

## Navetoiden ja sikaloiden pintojen puhtauden mittaaminen eläinten hyvinvointia käsittelevissä tutkimuksissa

Hanna-Riitta Kymäläinen, Risto Kuisma, Jenni Määttä

*Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Agroteknologian laitos, PL 28 (Koetilantie 3), 00014 Helsingin yliopisto, [hanna-riitta.kymalainen@helsinki.fi](mailto:hanna-riitta.kymalainen@helsinki.fi), [risto.kuisma@helsinki.fi](mailto:risto.kuisma@helsinki.fi), [jenni.maatta@helsinki.fi](mailto:jenni.maatta@helsinki.fi)*

Karjasuojien pintojen puhtaus on merkittävä elintarvikkeiden laatuun, tuotantoeläinten hyvinvointiin ja työntekijöiden hyvinvointiin vaikuttava tekijä. Kirjallisuustutkimuksen tarkoituksena oli selvittää navetoiden ja sikaloiden puhtaustutkimuksessa käytettyjä menetelmiä, joita tässä kirjoituksessa tarkastellaan erityisesti eläinten hyvinvointitutkimusten näkökulmasta.

Visuaaliset puhtauden arviointimenetelmät painottuivat kenttätutkimuksissa. Myös lupaaviksi osoittautuneita optisten menetelmien sovelluksia sisältyi joihinkin kenttätutkimuksiin. Tarkasteltaessa karjasuojien pintojen puhtaustutkimuksia kokonaisuutena, tuotantoeläinten hyvinvointi oli tärkein motiivi kenttätutkimuksissa, joissa käytettiin visuaalista pintojen puhtauden arviointia. Laboratoriotutkimuksiin sisältyi laajempi valikoima instrumentaalisia, mikrobiologisia ja visuaalisia menetelmiä sekä niiden yhdistelmiä. Mikrobiologisia pintojen puhtauden arviointimenetelmiä oli käytetty sekä laboratorio- että kenttätutkimuksissa. Tuotantoeläinten hyvinvointi liittyi näiden tutkimusten aiheista noin puoleen. Instrumentaaliset menetelmät, mm. kolorimetria, optiset menetelmät ja kvantitatiiviset radiokemialliset menetelmät, olivat tyypillisiä muissa kuin eläinten hyvinvointiin liittyvissä tutkimuksissa.

Useissa tutkimuksissa pintojen tai tuotantotilojen rakenteiden puhtautta arvioitiin epäsuorasti. Tyypillinen epäsuora menetelmä oli kotieläinrakennusten puhtauden arviointi eläimen kehon puhtauden visuaalisen tarkastelun avulla. Sikojen käyttäytymisen todettiin eräissä tutkimuksissa olleen yhteydessä ruokintalaitteen puhtauteen. Myös elintarvikkeiden, kuten maidon puhtauden mittaamisella voidaan selvittää välillisesti tuotantolaitteiden ja –tilojen pintojen puhtautta.

Pinnan puhtaus vaikuttaa mm. tautien leviämiseen, lattian liukkauteen ja sisäilman laatuun, jotka ovat yhteydessä tuotantoeläimen hyvinvointiin. Selvityksen tuloksia voidaan hyödyntää mm. kokeellisten tutkimusten menetelmävalinnoissa.

Asiasanat: puhdistuvuus, puhtaus, karjasuoja, navetta, sikala, lattia, pinta, tuotantoeläin, hyvinvointi

### Johdanto

Karjasuojien pintojen puhtaus on merkittävä elintarvikkeiden laatuun, tuotantoeläinten hyvinvointiin ja työntekijöiden hyvinvointiin vaikuttava tekijä. Pintojen puhtauden mittaamiseen ei ole olemassa vain yhtä hyvää menetelmää. Karjasuojien eri tilojen puhtaustasot ja –vaatimukset vaihtelevat suuresti, mikä osaltaan vaikeuttaa sopivan menetelmän valintaa. Visuaalinen arviointi on perinteisesti käytetty puhtaustutkimusten menetelmä, mutta sillä saatava tieto on kvalitatiivista ja usein varsin yleisluontoista. Useilla sovellusalueilla, kuten elintarviketeollisuudessa, materiaalitutkimuksessa ja terveydenhuollossa käytetään nykyisin visuaalisen arvioinnin sijasta tai sen tukena erilaisia semikvantitatiivisia ja kvantitatiivisia puhtauden mittaamenetelmiä, joilla saadaan numeerista tietoa pintojen puhtaudesta. Useat kenttätutkimuksiinkin soveltuvat pintapuhtauden pikamäärittäminen menetelmät on kehitetty elintarviketeollisuuteen, joten ne ovat käytännössä liian herkkiä useissa alkutuotannon tiloissa käytettäväksi. Koska pintojen puhtaus vaikuttaa mm. tautien leviämiseen, olisi hyvä löytää sopivia mittaamenetelmiä mm. maatalousyrittäjien työvälineiksi, jolloin mahdollisiin ongelmiin osattaisiin puuttua ajoissa. Kirjallisuustutkimuksen tarkoituksena oli selvittää maataloudessa ja alkutuotannossa, tässä yhteydessä erityisesti navetoiden ja sikaloiden pintojen puhtaustutkimuksessa käytettyjä menetelmiä, joita tässä esityksessä tarkastellaan erityisesti eläinten hyvinvointitutkimusten näkökulmasta.

### Visuaaliset menetelmät kenttätutkimuksissa

Visuaaliset puhtauden arviointimenetelmät painottuivat kenttätutkimuksissa (Taulukko 1), joissa lika oli useimmiten lantaa, virtsaa tai rehua sekä niiden yhdistelmiä. Myös lupaaviksi osoittautuneita optisten puhtauden mittausten menetelmien sovelluksia sisältyi joihinkin kenttätutkimuksiin (Stefanowska ym. 2001, Ye ym. 2007). Visuaalisia menetelmiä yhdistettiin myös mikrobiologisiin menetelmiin ja hajun arviointiin (Sundahl 1974), pintojen karakterisointiin (Ye ym. 2007) sekä muihin kriteereihin, kuten puhdistustaaajuuteen, pinnan kuivuuteen, lantakourun täytymiseen ja ympäristön lämpötilaan (Madec ym. 1998). Tärkein yksittäinen visuaalista pintojen puhtauden arviointia sisältäneiden kenttätutkimusten syy oli tuotantoeläinten hyvinvointi (Kymäläinen ym. 2009). Visuaalista arviointia sisältyi vain harvoin laboratoriotutkimuksiin, ja niissä käytettiin joko luonnollista likaa (Sundahl 1974, Ye ym. 2007) tai keinotekoisia mallilikaa (Puumala ja Lehtiniemi 1993). Pintamateriaalit oli yksilöity 7 tutkimuksessa 12:sta.

Taulukko 1. Visuaaliset rakennusten pintojen puhtauden arviointimenetelmät eläinten hyvinvointiin liittyvissä kenttä- ja laboratoriotutkimuksissa (K, L).

Tutkimuksen fokus ja/tai tyyppi	K/L	Kriteeri likaisen ja puhtaan alueen määrittämiseksi visuaalisessa arvioinnissa	Viite
Pintamateriaalien vertailu	K&L	Kuusiportainen kvalitatiivinen asteikko. Lisäksi materiaalien käyttäytymisen sanallinen kuvaus.	Sundahl 1974
Pintamateriaalien vertailu	L	Kvalitatiivinen, suhteellinen asteikko, joka perustuu visuaalisesti puhtaan pinnan aikaan saamiseen tarvittavaan aikaan. Indeksiarvo uudelle betonipinnalle = 100.	Puumala ja Lehtiniemi 1993
Pintamateriaalien vertailu	(K)	Kvalitatiivinen visuaalinen asteikko.	Hörndahl 1995
Lattiatyyppin vaikutus sikojen käyttäytymiseen ja ammoniakkipäästöihin	K	Likainen = likaantunut (kostunut) alue.	Aarnink ja Wagemans 1997
Sikojen ruoansulatushäiriöihin liittyvät riskitekijät, kohorttitutkimus	K	Kolmiportainen kvalitatiivinen asteikko.	Madec ym. 1998
Lattialla olevan lannan yhteys muihin sikoihin ja sisäilmaan liittyviin tekijöihin	K	Portaaton asteikko välillä 0...1. Arvioidaan likaisen pinnan osuutta koko pinnasta.	Ni ym. 1999
Ruokintajärjestelmien vertailu, vaikutus eläinten käyttäytymiseen	K	Makuu/ruokinta-alue jaetaan 8 osaan, joita kutakin arvioidaan kolmiportaisella kvalitatiivisella asteikolla.	Botermans and Svendsen 2000
Palkkilattian ja uritetun lattian vertailu navetoissa	K	Suhteellinen likaantuminen, likaantuneen lattian %-osuus.	Stefanowska ym. 2001
Makuuparren käytön ja puhtauden vertailu	K	1 m <sup>2</sup> suuruisten, likaantuneiden neliöiden lukumäärä.	Gaworski ym. 2003
Yleisten tautien esiintyvyys ja yhteydet eri tekijöihin	K	Neliportainen asteikko, joka kuvaa eläimen, seinän tai lattian likaantumisen %-osuutta.	Svensson ym. 2006
Lypsykarjan liikkumiskyvyn heikkenemiseen liittyvät tekijät	K	Kolmiportainen kvalitatiivinen asteikko.	Barker ym. 2007
Betonipalkkilattiajärjestelmien suunnitteluparametrit	K&L	Lian ilmeneminen pinnalla. Pinta-alan arvioinnin apuna 20.16 cm <sup>2</sup> suuruinen referenssikohde.	Ye ym. 2007

### Mikrobiologiset ja instrumentaaliset menetelmät

Laajempi valikoima instrumentaalisia, mikrobiologisia ja visuaalisia menetelmiä sekä niiden yhdistelmiä sisältyi laboratoriotutkimuksiin, joiden motiivina mainittiin kuitenkin vain harvoin eläinten hyvinvointi (Kymäläinen ym. 2009). Tämän vuoksi Taulukossa 2 on enemmän kenttä- kuin laboratoriotutkimuksia.

Mikrobiologisia pintojen puhtauden arviointimenetelmiä oli käytetty joissakin eläinten hyvinvointiin liitettyissä laboratorio- ja kenttätutkimuksissa, kolorimetrista menetelmää yhdessä tutkimuksessa. Instrumentaaliset menetelmät, mm. kolorimetria, optiset menetelmät ja kvantitatiiviset radiokemialliset menetelmät, olivat tyypillisiä muissa kuin eläinten hyvinvointiin liittyvissä tutkimuksissa (Kymäläinen ym. 2009).

Taulukko 2. Mikrobiologiset ja instrumentaaliset mittausmenetelmät rakennusten pintojen puhtauden arviointimenetelmät eläinten hyvinvointiin liittyvissä kenttä- ja laboratoriotutkimuksissa (K, L).

Tutkimuksen fokus ja/tai tyyppi	K/L	Detektiomenetelmä	Kriteeri liikaisen ja puhtaan alueen määrittämiseksi	Viite
Pintamateriaalien vertailu	K&L	Visuaalinen, mikrobiologinen	Ei esitetty mikrobiologiselle menetelmälle	Sundahl 1974
Puhdistuksen ja desinfioinnin vaikutus karjasuojien ja kuljetusvälineiden hygieniaan	K&L	Mikrobiologinen	Lukumäärä ja log-vähennemä bakteerien lukumäärälle / cm <sup>2</sup>	Böhm 1998
Kulkuväylien lattiajärjestelmien suunnittelu ja hallinta	K	Mikrobiologinen (lattia), visuaalinen (utareet, vetimet). Kuiva-ainepitoisuudella mitattiin lannan määrää lattialiassa.	Log-muunnos pmy/g. Tulokset suhteutettiin palkkilattian tuloksiin, jolle indeksi = 100.	Lorentzon 2005
Makuuparsien lattiamateriaalien arviointi	K	Mikrobiologinen (koliformien määrittäminen)	Log-muunnos pmy/ml	de Palo ym. 2006
Robottipuhdistuksen kehittäminen	K	Visuaalinen ja optinen (NIR, lähi-infrapuna-alue)	Pintamateriaalikohtaiset spektrisignaalit	Zhang ym. 2006
Pintamateriaalien vertailu	K&L	Kolorimetrinen (kentällä), radiokemiallinen (laboratoriossa)	Kolorimetria: kokonaisvärinmuutos $\Delta E$ , Radiokemia: likajäämä-%	Kymäläinen ym. 2008
Käytävän lattian puhtauden vaikutus makuuparren puhtauteen ja utarehygieniaan	K	0,5 m <sup>2</sup> lattia-alalta kerätyn lannan massan sekä 0,36 m <sup>2</sup> makuuparsialalta kerätyn lannan ja kuivikkeen massan ja kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen. Utareet ja vetimet: visuaalinen arviointi.	Ei esitetty lattialian tuloksille.	Magnusson ym. 2008

pmy= pesäketä muodostava yksikkö

### Pohdinta ja johtopäätökset

Kuten taulukoista 1 ja 2 ilmenee, pääosa tuotantoeläinten hyvinvointiin liittyvistä karjasuojien pintojen puhtauden tutkimusmenetelmistä on ollut visuaalisia ja mikrobiologisia. Pintojen puhtaustutkimuksissa on käytetty lukuisia muitakin tutkimusmenetelmiä, mutta nämä tutkimukset ja niiden motiivit ovat liittyneet pääosin muuhun kuin tuotantoeläinten hyvinvointiin.

Kenttäolosuhteissa lika sisältää vaihtelevan sekoituksen lantaa, virtsaa, kuiviketta, ulkoa tulevaa likaa, pölyä ja rehua. Joissakin laboratoriotutkimuksissa lannan koostumus on määritetty kokeellisen lian parametrien osalta (Määttä ym. 2008). Vain harvoissa tutkimuksissa on keskitytty pölyn määrään karjasuojien pinnoilla. Miller ja Woodbury (2003) kehittivät menetelmiä karjasuojien likojen pölypotentiaalain tutkimiseksi, taustamotiivina ihmisen ja eläimen hyvinvointi. Laboratoriotutkimuksissa voidaan käyttää myös yksinkertaisia mallilikoja (Puumala ja Lehtiniemi 1993, Kymäläinen ym. 2008, Määttä ym. 2008, Määttä ym. 2009); kuitenkin eläinten hyvinvointiin liittyvissä tutkimuksista vain harva on sisältänyt laboratorio-osuuden.

Joissakin tutkimuksissa pintojen tai tuotantotilojen rakenteiden puhtautta on arvioitu epäsuorasti. Tyypillinen epäsuora menetelmä oli kotieläinrakennusten puhtauden arviointi eläimen kehon puhtauden visuaalisen tarkastelun avulla (Scott ym. 2007). Sikojen käyttäytymisen todettiin Phillipsin ja Phillipsin (1999) tutkimuksessa olleen yhteydessä ruokintalaitteen puhtauteen. Myös elintarvikkeiden, kuten maidon puhtauden mittaamisella voidaan selvittää välillisesti tuotantolaitteiden ja -tilojen pintojen puhtautta tai päinvastoin. Pintojen sijasta joitakin kontaminanteja, kuten pölyä (esim. Wathes ym. 1998, Pedersen ym. 2000, Almuhanna 2007) ja muita emissioita (esim. Harry 1978, Wathes ym. 1998), voidaan mitata ilmasta.

Tässä selvityksessä keskityttiin rakennusten pintamateriaalien tutkimiseen, eikä esimerkiksi erilaisia makuualustoja koskevia tutkimuksia sisällytetty tarkasteluun. Orgaanisista ja epäorgaanisista kuivikkeista on mitattu mm. mikrobipitoisuuksia (Hogan ym. 1989).

Pinnan puhtaus vaikuttaa mm. tautien leviämiseen, lattian liukkauteen ja sisäilman laatuun, jotka ovat yhteydessä tuotantoeläimen hyvinvointiin. Referoiduissa tuotantoeläinten hyvinvointiin liittyvissä tutkimuksissa oli käytetty lähes yksinomaan visuaalisia ja osin mikrobiologisia arviointimenetelmiä, kun taas muissa karjasuojien puhtauden tutkimuksissa on käytetty laajempaa menetelmävalikoimaa. Selvityksen tuloksia voidaan hyödyntää mm. jatkotutkimusten menetelmävalinnoissa.

## Kirjallisuus

- Aarnink, A.J.A. & Wagemans, M.J.M.** 1997. Ammonia volatilization and dust concentration as affected by ventilation systems in houses for fattening pigs. *Transactions of the ASAE* 40: 1161–1170.
- Almuhanna, E.A.** 2007. Dust control in livestock buildings with electrostatically-charged water spray. Academic dissertation, Kansas State University, USA. 212 p.
- Barker, Z.E., Amory, J.R., Wright, J.L., Blowey, R.W. & Green, L.E.** 2007. Management factors associated with impaired locomotion in dairy cows in England and Wales. *Journal of Dairy Science* 90: 3270–3277.
- Botermans, J.A.M. & Svendsen, J.** 2000. Effect of feeding environment on performance, injuries and behaviour in growing-finishing pigs: group-based studies. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Sciences* 50: 237–249.
- Böhm, R.** 1998. Disinfection and hygiene in the veterinary field and disinfection of animal houses and transport vehicles. *International Biodeterioration & Biodegradation* 41: 217–224.
- De Palo, P., Tateo, A., Zezza, F., Corrente, M. & Centoducati, P.** 2006. Influence of free-stall flooring on comfort and hygiene of dairy cows during warm climatic conditions. *Journal of Dairy Science* 89: 4583–4595.
- Gaworski, M.A., Tucker, C.B., Weary, D.M. & Swift, M.L.** 2003. Effects of stall design on dairy cattle behaviour in Proceedings Dairy Housing Conference, Fort Worth, TX. American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, MI. pp. 139–146.
- Harry, E.G.** 1978. Air pollution in farm buildings and methods of control: a review. *Avian Pathology* 7: 441–454
- Hogan, J.S., Smith, K.L., Hoblet, K.H., Todhunter, D.A., Schoenenberger, 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 in nine commercial dairies. *Journal of Dairy Science*, 72, 250-258.
- Hörndahl, T.** 1995. Slitstyrka och halksäkerhet hos golv i djurstallar, Inverkan av material och utförande. Specialmeddelande 220, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Jordbrukets Biosystem och Teknologi, Lund, Sweden. 49 p.
- Kymäläinen, H.-R., Määttä, J., Joutsen, B.-L., Puumala, M., Kaustell, K. & Sjöberg, A.-M.** 2008. Effect of coating on cleanability of concrete as flooring material in piggeries. *Biosystems Engineering* 99: 88–98.
- Kymäläinen, H.-R., Kuisma, R., Määttä, J. & Sjöberg, A.-M.** 2009. Assessment of cleanness of environmental surfaces in cattle barns and piggeries: A review. *Agricultural and Food Science*, accepted to be published.
- Lorentzon, S.** 2005. Hygiene studies in cubicle cowsheds with different floor systems in the passages. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept of Agricultural Biosystems and Technology. Examensarbete 15, Thesis, Alnarp. 26 p.
- Madec, F., Bridoux, N., Bounaix, S. & Jestin, A.** 1998. Measurement of digestive disorders in the piglet at weaning and related risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 35: 53–72.

- Magnusson, M., Herlin, A.H. & Ventorp, M.** 2008. Short Communication: Effect of alley floor cleanliness on free-stall and udder hygiene. *Journal of Dairy Science*, 91, 3927-3930.
- Miller, D.N. & Woodbury, B.L.** 2003. Simple protocols to determine dust potentials from cattle feedlot soil and surface samples. *Journal of Environmental Quality* 32: 1634–1640.
- Määttä, J., Kymäläinen, H.-R., Puumala, M., Mahlberg, R., Kuisma, R., Salparanta, L., Löija, M., Talibachew, A., Hurme, K.-R., Uusi-Rauva, A., Ritschkoff, A.-R. & Sjöberg, A.-M.** 2008. Properties and cleanability of new and traditional surface materials. *Agricultural and Food Science* 17: 210–226.
- Ni, J.Q., Vinckier, C., Coenegrachts, J. & Hendriks, J.** 1999. Effect of manure on ammonia emission from a fattening pig house with partly slatted floor. *Livestock Production Science* 59: 25–31.
- Pedersen, S., Nonnenmann, M., Rautiainen, R., Demmers, T.G.M., Banhazi, T. & Lyngbye, M.** 2000. Dust in pig buildings. *Journal of agricultural safety and health* 6: 261–274.
- Phillips, P.A. & Phillips, M.H.** 1999. Effect of dispenser on water intake of pigs at weaning. *Transactions of the ASAE* 42: 1471–1473.
- Puumala, M. & Lehtiniemi, T.** 1993. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. (Concrete and plastic as floor materials in barns) *Vakolan tutkimusselostus* 67, MTT, Vihti, Finland. 85 p.
- Scott, K., Chennells, D.J., Armstrong, D., Taylor, L., Gill, B.P. & Edwards, S.A.** 2007. The welfare of finishing pigs under different housing and feeding systems: liquid versus dry feeding in fully-slatted and straw-based housing. *Animal Welfare* 16: 53–62.
- Stefanowska, J., Swierstra, D., Braam, C.R. & Hendriks, M.M.W.B.** 2001. Cow behaviour on a new grooved floor in comparison with a slatted floor, taking claw health and floor properties into account. *Applied Animal Behaviour Science* 71: 87–103.
- Sundahl, A.-M.** 1974. Byggnadsmaterial i djurstallar, Nedsmutsing – rengöring. (Building materials in animal houses, Soiling-cleaning). *Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för landbrukets byggnadsteknik, Aktuellt* 211, Teknik, Uppsala, Sweden. 33 p.
- Svensson, C., Hultgren, J. & Oltenacu, P.A.** 2006. Morbidity in 3-7 –month old dairy calves in south-western Sweden, and risk factors for diarrhoea and respiratory disease. *Preventive Veterinary Medicine* 74: 162–179.
- Wathes, C.M., Phillips, V.R., Holden, M.R., Sneath, R.W., Short, J.L., White, R.P., Hartung, J., Seedorf, J., Schröder, M., Linkert, K.H., Pedersen, S., Takai, H., Johnsen, J.O., Groot Koerkamp, P.W.G., Uenk, G.H., Metz, J.H.M., Hinz, T., Caspary, V. & Linke, S.** 1998. Emissions of aerial pollutants in livestock buildings in Northern Europe: overview of a multinational project. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70: 3–9.
- Ye, Z., Li, B., Cheng, B., Chen, G., Zhang, G., Shi, Z., Wei, X. & Xi, L.** 2007. A concrete slatted floor system for separation of faeces and urine in pig houses. *Biosystems Engineering* 98: 206–214.
- Zhang, G., Strøm, J.S., Blanke, M. & Braithwaite, I.** 2006. Spectral signatures of surface materials in pig buildings. *Biosystems Engineering* 94: 495–504.