health Work.* 2020; 11:109–117. doi: 10.1016/j.shaw.2019.12.007.
- Pfister H, Madec L, Cann PL, Costet N, Chouvet M, Jouneau S, Vernhet L. Factors determining the exposure of dairy farmers to thoracic organic dust. *Environ Res.* 2018 Aug; 165:286-293. doi: 10.1016/j.envres.2018.04.031.
- Samadi, S., van Eerdenburg, F., Jamshidifard, AR., Otten G.P., Droppert M., Heederik D.J., Wouters I.M. The influence of bedding materials on bio-aerosol exposure in dairy barns. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 22, 361–368 (2012). doi: 10.1038/jes.2012.25.
- Seidel J, Magzamen S, Wang YH, Neujahr V, Schaeffer JW. Lessons from Dairy Farmers for Occupational Allergy and Respiratory Disease. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2023 Jun;23(6):325-339. doi: 10.1007/s11882-023-01081-2.

Stoleski S, Minov J, Karadzinska-Bislimovska J, Mijakoski D, Atanasovska A, Bislimovska D. Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Associated with Occupational Exposure in Dairy Farmers - Importance of Job Exposure Matrices. Open Access Maced J Med Sci. 2019 Jul 28;7(14):2350-2359. doi: 10.3889/oamjms.2019.630.

Swanepoel A, Swanepoel C, Rees D. Determinants of respirable quartz exposure in farming. J Occup Environ Hyg. 2018 Jan;15(1):71–79. doi: 10.1080/15459624.2017.1388513.

5 Työn käyttö ja toiminnallisuus eri kuivikkeiden käytössä

KUIVITUKSEN TYÖNMENEKKI

Nykyaikaisissa pihatoissa tavoitteena on kuivikkeiden levittämisen koneellistaminen. Vaihtoehtoina ovat käytännössä erilaiset ajettavat koneet ja kiskoilla kulkevat automaattiset kuivikkeenlevittimet. Ajettavista koneista yksinkertaisimmillaan käytetään pienkuormaajaa, traktoria tai kurottajaa ja tavallista kauhaa. Koneisiin on saatavilla myös erilaisia kuivikkeenjakokauhoja. Tilan tarpeisiin ja olosuhteisiin soveltuvaan menetelmään ja työmenekkiin vaikuttavat monet tekijät, kuten tavoitteet kuivittamiselle, työvoima, navetan rakenteet sekä kuivikemateriaali.

KUIVAJAE

Tanskalaisen SEGES tutkimus- ja neuvontaorganisaation tekemään FarmTestiin nr. 98 (Holm & Pedersen, 2015) osallistuneet viljelijät kertoivat siirtyneensä kuivajakeen käyttöön kuivikkeena, koska he halusivat lehmille mukavan ja pehmeän makuupaikan, joka ei aiheuta jalkavammoja, erityisesti kinnerhiertymiä. Myös alhaisemmat kuivikekustannukset, kierrätys-idea ja hyvä vaihtoehto hiekalle olivat syitä kuivajakeen käyttöön kuivikkeena. Osan mielestä työskentely oli helpompaa, kun kuivituksena käytettiin kuivajaetta.

Testiin osallistui 11 lypsykarjatilaa, joista kuudella oli parsipedit ja viidellä syväparret. Parsipedit kuivitettiin vähintään kerran päivässä. Kuivajae levitettiin koneellisesti pienkuormaajan kuivikkeenjakokauhalla tai tavallisella kauhalla. Kahdella tilalla oli kiskoilla kulkeva automaattinen kuivituslaite. Kuivittamiseen kului keskimäärin viisi sekuntia/parsi/päivä (vaihteluväli 0–15 sekuntia). Parsien puhdistamiseen ja kuivikkeen tasoitteluun kului keskimäärin 11 sekuntia/parsi/päivä (vaihteluväli 4–20 sekuntia).

Syväparsiin kuivajaetta levitettiin kolmella tilalla kerran viikossa ja yhdellä tilalla kaksi kertaa viikossa. Levytykseen käytettiin pienkuormaajan jakokauhaa, tavallista kauhaa ja erilaisia rehunjakovaunuja. Yhdellä tilalla oli kiskoilla kulkeva automaattinen kuivituslaite, jolla kuivitettiin päivittäin. Keskimäärin kuivajakeen levittäminen vei yhdeksän sekuntia per parsi per päivä (vaihteluväli: 7–20 sekuntia). Parsien puhdistaminen ja kuivikkeen tasoittaminen vei keskimäärin 11 sekuntia per parsi per päivä (vaihteluväli: 6–20 sekuntia).

Kuivajakeen tasoittelua pidettiin tärkeänä kuivumisen varmistamiseksi ja utareterveyden kannalta, erityisesti syväparsissa, mutta myös parsipedeillä. Myös kuivikkeen jakotiheyttä oli säädetty sen mukaan, että kuivike parressa olisi riittävästi kuivunut ennen uuden kuivikkeen jakoa.

Kuivajaetta käytettiin keskimäärin 4,7 kg lehmää kohden päivässä parsipedeillä (1–7 kg) ja 5,1 kg lehmää kohden päivässä (vaihteluväli 2–7 kg) syväparsissa. Edullinen kuivajakeen tuotantokustannus mahdollisti sen, että karjatilalliset käyttivät yhtä paljon kuiviketta riippumatta siitä, onko käytössä parsipedit tai syväparret.

Testissä on laskettu kuivituslaitteiden kustannuksia kaikille tiloille sekä tiloille, jotka olivat investoineet uusiin laitteisiin. Kuivituslaitteiden pääoma- ja kunnossapitokustannus kaikkien tilojen osalta oli keskimäärin 31 kr/parsi/vuosi (vaihteluväli: 0–150 kr). Pääomakustannus sisältää 15 % annuiteetin korolle ja poistoille. Kuudella tilalla on käytetty kuivikkeen levitystekniikan

hankintaan keskimäärin 168 000 DKK (n. 22 500 €) (vaihteluväli: 70 000–375 000 DKK). Tämä johtaa 56 kruunun keskimääräisiin vuotuisiin kustannuksiin tekniikalle (vaihteluväli: 13–150 DKK).

FarmTestiin osallistuneista tiloista kahdeksalla tilalla oli ruuviseparaattori ja kolmella tilalla rumpuseparaattori. Rumpuseparaattorituloilla liete happokäsiteltiin separoinnin toimivuuden ja kapasiteetin parantamiseksi. Separaattoreiden keskimääräinen hankintahinta (sis. pumpun ja asennuksen) oli 315 000 DKK (vaihteluväli 205 000–450 000 DKK). Vuotuiset pääomakustannukset olivat keskimäärin 169 DKK/parsi/vuosi (vaihteluväli 64–253 DKK).

Separaattoreiden käyntiaika oli keskimäärin 5,5 tuntia/parsi/vuosi (vaihteluväli 0,2–11,5 tuntia). Rumpuseparaattorit keskimäärin 6,9 h (4,7–8,1 h) ja ruuviseparaattorit 4,9 h (1,2–11,2 h). Päivittäinen käyntiaika oli keskimäärin 4,5 h/vrk (1–13 h). Energiakustannus oli keskimäärin 31 kr/parsi/vuosi (4–85 kr) sähkön hinnalla 0,80 kr/kWh).

Useimmat tilat arvioivat, että separaattorien seurantaan ja huoltoon ei kulu kovin paljon aikaa. Muutamat pitivät kuitenkin tärkeänä seurata syöttöpumppua ja kuivajakeen kuiva-ainepitoisuutta. Lisäksi, kun separaattori ja kuivituslaite oli kytketty toimimaan yhteen, järjestelmä oli häiriöherkkä. Useimmiten häiriöitä aiheutti kuivituslaite.

Kuivajakeen kustannukset (Holm & Pedersen, 2015)

Separointilaite:

- Korke ja poisto: 169 kr/ parsipaikka /vuosi
- Käyttökustannukset (ylläpito ja sähkö): 81 kr/ parsipaikka /vuosi
- Yhteensä: 250 kr/ parsipaikka /vuosi

Muut:

- Kuivikkeen levityslaitteet korke, poisto ja ylläpito: 31 kr/parsipaikka/vuosi
- Sisätila separaattorille: 7 kr/parsipaikka/vuosi
- Yhteensä: 38 kr/parsipaikka/vuosi

FarmTestiin osallistuneista tiloista neljällä tilalla käytettiin kuivajaeetta sellaisenaan. Seitsemällä tilalla kuivajakeeseen lisättiin yhtä tai useampaa lisäainetta, kuten kalkkia, sammutettua kalkkia tai kuivadesinfiointivalmistetta (Stalosan), ennen levitystä parsiin. Tilat kertoivat käyttävänsä lisäaineita vähentääkseen riskiä ongelmista Klebsiellan kanssa. Raportissa ei kerrottu, miten lisäaineen sekoitus käytännössä tehtiin.

Ruotsalaisessa tutkimuksessa (Jeppsson ym.2023) oli mukana 34 tilaa, joista 17 tilalla kuivikkeena kuivajae ja 17 tilalla sahanpuru tai kutterinlastu. Kuivajakeen osalta käytännöt vaihtelivat paljon. Osalla oli oma separaattori (12 tilaa), osa vuokrasi separaattoria (4 tilaa) ja yksi tila osti kuivajaeetta naapuritalalta (mädätyksen jälkeen kompostoituna). Suurin osa (10 tilaa) jakoi kuivajakeen parsiin heti separoinnin jälkeen. Loput varastoivat kuivajaeetta kasassa muutamista päivästä lähes vuoteen ennen käyttöä. Seitsemällä tilalla kuivajaeetta vietiin kerralla iso määrä parsien etuosaan, josta sitä vedettiin parteen puhdistuksen yhteydessä. Loput jakoivat kuivajakeen suoraan parteen. Keskimäärin kuivajaeetta levitettiin kaksi kertaa viikossa (vaihteluväli 0,3–21). Kuudella tilalla parren takaosaan levitettiin lisäksi säännöllisesti kalkkia, yhdellä tilalla muuta lisäainetta. Kuivajaeetta käytettiin parsimatoilla/-pedeillä keskimäärin 11,4 litraa/parsi/pv (vaihteluväli 4–25) ja syväparsissa 16,1 litraa/parsi/pv (vaihteluväli 14–59).

Tilat arvioivat kuivajakeen raskaammaksi käsitellä kuivikkeenjakokoneille, lannanpoistolaitteille sekä työntekijöille. He kertoivat parsien hoitamiseen kuluvan ajan rajoittavan käytettävää kuivikemäärää. Käyttömäärää oli joskus vähennetty myös lannanpoiston vuoksi. Kuivajakeen arvioitiin toisaalta pysyvän parsissa paremmin, pölyävän turvetta vähemmän, imevän hyvin nesteitä sekä eläinten pysyvän puhtaampina.

Kuivajakeen keskimääräinen kustannus oli 1,09 SEK/parsi/päivä (1,69 SEK puru/kutterille). Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä, koska kustannuksissa oli suurta tilakohtaista vaihtelua. Työn osuus kustannuksista oli 8 %.

Nordqvist (2022) haastatteli opinnäytetyöhönsä viittä kuivajaetta parsimatoilla/-pedeillä käytävää lypsykarjatilaa. Kuivajae levitettiin parsiin neljällä tilalla pienkuormaimen kuivikekauhalla joko kerran viikossa tai kolme kertaa viikossa. Kolme tilaa levitti parsien takaosaa kalkkia säännöllisesti, yksi tarvittaessa ja yksi harkitsi käytön aloittamista. Tiloista kolme arvioi työnmenekin lisääntyneen kuivajakeen käytön myötä. Kuivajakeen kuiva-ainepitoisuuden seurantaan separaattorilla meni joillakin tiloilla myös työaika.

Sveitsiläisessä tutkimuksessa (Schrade & Zähler 2008) mitattiin parsien puhtaanapidon ja kuivittamisen työaika kolmella kuivajaetilalla. Tulokset standardoitiin tutkimuslaitoksen työajanlaskentamallilla eri kokoisiin karjoihin (30–100 lehmää). Päivittäinen kuivikkeen jako- ja parsien puhdistamisen työaika on tulosten mukaan 60 lehmän karjassa noin 0,9 minuuttia/parsi/päivä, ja on samansuuruinen kuin yleisemmin käytetyllä kalkki-vesi-olki-seos-kuivikkeella. Parsipedeillä työaika on vastaavasti noin 0,7 minuuttia/parsi/päivä (kuivikkeena olki).

Ruotsalaisen kuivitusoppaan mukaan syväparret tulisi täyttää 15–20 cm syvällä kerroksella kuivajaetta, kun taas parsipetityyppisissä järjestelmissä riittäisi noin viisi senttimetriä kuivajaetta. Parsipedeillä kuivajae tulisi tasoittaa kerran päivässä hyvän makuumukavuuden varmistamiseksi, ja uutta kuiviketta lisätä tarpeen mukaan joka päivä, joka toinen päivä tai joskus joka kolmas päivä. (Ströguide s.26).

HIEKKA

Hiekan käsittely vaatii navetassa yleensä jonkinlaista kuormaajaa tai pienkuormaajaa, koska hiekkaa on siirrettävä suhteellisen suuria määriä. Navettatyyppistä ja parsista riippuen hiekan kulutus voi vaihdella 25 litrasta eläintä kohti päivässä muutama kiloon (Ströguide s.18–19).

Suurimmat työhön liittyvät kustannukset liittyvät hiekan kohdalla lannan poistoon ja lantajärjestelmien sekä betonipintojen kulumiseen, koska hiekka on hankaavaa ainetta. Tämä asettaa korkeat vaatimukset lantajärjestelmälle, lantapumput ja -säiliöt joutuvat koville ja voivat vaatia säännöllistä uusimista. Lisäksi hiekka laskeutuu säiliössä varastoinnin aikana ja saattaa vaatia kovasti töitä, että se saadaan poistettua lantajärjestelmästä. (Ströguide s.18–19).

Hiekan taloudellisuutta kuivikkeena on selvitetty kahdessa tanskalaisessa FarmTestissä. FarmTest Kvaeg nr 93 (Nielsen & Poulsen, 2013) perustuu 11 tilan kyselytutkimukseen, kirjallisuuskatsaukseen hiekan ja keinomateriaalien vaikutuksesta makuualustoina sekä taloudellisiin seuraamuskäytelmiin SimHerd-ohjelmassa.

Testin tiloilla hiekkaa ajettiin parsiin 10–30 päivän välein, ja keskimäärin uutta hiekkaa levitettiin joka 17. päivä. Hiekka levitettiin useimmiten pienkuormaajan kauhalla (9), mutta myös traktorilla (1) ja pienkuormaajalla, jossa oli laitettu erillinen hiekan- tai kalkinlevitin (1). Hiekan levitysaika oli keskimäärin 12 minuuttia lehmää kohti vuodessa. Tilat käyttivät hiekkaa lehmää kohti päivässä keskimäärin 8,7 kilogrammaa, vaihdellen välillä 6,4 ja 10,7 kilogrammaa lehmää kohti päivässä. Hiekan levityksen työkustannus vaihteli 27–137 kruunuun lehmää kohden vuodessa, keskimäärin 85 DKK lehmää kohden vuodessa, kun henkilötöiden hintana käytettiin 150 DKK/tunti ja konetyön hintana 250 DKK/tunti.

Lantaraappojen ja lietepumppujen keskimääräiset kunnossapitokustannukset olivat 113 DKK lehmää kohden vuodessa, vaihdellen 67 kruunusta 181 kruunuun lehmää kohden vuodessa. Millään tilalla hiekkaa sisältävän lietteen levityksestä ei maksettu ylimääräistä hintaa, joten sille ei laskettu lisäkustannuksia.

Keskimäärin hiekkaparsien kustannukset olivat seuraavat (FarmTest nr 93):

- Hiekan hankinta: 196 kr. per lehmä/vuosi
- Hiekan levittäminen: 79 kr. per lehmä/vuosi
- Raappojen ja lietepumpun ylläpito: 113 kr. per lehmä/vuosi
- Sedimentoituneen hiekan käsittely: 33 kr. per lehmä/vuosi

FarmTestin nr. 93 mukaan kokonaisuudessaan hiekkakuivike tuli hieman (69 DKK) kalliimmaksi lehmää kohti vuodessa verrattuna parsipeteihin. Syynä tähän olivat ylimääräiset työkustannukset, mitä tuli lannan käsittelyyn ja hiekan levittämiseen liittyen.

Johnsen ym. 2016 raportoimassa FarmTestissä nr. 107 (14 tilaa) viljelijät olivat siirtyneet hiekkaan muusta kuivikkeesta. Muutokseen oli päädytty kolmesta syystä: karjan eläinterveys oli huono, parsiin oli joka tapauksessa tehtävä muutoksia tai he halusivat saavuttaa paremman tuotostason.

Tässä FarmTestissä hiekkaparret tulivat parsipetejä kalliimmaksi hiekan laitteille aiheuttaman kulumisen vuoksi. Työkustannus oli sen sijaan pienempi hiekkaparsissa kuin parsipedeillä. Hiekan levityksen työkustannus oli keskimäärin 91,1 DKK/parsi/vuosi ja parsien puhtaanapidon työkustannus oli 56 DKK/parsi/vuosi, yhteensä 146 DKK. Parsipedeillä kuivikkeenjaon ja puhtaanapidon kustannus oli yhteensä keskimäärin 276 DKK/parsi/vuosi.

Testin tiloilla hiekan parsiin levittämisen työnmenekki oli keskimäärin 22,4 minuuttia/parsi/vuosi (vaihtelu 6,5–48,8 min/parsi/vuosi). Vaihtelu oli suurta. Hiekkaa käytettiin keskimäärin 10 kg/parsi/päivä (6–13 kg).

Hiekkakustannuksissa oli tilojen välillä suuria eroja muun muassa erilaisten hiekkatyyppien takia. Käytössä oli muun muassa täyttöhiekkaa, kuivikehiekkaa, maataloushiekkaa ja rantahiekkaa. Hiekan hinta vaihteli 26–125 kruunuun tonnilta olettaen, että kuorma sisältää 75 m³ hiekkaa ja että 1 m³ painaa 1 300 kg. Hinta sisälsi toimituksen. Hiekkakustannus oli keskimäärin 196 DKK lehmää kohti vuodessa (108–307 DKK). Hiekkakustannus partta kohti päivässä oli keskimäärin 0,7 DKK ja vuodessa 301 DKK. Parsipetien kuivikekustannus oli 308 DKK/parsi/vuosi.

Lantaraappojen ja pumppujen kulumisen sekä työajan lisääntyminen liittyen lietteen käsittelyyn olivat FarmTestiin osallistuneiden viljelijöiden mielestä suurimmat haasteet hiekan kuivituskäytössä. Hiekka tunnetaan ongelmista, joita se aiheuttaa lannan käsittelyssä ja aiheuttaa ylimääräistä kulumista lannanpoistojärjestelmille. Viljelijöiden kokemaa kulumisen määrää ja ongelmat lannan käsittelyssä vaihteli suuresti. Arvion mukaan raapat kuuluivat hiekkakäytössä kaksi kertaa nopeammin kuin muilla kuivikkeilla. Lisäksi kulumisen riippuu suuresti lattiatyypistä ja raappausjärjestelmästä. FarmTestiin osallistuneet viljelijät korostivat, että lannan käsittelyyn käytetty aika lisäsi kustannuksia. Kaikilla oli jonkin verran lisäkustannuksia hiekan käsittelystä, joka on laskeutunut lantajärjestelmään.

Hiekan käyttöön liittyvät kustannukset olivat yhteensä keskimäärin 898 DKK/parsi/vuosi. Lisäkustannus parsipeteihin ja niiden kuivittamiseen oli 221 DKK/parsi/vuosi. Kustannuksiin sisältyvät parsien perustamiseen liittyvät materiaalikulut. Raportin mukaan parantunut tuottavuus on ratkaiseva edellytys sille, että hiekan käyttäminen testiin osallistuneilla tiloilla oli taloudellisesti kannattavaa.

Viljelijät ovat tyytyväisiä saamaansa parempaan tuottoon ja lehmien hyvinvointiin hiekkaparsiin siirtymisen myötä. Eläinten lisääntynyttä hyvinvointia arvioitiin makuuajojen pidentymisellä, puhtaammilla lehmillä, paremmalla sorkka- ja kinnerterveydellä, paremmalla liukkauden estolla, matalemmilla solupitoisuuksilla ja vähemmällä utaretulehduksilla.

Vuonna 2007 raportoidussa FarmTestissä nr. 52 (Brøgger Rasmussen 2007) oli mukana 34 hiekkaparsitilaa. Sen mukaan hiekan jaon tiheydellä ei ollut vaikutusta vuotuisen työaikaan. Jakotiheys vaihteli 4–40 päivään, ollen keskimäärin 22,1 päivää. Työmenekki keskimäärin 0,04 minuuttia/lehmä/päivä (0,04–0,16 min/lehmä/päivä). Useimmat tilat käyttivät jakoon pienkuormainta. Tehokkain levityslaitte oli levitysvaunu, johon mahtuu kerralla paljon hiekkaa. Vaunun käyttö edellyttää kuitenkin tilavaa navettaa.

Tiheämmällä levittämisvälillä parret pysyivät täydempinä, mikä tutkimusten mukaan lisää lehmien makuu-aikaa. Tulosten mukaan hiekan lisäämistiheys ei kuitenkaan suoraan vaikuttanut hiekan kulutukseen testin tiloilla. Hiekan kulutus oli keskimäärin 8,7 kg/lehmä/päivä (vaihtelu 3,3–18,4 kg/lehmä/päivä). Hiekan kulutukseen vaikuttavat monet tekijät: kuinka usein parsissa olevaa hiekkaa tasoitellaan, kuinka usein ja kuinka paljon hiekkaa lisätään sekä miten parsia puhdistetaan. Usein tapahtuva lisääminen voi lisätä hiekan kulutusta, mutta se parantaa myös lehmien mukavuutta ja lisää makuu-aikaa (Brøgger Rasmussen, 2007).

Ruotsalaisessa opinnäytetyössä (Arvidsson & Åkerlund 2017) vierailtiin kymmenellä hiekkaparsitilalla ja kaksi tilaa haastateltiin puhelimitse. Viidellä tilalla osalla lehmistä oli myös parsimattoja tai parsipetejä. Hiekka lisättiin parsiin pienkuormajalla tai traktorilla, tavallisella kauhalla tai erityisellä levityskauhalla. Hiekan lisäystiheys vaihteli kolmesta kerrasta viikossa neljään kertaan vuodessa. Hiekkaa lisättiin harvimmin automaattilypsytilalla, jolla koettiin lehmäliikenteen häiriintyvän hiekan jakamisesta. Keskimäärin hiekkaa jaettiin joka yhdeksäs päivä (mediaani kerran viikossa). Hiekan jakoon kului keskimäärin 1,9 minuuttia/parsi/jakokerta (vaihteluväli 0,2–5,1). Jakoon kuluvan ajan vaihteluun oletettiin vaikuttavan jaon tiheys sekä osallistuvien työntekijöiden määrä.

Hiekkaa kului keskimäärin 14,2 kg/parsi/päivä (vaihteluväli 7–28 kg). Kaikki tasoittelivat hiekkaa parsien puhdistamisen yhteydessä. Kirjoittajat arvelevat hiekan kulutuksen suurta vaihtelua selittävän sen, että tiloilla pyritään pitämään parsissa paksu hiekkakerros, jotta lehmillä olisi hyvä makuumukavuus. Kirjoittajat näkevät erilaiset hiekkaa säästävät ratkaisut kiinnostavina tutkimuksen kohteina.

Yhtä tilaa lukuun ottamatta kaikki kokivat hiekan käytössä haasteita, pääasiassa lannankäsittelyssä. Lietepumppujen, lannanpoistojärjestelmän osien ja lantakäytävien kuluminen sekä häiriöt lannanpoistossa mainittiin. Kahdella tilalla hiekan käsittely koettiin raskaana ja vaikeana erityisesti talvella. Mainittiin myös, että hyvää hiekkaa oli vaikea saada. Kahdestatoista tilasta kymmenen ei epäröisi kokemustensa perusteella tehdä hiekkaparsia uudestaan, sillä hyödyt eläinten hyvinvoinnille on koettu niin suuriksi.

Opinnäytetyöhön haastateltiin lisäksi viisi tilaa, jotka olivat luopuneet hiekan käytöstä. Syynä olivat edellä mainitut haasteet. Yksi näistä oli suunnittelemassa uutta navettaa, jonne kuitenkin tulisi hiekkaparret. Hiekkongelma lietesäiliössä aiottiin ratkaista rakentamalla säiliöön ramppi, jota pitkin hiekka voidaan tyhjentää kuormaajalla. Kolme hiekkaparsitiloista mainitsi, että lietesäiliöön ei muodostu kuorta. Kuorettumisella on tärkeä merkitys säiliöstä haihtuvien ammoniakkipäästöjen kannalta. Osalla tiloista säiliöön tuli lietettä muista navetoista, joissa käytettiin muuta kuiviketta, eikä kuorettumisen puutetta nähty ongelmana.

LANNANKÄSITTELY LIETESÄILIÖISSÄ

FarmTestiin nr. 52 (Brøgger Rasmussen, 2007) osallistuneilla tiloilla hiekka sekoitettiin suurimmaksi osaksi lietteeseen. Tilojen mukaan hyvin hieno ja puhdas hiekka sekoittuu melko hyvin, toki vaatien voimakkaan sekoituksen tyhjennyksen yhteydessä. Kolmasosalla tiloista hiekkaa erottui säiliön pohjalle siten, että sitä jouduttiin erikseen tyhjentämään noin 2–4 vuoden välein. Hiekka on aiheuttanut Tanskassa ongelmia lietesäiliöissä, sillä hiekka laskeutuu säiliön pohjalle. Hiekan nostamiseen säiliöstä on käytetty nosturiautoa. Suuremmissa säiliöissä saatetaan tarvita minikuormaajaa, joka siirtää lantaa nosturille. Vaihtoehtoisesti säiliöön voidaan laskea teleskooppikuormaaja, joka pystyy lastaamaan lannan pois säiliöstä. Jos kuormaaja

lasketaan säiliöön, kuljettajan on käytettävä raitisilmasuodatinta, sillä säiliössä voi olla rikkivetyä. (Brøgger Rasmussen, 2007.)

Rikkivetypitoisuutta lietesäiliössä on mitattu siellä työskennelleeltä pienkuormaajan kuljettajalta. Lietesäiliö oli tilavuudeltaan 2000 m³, ja nestemäinen liete oli pumpattu säiliöstä kuusi kuukautta aiemmin eikä sitä ollut käytetty välillä. Rikkivetypitoisuus oli keskimäärin useita kertoja yli raja-arvon 10 ppm. Korkein mitattu pitoisuus oli 300 ppm, kun 500 ppm:n pitoisuus on kuolemaan johtava (Brøgger Rasmussen, 2007.)

OLKI-KALKKI-VESI -SEOKSEN KÄYTTÖ KUIVIKKEENA

Olkea voidaan myös yhdistää kalkin kanssa. Seos tehdään käytännössä olki-vesi-kalkki -seoksella, joka koostuu noin 50 % oljesta ja 50 % kalkista. Käytettävällä kalkilla tulee olla oikea partikkelikoko sekä käyttää oikean kokoiseksi hienonnettua olkea, jossa on oikea määrä kosteutta. Pohjalle muodostuu kiinteämpi kerros ja ylempänä oleva kerros, jota eläimet tallovat, on ilmavampi. Työnmenekkiä voi lisätä, että erityisesti heti täytön jälkeen eläimet voivat potkia suuriakin määriä olkea käytävälle. Tämä on huomioitava lannanpoistojärjestelmän toimivuudessa. (Ströguide s.9)

FarmTestissä nr. 106 (Dalgaard 2016) tutkittiin vaihtoehtona hiekalle olki-kalkki-vesi -seosta syväparsien kuivikkeena. Testiin haastateltiin 10 tilaa, joilla seosta käytettiin. Seoksessa käytettiin kuivikekäyttöön tarkoitettua ympäristökalkkia (pH n. 7). Tiloilla oli erilaisia sekoitus- ja kuivituskäytäntöjä. Osa perusti parret ensin märällä ja painavalla seoksella, jossa vesi sitoo kalkin olkeen, ja raskas kuivike pysyy hyvin parsissa. "Pohjaseokseksi" nimitetty seos sisälsi paljon kalkkia: 45–60 %, jonkin verran vettä: 20–41 % ja vain vähän olkea: 10–20 %. Seokset vaihtelivat muutoin paljon, puolet teki 1:1:1 -seoksen, osa runsaasti olkea sisältävää ja osa paljon kalkkia sisältävää seosta. Testin perusteella ei voitu osoittaa, mikä olisi optimaalisin sekoitussuhde.

Levitysmäärissä oli suuria vaihteluita. Määrät vaihtelevat välillä 12–41 kg/parsi/viikko. Keskimäärin kuiviketta levitettiin 27 kg/parsi/viikko. Kuuden tilan erilaisille olki-vesi-kalkki -seoksille laskettiin seoksen hinnaksi keskimäärin 334 DKK/parsi/vuosi (vaihteluväli 204–485 DKK/parsi/vuosi). Summan lisäksi tulevat koneiden ja työn kustannukset, joita laskelmassa ei ole huomioitu.

Olki-vesi-kalkki -kuivike levitettiin monessa paikassa pienkuormaajalla, ja useimmat levittävät kuivikkeen kerran tai useammin viikossa. Monet olivat tyytyväisiä, kun päivittäinen työmäärä oli pienempi. Toisaalta kerran viikossa tehtävää työtä oli hieman enemmän, koska silloin täytyy sekä sekoittaa että levittää. Levittäminen vei noin ½-2 minuuttia partta kohti viikossa, keskimäärin noin 1 minuutti per parsi viikossa. Useat tilat kokivat haittapuolena suuremman työmäärän olki-kalkki-seoksen käytössä. Oljesta aiheutui jonkin verran haittaa lannanpoistossa. Jos olkea päätyi lantakäytävälle, lehmät makasivat myös siellä.

Raportissa todetaan, että navetan managementiin on kiinnitettävä huomiota kuivikevalinnasta riippumatta. Parsien on oltava puhtaita ja kuivia, mikä vaatii huomiota ja aikaa. Muutoin ongelmia voi tulla nopeastikin.

MUUT KUIVITUSTYÖN MENEKKIIN VAIKUTTAVAT SEIKAT

Oikeanlainen lannanpoistotapa on tärkeää huomioida kuivitustapaa valitessa. Jensen & Poulsen (2018) mukaan käytävien puhdistuksella on vaikutusta lehmien puhtauteen, vaikkakin "management" on suurin tekijä: käytetäänkö kuiviketta, joka pitää makuuparret puhtaana sekä valitaanko oikeanlainen lantarobotti tilan käyttötarkoitukseen. Lantarobotti toimii oikeanlaisella kuivitusmenetelmällä. Olki ja hiekka voivat olla hankalia käyttää lantarobottin kanssa.

Olki jää helposti ritilän väliin jumiin ja robotin täytyy olla riittävän suurikokoinen saadakseen kuljetettua massan pois. Jos hiekkakuivituksen halutaan toimivan optimaalisesti, se vaatii myös manuaalista työtä ritilöiden kolaamiseen ja hiekan vaihtamiseen. (Jensen & Poulsen, 2018.)

FarmTestissä nr. 111 (Jensen & Poulsen, 2018) selvitettiin lantarobottien toimivuutta 10 tilalla, joilla oli ritiläkäytävät. Yleisin kuivike testin tiloilla oli silputtu olki. Kahdella tilalla oli kuivikkeena hiekka ja yhdellä tilalla olki-kalkki-vesi -seos. Testissä arvioidut lantarobotit pitivät käytävät puhtaina, kun ne oli mitoitettu navetan olosuhteisiin esimerkiksi kuivikkeen osalta.

Testissä huomattiin, että kevyen lantarobotin on vaikeaa puhdistaa sellaisten navetoiden käytäviä, joiden parsissa oli käytetty hiekkaa, suuria määriä kalkkia tai kalkin, oljen ja veden seosta. Kuivikemateriaali ja lanta voivat tukkia ritilät, jolloin tavara ei pääse kulkemaan ja liian kevyt robotti ei jaksaa liikuttaa massaa. Silloin lantakäytäviä oli kolattava käsin ajoin. Samoja ongelmia oli myös olkea kuivikkeena käytettäessä, kun sitä käytettiin runsaasti tai silppu ei ollut riittävän lyhyttä.

Kiinteille lantakäytävälle tarkoitettuja lantarobotteja ei vielä löytynyt testiin, mutta tulevaisuudessa Jensen & Poulsen (2018) mukaan suurikokoiset ja painavat lantarobotit, jotka voivat työntää suuria määriä lantaa, voivat olla ratkaisu. Robotin käyttö vähentää kirjoittajien mukaan sorkkien vaurioitumisen riskiä verrattuna lantaraappaan. Lisäksi robotti voidaan ohjelmoida kulkemaan tiuhempaan sellaisilla alueilla, joilla tarve on suurin.

VERTAILUTIETOJA TYÖNTUTKIMUKSISTA

Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta -hankkeessa (2012–2014) tutkittiin sen hetkisiä kuivittamiskäytäntöjä, työmäärää sekä kuivittamisen koneellistamismahdollisuuksia lypsykarjapihatoissa (Alasuutari ym. 2014). Kuivikkeena tiloilla käytettiin turvetta tai kutterinpurua.

Tilakyselyn perusteella kuivitus tehtiin pääosin käsityönä suurissakin (yli 50 lehmän) lypsykarjapihatoissa. Koneetta käytettiin apuna alle viidenneksellä tiloista. Näistä noin puolella oli käytössä koneellinen kuivikkeen levitysmenetelmä ja noin puolet toi kuivikkeen koneella parren etuosan varastoon, mistä se levitettiin kolalla parteen. Koneellisia menetelmiä käytettiin useammin yli 100 lehmän karjoissa, joista noin 40 % tiloista käytti konetta kuivittamisessa apuna.

Hankkeen loppuraporttiin on myös koottu yhteen myös aiempien pihatoissa tehtyjen aikautkimusten tulokset soveltuvin osin. Yhteenvedon perusteella 50–60 lehmän karjassa kuivittaminen hoidetaan saavista levittämällä 5–10 minuutissa, kun kuivikkeen väliarastot ovat lähellä. Kuivikkeen käyttömäärät jäävät usein melko pieniksi, monesti 1–2 litraan/parsi. Taulukossa esitetyt käsin levityksen työajat eivät ole täysin vertailukelpoisia koneelliseen kuivittamiseen nähden, koska osassa aikatietoja puuttuu kuivikkeen haku navetan väliarastoon, kun taas koneellisen kuivittamisen osalta työajoissa on mukana siirto varastosta/ väliarastosta.

Koneellisen kuivittamisen edut tulevat esiin käytettävien määrien kasvaessa. Suhteutettuna levitettävään kuivikemäärään koneellinen kuivitus vie puolta vähemmän työaikaa isoissa, noin 100 lehmän karjoissa. Lisäksi saavilla kantamisen ja kottikärrystä kuivittamisen fyysinen kuormittavuus lisääntyy myös huomattavasti karjakoon kasvaessa. Siirtomatkat ja siirrettävät ja levitettävät kuivikemäärät kasvavat.

Kuivitusajat on koottu taulukkoon 4. Käsin tehtävän ja koneellisen kuivittamisen vertailuun oli käytettävissä aikatietoja saavista levittämisestä (8 tilalta), kottikärryistä lapiolla levittämisestä (2 tilalta) ja koneellisista levityslaitteista pienkuormaimen levityskauhasta (3 tilalta), ajettavasta levityskoneesta (1 tila) ja kävellen ohjattavasta levityskoneesta (1 tila).

Käsityömenetelmiä käytävillä tiloilla oli keskimäärin 56 lehmää (37–110) ja koneellista kuivittamista käytävillä oli keskimäärin 133 lehmää (100–160). Kuivittamiseen lehmää ja kuivituskertaa kohti käytetty keskimääräinen työaika oli lähes sama saavilla kuivitettaessa ja koneellisessa kuivituksessa. Kottikärrystä kuivitettaessa aika oli kaksinkertainen muihin verrattuna. Käytetyt kuivikemäärät olivat kuitenkin erilaiset. Saavikuivituksessa useimmilla tiloilla käytettiin pienempiä määriä (ka. 2,5 litraa/kuivituskerta) kuin koneellisesti kuivitettaessa (ka. 8,6 litraa/kuivituskerta). Kun ajat lasketaan kuivikelittraa kohti, saavista kuivittaminen vei kaksi kertaa niin paljon aikaa kuin koneellinen levitys. Kävellen ohjattavalla kuivituskoneella kertalevitysmäärä oli pieni, ja työaika litraa kohti muita koneita suurempi. Kottikärrystä levitys vei hieman vähemmän aikaa kuin koneella levitys.

Useimmilla tiloilla levityskoneella aika oli 10–20 minuuttia. Keskimääräisten levitysaikojen mukaan laskettuna 100 lehmän kuivittamiseen kuluu aikaa levityskoneilla tehtynä 30 minuuttia, kun kuiviketta levitetään 10 litraa/parsi. Saavilla levitettäessä työaika olisi 60 minuuttia. Kerralla levitettävä määrä on silloin 1000 litraa.

Tilavat kottikärryt ovat työnkäytöllisesti saavikantoa tehokkaammat, sillä kerralla kulkee enemmän kuiviketta, ja raskas kantaminen jää pois. Kottikärryjen täyttö oli kuitenkin lapiotyötä tiloilla, samoin kuin parteen levitys. Työaika on samaa luokkaa koneellisen levityksen kanssa, kun karjakoko on 50–60 lehmää. Karjakoossa kasvaessa koneellinen kuivitus olisi todennäköisesti kuitenkin nopeampaa, kun siirtomatkat kasvavat.

Taulukko 4. Työtehoseurassa eri hankkeissa kerättyjä aikatietoja kuivittamisesta lypsykarjapihatissa.

		lehmä yht.	lehmä/ aika- mittaus	litraa / lehmä / kerta	litraa / lehmä / vrk	tuonti parsiin	kerta- aika, min	kerta-ai- ka, min / lehmä	kerta- aika, min/litra
Saavikaanto	asemalypsy	37	37	1,4	2,7	2 x pv	4	0,11	0,08
	asemalypsy	54	54	0,9	1,9	2 x pv	3,4	0,06	0,07
	asemalypsy	39	39	1,3	2,6	2 x pv	4,4	0,11	0,09
	asemalypsy	44	44	1,6	3,2	2 x pv	5	0,11	0,07
	asemalypsy	45	45	2,4	4,9	2 x pv	5,4	0,12	0,05
	automaattilypsy	62	62	4	8,1	2 x pv	9,7	0,16	0,04
	automaattilypsy	110	90	4,4	8,9	2 x pv	9,7	0,11	0,02
	automaattilypsy	59	42	3,8	5,7	2 x pv	3,7	0,09	0,02
	keskimäärin	56	52	2,5	4,7		5,7	0,11	0,06
Kottikärryt (300-350 litraa)	automaattilypsy	54	54	16,7	16,7	1 x pv	15,4	0,29	0,02
	automaattilypsy	58	58	12,1	2	2 x vko	13,3	0,23	0,02
	keskimäärin	56	56	14,4	9,3		14,4	0,26	0,02
Kuivituskone/- kauha	asemalypsy/ pk*	125	115	30,4	10,9	2-3 x vko	18,6	0,16	0,01
	asemalypsy/ pk*	163	142	14,1	14,1	1 x pv	15,3	0,11	0,01
	asemalypsy/ ajett.*	100	66	2,6	5,2	2 x pv	5,7	0,09	0,03
	asemalypsy/ pk*	160	90	5,6	11,1	2 x pv	6,5	0,07	0,01
	asemalypsy/ ohj.*	119	119	0,8	1,7	2 x pv	8,8	0,07	0,09
	keskimäärin	133	106	10,7	8,6		11	0,1	0,03

*pk=pienkuormaimen kuivituskauha, ajett. =ajettava kuivituskone, ohj. =kävellen ohjattava kuivituskone

Lähteet

Alasuutari, S., Palva, R., Elstob, T., Hellstedt, M. Kivinen, T., Louhelainen, K. & Mäittälä, J. (2014). Kuivitus osaksi kannattavaa lypsykarjataloutta. Tutkimushankkeen loppuraportti. Julkaisematon raportti. TTS Työtehoseura, MTT & Työterveyslaitos.

Dalgaard, I. (2016). Halm-kalk-vand i sengekummer. FarmTest Kvæg, (numero 106), 24 s. SEGES, Aarhus N.

Holm, A. M., & Pedersen, R. (2015, maaliskuu). Fiberfraktion fra gylle som strøelse i sengebåse til malkekøer. FarmTest Kvæg, (numero 98). SEGES.

Jensen, M. L., & Poulsen, K. (2018). Skraberobotter til rengøring af gulve i kvægstalde. FarmTest Kvæg, (numero 111), 25 s. SEGES, Aarhus N.

Jeppsson, K., Magnusson, M., Bergström Nilsson, S., Ekman, L., Winblad von Walter, L., Jansson, L., Landin, H. & Bergsten, C. 2023. Fiberströ till mjölkkor – effekt på djurvälstånd, djurhälsa, mjölk kvalitet och kostnaden för strömedel. LTV-fakultetens faktablad 10. SLU.

Nielsen, R. K., & Poulsen, L. B. (2013). Økonomi i sandsenge. Produktionsøkonomisk betydning af at vælge sand som liggemateriale i sengebåse. FarmTest Kvæg, (numero 93), 16 s. Videncentret for Landbrug, Kvæg. Aarhus.

Rasmussen, J. B. 2007. Sand i sengebåse. FarmTest Kvæg, (numero 52), 43 s. Dansk Landbrugsrådgivning, Aarhus N.

Raportti, Dansk Landbrugsrådgivning, Dansk Kvæg, 1. painos, 2006.

Schrade, S. & Zähler, M. 2008. Einstreu in Liegeboxen für Milchvieh: Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Alternative zur Stroh-Mist-Matratze. ART Berichte nr 699. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, 8 s.

Ströguide för nötköttsproducenter. Gård & djurhälsan. 12/2018.

6 Kuivikkeiden vaikutus eläinten terveyteen ja hyvinvointiin

6.1 KUIVIKERATKAISUJEN VAIKUTUKSET UTARETERVEYTEEN

UTARETULEHDUS ON KIVULIAS JA KALLIS SAIRAUUS

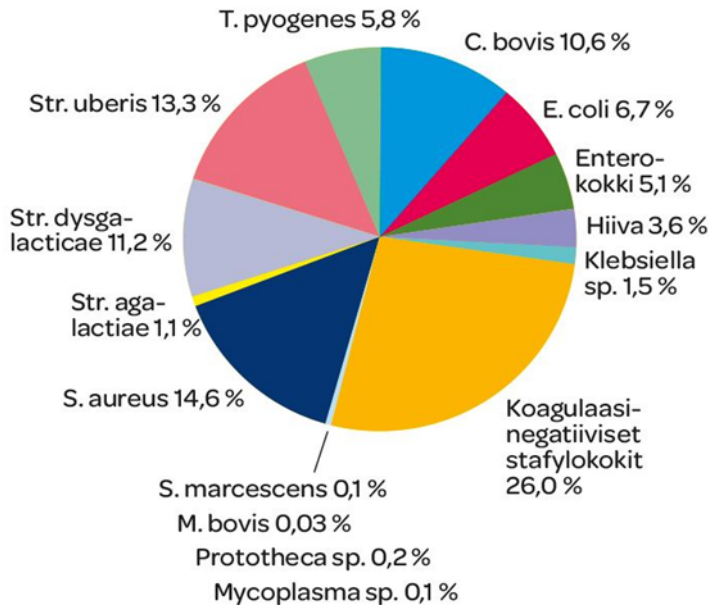
Utaretulehdus on yleisin lypsylehmien sairaus (Rajala-Schultz ym. 1999, Halasa ym. 2007, Gonçalves ym. 2022). Se aiheuttaa taloudellisia tappioita, kuten lisääntyneitä eläinlääkärinkuluja, vähentynyttä maidontuotantoa, hävikkimaidon syntyä sekä poistoja (Halasa ym. 2007, Heikkilä ym. 2012, Aghamohammadi ym. 2018). Tuotosseurannan karjoista 22,7 % lehmistä ja 9,3 % ensikoista poistettiin utaretulehduksen vuoksi vuonna 2023 (Hellberg 2024). Se oli myös yleisin taustasyy suomalaisien lypsylehmien tilalla tapahtuvissa lopetuksissa ja kuolemissa (Hagner ym. 2023). Utaretulehdukset voivat olla kivuliaita heikentäen siten lehmien hyvinvointia (McLennan 2018). Tulehdukset vaikuttavat myös maidon laatuun ja haittaavat maitotuotteiden jatkojalostusta (Maréchal ja Loir 2011).

Utaretulehdukset voidaan jakaa piileviin (subkliinisiin) ja oireellisiin (kliinisiin) utaretulehduksiin (Egyedy ja Amjaetaj 2022). Piilevät utaretulehdukset ovat oireettomia, ja ne todetaan yleensä soluluvun nousuna. Kliinisissä utaretulehduksissa lehmillä esiintyy paikallisia oireita kuten utareen kuumotusta, turvotusta, maidon koostumuksen tai värin muutoksia. Sen yhteydessä voi esiintyä myös yleisoireita, kuten kuumetta, syömättömyyttä ja heikentynyttä kuntoa. Pahimmillaan kliiniset utaretulehdukset voivat johtaa jopa lehmän kuolemaan (Bradley ja Green 2001). Tulehdus voi olla myös krooninen, jolloin utarekudokseen syntyy pitkäaikaisia, usein palautumattomia muutoksia (Bonestroo ym. 2021).

UTARETULEHDUKSEN AIHEUTTAJAT ELÄVÄT UTAREEN IHOLLA TAI LEHMÄN YMPÄRISTÖSSÄ

Utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit voidaan jakaa niiden leviämistavan mukaan tarttuviin ja ympäristöperäisiin bakteereihin (Klaas ja Zadoks 2018, Egyedy ja Ametaj 2022). Tarttuvat bakteerit elävät lehmän utareen iholla tai kroonisesti sairaiden utarekudoksessa ja leviävät lehmästä toiseen esimerkiksi lypsyssä lypsykoneen, lypsyliinojen tai lypsäjän välityksellä. Ympäristöperäiset utaretulehdusbakteerit ovat nimensä mukaisesti lehmän ympäristössä eläviä bakteereita, ja niiden aiheuttamat utaretulehdukset ovatkin sidoksissa niiden esiintymiseen ja määrään navetassa (Kabelitz ym. 2021). Tartunnallisina utaretulehduksen aiheuttajina tunnetaan mm. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* ja ympäristöperäisinä muun muassa koliformit *E. coli* ja *Klebsiella sp.*, sekä streptokokeista muun muassa *Streptococcus uberis*. Jako ei ole kuitenkaan yksiselitteinen, sillä osa bakteereista selviää sekä eläimen iholla että ympäristössä, jolloin molemmat tartuntatavat ovat mahdollisia. Nykytiedon perusteella jako tulisikin ennemmin tehdä bakteerien kantatasolla kuin lajitasolla (Klaas ja Zadoks 2018).

Utaretulehdusten aiheuttajat vuonna 2022



Kuva 1. Valion laboratorion maitonäytteissä vuonna 2022 yleisimmin havaitut löydökset (<https://www.maitojame.fi/artikkelit/stafylokokit-aiheuttavat-edelleen-eniten-utaretulehduksia/> haettu 13.5.2024)

TARTUNTAREITTI UTAREESEEN ON VEDINKANAVA

Utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit pääsevät utarekudokseen vedinkanavan kautta (Paulrud 2005). Siksi tärkeä utaretulehdusilta suojaava tekijä on vedinkanavan kunnollinen sulkeutuminen lypsyn jälkeen (Breen ym. 2006, Pantoja ym. 2020). Normaalisti vedinkanava sulkeutuu noin 20–30 minuutissa, mutta kanavan sulkeutuminen esimerkiksi lypsyvirheiden vuoksi voi kestää kauemminkin (Blowey ja Edmondson 2010). Koska avonainen vedinkanava toimii otollisena reittinä bakteereille ympäristöstä utareeseen, on makuupaikkojen puhtaus merkittävä tekijä erityisesti ympäristöperäisten utaretulehdusten ehkäisyssä (Klaas ja Zadoks 2018, Godden ym. 2019, Ray ym. 2022).

Lehmät ovat alttiimmillaan uusille tartunnoille umpikauden alku- ja loppupuolella (Bradley ja Green 2000). Umpikauden alussa vedinkanavaan muodostuu utaretulehdusilta suojaava keratiinitulppa, joka tukkii kanavan ja estää bakteereiden pääsyä kanavan kautta utareeseen. Keratiinitulpan muodostuminen vaihtelee lehmäkohtaisesti, keskimäärin sen muodostuminen kestää noin viikosta kahteen viikkoon. Joskus tulppa ei muodostu umpikauden aikana ollenkaan ja jatkuvasti avoinna oleva vedinkanava on silloin merkittävä riski utaretulehdusille koko umpikauden ajan (Williamson 1995, Bradley ja Green 2004, Dingwell ym. 2004). Keratiinitulppa myös hajoaa noin viikkoa ennen poikimista altistaen utareen jälleen bakteereille (Bradley ja Green 2004). Myös tiineillä hiehoilla ennenaikainen keratiinitulpan irtoaminen on todettu riskiksi, ja tulpan irtoamista ja kanavan aukinaisuutta on todettu jopa useita kuukausia ennen poikimista (Williamson 2002, Krömker ja Friedrich 2009).

MITKÄ LEHMISTÄ SAIRASTUVAT UTARETULEHDUKSEEN?

Oli kyseessä sitten tartunnallinen tai ympäristöperäinen utaretulehdus, taustalla on usein monia sekä lehmästä itsestään, taudinaiheuttajan ominaisuuksista sekä ympäristöstä johtuvia sairastumiseen vaikuttavia tekijöitä. Sairastumisriskiin vaikuttavat mm. lehmän perimä ja rotu. Holstein-rotuisilla lehmillä on raportoitu esiintyvän kliinisiä utaretulehduksia muita lypsyrotuja enemmän (Myllys ja Rautala 1995, Hiitiö ym. 2017). Myös korkeatuottoisten lehmien on todettu olevan suuremmassa riskissä (Niemi ym. 2021). Maidontuotannon vaihe vaikuttaa riskiin sairastua ja kliiniset utaretulehdukset ovat yleisimpiä maidontuotannon alkuvaiheessa (Hogan ja Smith 2012, Jamali ym. 2018, Gonçalves ym. 2022). Siirtymäkaudella lehmien vastustuskyky on alhaisimmillaan, mikä kasvattaa riskiä sairastua utaretulehdukseen (Drackley 1999, De Visscher ym. 2016). Utaretulehdusriski kasvaa poikimakertojen myötä (Hiitiö ym. 2017, Jamali ym. 2018, Gonçalves ym. 2022). Yhtenä iän tuomana riskitekijänä on epäilty vedenkanavan pysymistä avoimena pidemmän ajan. Myös utareen rakenteella on todettu olevan merkitystä utaretulehdusten esiintymiselle (Seykora ja McDaniel 1985, Sharma ym. 2017). Lehmän aiemmalla utareterveydellä ja taudinaiheuttajilla on myös vaikutusta ennustettaessa sen riskiä sairastua maidontuotantokaudella (Whist ja Østerås 2007, Pinedo ym. 2012, Jamali ym. 2018). Optimaalisella ruokinnalla ja riittävällä energian saannilla on puolestaan todettu tulehdusriskiä pienentävä vaikutus (Barkema ym. 1999, Suriyasathaporn ym. 2000). Lehmäkohtaisten riskitekijöiden ohella ympäristöllä on suuri vaikutus sairastumisriskiin. Useiden eri tekijöiden kuten kuivikkeiden puhtauden ja kosteuden, kuivitusrutiinien, eläintiheyden, lypsyyntä liittävien tekijöiden, navetan ilmanvaihdon, lämpötilan ja kosteuden sekä vuodenaajan on todettu olevan yhteydessä utaretulehdusten syntyyn (Zehner ym. 1986, Barkema ym. 1999, Green ym. 2007, Hogan ja Smith 2012, Sorter ym., 2014, Shaheen ym. 2016, Vitali ym. 2016, Patel ym. 2019, Ray ym. 2022).

KUIVIKKEIDEN VAIKUTUS LEHMIEN UTARETERVEYTEEN

Tartunnallisten utaretulehdusten määrän vähentyessä ympäristöperäisten utaretulehdusten merkitys on kasvanut (Ruegg 2017). Ympäristöperäisten utaretulehdusten ehkäisyssä on tärkeä huomioida taudinaiheuttajien esiintymiseen vaikuttavat tekijät navetassa ja estää vetimien alistuminen bakteereille (Klaas ja Zadoks 2018). Lehmät käyttävät noin 10–14 tuntia ajastaan lepäämiseen (Krawczel ja Grant 2009, Vasseur ym. 2012). Makuulla utareet ja vetimet ovat suorassa kosketuksessa kuivikkeeseen, ja kuivikkeen bakteerikirjoja ja -määrää pidetäänkin tärkeänä tekijänä ympäristöperäisten utaretulehdusten riskin osalta (Rowbotham ja Ruegg 2016a, Godden ym. 2019, Ray ym. 2022). Tutkimuksissa on todettu yhteyttä kuivikkeen bakteerimäärien ja utareen iholla esiintyvien bakteereiden välillä (Zdanowicz ym. 2004, Paduch ym. 2013, Rowbotham ja Ruegg 2016a, Godden ym. 2019). Kuivikkeiden bakteerimäärän ja -kirjon epäedullisesta vaikutuksesta utareterveyteen on myös saatu viitteitä (Bramley ja Neave 1975, Carroll ja Jasper 1980, Hogan ym. 1989, Godden ym. 2019, Patel ym. 2019, Rowe 2019).

Myös kuivikkeen muilla laadullisilla tekijöillä on merkitystä utareterveydelle, sillä muun muassa märkä kuivike bakteereineen tarttuu utareen ihoon kuivaa todennäköisemmin, ja utareiden likaantuneisuuden on todettu heikentävän utareterveyttä (Schreiner ja Ruegg 2003, Guarín ym. 2017, Patel ym. 2019).

MILLAISESSA KUIVIKKEESSA BAKTEERIT VIIHTYVÄT?

Bakteerit tarvitsevat lämpöä, kosteutta ja ravinteita kasvaakseen. Kuivikkeet voidaan jakaa epäorgaanisiin (kuten hiekka) ja orgaanisiin (mm. turve, olki, sahanpuru- ja kutteri, kuivajae) kuivikkeisiin (Hogan ym. 1989). Orgaanisissa kuivikkeissa ravinteita on paremmin tarjolla, ja ne ovatkin epäorgaanisia kuivikkeita parempia kasvualustoja utaretulehdusbakteereille (Godden ym. 2008). Kuivikkeiden alkuperäinen bakteerimäärä ja -laatu kuitenkin muuttuvat, kun kuivikkeeseen sekoituu lantaa, virtsaa, rehua tai valuvaa maitoa, ja käytössä eri kuivikemateriaalien alkuperäiset erot bakteeripitoisuuksissa tasoittuvat (Zehner ym. 1986, Klaas ja Zadoks 2018). Bakteerit viihtyvät erilaisissa olosuhteissa, jolloin yksi kuiviketyyppi voi suosia tiettyjen taudinaiheuttajien kasvua, mutta olla epäedullinen toisten kasvuille (Ray ym. 2022). Käytössä olevalla kuivikemateriaalilla onkin todettu olevan yhteys tilalla esiintyvien utaretulehdusten aiheuttajakirjoon (Fréchette ym. 2021).

ONKO OLEMASSA PARASTA KUIVIKETTA UTARETERVEYDEN KANNALTA?

Eri kuivikemateriaalien, utaretulehdusbakteerien esiintymisen, ja utareterveyden välillä on havaittu tutkimuksissa tilastollisia yhteyksiä, ja tietyt kuivikkeita on tunnustettu mahdollisiksi riskeiksi eräiden taudinaiheuttajien osalta. Siihen, sairastuuko lehmä utaretulehdukseen, vaikuttaa kuitenkin kuivikemateriaalin lisäksi moni muu sekä lehmästä että sen ympäristöstä johtuva tekijä, ja tutkimustulokset eivät ole yksiselitteisiä (Leach ym. 2015, Godden ym. 2019). Pitkäkestoisia koko maidon tuotantokauden kestäviä riittävällä lehmämäärällä tehtyjä tutkimuksia on vielä melko vähän ja olemassa olevasta tutkimustiedosta on vaikea arvioida kuivikkeen ulkopuolisten tekijöiden, kuten navetta- ja sääolosuhteiden, sekä kuivituksen toteuttamisen vaikutusta tuloksiin (Leach ym. 2015, Godden ym. 2019). Lisäksi suuri osa tutkimuksista on pohjoisamerikkalaisia ja erilaisten olosuhteiden takia tulokset eivät välttämättä sellaisenaan ole sovellettavissa Suomeen. Suomalaisissa navetoissa tehtyä tutkimusta kuivikkeiden terveysvaikutuksista lehmille on olemassa vain vähän ja lisää tutkimusta tarvitaankin nyt muuttuneessa tilanteessa kuivikkeiden saatavuudessa.

Vaikka bakteerien määrä ja laatu vaihtelevatkin käyttämättömässä ja käytetyssä kuivikkeessa eri kuivikemateriaalien välillä, on monen viimeaikaisen tutkimuksen johtopäätöksenä todettu kuivikkeista riippumattomien tekijöiden olevan ratkaisevampia utaretulehdusriskin suhteen kuin käytössä oleva kuivikemateriaali itse (Leach ym. 2015, Godden ym. 2019, Robles ym. 2020, Ray ym. 2022). Kuivikkeita onkin mahdotonta järjestää paremmuusjärjestykseen utareterveyden suhteen. Alla on esitelty joitakin kuivikemateriaaleja, sekä niihin tutkimuksissa yhdistettyjä löydöksiä utareterveyden suhteen.

EPÄORGAANISET KUIVIKKEET: HIEKKA

Hiekka epäorgaanisena materiaalina on kuivikemateriaaleista huonoiten bakteerien kasvua edistävä alusta (Hogan ym. 1989, Godden ym. 2008, Bradley ym. 2018, Rowbotham ja Ruegg 2016b), ja siihen on tutkimuksissa todettu liittyvän orgaanisia kuivikkeita parempi utareterveys (Rowbotham ja Ruegg 2015, Rowbotham ja Ruegg 2016a, Esser ym. 2019, Patel ym. 2019). On muistettava, että likaantuessaan puhdaskin kuivike toimii alustana bakteereille, ja myös käytetystä hiekasta on eristetty utaretulehdusta aiheuttavia bakteereita (Zdanowicz ym. 2004, Munoz ym. 2006). Gao ym. (2017) totesivat tutkimuksessaan kiinalaisilla hiekkaa käyttävillä tiloilla enemmän *Streptococcus dysgalactiae*- bakteereiden aiheuttamia utaretulehduksia kuin orgaanista kuiviketta käyttävillä tiloilla. Toisaalta yhtenevänä tuloksena aiempien tutkimusten kanssa *Klebsiellan* ja muiden streptokokkien aiheuttamia utaretulehduksia hiekkakuivituksella esiintyi vähemmän (Gao ym. 2017). Myös hiekan uudelleen käytöllä (kierrätetty hiekka) voi olla vaikutusta hiekkakuivikkeen bakteerien kasvuun vaikuttaviin tekijöihin, mikäli orgaaninen aines ei tehokkaasti poistu puhdistuksen aikana (Godden ym. 2008, Kristula ym. 2005).

ORGAANISET KUIVIKKEET

Kuivajae

Kuivajae eli separoitu lanta (engl. recycled manure solid, RMS) valmistetaan nautojen ulosteesta, ja alkuperänsä takia kuivajakeen bakteerimäärät käyttämättömässä kuivikkeessa ovatkin usein muita kuivikkeita korkeammat (Zehner ym. 1986, Beauchemin ym. 2022). Se on myös otollinen bakteerien kasvulle siinä olevien ravinteiden vuoksi (Bradley ym. 2008, Cole ja Hogan 2016). Koska useat utaretulehdusta aiheuttavat bakteerit erittyvät ulosteissa, kuivajakeeseen voikin liittyä erityisesti ympäristöperäisten utaretulehdusten riski (Bradley ym. 2014, Sorter ym. 2014, Rowbotham ja Ruegg 2016b, Patel ym. 2019, Beauchemin ym. 2022, Ray ym. 2022).

Kuivajae on ollut Pohjois-Amerikassa käytössä jo 1970-luvulta lähtien ja sen käytön yleistyessä sen vaikutuksia utareterveyteen, solulukuun ja piilevien ja kliinisten utaretulehdusten määrään on tarkasteltu tutkimuksissa. Tulokset ovat ristiriitaisia, pitkän aikavälin tutkimukset puuttuvat, ja kuivajaetta käyttävien tilojenkin välillä on tuloksissa havaittu suurta vaihtelua (Bradley 2014, Patel ym. 2019). Osassa tutkimuksia tai tapauskertomuksia kuivajakeen käyttö on liitetty utareiden likaantumiseen, nousseeseen solulukuun tai lisääntyneeseen utaretulehdusten määrään verrattaessa muihin kuivikemateriaaleihin (Locatelli ym. 2008, Ostrum ym. 2008, Esser ym. 2019, Patel ym. 2019). Toisaalta on myös saatu tuloksia, joissa vastaavaa yhteyttä

ei ole havaittu (Rowbotham ja Ruegg 2016b, Rowe ym. 2019, Frondelius ym. 2020, Alanis ym. 2021, Fréchette ym. 2021, 2022).

Vaikka Fréchetten ym. (2021) tutkimuksessa kliinisten utaretulehdusten määrä ei eronnut olkea tai kuivajaetta käyttävillä tiloilla, todettiin tilojen utaretulehdusta aiheuttavien bakteerien lajijakaumassa merkittävä ero. Kuivajaetta käyttävillä tiloilla esiintyi Klebsiella- utaretulehduksia jopa seitsemän kertaa enemmän kuin olkea kuivikkeena käyttävillä tiloilla. Tulos on merkittävä, sillä Klebsiellan aiheuttamat tulehdukset ovat tyypillisesti vakavaoireisia ja voivat johtaa lehmän kuolemaan tai ennenaikaiseen poistoon karjasta (Ribeiro ym. 2008). Koliformien, erityisesti Klebsiellan aiheuttamien utaretulehdusten esiintyminen oli ajallisesti yhteydessä kuivajakeen käyttöönottoon myös kahdella suomalaisella lypsytilalla, vaikkakin tiloilla todettiin myös muita mahdollisesti myötävaikuttaneita tekijöitä (Kortelainen ym. 2024). Frondelius ym. (2020) eivät toisaalta havainneet selkeää eroa utareterveydessä kuivajae- ja turvekuivituksen välillä suomalaisessa tutkimuksessa, ja utareiden puhtauden raportoitiin olleen jopa parempi kuivajae-kuivituksen turvekuivitukseen nähden. Tutkimus oli kuitenkin melko lyhytkestoinen, eikä pitkän aikavälin tuloksia ole saatavissa. Myöskään hollantilaisessa tutkimuksessa Klebsiellan aiheuttamia utaretulehduksia ei todettu enemmän kuivajaetta käyttävillä tiloilla, vaikka Klebsiellaa esiintyi enemmän kuivajakeessa kuin sahanpurussa (Feiken ja van Laarhoven 2012).

Viimeaikaisin tutkimus kuivajakeen terveysvaikutuksista on tehty Ruotsissa, jossa verrattiin kuivajaetta puupohjaisiin kuivikkeisiin (Jeppson ym. 2024). Tutkimuksessa ei todettu merkittäviä eroja utareterveydessä näiden kahden kuivikemateriaalin välillä. Tutkijat kuitenkin huomauttivat, että bakteeripitoisuudet kuivajakeessa olivat korkeammat ja kuivajakeen käytön tulisikin perustua hyviin kuivituskäytäntöihin. Myöskään Leach ym. (2015) eivät pitäneet kuivajakeen yhteyttä kliinisten utaretulehdusten määrään ja nousseeseen solulukuun merkittävänä, mutta totesivat utaretulehdusriskien kasvavan, mikäli ilman kosteus on korkea ja kuivajae tavoitetasoa märempi. Kuivajakeen valmistuksessa on kokeiltu myös erilaisia jatkokäsittelyitä sekä käsittelyaineita, joilla on pyritty vaikuttamaan kuivajakeen bakteerimääriin ja jakaumaan (Godden ym. 2023, Duniere ym. 2024).

Kuivajakeen käytössä kuivikkeena tulee huomioida utareterveysriskien lisäksi myös muut mahdolliset ulosteiden välityksellä naudasta toiseen tai ihmiseen leviävät taudinaiheuttajat kuten *Salmonella* sp., *Cryptosporidium parvum*, *Listeria monocytogenes*, enterohemorraginen *E. coli* (EHEC), *Bacillus cereus*, ja *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, sillä kuivajae voi toimia näiden lähteenä (Leach ym. 2015, Lasprilla-Mantilla ym. 2019). Käytössä ei ole myöskään vielä pitkänajan tietoa kierrätetyn lannan vaikutuksista bakteerien taudinaiheutuskykyyn, bakteeri-itiöiden muodostumiseen, ilmateitse leviävien tautien riskiin tai antibioottiresistenssin kehittymiseen (Leach ym. 2015). Kuivajakeen mahdollisia terveysriskejä tulisikin tarkastella kattavissa tutkimuksissa riittävällä määrällä eri ikäisiä nautoja riittävän pitkällä seurantajaksoilla. Kuivajakeen käytön tulee olla hyvin suunniteltua ja huolellisesti toteutettua, ja sen käytössä tulee tunnistaa sen käyttöön mahdollisesti liittyvät riskit (Sorter ym. 2014, Leach ym. 2015, Burch 2018, Bradley ym. 2018, Godden ym. 2019, Ray ym. 2022).

Turve, olki, ja puunjalostuksen sivutuotteet; sahanpuru ja kutteri

Turvetta pidetään hyvänä kuivikevaihtoehtona sen happamuuden aiheuttaman bakteerien kasvua hillitsevän vaikutuksen vuoksi mm. *Bacillus cereus*- bakteerilla (Magnusson ym. 2007). Haltia ym. (2015) totesivat kuitenkin yhteyden utaretulehdusten ja turvekuivituksen välillä virolaisilla lypsytiloilla. Tanskassa kompostipohjainen turvekuivitus yhdistettiin Klebsiellan aiheuttamiin utaretulehduksiin, mutta tutkimuksessa jäi epäselväksi, johtuiko riski turpeesta olleista bakteereista vai kuivikkeen likaantumisesta ulosteilla (Klaas ja Zadoks 2018). Turve ja olki todettiin myös mahdollisena riskinä *S. uberis* – bakteerien aiheuttamille tulehduksille sahanpurukuivitukseen verrattuna ruotsalaisessa tutkimuksessa (Unnerstad ym. 2009). Suomalaisessa tutkimuksessa verrattaessa kuivajae- ja turvekuivitusta keskenään merkittäviä eroja utareterveydessä ei todettu (Frondelius ym. 2020). Myöskään aiemmissa tutkimuksissa (Peltola ym. 1986) turvekuivituksella ei havaittu epäedullisia terveysvaikutuksia verrattaessa olki- ja sahanpurukuivitukseen.

Hogan ym. (1989) totesivat olkikuivikkeen olevan suurempi riski streptokokkien aiheuttamille utaretulehduksille, kun taas sahanpurulla koliformisten riski on suurempi. Unnerstad ym. (2009) totesivatkin olkikuivituksella *S. uberis* –bakteerien aiheuttamia utaretulehduksia enemmän kuin sahanpurukuivituksella. Sahanpurun on epäilty toimivan mahdollisena lähteenä koliformisten bakteerien aiheuttamille utaretulehduksille, erityisesti Klebsiellalle (Carroll ja Jasper 1980, Zdanowics ym. 2004), mutta vähentävän riskiä streptokokkien aiheuttamille tulehduksille (Zdanowics ym. 2004). Ruotsalaisessa tutkimuksessa ei todettu selvää eroa verrattaessa oljen tai kuivajakeen käyttöä utareterveyteen (Jeppson ym. 2024). Myöskään kanadalaisissa tutkimuksissa utaretulehdusten määrä ei eronnut kuivajae- tai olkikuivitusta käyttävillä tiloilla, mutta kuivajaetiloilla esiintyi Klebsiella- utaretulehduksia huomattavasti enemmän (Fréchette ym. 2021, 2022).

Lähteet

Aghamohammadi, M., Haine, D., Kelton, D.F., Barkema, H.W., Hogeveen, H., Keefe, G.P. & Dufour, S., 2018. Herd-level mastitis-associated costs on Canadian dairy farms. *Frontiers in veterinary science*, 5, p.100.

Alanis, V.M., Zurakowski, M., Pawloski, D., Tomazi, T., Nydam, D.V. & Ospina, P.A., 2021. Description of the characteristics of five bedding materials and association with bulk tank Milk quality on five New York dairy herds. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, p.636833.

Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, T.J.G.M., Beiboer, M.L., Benedictus, G. & Brand, A., 1999. Management practices associated with the incidence rate of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 82(8): 1643-1654.

Beauchemin, J., Fréchette, A., Thériault, W., Dufour, S., Fravallo, P. & Thibodeau, A., 2022. Comparison of microbiota of recycled manure solids and straw bedding used in dairy farms in eastern Canada. *Journal of Dairy Science*, 105(1): 389-408.

Blowey, R. W., & Edmondson, P., 2010. *Mastitis control in dairy herds*. Cabi.

Bonestroo, J., van der Voort, M., Fall, N., Hogeveen, H., Emanuelson, U. & Klaas, I.C., 2021. Progression of different udder inflammation indicators and their episode length after onset of inflammation using automatic milking system sensor data. *Journal of Dairy Science*, 104(3): 3458-3473.

Bradley, A.J. & Green, M.J., 2000. A study of the incidence and significance of intramammary enterobacterial infections acquired during the dry period. *Journal of Dairy Science*, 83(9): 1957-1965.

Bradley, A.J. & Green, M.J., 2001. Aetiology of clinical mastitis in six Somerset dairy herds. *Veterinary Record*, 148(22): 683-686.

Bradley, A.J. & Green, M.J., 2004. The importance of the nonlactating period in the epidemiology of intramammary infection and strategies for prevention. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 20(3): 547-568.

Bradley, A.J., Leach, K.A., Archer, S.C., Breen, J.E., Green, M.J., Ohnstad, I. & Tuer, S., 2014. Scoping study on the potential risks (and benefits) of using recycled manure solids as bedding for dairy cattle. *Quality Milk Management Services Ltd.*: Wells, UK.

Bradley, A.J., Leach, K.A., Green, M.J., Gibbons, J., Ohnstad, I.C., Black, D.H., Payne, B., Prout, V.E. & Breen, J.E., 2018. The impact of dairy cows' bedding material and its microbial content on the quality and safety of milk—A cross sectional study of UK farms. *International Journal of Food Microbiology*, 269: 36-45.

Bramley, A.J. & Neave, F.K., 1975. Studies on the control of coliform mastitis in dairy cows. *British Veterinary Journal*, 131(2): 160-169.

Burch, T.R., Spencer, S.K., Borchardt, S.S., Larson, R.A. & Borchardt, M.A., 2018. Fate of manure-borne pathogens during anaerobic digestion and solids separation. *Journal of environmental quality*, 47(2): 336-344.

Carroll, E.J. & Jasper, D.E., 1980. Coliform populations in bedding materials and coliform mastitis incidence. In Annual Meeting, National Mastitis Council, Inc. February 18-20, 1980, 129-139.

Cole, K.J. & Hogan, J.S., 2016. Environmental mastitis pathogen counts in freestalls bedded with composted and fresh recycled manure solids. *Journal of Dairy Science*, 99(2): 1501-1505.

De Visscher, A., Piepers, S., Haesebrouck, F. & De Vliegher, S., 2016. Intramammary infection with coagulase-negative staphylococci at parturition: Species-specific prevalence, risk factors, and effect on udder health. *Journal of Dairy Science*, 99(8): 6457-6469.

Dingwell, R., Leslie, K.E., Schukken, Y.H., Sargeant, J.M., Timms, L.L., Duffield, T.F., Keefe, G.P., Kelton, D.F., Lissemore, K.D. & Conklin, J., 2004. Association of cow and quarter-level factors at drying-off with new intramammary infections during the dry period. *Preventive veterinary medicine*, 63(1-2): 75-89.

Drackley, J.K., 1999. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?. *Journal of Dairy Science*, 82(11): 2259-2273.

Dunier, L., Frayssinet, B., Achard, C., Chevaux, E. & Plateau, J., 2024. Conditioner application improves bedding quality and bacterial composition with potential beneficial impacts for dairy cow's health. *Microbiology Spectrum*, 12(4): e0426323.

Egyedy, A.F. & Ametaj, B.N., 2022. Mastitis: Impact of dry period, pathogens, and immune responses on Etiopathogenesis of disease and its association with Periparturient diseases. *Dairy*, 3(4): 881-906.

Esser, N.M., Su, H., Coblenz, W.K., Akins, M.S., Kieke, B.A., Martin, N.P., Borchardt, M.A. & Jokela, W.E., 2019. Efficacy of recycled sand or organic solids as bedding sources for lactating cows housed in freestalls. *Journal of Dairy Science*, 102(7): 6682-6698.

Feiken, M. & Van Laarhoven, W., 2012. Verslag van een praktijkonderzoek naar het gebruik van vaste fractie uit gescheiden mest als boxbeddingsmateriaal in ligboxen voor melkvee. Valacon Dairy. https://www.verantwoordeveehouderij.nl/upload_mm/0/3/9/75806a1c-03f3-4842-82fa-8c94a058147d_Het%20gebruik%20van%20vaste%20fractie%20uit%20gescheiden%20mest%20als%20boxbedekkingsmateriaal%20in%20ligboxen%20voor%20melkvee.pdf

Fréchette, A., Fecteau, G., Côté, C. & Dufour, S., 2021. Clinical mastitis incidence in dairy cows housed on recycled manure solids bedding: A Canadian cohort study. *Frontiers in Veterinary Science*, 8: 742868.

Fréchette, A., Fecteau, G., Côté, C. & Dufour, S., 2022. Association between recycled manure solids bedding and subclinical mastitis incidence: a Canadian cohort study. *Frontiers in Veterinary Science*, 9: 859858.

Frondelius, L., Lindeberg, H. & Pastell, M., 2020. Recycled manure solids as a bedding material: Udder health, cleanliness and integument alterations of dairy cows in mattress stalls. *Agricultural and food science*, 29(5): 420-431.

- Gao, J., Barkema, H.W., Zhang, L., Liu, G., Deng, Z., Cai, L., Shan, R., Zhang, S., Zou, J., Kastelic, J.P. & Han, B., 2017. Incidence of clinical mastitis and distribution of pathogens on large Chinese dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 100(6): 4797-4806.
- Godden, S., Bey, R., Lorch, K., Farnsworth, R. & Rapnicki, P., 2008. Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *Journal of Dairy science*, 91(1): 151-159.
- Godden, S., Royster, E., Rowe, S., Patel, K., Timmerman, J., Crooker, B. & Fox, L., 2019, September. Chipping away at the tough questions about bedding management and mastitis. In *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings*, 321-326.
- Godden, S., Royster, E., Crooker, B., Timmerman, J. & Mosca, F.P., 2023. Methods of processing recycled manure solids bedding on Midwest dairy farms I: Associations with bedding bacteria counts, milk quality, udder health and milk production. *The Bovine Practitioner*, 57(1): 10-20.
- Gonçalves, J.L., de Campos, J.L., Steinberger, A.J., Safdar, N., Kates, A., Sethi, A., Shutske, J., Suen, G., Goldberg, T., Cue, R.I. and Ruegg, P.L., 2022. Incidence and treatments of bovine mastitis and other diseases on 37 dairy farms in Wisconsin. *Pathogens*, 11(11): 1282.
- Green, M.J., Bradley, A.J., Medley, G.F. & Browne, W.J., 2007. Cow, farm, and management factors during the dry period that determine the rate of clinical mastitis after calving. *Journal of Dairy Science*, 90(8): 3764-3776.
- Guarín, J.F., Baumberger, C. & Ruegg, P.L., 2017. Anatomical characteristics of teats and premilking bacterial counts of teat skin swabs of primiparous cows exposed to different types of bedding. *Journal of Dairy Science*, 100(2): 1436-1444.
- Hagner, K.A., Nordgren, H.S., Aaltonen, K., Sarjokari, K., Rautala, H., Sironen, T., Sukura, A. & Rajala-Schultz, P.J., 2023. Necropsy-based study on dairy cow mortality—Underlying causes of death. *Journal of Dairy Science*, 106(4): 2846-2856.
- Halasa, T., Huijps, K., Østerås, O. & Hogeveen, H., 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary quarterly*, 29(1): 18-31.
- Haltia, L., Honkanen-Buzalski, T., Spiridonova, I., Olkonen, A. & Mylly, V., 2006. A study of bovine mastitis, milking procedures and management practices on 25 Estonian dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 48(1): 22.
- Heikkilä, A.M., Nousiainen, J.I. & Pyörälä, S., 2012. Costs of clinical mastitis with special reference to premature culling. *Journal of Dairy Science*, 95(1): 139-150.
- Hellberg, T. 2024. Lypsykarjan Tuotosseurannan Tulokset 2023. <https://www.proagria.fi/uploads/Lypsykarjan-tuotosseurannan-tulokset-20231.pdf>.
- Hiitö, H., Vakkamäki, J., Simojoki, H., Autio, T., Junnila, J., Pelkonen, S. & Pyörälä, S., 2017. Prevalence of subclinical mastitis in Finnish dairy cows: changes during recent decades and impact of cow and herd factors. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 59(1): 22.
- Hogan, J. & Smith, K.L., 2012. Managing environmental mastitis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 28(2): 217-224.

- Hogan, J.S., Smith, K.L., Hoblet, K.H., Todhunter, D.A., Schoenberger, P.S., Hueston, W.D., Pritchard, D.E., Bowman, G.L., Heider, L.E., Brockett, B.L. & Conrad, H.R., 1989. Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies. *Journal of Dairy Science*, 72(1): 250-258.
- Jamali, H., Barkema, H.W., Jacques, M., Lavallée-Bourget, E.M., Malouin, F., Saini, V., Stryhn, H. & Dufour, S., 2018. Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(6): 4729-4746.
- Jeppsson, K.H., Magnusson, M., Nilsson, S.B., Ekman, L., von Walter, L.W., Jansson, L.E., Landin, H., Rosander, A. & Bergsten, C., 2024. Comparisons of recycled manure solids and wood shavings/sawdust as bedding material-implications for animal welfare, herd health, milk quality and bedding costs in Swedish dairy herds. *Journal of Dairy Science*, Journal Pre-proofed. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24192>
- Kabelitz, T., Aubry, E., van Vorst, K., Amon, T. & Fulde, M., 2021. The role of *Streptococcus* spp. in bovine mastitis. *Microorganisms*, 9(7): 1497.
- Klaas, I.C. & Zadoks, R.N., 2018. An update on environmental mastitis: Challenging perceptions. *Transboundary and emerging diseases*, 65(1): 166-185.
- Kortelainen, S., Friman, M. & Niemi, R., 2024. Separoitu lanta kuivikkeena ja sen utareterveysvaikutukset lypsykarjoissa–kirjallisuuskatsaus ja kaksi tapausselostusta. *Eläinlääkäri: Suomen eläinlääkärilehti*, 2024(137): 71-78.
- Krawczel, P. & Grant, R., 2009, January. Effects of cow comfort on milk quality, productivity and behavior. In *NMC Annual Meeting Proceedings (Vol. 48)*
- Kristula, M.A., Rogers, W., Hogan, J.S. & Sabo, M., 2005. Comparison of bacteria populations in clean and recycled sand used for bedding in dairy facilities. *Journal of Dairy Science*, 88(12): 4317-4325.
- Krömker, V. & Friedrich, J., 2009. Teat canal closure in non-lactating heifers and its association with udder health in the consecutive lactation. *Veterinary Microbiology*, 134(1-2): 100-105.
- Lasprilla-Mantilla, M.I., Wagner, V., Pena, J., Frechette, A., Thivierge, K., Dufour, S. & Fernandez-Prada, C., 2019. Effects of recycled manure solids bedding on the spread of gastrointestinal parasites in the environment of dairies and milk. *Journal of Dairy Science*, 102(12): 11308-11316.
- Leach, K.A., Archer, S.C., Breen, J.E., Green, M.J., Ohnstad, I.C., Tuer, S. & Bradley, A.J., 2015. Recycling manure as cow bedding: Potential benefits and risks for UK dairy farms. *The Veterinary Journal*, 206(2): 123-130.
- Locatelli, C., Scaccabarozzi, L., Casula, A., Gorrieri, F., Harouna, A. & Moroni, P., 2008, January. Manure solids bedding as a source of clinical environmental mastitis. In *Proceedings of the 47th Annual Meeting of the National Mastitis Council, New Orleans, USA (pp. 20-23)*.
- Magnusson, M., Svensson, B., Kolstrup, C. & Christiansson, A., 2007. *Bacillus cereus* in free-stall bedding. *Journal of Dairy Science*, 90(12): 5473-5482.
- Maréchal, L. & Loir, L., 2011. Mastitis impact on technological properties of milk and quality of milk products – a review. *Dairy Science & Technology*, 91(3): 247-282.

- McLennan, K.M., 2018. Why pain is still a welfare issue for farm animals, and how facial expression could be the answer. *Agriculture*, 8(8): 127.
- Munoz, M.A., Ahlström, C., Rauch, B.J. & Zadoks, R.N., 2006. Fecal shedding of *Klebsiella pneumoniae* by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(9): 3425-3430.
- Myllys, V. & Rautala, H., 1995. Characterization of clinical mastitis in primiparous heifers. *Journal of Dairy Science*, 78(3): 538-545.
- Niemi, R.E., Hovinen, M., Vilar, M.J., Simojoki, H. & Rajala-Schultz, P.J., 2021. Dry cow therapy and early lactation udder health problems—Associations and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, 188(1): 105268.
- Ostrum, P.G., Thomas, M.J. & Zadoks, R.N., 2008. Dried manure solids for freestall bedding: Experiences from a Northeast dairy. *Proceedings of the 47th Annual Meeting of the National Mastitis Council, New Orleans, USA, 20–23 January 2008*, 149–156.
- Paduch, J.H., Mohr, E. & Krömker, V., 2013. The association between bedding material and the bacterial counts of *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* and coliform bacteria on teat skin and in teat canals in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Research*, 80(2): 159-164.
- Pantoja, J. C. F., Correia, L. B. N., Rossi, R. S., & Latosinski, G. S., 2020. Association between teat-end hyperkeratosis and mastitis in dairy cows: A systematic review. *Journal of Dairy Science*, 103(2): 1843-1855.
- Patel, K., Godden, S.M., Royster, E., Crooker, B.A., Timmerman, J. & Fox, L., 2019. Relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, udder hygiene, milk quality, and udder health in US dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 102(11): 10213-10234.
- Paulrud, C. O., 2005. Basic concepts of the bovine teat canal. *Veterinary Research Communications*, 29(3): 215-245.
- Peltola, I., 1986. Use of peat as litter for milking cows. *Teoksessa: Nielsen, V.C. & Voorbug, J.H. (toim.). Odour prevention and control of organic sludge and livestock farming: 181-187. CRC Press.*
- Pinedo, P.J., Fleming, C. & Risco, C.A., 2012. Events occurring during the previous lactation, the dry period, and peripartum as risk factors for early lactation mastitis in cows receiving 2 different intramammary dry cow therapies. *Journal of Dairy Science*, 95(12): 7015-7026.
- Rajala-Schultz, P.J. & Gröhn, Y.T., 1999. Culling of dairy cows. Part I. Effects of diseases on culling in Finnish Ayrshire cows. *Preventive veterinary medicine*, 41(2-3): 195-208.
- Ray, T., Gaire, T.N., Dean, C.J., Rowe, S., Godden, S.M. & Noyes, N.R., 2022. The microbiome of common bedding materials before and after use on commercial dairy farms. *Animal Microbiome*, 4(1): 18.
- Ribeiro, M.G., Motta, R.G., Paes, A.C., Allendorf, S.D., Salerno, T., Siqueira, A.K., Fernandes, M.C. & Lara, G.H.B., 2008. Peracute bovine mastitis caused by *Klebsiella pneumoniae*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 60(2): 485-488.

- Robles, I., Kelton, D.F., Barkema, H.W., Keefe, G.P., Roy, J.P., Von Keyserlingk, M.A.G. & DeVries, T.J., 2020. Bacterial concentrations in bedding and their association with dairy cow hygiene and milk quality. *Animal*, 14(5): 1052-1066.
- Rowbotham, R.F. & Ruegg, P.L., 2015. Association of bedding types with management practices and indicators of milk quality on larger Wisconsin dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 98(11): 7865-7885.
- Rowbotham, R.F. & Ruegg, P.L., 2016a. Bacterial counts on teat skin and in new sand, recycled sand, and recycled manure solids used as bedding in freestalls. *Journal of Dairy Science*, 99(8): 6594-6608.
- Rowbotham, R.F. & Ruegg, P.L., 2016b. Associations of selected bedding types with incidence rates of subclinical and clinical mastitis in primiparous Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(6): 4707-4717.
- Rowe, S.M., Godden, S.M., Royster, E., Timmerman, J., Crooker, B.A. & Boyle, M., 2019. Cross-sectional study of the relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, and intramammary infection in late-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(12): 11384-11400.
- Ruegg, P.L., 2017. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12): 10381-10397.
- Schreiner, D.A. & Ruegg, P.L., 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 86(11): 3460-3465.
- Seykora, A.J. & McDaniel, B.T., 1985. Udder and teat morphology related to mastitis resistance: a review. *Journal of Dairy Science*, 68(8): 2087-2093.
- Shaheen, M., Tantary, H. & Nabi, S.A., 2016. Treatise on bovine mastitis: disease and disease economics, etiological basis, risk factors, impact on human health, therapeutic management, prevention and control strategy. *Advances in Dairy Research*, 4(1).
- Sharma, T., Das, P.K., Ghosh, P.R., Banerjee, D. & Mukherjee, J., 2017. Association between udder morphology and in vitro activity of milk leukocytes in high yielding crossbred cows. *Veterinary World*, 10(3): 342.
- Sorter, D.E., Kester, H.J. & Hogan, J.S., 2014. Bacterial counts in recycled manure solids bedding replaced daily or deep packed in freestalls. *Journal of Dairy Science*, 97(5): 2965-2968.
- Suriyasathaporn, W., Heuer, C., Noordhuizen-Stassen, E. & Schukken, Y., 2000. Hyperketonemia and the impairment of udder defense: a review. *Veterinary research*, 31(4): 397-412.
- Unnerstad, H.E., Lindberg, A., Waller, K.P., Ekman, T., Artursson, K., Nilsson-Öst, M. & Bengtsson, B., 2009. Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *Veterinary microbiology*, 137(1-2): 90-97.
- Vasseur, E., Rushen, J., Haley, D.B. & De Passille, A.M., 2012. Sampling cows to assess lying time for on-farm animal welfare assessment. *Journal of Dairy Science*, 95(9): 4968-4977.
- Vitali, A., Bernabucci, U., Nardone, A. & Lacetera, N., 2016. Effect of season, month and temperature humidity index on the occurrence of clinical mastitis in dairy heifers. *Advances in Animal Biosciences*, 7(3): 250-252.

Whist, A.C. & Østerås, O., 2007. Associations between somatic cell counts at calving or prior to drying-off and clinical mastitis in the remaining or subsequent lactation. *Journal of Dairy Research*, 74(1): 66-73.

Williamson, J., 2002, May. Dry period and heifer mastitis—role of internal and external sealants. In *Proceedings of the 7 Proc. De Laval Symposium, Kansas, MO, USA*: 15-16.

Williamson, J.H., Woolford, M.W. & Day, A.M., 1995. The prophylactic effect of a dry-cow antibiotic against *Streptococcus uberis*. *New Zealand veterinary journal*, 43(6): 228-234.

Zdanowicz, M., Shelford, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M. & Von Keyserlingk, M.A.G., 2004. Bacterial populations on teat ends of dairy cows housed in free stalls and bedded with either sand or sawdust. *Journal of Dairy Science*, 87(6): 1694-1701.

Zehner, M.M., Farnsworth, R.J., Appleman, R.D., Larntz, K. & Springer, J.A., 1986. Growth of environmental mastitis pathogens in various bedding materials. *Journal of Dairy Science*, 69(7): 1932-1941.

6.2 KUIVITUSRATKAISUJEN YHTEYS HENGITYSTIEOIREISIIN

Navetan ilmanvaihto ja ilmanlaatu vaikuttavat niin eläinten kuin navetassa työskentelevien ihmisten hyvinvointiin, terveyteen ja turvallisuuteen. Riittävällä ilmanvaihdolla eläintiloista poistetaan haitallisia kaasuja, mikrobeja, pölyä, hajuja, kosteutta ja kesällä myös lämpöä. Ilmanvaihtoon panostaminen kannattaa. Oikein mitoitetun ilmanvaihdon on todettu vähentävän nautojen hengitystiesairauksien esiintymistä ja hengitysteiden vastustuskyvyn heikkenemistä, lisäävän eläinten makuulloa-oloaika ja syöntiä, pitävän eläimet puhtaampana ja näiden tekijöiden kautta vaikuttavan positiivisesti myös päiväkasvuihin ja maitotuotokseen (ETT 2011a). Hengitysteiden sairaudet ovat kolmanneksi yleisin sairaus myös tuotantorakennuksissa työskentelevillä ihmisillä, jolloin ilmanvaihtoon panostamisella on merkittävä ihmisten työkykyä ylläpitävä vaikutus (Jolanki ym. 2008)

Riittävä ilmanvaihto on myös eläintenpitäjän lakisääteinen velvoite ja pitopaikan ilman laatutekijöille on asetettu raja- ja suositusarvoja (taulukko 5):

Pitopaikan lämpötilan, ilman- tai vedenlaadun ja muiden ympäristöolosuhteiden on oltava siellä pidettävälle eläimelle sopivia. Jos eläinten hyvinvointi on riippuvainen koneellisesta ilmanvaihtojärjestelmästä, laitteistossa on oltava hälytysjärjestelmä, joka antaa hälytyksen toimintahäiriön sattuessa. Hälytysjärjestelmän toimivuus on testattava säännöllisesti. (Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023, §35).

Taulukko 5. Haitallisten kaasujen, pölyn, kosteuden ja lämpötilan raja-arvot eläinsuojissa. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden raja-arvot ovat ilmoitettu täysikasvuiselle lypsylehmälle (ETT 2011a, Morri 2016).

	Eläimille	Ulkoilmassa keskimäärin	Miten havaittavissa
Ammoniakki, NH ₃	< 10 ppm	0	Pistävä haju >5 ppm
Hiilidioksidi, CO ₂	< 3000 ppm	365 ppm	Raskas ilma > 900 ppm
Rikkivety, H ₂ S (lantakaasu)	< 0,5 ppm	0	Mädän kananmunan haju 0,015–100 ppm
Pöly	< 0,5 ppm tai 10 mg/m ³	Hiukkaset < 0,04 mg/m ³	-
Suhteellinen kosteus	< 68 %	60–90 %	Kosteus tiivistyy pinnoille > 80 %
Ilman virtausnopeus suositus	< 0,2 m/s talvella	0–20 m/s	savukoe
Lämpötila	5-18C välillä, vasikoilla 15-20C	-15 - +20 C kk-keskiarvona	-
Melu	< 65 dB	-	Normaali keskustelu 0–60 dB

Tärkeimmät navetasta poistettavat haitalliset kaasut ovat hiilidioksidi, ammoniakki ja rikkivety. Hiilidioksidia muodostuu eläinten ja bakteerien hengityksessä. Se on ilmaa raskaampaa, hajutonta ja mautonta ja aiheuttaa liiallisena määränä päänsärkyä, hengityksen kiihtymistä, väsymistä ja työtehon heikkenemistä (Haahtela ym. 1988, Työterveyslaitos 2022b). Liiallisen määrän aistii tilan tunkkaisuutena. Ammoniakkia muodostuu eläinten virtsan, tuoreen lannan ja orgaanisen aineen hajotessa. Tyypillisimmät oireet ovat hengitysteiden ja silmien limakalvojen ärsytysoireet, ja oireilun voimakkuus on suoraan verrannollinen ilman ammoniakkipitoisuuteen (Työterveyslaitos 2022a). Jatkuva korkea ammoniakkipitoisuus voi ilmetä naudoilla myös sorkkavälin ajotulehduksen leviämisenä (ETT 2011b). Rikkivetyä muodostuu lietekanavissa ja -säiliöissä erityisesti, kun lietettä sekoitetaan tai säiliötä tyhjennetään (Myllys 1999). Rikkivety ärsyttää limakalvoja ja hengitysteitä jo pienissä, 10–20 ppm:n pitoisuuksissa, lamaannuttaa hajuaistin 100–150 ppm:n pitoisuudessa ja yli 500 ppm:n pitoisuuksissa hermostollisia oireita ja vakavan kuolemanvaaran (Työterveyslaitos 2022c).

Riittäväällä kuivituksella voidaan vaikuttaa navetan ilmanlaatuun kaikissa eläinryhmissä. Kuivikkeiden avulla virtsan ja lannan sisältämä urea imeytetään pois makuualustan pinnasta, jolloin urea ei ole kosketuksissa navetta-ilmaan ja sen hajoaminen ammoniakiksi vähenee (Misselbrook ja Powell 2005). Kuivikkeiden eri ominaisuuksilla, kuten fyysisellä rakenteella, imukyvyllä, pH:lla, kationinvaihtokapasiteetilla, orgaanisen aineksen osuudella sekä orgaanisen aineksen ja kuivikkeen sisältämän kokonaistypen suhteella on arveltu olevan vaikutusta eri kuivikkeiden kykyyn vähentää ammoniakkipäästöjä, mutta kaikkien tutkimusten tulokset eivät ole olleet merkittäviä (Misselbrook ja Powell 2005, Freney ym. 1983, Chatigny ym. 2001). Itse kuivituksen ilmanlaadullisena haasteena ovat eri kuivikevaihtoehtojen pölyävyys ja pölyn sisältämät mikrobit, kuten homeet, virukset, bakteerit, itiöt ja endotoksiinit (Bambi ym. 2018, Elfman ym. 2011).

Turvekuivituksen vaikutusta eläinten pitopaikan ilmanlaatuun ja eläinten terveyteen on tutkittu eri eläinlajeilla, muun muassa broilereilla, hevosilla ja naudoilla. Useissa tutkimuksissa (Shepherd ym. 2017, Airaksinen ym. 2005, Nikama ym. 2014, Kempainen 1987) turpeen matalan pH:n on todettu vähentävän ammoniakkipäästöjen syntymistä eläinsuojissa ja siten parantavan pitopaikan ilmanlaatua. Turpeella on mitattu olevan noin neljä kertaa suurempi ammoniakkin sidontakapasiteetti verrattuna muihin kuivikkeisiin, kuten olkeeseen, kutteriin ja sahanpuruun (Jeppson 1999). Turvekuivituksen ja siitä seuranneen ammoniakkiastian pienenemisen on todettu vähentävän ihoärsytystä ja jalkojen ihorikkoja broilereilla verrattuna olkikuivutukseen (House 2016, Kyvsgaard ym. 2013), hengitystieoireilua hevosilla verrattuna kutterikuivutukseen (Saastamoinen ym. 2015) ja alentavan ilman ammoniakkipitoisuutta myös nautojen kompostipohjapihatissa (Galama ym. 2011). Tutkimuksissa kuitenkin mainitaan turpeen pölyävyyden olevan merkittävä ilmanlaatua heikentävä tekijä (House 2016, Shepherd ym. 2017). Hevostietokeskuksen (2021) Solmut auki -tutkimushankkeessa tehdyissä mittauksissa turpeesta havaittiin vapautuvan eniten homepölyä ilmaan muihin kuivikevaihtoehtoihin nähden riippumatta siitä, otettiin ilmanäyte käyttämättömästä kuivikkeesta tai 20 senttimetriä käytössä olevan hevostietokeskuksen kuivikepohjan yläpuolelta. Vastaava kuivikkeiden päivittäinen käsittely ja parsien siivous nostavat pölyä myös navettaan ja pitkään jatkunut homepölyaltistus nostaa riskiä sairastua erilaisiin keuhkosairauksiin. Turpeella sairastumisriskiä nostaa kuivikkeen pieni partikkelikoko, mikä mahdollistaa pölyn ja sen sisältämien mikrobin kulkeutumisen syvälle keuhkoihin (Hälli 2003).

Misselbrook ja Powell (2005) tutkivat kuivikkeiden kykyä pidättää ammoniakkaa lisäämällä lypsylehmien virtsaa erilaisiin kuivikkeisiin. He havaitsivat, että virtsasta lähtöisin olevat ammoniakkipäästöt (mg/m²) olivat merkittävästi alhaisemmat kuivalla hiekalla, kuin lannasta separoidulla kuivajakeella, silputulla oljella, männyn sahanpurulla, silputulla sanomalehdellä tai maissinvarrella. Käytetyn hiekan raekoko vaihteli 0,2 mm ja 2,0 mm välillä. Tutkimus ehdottaa, että alhaisemmat ammoniakkipäästöt hiekkasyväparissa selittyvät virtsan suodattumisella syväparren pohjalle kuivikkeeseen imeytymisen sijasta. Tällöin virtsan sisältämän urean hajoaminen ammoniakiksi ja haihtuminen navetan ilmaan hidastuu, kun paksu hiekkamassa rajoittaa urean kosketusta ilmapirtaan estäen ureaasiprosessin.

Lähteet

Airaksinen, S., Heiskanen, M.-L., Heinonen-Tanski, H., Laitinen, S., Linnainmaa, M. & Rautiala, S. 2005. Variety in dustiness and hygiene quality of peat bedding. *Annals of agricultural and environmental medicine*, 12(1): 53-59.

Bambi, G., Rossi, G. & Barbari, M. 2018. Comparison between different types of bedding materials for horses. *Agronomy Research*, 16(3): 646–655.

Chantigny, M.H., Rochette, P. & Angers, D.A. 2001. Short-term C and N dynamics in a soil amended with pig slurry and barley straw: A field experiment. *Canadian Journal of Soil Science*, 81(2): 131–137.

Elfman, M., Wälinder, R., Riihimäki, M. & Pringle, J. 2011. Air quality in horse stables. Teoksessa *Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality*. Mazzeo, D., Ed.; Intech: Rijeka, Croatia, 655–680.

ETT ry. 2011a. Reippaana raittiissa ilmassa – Ilmanvaihto eläintiloissa. Katse vasikkaan -koulutusmateriaalit. <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2019/12/Ilmanvaihto-vasikkatiloissa.pdf>. Ladattu 1.7.2024.

ETT ry. 2011b. Särkyä sorkissa – Tarttuvat sorkkatulehdukset lihanauoilla. Katse vasikkaan -koulutusmateriaalit. <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2020/03/Tarttuvat-sorkkatulehdukset.pdf>. Ladattu 23.7.2024.

Frenay, J.R., Simpson, J.R. & Denmead, O.T. 1983. Volatilisation of ammonia. Teoksessa: Frenay, J.R. & Simpson, J.R. (toim). *Gaseous Loss of Nitrogen from Plant-Soil Systems*. The Hague, The Netherlands. 317s.

Galama, P. J., Bokma, S., van Dooren, H.J., Ouweltjes, W., Smits, M. & Driehuis, F. 2011. Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, the Netherlands. http://www.vrijloopstallen.nl/documenten/Prospects_for_bedded_pack_barns_for_dairy_cattle.pdf. Luettu 2.7.2024.

- Haahtela T, Nordman, H & Talikka, M. 1988. Sisäilma ja terveys. Allergialiitto. Punamusta. Joensuu, 233 s.
- Hevostietokeskus. 2021. Kuivikkeiden valinnasta. <https://hevostietokeskus.fi/i/talliymparisto/kuivitus/kuivikkeiden-valinnasta>. Viitattu 8.7.2024.
- Hälli, O. 2003. Kuivikkeilla puhtautta ja terveyttä. Maatilan Pellervo 6/2003.
- House, H. 2016. Free-stall Base Material and Bedding Options. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Jeppson, K-H. 1999. Volatilization of Ammonia in Deep-litter Systems with Different Bedding Materials for Young Cattle. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 73(1): 49–57.
- Jolanki, R., Karjalainen, A., Kauppinen, T., Mäkinen, I., Palo, L. & Saalo, A. 2008. Ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt 2006. Työterveyslaitos. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/132153/Ammattitaudit_ja_ammattitautiepailyt_2006.pdf?sequence=3&isAllowed=y viitattu 23.7.2024
- Kempainen, E. 1987. Ammonia binding-capacity of peat, straw, sawdust and cutter shavings. *Annales agriculturae Fenniae* 26(2): 89–94. Maatalouden tutkimuskeskus.
- Kyvsgaard, N.C., Jensen, H.B., Abrosen, T. & Toft, N. 2013. Temporal changes and risk factors for food-pad dermatitis in Danish broilers. *Poultry Science*, 92(1): 26-32.
- Misselbrook, T.H. & Powell, J.M. 2005. Influence of Bedding Material on Ammonia Emissions from Cattle Excreta. *Journal of Dairy Science*, 88(12): 4304–4312.
- Morri, S. 2016. Navetan ilmanvaihto lypsylehmän ehdoilla. Työtehoseura ry. https://www.proagria.fi/uploads/22.3.2016_sari_morri_2022-06-13-160452_eorb.pdf. Ladattu 1.7.2024
- Myllys, A. 1999. Naudan hyvä elämä. Helsingin yliopiston maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. Mikkeli: 31–39.
- Nikama, J., Keskinen, R., Närvänen, A., Uusi-Kämpä, J., Särkijärvi, S., Myllymäki, M. & Saastamoinen, M. 2014. The role of bedding material in recycling the nutrients of horse manure. Teoksessa *Proceedings: equi-meeting infrastructures horses and equestrian facilities*. Haras National du Lion, Le Lion d'Angers, Ranska, 6–7 loka-kuuta 2014, 34–37.
- Saastamoinen, M., Särkijärvi, S. & Hyypä, S. 2015. Reducing Respiratory Health Risks to Horses and Workers: A Comparison of Two Stall Bedding Materials. *Animals*, 5(4): 965-977.
- Shepherd, E.M., Fairchild, B.D. & Ritz, C.W. 2017. Alternative bedding materials and litter depth impact litter moisture and footpad dermatitis. *Journal of Applied Poultry Research*, 26(4): 518–528.
- Työterveyslaitos. 2022a. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet: Ammoniakki. <https://ova.ttl.fi/ammoniakki>. Luettu 1.7.2024
- Työterveyslaitos. 2022b. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet: Hiilidioksidi. <https://ova.ttl.fi/hiilidioksidi>. Luettu 1.7.2024
- Työterveyslaitos. 2022c. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet: Rikkivety. <https://ova.ttl.fi/rikkivety>. Luettu 1.7.2024.

6.3 KUIVITUSRATKAISUT JA SORKKATERVEYS

Sorkkaterveyden ongelmat ja ontuminen ovat yksi merkittävimpiä hyvinvoinnin ongelmia lypsykarjoissa ympäri maailman. Ontuminen on liikkumiseen liittyvä häiriö, selkeä merkki eläimen kokemasta kivusta ja siten heikentyneen hyvinvoinnin indikaattori, joka aiheuttaa myös maitotuotoksen laskua (Kyösti ja Kärki 2020). Hulsen (2011) arvioi Euroopan alueen lehmistä 75 prosentin kärsivän sorkkaongelmista. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa 23 % lehmistä ontui asteikolla lievä – vakava (Sarjokari ym. 2013). Sorkkaterveyden ongelmat voivat olla haastavia havaita, koska ne eivät aina johda suoraan ontumiseen, vaan voivat esiintyä subkliinisenä eli piilevinä pitkään ennen silmännähtävän ontumisen alkua (Tadich ym. 2010). Sorkkaterveysongelmien ilmeneminen riippuu rodusta, lehmän elinympäristöstä, yksilön geneettisestä perimästä sekä karjamanagementista (van der Waaij ym. 2005, van der Linde ym. 2010, van der Spek ym. 2013, van der Spek 2015).

Sorkkasairaudet jaetaan tarttuviin ja ei-tarttuviin. Tarttuvalla sorkkasairaudella tarkoitetaan sarveissorkan, sorkanseudun ihon ja ihonalaiskudoksen tulehdusta, jonka aiheuttajana on bakteeri ja joka voi tarttua eläimestä toiseen ja levitä myös tilalta toiselle eläinkaupan kautta. Tarttuvia sorkkasairauksia ovat kantasyöpymä, sorkkavälin ajotulehdus, sorkka-alueen ihotulehdus (eng. digital dermatitis, DD) ja sorkkavälin ihotulehdus (eng. interdigital dermatitis, ID) (Herva ym. 2011). Ei-tarttuville sorkkasairauksille altistaa pitkän seisokselun aiheuttama paine sorkassa kovalla alustalla, trauman aiheuttama mekaaninen vaurio esimerkiksi liukastumisen yhteydessä sekä kuidun puute ja väkirehuvaltaisuus lehmien ruokinnassa (Wainio 2019). Suomalaisissa sorkkahoitoraporteissa yleisimmät ei-tarttuvat sorkkasairaudet ovat vertymät anturassa, anturahaavaumat, valkoviivan repeämät ja paiseet (Kujala ym. 2016). Tarttuvien tulehduksellisten sorkkasairauksien ennaltaehkäisy perustuu ensisijaisesti riittävän sorkkahygienian ylläpitoon. Tyhjät ja kuivat lantakäytävät, rutiläpalkkilattioiden hyvä kunto, ylitäytön välttäminen, riittävä kuivitus ja käytössä olevan kuivikkeen hygieenisuus ovat kriittisiä tekijöitä tarttuvien sorkkasairauksien ennaltaehkäisyssä (Alvergnas ym. 2019, ETT 2011). Wainio (2019) mainitsee, että makuumukavuuteen ja kuivitukseen panostaminen ennaltaehkäisevät myös ei-tarttuvien sorkkasairauksien syntymistä, kun lehmät viettävät vähemmän aikaa sorkkien päällä.

Tutkimuksissa (Cook ym. 2004, Cook 2009, Andreassen ja Forkman 2012) on havaittu lehmien kliinisen ontumisen riskin vähenevän merkittävästi, mikäli makuualustana on käytössä hiekkasyväparret. Kliinisten ontumisten havaittiin myös paranevan nopeammin hiekkakuivituksella (Cook 2009). Ontumisten vähenemiseen hiekkaparsipihatoissa vaikuttaa lehmien lisääntynyt makuullaoloaika ja siitä seuraava ei-tarttuvien sorkkasairauksien väheneminen karjassa (Hulsen, 2010). Hiekkakuivitus kuitenkin lisää sorkkien kulumista, erityisesti jos lattiamateriaalina on betoni ilman kumimattoja. Tämän vuoksi terveiden sorkkien trimmaamista ei suositella viimeisten kuukausien aikana ennen hiekkakuivitukseen siirtymistä, jotta vältetään sorkkien liika kulumisen hiekan käyttöönoton yhteydessä ja sorkat ehtivät tottua nopeampaan kulumiseen (Hulsen 2008, van Eerdenburg 2010). Totuttelun jälkeen sorkkia tulee hoitaa säännöllisesti ontumisen estämiseksi, vaikka käytössä olisikin hiekkakuivitus. Parhaan tuloksen saavuttaa hoitamalla sorkat rutiinisti vähintään kahdesti vuodessa (Espejo ja Endres 2007).

Kirjallisuutta turvekuivituksen vaikutuksista nautojen sorkkaterveyteen ei ole saatavilla, mutta sen ajatellaan olevan sorkkaterveydelle edullinen kuivikevaihtoehto happamuutensa ja bakteereiden kasvua inhihoivan vaikutuksensa ansiosta (House 2016). Sen sijaan turvekuivituksen vaikutuksia hevosten kavioterveyteen on tutkittu. Turvekuivituksen todettiin vähentävän kavion sarveisaineksen kosteuden menetystä (Saastamoinen ym. 2015). Sarveisaineksen riittävä kosteuspitoisuus pitää kavion lujarakenteisena ja luontaisesti maata vasten myötäävänä (Douglas 1994). Vastaavasti kuivan sarveisaineksen on todettu altistavan kaviohalkeamille ja aiheuttavan rasitusta koko jalalle (Bambi ym. 2018). Kuivituksessa tulee säilyttää ”kultainen keskitie”: jos liian kuiva elinympäristö altistaa kaviohalkeamille, niin liian märän elinympäristön ja kuivituksen puutteellisuuden on havaittu aiheuttavan muun muassa sieni- ja bakteeriperäisiä kaviotulehduksia, jotka voivat aiheuttaa pysyviä vaurioita hevoselle (Bambi ym. 2018).

Lähteet

- Alvergnas, M., Strabel, T., Rzewuska, K. & Sell-Kubiak, E. 2019. Claw disorders in dairy cattle: Effects on production, welfare and farm economics with possible prevention methods. *Livestock Science*, 222: 54-64.
- Andreasen, S.N. & Forkman, B. 2012. The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface. *Journal of Dairy Science*, 95: 4961-4967.
- Bambi, G., Rossi, G. & Barbari, M. 2018. Comparison between different types of bedding materials for horses. *Agronomy Research*, 16(3): 646-655.
- Cook, N. B. 2009. Free-stall Design for Maximum Cow Comfort. *Western Canadian Dairy Seminar Advances in Dairy Technology*, 21: 255-268.
- Cook, N. B., Bennett, T. B. & Nordlund, K. V. 2004. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence, *Journal of Dairy Science*, 87(9): 2912-2922.
- van Eerdenburg, F.J.C.M. 2010. Suullinen tiedonanto (4.maaliskuuta 2010). Teoksessa Buli, T.A., Elwes, S., Geerets, J. & Schildmeijer, P. (2010). Sand: a review of its use in housed dairy cows. *Vetvice*.
- Douglas, J. 1994. Mechanical aspects of the equine hoof wall. *The Equine Athlete*, 1994(7): 15-20.
- Espejo, L. A. & Endres, M. I. 2007. Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science*, 90: 306-314.
- ETT ry. 2011. Särkyä sorkissa – Tarttuvat sorkkatulehdukset lihanaudoilla. Katse vasikkaan -koulutusmateriaalit. <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2020/03/Tarttuvat-sorkkatulehdukset.pdf>. Ladattu 23.7.2024.
- Herva, T., Härtel, H., Kujala, M., Lasonen, R., Rainio V. & Ruoho, O. 2011. Tarttuvat sorkkasairaudet – jaottelu. ETU-Eläinten Terveystieteiden tutkimuskeskus. https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2019/07/Sorkkaohjeet_1Sairaudet_Jaottelu.pdf. Viitattu 25.7.2024.
- House, H. 2016. Free-stall Base Material and Bedding Options. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. <https://files.ontario.ca/omafra-dairy-free-stall-material-bedding-options-16-019-en-aoda-2020-04-27.pdf>. Viitattu 25.7.2024
- Hulsen, J. 2008. Bouwen voor de koe. Zutphen: Uitgeverij Roodbont. Teoksessa Buli, T.A., Elwes, S., Geerets, J. & Schildmeijer, P. (2010). Sand: a review of its use in housed dairy cows. *Vetvice*.
- Hulsen, J. 2010. Suullinen tiedonanto (17.maaliskuuta 2010). Teoksessa Buli, T.A., Elwes, S., Geerets, J. & Schildmeijer, P. (2010). Sand: a review of its use in housed dairy cows. *Vetvice*.
- Hulsen, J. 2011. Hoof Signals. Success Factors For Healthy Hooves. Roodbont Publishers, Zutphen Cow Signal. 60s.
- Kujala, M., Kontturi, M. & Junni, R. 2016. Eväitä sorkkasairauksien havainnointiin ja tunnistamiseen terveydenhuoltokäynnillä. ETT Nautaketjuhanke -koulutuskierron 2016. <https://www.ett.fi/wp-content/uploads/2020/02/Ev%C3%A4it%C3%A4-sorkkasairauksien-havainnointiin-ja-tunnistamiseen-terveydenhuoltok%C3%A4ynnill%C3%A4.pdf>. Viitattu 25.7.2024

Kyösti, H. & Kärki, M. 2020. Navettaposti – Katseet sorkkiin! ÄlyNauta -hanke, Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä Kpedu. https://www.kpedu.fi/docs/default-source/projektisivustot/%C3%A4lynauta/%C3%A4n_navettaposti2_9-6-2020.pdf?sfvrsn=c87ef34d_4. Viitattu 8.7.2024.

van der Linde, C., de Jong, G., Koenen, E.P.C. & Eding, H. 2010. Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. *Journal of Dairy Science*, 93(10): 4883–4891.

Saastamoinen, M., Särkijärvi, S. & Hyypä, S. 2015. Reducing Respiratory Health Risks to Horses and Workers: A Comparison of Two Stall Bedding Materials. *Animals*, 5(4): 965–977.

Sarjokari, K., Kaustell, K.O., Hurme, T., Kivinen, T., Peltoniemi, O.A.T., Saloniemi, H. & Rajala-Schultz, P.J. 2013. Prevalence and risk factors for lameness in insulated free stall barns in Finland. *Livestock Science*, 156(1-3): 44 – 52.

van der Spek, D. 2015. Genetic Background of Claw Health in Dairy Cattle. Wageningen University.

van der Spek, D., van Arendonk, J.A.M., Vallée, A.A. & Bovenhuis, H. 2013. Genetic parameters for claw disorders and the effect of preselecting cows for trimming. *Journal of Dairy Science*, 96(9): 6070–6078.

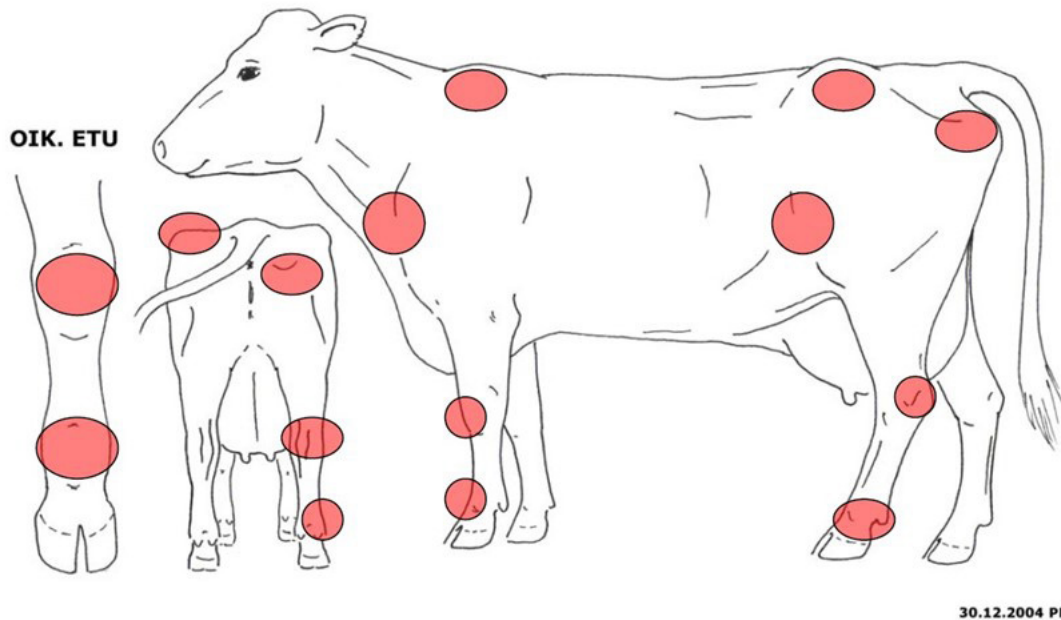
Tadich, N., Flor, E. & Green, L. 2010. Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows. *The Veterinary Journal*, 184(1): 60–65.

van der Waaij, E.H., Holzhauser, M., Ellen, E., Kamphuis, C. & de Jong, G. 2005. Genetic parameters for claw disorders in Dutch dairy cattle and correlations with conformation traits. *Journal of Dairy Science*, 88(10): 3672–3678.

Wainio, A. 2019. Katse sorkkiin: Sorkanhoito-webinaari. Emovet Oy. https://www.aitomaaseutu.fi/media/MEKA_Sorkka-webinaari_15.1.2019.pdf. Viitattu 25.7.2024

6.4 KUIVITUSRATKAISUT JA KINNER- JA IHOTERVEYS

Ehjä, puhdas ja terve iho on merkittävä hyvinvointitekijä. Se vaikuttaa naudan lämmönsäätelyyn, jalka- ja utareterveyteen sekä eläimen kokemaan kipuun. Kinnerterveyden heikkeneminen ja ihovauriot vaihtelevat lievästä, paikallisesta kintereen alueen karvoituksen häviämisestä vakavaan kintereen turvotukseen ja syviin ihoavaumiin (Ekman ym. 2018). Ihorikkoja voi esiintyä myös muualla, mikäli nauta osuu parsikalusteisiin makuullemenon aikana, asennonvaihdoksissa tai noustessaan (kuva 2).



Kuva 2. Navettakalusteiden aiheuttamien vaurioiden yleisimmät esiintymiskohdat lehmällä (Sorsa ym. 2005).

Naudan kintereiden terveys ja ihon kunto kertovat makuualustasta paljon. Kinner- ja ihovaurioiden syntyminen korreloi hankaavilla pinnoilla makaamisen, huonosti mitoitettujen parsien, kuivituksen puutteellisuuden ja käytössä olevan kuivikkeen liiallisen karkeuden kanssa (Kester ym. 2014, Rutherford ym. 2008, Norring ym. 2008). Hankaavilla ja huonosti pehmustetuilla pinnoilla makaaminen lisää hiertymiä ja painetta kintereessä heikentäen alueen verenkiertoa, jolloin alueelle syntyy herkemmin ihorikkoja (Leso ym. 2019). Kinnervaurioita ja ihorikkoja havaitaan eniten betoniparsissa, kumimattoparsissa ja parsipedeillä, vähiten syväkuivikeparsissa ja kestokuivikepohjilla (Alasuutari ja Palva 2014, Sorsa ym. 2005, Magnusson ym. 2007, Weary ja Tazskun 2000, Wechsler ym. 2000, Fulwider ym. 2007, Lombard ym. 2010). Euroopan komission tutkimuksen (EFSA 2009) mukaan makuuparsipihatto lisää jalkavaurioiden ja ontumisen riskiä erityisesti pihattojen puutteellisen kuivituksen vuoksi. Misselbrookin ja Powellin (2005) mukaan makuuparsipihatoissa kuivikkeiden käyttö on yleisesti ottaen vähäistä ja joissain yksiköissä sitä ei ole ollenkaan. Kinnerterveyden edistäminen ja ihovaurioiden ennaltaehkäisy kannattaa, sillä ihovaurioiden esiintyminen karjassa on yhdistetty tilasäiliömaidon korkeaan solulukuun, kliinisten utaretulehdusten syntymiseen ja ontumiseen (Fulwider ym. 2007, Sogstad ym. 2006, Alasuutari 2012, Alasuutari ja Palva 2014). Makuuparsien kuivituksen riittävästä määrästä on kirjallisuudessa esitetty hyvin erisuuntaisia lukemia: Albrightin ja Araven (1997) mukaan 2,5 cm kuivikekerros riittää estämään kinner- ja polvihankaumia, kun taas Alasuutari ja Palva (2014) suosittavat vähintään 10 cm kuivikekerrosta hyvän kinnerterveyden ylläpitämiseksi. Kuivituksen riittävyttä voi testata niin sanotulla polvitestillä, jossa ihminen pudottautuu seisoma-asennosta suoraan polvilleen parteen. Polvilleen pudottautumisen kivuliaisuus kertoo

parren pehmeystä: jos ihminen ei voi suorilta jaloilta pudottautua tai se sattuu, on parren pinta todennäköisesti liian karhea ja lehmän makuulle meno kivuliasta (Hänninen ym. 2005).

Hiekkakuivituksen on todettu vähentävän ihovammoja sekä turvotusta ja karvoituksen häviämistä erityisesti kintereiden alueella (Vokey ym. 2001, Fulwider ym. 2007, van Gastelen ym. 2011, Andreasen ja Forkman 2012). Nautojen on todettu pysyvän myös puhtaampina hiekkasyväparsikuivituksella verrattuna muihin kuivikevaihtoehtoihin (Weary ja Tazskun 2000, Norring ym. 2008, Andreasen ja Forkman 2012, Lombard ym. 2010). Hiekkakuivituksessa tulee kuitenkin huomioida hiekkapartikkelien koko: liian karkean hiekan kuivikekäytön on todettu lisäävän kintereiden turvotusta ja karvattomien alueiden lisääntymistä (van Eerdenburg 2010). Hiekan optimista partikkelikoosta on tutkimusten valossa erimielisyyttä: Schoonmakerin (2003) mukaan partikkelikoon tulisi olla 0,1–1 mm ja koko hiekkakerän tulisi olla samaa partikkelikokoa, Frondelius ym. (2019) mukaan hiekkapartikkelin tulisi olla alle 2 mm ja Cornell University of Veterinary Medicine (2018) määrittää hiekan partikkelikoon ylärajaksi 3 mm. Tutkimuksessaan Kristula ym. (2005) huomasivat parsiin päätyvän hiekan partikkelikoon kasvavan, kun tilalla oli käytössä pestyä ja kierrätettyä hiekkaa. Tämä on tarpeellinen näkökulma huomioida, mikäli hiekan kierrättäminen ja siihen liittyvät laitteistot yleistyvät tulevaisuudessa Suomessa, jotta liian suuresta partikkelikoosta johtuvat kinner- ja ihovauriot vältettäisiin.

Kirjallisuudessa turpeen esitetään olevan hyvä kuivikevaihtoehto kinnerterveydelle. Tutkimustuloksissaan Ekman ym. (2018) totesivat turvekuivituksen vähentävän kinnervaurioita sekä kumimattoparsissa että parsipedeillä. Vastaavia tuloksia on saatu Ruotsissa, jossa testattiin kinnerterveyden kehittymistä vaihtamalla olkikuivitus turvekuivitukseen (Andersson 2007). Myös Alasuutari ja Palva (2014) suosittavat turvekuivitusta tai turpeen ja kutterin seosta parhaaksi vaihtoehtoksi kinnerterveyden kannalta. Sen sijaan kutterilastun ja sahanpurun mainitaan olevan kinnerterveyden kannalta huonoja vaihtoehtoja niiden sisältämien terävien lastujen ja hirtävyyden vuoksi (Alasuutari ja Palva 2014).

Lähteet

Alasuutari, S. 2012. Kuivituskäytännöt uusissa pihattonavetoissa, osa 1: Kylmäpihatot ja verhoseinäpihatot. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus 5/2012 (640).

Alasuutari, S. & Palva, R. 2014. Kuivitusopas. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus 3/2014 (654). TTS Työtehoseura.

Albright, J.L. & Arave, C.W. 1997. The behaviour of cattle. 1. CAB International, Wallingford. 306s.

Andersson, K. 2007. Peat Litter to Swedish Dairy Cows. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. https://stud.epsilon.slu.se/12027/1/andersson_k_171113.pdf. Luettu 3.7.2024.

Andreasen, S.N. & Forkman, B. 2012. The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface. *Journal of Dairy Science*, 95: 4961-4967.

Cornell University of Veterinary Medicine. 2018. Sand Bedding Quality Analysis for Dairy Cattle. <https://www.vet.cornell.edu/animal-health-diagnostic-center/about/news/sand-bedding-quality-analysis-dairy-cattle>. Viitattu 11.6.2024.

van Eerdenburg, F.J.C.M. 2010. Suullinen tiedonanto (4.maaliskuuta 2010). Teoksessa Buli, T.A., Elwes, S., Geerets, J. & Schildmeijer, P. (2010). Sand: a review of its use in housed dairy cows. *Vetvice*.

Ekman, L., Nyman, A-K., Landin, H. & Waller, K.P. 2018. Hock lesions in dairy cows in freestall herds: a cross-sectional study of prevalence and risk factors. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 60(1): 47.

European Food Safety Authority (EFSA). 2009. Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *EFSA J.* 1143:1–284. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1143r>

Frondelius, L., Kärkkäinen, L. & Ruuska, S. 2019. Lypsykarjatilojen nykyaikaisia parsi- ja kuivikeratkaisuja: Syväparsien kuivikeratkaisut. Teoksessa: L. Frondelius, M. Hyrkäs, M. Jääskeläinen, S. Kajava, L. Kärkkäinen, A. Mustonen, O. 40 Niskanen, A. Palmio, M. Rinne, S. Ruuska, A. Sairanen, P. Taimisto & H. Wahlroos. EuroMaito-verkosto – tukea maidontuotannon resurssitehokkuuden ja kestävyuden kehittämiseen. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 26, 58-67.

Fulwider, W.K., Grandin, T., Garrick, D.J., Engle, T.E., Lamm, W.D. & Dalsted, N.L. 2007. Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(7):3559–66.

van Gastelen, S., Westerlaan, B., Houwers, D.J. & van Eerdenburg, F.J.C.M. 2011. A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal of Dairy Science*, 94: 4878-4888.

Hänninen, L., Raussi, S. & Telkänranta, H. 2005. Nauta. Teoksessa Valros, A., Teräväinen, H. & Helin, J. (toim). Hyvinvoiva tuotantoeläin. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy, 48-57.

Kester, E., Holzhauser, M., Frankena, K. 2014. A descriptive review of the prevalence and risk factors of hock lesions in dairy cows. *The Veterinary Journal*, 202(2): 222–8.

Kristula, M.A., Rogers, W., Hogan, J.S. & Sabo, M. 2005. Comparison of Bacteria Populations in Clean and Recycled Sand used for Bedding in Dairy Facilities. *Journal of Dairy Science*, 88: 4317-4325.

Leso, L., Barbari, M., Lopes, M.A., Damasceno, F.A., Galama, P., Taraba, J.L. & Kuipers, A. 2019. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(2):1072-1099.

Lombard, J.E., Tucker, C.B., von Keyserlingk, M.A.G., Koprak, C.A. & Weary, D.M. 2010. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 93(10): 4668–76.

Magnusson, M., Svensson, B., Kolstrup, C. & Christiansson, A. 2007. *Bacillus cereus* in Free-Stall Bedding. *Journal of Dairy Science*, 90(12): 5473-5482.

Misselbrook, T.H. & Powell, J.M. 2005. Influence of Bedding Material on Ammonia Emissions from Cattle Excreta. *Journal of Dairy Science*, 88(12): 4304-4312.

Norring, M., Manninen, E., de Passille, 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(2):570–6.

Rutherford, K.M., Langford, F.M., Jack, M.C., Sherwood, L., Lawrence, A.B. & Haskell, M.J. 2008. Hock injury prevalence and associated risk factors on organic and nonorganic dairy farms in the United Kingdom. *Journal of Dairy Science*, 91(6):2265–74.

Schoonmaker, K. 2003. Maximize the comforts of sand. *Dairy Herd Management*. Teoksessa Buli, T.A., Elwes, S., Geerets, J. & Schildmeijer, P. (2010). Sand: a review of its use in housed dairy cows. *Vetvice*.

Sogstad, A.M., Osteras, O. & Fjeldaas, T. 2006. Bovine claw and limb disorders related to reproductive performance and production diseases. *Journal of Dairy Science*, 89(7):2519–28.

Sorsa, A., Seppänen, J., Heinonen, M. & Dredge, K. 2005. Lehmän hyvinvointiin vaikuttavat seikat pihatossa – kirjallisuuskatsaus. Helsingin yliopisto, eläinlääketieteellinen tiedekunta, Saaren yksikkö. 48s.

Vokey, F.J., Guard, C.L., Ee, H.N. & Galton, D.M. 2001. Effects of Alley and Stall Surfaces on Indices of Claw and Leg Health in Dairy Cattle Housed in a Free-stall Barn. *Journal of Dairy Science*, 84: 2686-2699.

Weary, D.M. & Tazskun, I. 2000. Hock lesions and free-stall design. *Journal of Dairy Science*, 83(4):697–702.

Wechsler, B., Schaub, J., Friedli, K. & Hauser, R. 2000. Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in free stall systems with straw bedding or soft lying mats. *Applied Animal Behavior Science*, 69(3):189–197.

6.5 KUIVITUSRATKAISUT JA ELÄINTEN LUONTAINEN KÄYTTÄYTYMINEN

Käytössä olevilla kuivikemateriaaleilla ja kuivikemäärillä on suora vaikutus lehmien käyttäytymiseen. Se vaikuttaa muun muassa lehmien makuullemenoon, ylösnousuun ja seisontaan käytettyyn aikaan, jotka vaikuttavat lehmän hyvinvointiin ja tuotokseen (Manninen ym. 2001, Nordlund ja Cook 2003, Drissler ym. 2005, Fregonesi ym. 2007, Calamari ym. 2009, O’Driscoll ym. 2009). Lehmän makuulla viettämää aikaa voidaan pitää makuualue- ja kuivitusratkaisujen onnistumisen indikaattorina. Onnistumisena nähdään karja, joka viettää vähintään 12 tuntia vuorokaudessa makuulla, mielellään enemmän (Cook 2009).

Tutkimuksissa hiekkasyväparsilla on havaittu muita kuivikkeita enemmän makuukäyttämistä (van Gastelen ym. 2011, Cook 2009, Lombard ym. 2010). Cookin (2009) tutkimuksessa hiekalla saavutettiin pisin vuorokausittainen makuu-aika (12,4 tuntia) sekä pisin yksittäisen makuujakson kesto (68,9 minuuttia). Vastaavia tuloksia saivat Lombard ym. (2010), jossa makuulla olevien lehmien osuus oli 10 % suurempi hiekalla verrattuna olkeen, sahanpuruun tai separoituun kuivajakeeseen. Pidempijaksoista makuukäyttämistä hiekalla voi selittää sen löyhä rakenne ja lämmönjohtavuus, jolloin lehmä kokee vähemmän painetta ja epämukavuutta maakuulla ja kokee makuualueen viileämpänä (Stowell ja Inglis 2000, Norring ym. 2008). Makuuajan on havaittu kuitenkin vähentyvän syväparren täyttöasteen heikentyessä, erityisesti jos syväparren muoto muuttuu koveraksi (Drissler ym. 2005, Lombard ym. 2010). Calamari ym. (2009) sekä Hulsen (2008) huomasivat hiekkakuivituksella ja korkeammalla maitotuotoksella olevan yhteys lisääntyneen makuulla oloajalla tapahtuvan märehittämisen, vilkkaamman utareverenkierron ja vähentyneen stressin kokemisen kautta.

Hiekkakuivituksella on havaittu olevan muitakin lehmien käyttäytymiseen ja terveyteen sekä karjan kestävyysliittymiä etuja. Lisääntyneen makuu-oloajan on todettu parantavan lehmän stressinsietokykyä ja lisäävän kasvuhormonien määrää verenkierrossa (Drissler ym. 2005, Calamari ym. 2009, Cook 2009). Hiekkakuivitus on yhdistetty myös poistoprosentin pienentymiseen ja karjan keskimääräisen eliniän pidentymiseen, kun kroonisesta ontumisesta ja utareterveysongelmista kärsivien lehmien poistojen määrä pienenee (Cook ja Nordlund 2004, Cook 2009). Hiekan lisääminen lattiapinnassa vähentää lehmien liukastumisriskiä ja traumaperäisiä sorkkavaurioita, mahdollistaa lehmälle luontaisesti pitkien askelten ottamisen sekä lisää lehmän hyppimiskäyttämistä kiimassa (van der Tol ym. 2005, Rushen ja Passillé 2006, Hulsen 2008, O’Driscoll ym. 2009).

Lähteet

- Calamari, L., Calegari, F. & Stefanini, L. 2009. Effect of different free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 120: 9–17.
- Cook, N. B. 2009. Free-stall Design for Maximum Cow Comfort. *Western Canadian Dairy Seminar Advances in Dairy Technology*, 21: 255–268.
- Cook, N. B. & Nordlund, K. V. 2004. *How the Environment Affects Cow Longevity*. University of Wisconsin-Madison. Teoksessa Buli, T.A., Elwes, S., Geerets, J. & Schildmeijer, P. (2010). Sand: a review of its use in housed dairy cows. *Vetvice*.
- Drissler, M., Gaworski, M., Tucker, C.B. & Weary, D.M. 2005. Freestall maintenance: effects on lying behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88: 2381–2387.
- 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.
- van Gastelen, S., Westerlaan, B., Houwers, D.J. & van Eerdenburg, F.J.C.M. 2011. A study on cow comfort and risk for lameness and mastitis in relation to different types of bedding materials. *Journal of Dairy Science*, 94: 4878–4888.
- Hulsen, J. 2008. *Bouwen voor de koe*. Zutphen: Uitgeverij Roodbont. Teoksessa Buli, T.A., Elwes, S., Geerets, J. & Schildmeijer, P. (2010). Sand: a review of its use in housed dairy cows. *Vetvice*.
- Lombard, J.E., Tucker, C.B., von Keyserlingk, M.A.G., Koprak, C.A. & Weary, D.M. 2010. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 93: 4668–4676.
- Manninen, E., Passillé, de, A.M., Rushen, J., Norrington, M. & Saloniemi, H. 2001. Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Applied Animal Behaviour Science*, 75: 281–292.
- Nordlund, K. & Cook, N.B. 2003. A flowchart for evaluating dairy cow freestalls. *Bovine Practitioner*, 37: 89–96.
- Norrington, M., Manninen, E., Passillé, de, 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.
- O'Driscoll, K.K.M., Schutz, M.M., Lossie, A.C. & Elcher, S.D. 2009. The effect of floor surface on dairy cow immune function and locomotion score. *Journal of Dairy Science*, 92: 4249–4261.
- Rushen, J. & Passillé, A.M. 2006. Effects of Roughness and Compressibility of Flooring on Cow Locomotion. *Journal of Dairy Science*, 89: 2965–2972.
- Stowell, R. R & Inglis, S. 2000. Sand for Bedding in Proceedings from Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and Planning for Profitability. February 1–3, 2000. Camp Hill, PA. NRAES-129. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service, Ithaca, NY, 226–234.
- Van der Tol, P.P.J., Metz, J.H.M., Noordhuizen-Stassen, E.N., Back, W., Braam, C.R. & Weijs, W.A. (2005). Frictional forces required for unrestrained locomotion in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 88: 615–624.

7 Kuivikevalintojen vaikutus toiminnalliseen suunnitteluun ja rakennusteknisiin yksityiskohtiin

MAKUUPARSIIEN MITOITUS

Makuuparsia suositellaan tehtäväksi pihattoon hieman karjassa olevien lehmien määrää enemmän (Kivinen ym., 2007). Tuettavaa rakentamista koskevan asetuksen (Maa- ja metsätalousministeriö 610/2023) määrittelemä makuuparren vähimmäisleveys parrenerottajien vaakasuorana mittana keskeltä keskelle on lypsylehmälle 120 cm. Parrenerottajan paksuus voi kaventaa parren leveyttä enintään 6,5 cm. Parren vähimmäispituus yksittäisessä parsirivissä on 280 cm ja makuuparsissa päät vastakkain 260 cm. Makuuparren pituus on parren etuosan tilarajoittimen tai seinämän sisäpinnan ja parren ja lantakäytävän rajaviivan välinen etäisyys. Päät vastakkain -parsia koskeva mitta koskee myös parsia, joissa lehmän pää ulottuu ruokintapöytää tai lantakäytävään. (Maa- ja metsätalousministeriö 610/2023)

Parsien pituus ja leveys tulee mitoittaa lehmien koon mukaan. Liian pitkässä tai leveässä parressa lehmät likaantuvat ja sopimattomat parret lyhentävät makuuaikaa. Liian lyhyt makuuaika heikentää hyvinvointia ja vastustuskykyä, lisää stressiä ja laskee tuotosta.

Sopivassa parressa lehmä makaa häntä ja takajalat parren sisäpuolella. Ylös noustessaan tai heti noustuaan lehmä yleensä sontii ja parren mitoituksen ollessa sopiva, lanta putoaa lantakäytävälle eikä parteen.

Lehmälle sopiva parren mitoitus auttaa kuiviketta pysymään paremmin parressa ja vähentää kuivikkeen hukkaa, kun lehmät hakeutuvat nopeammin makuulle eivätkä käy testaamassa useampaa partta. (Satafood, julkaisuaika tuntematon)

Vapaassa tilassa lehmä makuulta noustessaan seisomaan noin 60–90 senttiä makuupaikkansa eteen. Niskapuomi tulee sijoittaa siten, että se ei haittaa eläintä, mutta ohjaa sen ylös noustessaan astumaan taakse- eikä eteenpäin. Väärin sijoitettu niskapuomi ei juurikaan vähennä makuuaikaa, mutta vaikuttavat lehmien seisomiseen puolittain parressa. (Cook 2010)

Jotta lehmä makaa parressa suorassa, on parren rakenteen ja mitoituksen oltava sellainen, että se voi myös seistä siinä kaikki jalat parressa (Cook ym. 2004).

Parren mitoituksessa on huomioitava parren materiaali, eikä syväparsiin ja parsipedeillä varustettuihin parsisiin voi käyttää samoja mittoja (Cook ym., 2004). Parsipetiparsissa niskapuomi tulisi sijoittaa etuesteen yläpuolelle tai 172–182 cm parren takalaidasta, jotta lehmä voi seistä parressa suorassa neljällä jalalla ja ulostaessa sonta putoaa lantakäytävälle. Samoilla mitoilla olevassa hiekalla täytetyssä syväparressa lehmä seisoo parressa vinossa ja siten ulostaessaan likaa parren, joten niskapuomi on asetettava taaemmaksi. (Cook ym. 2004)

TUOTANTOTILOJEN SUUNNITTELU

Automatisaatio lisääntyy lypsykarjatiloilta nopeasti ja tekniikkaan ja johtamiseen liittyvät tutkimukset vanhenevat nopeasti, joten tuotantorakennuksia ja niiden tekniikkaa koskevia lähteitä tulee arvioida myös niiden iän perusteella (Rodenburg 2017). Rodenburgin (2017) mukaan alan tutkimus on käsitellyt verrattain vähän sitä, miltä täydellinen lypsyrobotia käyttävä

lypsykarjatila olisi. Hän painottaa lehmäliikenteen merkitystä navetan toiminnallisuudelle, mutta nostaa esiin myös muita suunnittelun painopisteitä, kuten toimivan kuivituksen. Kuivitus on lähtökohtaisesti lehmäliikennettä häiritsevä toimitus, ja siksi Rodenburg suosittelee tutkimuksessaan (2017) automatiikkaan sijoittamista, tai kuivikkeen levitystihedden pienentämistä. Hän toteaa myös, että lannan poistaminen traktorilla ei ole tarkoituksenmukaista. Siitä, miten lehmien seassa toimiminen vaikuttaa eläinten hyvinvointiin ja tuotokseen, ei Rodenburgin mukaan ole juurikaan tutkimuksia. Rodenburg painottaa, että kaikki lypsyn automatiikkaa hyödyntävien tilojen toiminnot tulisi suunnitella siten, että ne ovat yhden ihmisen hoidettavissa. Tämän saavuttamiseksi on käytettävä esimerkiksi viisaita portituksia.

Lypsykarjatilojen tuotantotilat suunnitellaan Fernándezin ym. (2006) mukaan kahdesta näkökulmasta: ensimmäinen ja tutkijoiden mukaan tärkein on eläimelle mukavat ja hyvää tuotostasoa tukevat tilat. Toisena huomioidaan navetan käytettävyyttä nimenomaan karjanhoitajan näkökulmasta. Tutkimuksessa optimoitiin erilaisia algoritmeja tekemään navetoiden pohjapiirroksia ennalta määritettyjen parametrien perusteella. Parametrit liittyivät esimerkiksi parsien minimikokoon, ruokintapöytätilaan, vesipisteiden määrään ja sijaintiin jne. Ohjelmistot tuottavat hyvän lähtökohdan navetan suunnittelulle, mutta tässä tapauksessa työn tehokkuus tai intensiteetti ei ole yksi optimoitavista parametreista (Fernández ym. 2006).

Benz ym. tutkimuksessa kuivitus ilman automatiikkaa (oletuksena aina työkone, mikäli kyselyssä ei ilmoitettu käytössä olevan automatiikkaa) vei 0,5 henkilötyötuntia jokaista eläintä kohden vuodessa (vaihteluväli 0,21–1,19 henkilötyötuntia). Kuivitus luokkana kattoi automaattisen kuivituslaitteen täyttämisen tai kuivikkeen levittämisen parteen. Yhdessä parren ylläpidon kanssa työn tarve oli 2,53 henkilötyötuntia eläintä kohden vuodessa (vaihteluväli 0,62–5,52 henkilötyötuntia). Kuivitusautomatiikkaa käyttäneillä tiloilla vastaava luku (parren ylläpidon kanssa) oli 1,62 henkilötyötuntia eläintä kohden vuodessa (vaihteluväli 0,24–2,65 henkilötyötuntia), parren ylläpidon viedessä suurimman osan työajasta. Tässä tutkimuksessa arvioitiin, että automatiikkaan investoiminen oli kannattavaa työn kustannuksen ylittäessä 40 €/tunti. Tutkimuksessa ei tosin käsitelty lainkaan ns. ”aitoa” käsityötä, eli kuivikkeen levittämistä esimerkiksi vaunun ja kauhan avulla, vaan käytössä oli aina vähintään työhön soveltuva työkone.

Kuivitusratkaisujen rakennusteknisiin yksityiskohtiin tai vaikutuksiin rakennussuunnitteluun liittyvää tutkimusta ei juuri löydy kirjallisuudesta. Tieto koostuu rakennussuunnittelusta ja tiloilta saaduista käytännön kokemuksista.

Makuuparsien oikean mitoituksen kannalta kooltaan epätasainen karja voi muodostua ongelmaksi. Keskiarvon perusteella mitoitettut parret ovat osalle lehmiä liian suuria ja lehmä mahtuu virtsaamaan ja ulostamaan parteen. Likaantuvat parret ovat erityisesti syväparsien ongelma, sillä puhdistaminen on hankalampaa ja utareterveysongelmien riski kasvaa. Parsien mitoitus on sopiva, jos 5–10 prosentista parsia löytyy lantaa. Täysin puhtaat parret antavat aiheen epäillä, että parret ovat ahtaat eikä niissä maata. Syväparsissa takakynnyksen sopiva korkeus on noin 20 cm. (Yli-Mannila 2024.)

Lantakäytävien puhtaanapito on osa tautiriskien hallintaa, koska likaisilta lantakäytäviltä lanta päätyy sorkkien mukana myös parsiin.

Lehmäliikenteen suunnittelussa on huomioitava, kuinka nopeasti lehmä voi siirtyä makuulle lypsyn jälkeen ja ehtiikö vedinkana sulkeutua sitä ennen. Avoin vedinkana makuulle mennessä lisää utaretulehdusriskiä. (Lindeberg 2023)

ERI KUIVIKKEIDEN ASETTAMAT VAATIMUKSET

Separoitu kuivajae kuivikkeena vaatii tasalaatuista lietettä, kuivajakeen oikeaa kuiva-ainepitoisuutta navetan muut olosuhteet huomioiden sekä hyvin suunniteltua separointilaitteiston tilaa (Yli-Mannila, 2024).

Kuivikkeeksi separoitavan lannan tulisi olla tasalaatuista ja kuiva-ainepitoisuudeltaan noin 8–9 %. Separoitavan lietteen sekaan ei saisi päätyä maitoa, maitoa sisältäviä pesuvesiä, desinfiointiaineita, jälkeisiä tai poikima- ja sairaskarsinoiden eritteitä (Kortelainen ym. 2024). Separattorin toiminnan kannalta separoitavan lietteen joukkoon ei tulisi päästä kiinteitä

tai kovia materiaaleja. Saneerattavissa navetoissa on usein järjestettävä uudelleen maitojen ja pesuvesien ohjaus erilleen lietteestä.

Separaattori ja sen vaatimat putket ja kuljettimet eivät saa jäätyä, joten se on sijoitettava ympäri vuoden lämpimänä pysyvään tilaa. Laitteistolle on varattava riittävästi tilaa, jotta sen asentaminen, käyttö ja huolto on sujuvaa ja turvallista. Separoinnin suunnittelussa on huomioitava separoitavan lannan määrällinen tarve ja nestejakeen ohjaus separoinnin jälkeen. (Yli-Mannila 2024).

Toistaiseksi parhaimmat kokemukset ovat navetoista, joissa on slalom-lannanpoisto, koska liete kiertää niissä niin usein, että se ei pääse lajittumaan. Separaattori on mahdollista asentaa jo olemassa olevaan navettaan, kun lietteen tasalaatuisuuteen ja sekoittamiseen liittyvään suunnitteluun kiinnitetään erityistä huomiota.

Hiekan käyttö kuivikkeena lypsykarjapihatoissa Suomessa on varsin vähäistä. Hiekkaa pidetään makuumukavuudeltaan hyvänä, mutta se voi olla haastava materiaali koneille, laitteille, rakenteille ja se on raskasta käsitellä. Hiekan betonin ja lietelannan yhdistelmä on laitteita ja navetan rakenteita voimakkaasti kuluttava yhdistelmä. Tämä tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa. (Kuikka ym. 2018)

Hiekkaparsinavetoihin suositellaan kiinteitä lantakäytäviä ja lantaraappoja. Lisäksi on huomioitava kokoavien kuilujen mitoitus, jotta hiekkainen lanta liikkuu ulos navetasta. Lannan liikkumista voi edistää kallistuksin esimerkiksi siten, että navetan kokonaiskaato on prosentoin, lantakäytävien kaato kaksi ja lietekuilujen kolme prosenttia. Tarvittaessa poikkikuilussa on käytettävä lietettä kierrättävää pumppua. Lantaritilöiden käyttö vaatii raapat lantakuiluihin pohjalle painuvan hiekan poistamiseksi. (Pettersson 2024).

Ennen lannan jatkokäyttöä ja peltolevitystä hiekka on yleensä eroteltava lietteestä. Tämä voidaan tehdä saostusaltaassa, jossa hiekka painuu altaan pohjalle ja liete pumpataan pumppauskaivon kautta lietealtaaseen. Talvella saostuskaivo on suojattava lietteen jäätyneen varalta. Jos lietettä kierrätetään pumppauskaivosta takaisin navettaan, voi lietteen paksuuntuminen olla ongelma. (Pettersson 2024).

Suomessa ei toistaiseksi ole käytössä hiekan kierrätyslaitteistoja, vaan navettaan tuodaan aina uutta hiekkaa. Kaupallisia hiekan kierrätysjärjestelmiä on olemassa, mutta ne ovat investointeina liian suuria suomalaisen karjakokoon.

Syväparren ohella hiekkaparsi on mahdollista toteuttaa myös matalana, jolloin parressa on rouhetäyteinen parsipeti viisi senttiä parren takareunaa matalammalla ja parsi täytetään hiekalla. Tämä vähentää merkittävästi hiekan menekkiä. Tutkimusten mukaan tällä on saavutettavissa yhtäläiset hyvinvointivaikutukset kuin syväparrella. (The Dairyland Initiative 2024)

Olki on perinteinen ja yleisesti käytetty kuivike, mutta sen käyttö voi olla melko työlästä, erityisesti mikäli sitä käytetään silpuamatta. Olkea on levitettävä runsaasti, mikä vaatii usein manuaalista työtä tai koneellista levitystä. Poistaminen on myös työlästä, sillä märkä olki on raskasta ja hankalaa käsitellä. Olki on toisaalta kevyttä, mikä helpottaa kuivikkeen levittämistä.

Sahanpuru on kevyttä ja helppoa levittää, mikä vähentää työn kuormittavuutta. Se imee hyvin kosteutta ja saattaakin vaatia tiheää vaihtoa. Sahanpurun poistaminen on melko yksinkertaista, mutta sen hienojakoisuus voi lisätä pölyn määrää ympäristössä.

Mattojen ja patjojen käyttö voi vähentää työmäärää merkittävästi, koska ne eivät vaadi suuria määriä kuivikemateriaalia. Alkuinvestointi voi olla muita parsivaihtoehtoja suurempi.

Lähteet

- Benz, B., Dietz, H., Eilers, U., Schüle, H. ja Seeger H-J. 2024. Economic effects and profitability of investing in automated bedding, feeding and manure removal processes on dairy farms in Baden-Württemberg. *Agricultural engineering.eu*: 79(2), s. 64–79. DOI:10.15150/ae.2024.3309
- Cook, Nigel B. Big sand stalls: best thing ever or bad idea? <https://sheboygan.extension.wisc.edu/files/2010/08/BigStalls.pdf>
- Cook N. B., Nordlund K. 2004. An Update on Dairy Cow Freestall Design. American Association of Bovine Practitioners 37th Annual Conference, September 20-22, 2004. https://www.vetmed.wisc.edu/fapm/wp-content/uploads/2020/01/Update_to_Stall_designAABP.pdf
- The Dairyland Initiative. 2024. Stall Resting Surface. Noudettu osoitteesta: <https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/home/housing-module/adult-cow-housing/stall-surface/>
- Elinvoimaa ja hyvinvointia maitotiloille -hanke. 2020. Lehmän makuukavuus ja miten sitä voi parantaa -tietoisku. Noudettu osoitteesta: <https://www.satafood.net/hankkeet/elinvoimaa-ja-hyvinvointia-maitotiloille/>
- Fernández, M. E., Mariño R. A. and Carreira X. C. 2006. Algorithms for Dairy Barn Design: Resting, Feeding, and Exercise. *Journal of Dairy Science*: Vol. 89 No. 7. s. 2784–2798
- Kortelainen, S., Friman, M. ja Niemi, R. Separoitu lanta kuivikkeena ja sen utareterveysvaikutukset lypsykarjoissa – kirjallisuuskatsaus ja kaksi tapauselostusta. *Suomen eläinlääkärilehti* 137. 2/2024.
- Kuikka, V. ja Tawaststjerna, M. 2018. Hiekkaparret Suomen olosuhteissa – Mansikille mainio kuivike hiekasta. Opinnäytetyö. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu.
- Lindeberg H. 2023. Kuivikealustaan liittyvä utaretulehdusongelma Luke Maaningan lypsykarjassa. Teoksessa *Kuivitustestauksia navetoissa ja laboratoriossa*. Pulkka, E. ja Virkkunen E. (toim.) Savonia-ammattikorkeakoulu 16/2023.
- Maa- ja metsätalousministeriön asetustuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista, asetus 610/2023, liite 1
- Pettersson, M. Kuivitus- ja rakennesuunnittelu työpaja. 2024. Alustus hiekan käytöstä lypsylehmien kuivikkeena.
- Rodenburg, J. 2017. Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. *Journal of Dairy Science* Vol. 100 No. 9. s. 7729–7738. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11715>
- Yli-Mannila, M. Kuivitus ja rakennesuunnittelu -työpaja. 2024. Alustus separoidun kuivajakeen käytöstä lypsylehmien kuivikkeena.