

Eläinsuojien ilmanvaihto, Maataloustieteen Päivät 2006, posteriesitys

Erkki Raudaskoski

Juurakkotie 18, 96190 Rovaniemi, erkki.raudaskoski@surfeu.fi

Lapin Maatalouskeskuksen neuvonnassa ilmeni 1980 luvun kylminä talvina korostunutta tarvetta navettojen lämpöalouteen ja ilmanvaihtoon kohdistuvalle neuvonnalle. Tällöin oli yleistynyt tapa rakentaa navettaan lämpökeskus, josta lämpenivät tilan kaikki rakennukset. Haittapuolena menettelystä olivat yleistyneet navettapalot. Myös puuvarastot hupenivat usein jo alkutalvesta. Tuolloin navettoja alettiin lisäeristää ja varustaa ilmanvaihtolaitteilla, joihin oli sijoitettu lämmönvaihdin. Ongelmaksi muodostuivat niin lisäeristysten kuin ilmanvaihtolaitteittenkin oikeat mitoitus. Neuvonta täsmentyi, kun vuonna 1984 ilmestyi **VAKOLAn tutkimuslaskelma n:o 39, Eläinsuojien ilmanvaihdon mitoitus (Lauri Tuunanen - Jorma Karhunen)**. Lapin maaseutokeskuksessa ohjeisto otettiin käyttöön vuoden 1985 lopulla.

Mitoitusohjeet laskentakaavoineen mahdollistavat ilmanvaihtosuunnitelmien teon rakennettaessa suojia kaikille tavallisimmille kotieläimille. Laskentakaavojen käytön helpottamiseksi on niistä laadittu tietokoneohjelma (C 1985, 1989, 1996 Antti ja Erkki Raudaskoski). Kaiken suunnittelun ja rakentamisen perustana on rakennukseen sijoitettavaan eläimistöön perustuva tarvelaskelma. Ilmanvaihto ja lämpöalous ovat sillä tavoin kytköksissä toisiinsa, että onnistuneeseen ilmanvaihtojärjestelmään liittyy aina rakentamisella toteutettava hyvä lämpöalous. Nämä molemmat tavoitteet saavutetaan VAKOLAn ohjeistoa hyväksi käyttäen. Julkaisun hyödyntäminen on jostakin syystä jäänyt vähäiseksi. Ehkä tutkimuksen vajaakäyttö johtuu osittain siitä, että tutkimuslaskelmassa esiintyy myös normitaulukoita, joita ei suinkaan ole tarkoitettu sellaisinaan käytettäviksi. Ne ovat esimerkkitapauksia, joita on esitetty mm. lehmien joiltakin tuotostasoilta. Tutkimuksen oikea käyttö edellyttää aina yksilöityä, karjakohtaista laskelmaa.

Lämpöaloutta ja ilmamäärien mitoitusta koskevat määritykset tehdään ennen rakennussuunnitteluun ryhtymistä. Esimerkiksi nautanavetoissa tarvitaan lypsylehmistä lukumäärä, keskimääräinen elopaino, keskimääräinen tuotostaso ja keskimääräinen tiineysaste sekä nuoresta karjasta keskimääräinen elopaino. Muistakin eläimistä tehtävät laskelmat perustuvat pääasiassa elopainoon. Itse rakennuksesta tarvitaan laskelmaan sisätiloja rajoittavien pintojen; seinien, lattian ja katon pinta-alat sekä käytettävien eristeiden paksuudet ja niiden lämmönläpäisyluvut eli lamda-arvot. Jo suunnitteluvaiheessa voidaan määrittää rakennuksen lämmönpitävyys, kun sinne sijoitettavan eläimistön perustiedot ovat käytettävissä. Ennakkolaskelmasta saadaan ns. tasapainolämpötila, joka osoittaa sen ulkoilman lämpötilan, jossa haluttu sisälämpötila toteutuu eivätkä suhteellinen kosteus ja kaasupitoisuudet ylitä suositusarvoja. Näin muun muassa rakennuksen eristystaso voidaan jo suunnitteluvaiheessa säätää kullekin ilmastovyöhykkeelle sopivaksi. Laskelmalla voidaan tarkastella, mitä osia on syytä lisäeristää. Usein jo välikaton vahvistaminen saattaa nostaa lämpötilaa riittävästi. Eristämisen vaihtoehtona voi tulla kysymykseen myös lämmönvaihtimen sijoittaminen ilmanvaihtojärjestelmään.

Lapin maatalouskeskus on tehnyt useita lämpöaloutta ja ilmanvaihtoa selvittäviä tutkimuksia. VAKOLAn laskentakaavoilla lasketut ilmamäärät ovat olleet erittäin lähellä valmistuneista rakennuksista mitattuja ilmamääriä.

Asiasanat: eläinsuojien lämpöalous ja ilmanvaihto

Navettojen lämpötaloutta ja ilmanvaihtoa koskevia tutkimuksia Lapissa.

Lapissa tehtiin 1980- ja 1990-luvuilla kolme sisäruokintakauden kestänyttä lämpötaloutta ja ilmanvaihtoa koskevaa tutkimusta. Vuoden 1984-1985 tutkimus oli yhteinen Norjan, Ruotsin ja Suomen pohjoiskalottialueiden kesken. Sen rahoitti Pohjoiskalottikomitea.

Lapin Maatalouskeskus suoritti oman tutkimuksensa vv. 1986-1987. Siinä selvitettiin navettaolosuhteita laajemmin. Ilmanvaihto oli kuitenkin keskeisellä sijalla. Navetoihin oli asennettu viidet erilaiset lämmönvaihtimilla varustetut ilmanvaihtolaitteet.

Lapin Maatalouskeskus teki kolmannen ilmanvaihtoa ja navetan lämpötaloutta selvittävän tutkimuksen vv. 1991-1992. Sen rahoittivat työministeriö ja Maatalousyrittäjien eläkelaitos.

Pohjoiskalottitutkimuksessa keskityttiin selvittämään sisäilman lämpötaloutta, erityisesti eristevahvuuksia, säilörehun sulattamismenetelmiä ja talviaikaista lannan varastointia. Havaittiin tarpeelliseksi navetan sokkelirakenteiden tehokas eristämien ja riittävät eristevahvuudet seinissä ja katossa. Seinä- ja kattoeristeiden paksuudet olivat Ruotsissa ja Suomessa 200-300 millimetriä vuorivillaa, Norjassa 100-150 mm. Vaihtuvia ilmamääriä ei tässä tutkimuksessa mitattu. Mitatut ammoniakkiarvot kertovat, että Ruotsin ja Suomen navetoissa ilmanvaihto oli norjalaisnavetoita tehokkaampaa. Ruotsin arvot vaihtelivat välillä 4-12 ppm, Suomen 2-9 ppm ja norjan NH 3 arvot olivat välillä 10-25 ppm. Sallittu 8 tunnin raja-arvo oli 25 ppm. Kylmimpänä talvikautena Ruotsissa mitatut ulkoilman lämpötilat vaihtelivat rajoissa 19-32 C-astetta ja Suomessa 20-40 C. Norjassa ei kylmimpänä kautena tehty mittauksia. Navettaan sijoitetuista lämpökeskuksista todettiin, että ne ovat erittäin tehottomia. Lämpö siirtyi heikosti navetasta muihin tiloihin ja puun menekki oli valtava.

Lapin Maaseutukeskuksen tutkimuksessa vv.1986-1987 selvitettiin navettaolosuhteita monipuolisesti. Kymmeneen navettaan sijoitetut viidet erilaiset lämmönvaihtimilla varustetut ilmanvaihtolaitteet olivat muun muassa tarkasteltavina. Ilmanvaihtolaitteitten lämmönvaihtimet alkoivat korvata navettaan sijoitetut lämpökeskukset. Kun pakkasta oli noin -30 astetta, mitattiin navetoiden sisälämpötiloiksi 11-14 Celsiusastetta. Suhteellinen kosteus vaihteli rajoissa 65-95 prosenttia. Lämmönvaihtimilla pystyttiin navetta-ilmään pitämään kohtuullisen hyvänä. Tuolloin oli tammikuun minimilämpötilojen keskiarvo -31 C ja helmikuun vastaava -29 C. Nämä arvot mitattiin Apukan tutkimusasemalla Rovaniemen maalaiskunnassa. Tässä tutkimuksessa käytettiin jo hyväksi VAKOLAn ilmanvaihto-ohjeistoa laskemalla muutamista navetoista tasapainolämpötilat. Parhaiten eristetyissä navetoissa tasapainolämpötila oli -20 C-asteen luokkaa. Toisin sanoen sisälämpötilat pysyivät tavoitearvoissa vielä 20 asteen pakkasilla.

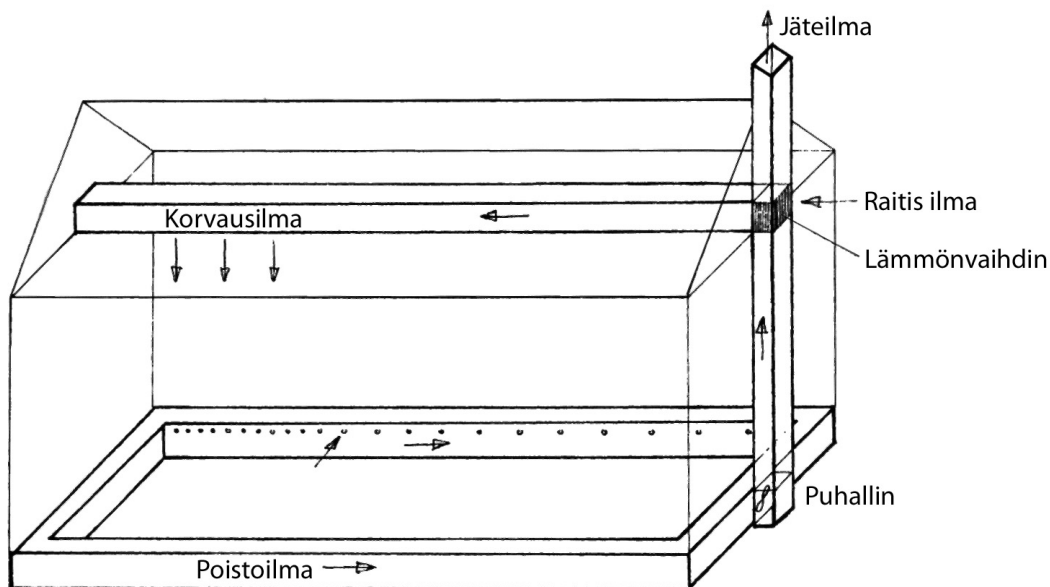
Paikallarakennettujen ilmanvaihto- ja lämmön talteenottojärjestelmien suunnittelu ja toimivuus

Johdanto

Lapin Maaseutukeskuksen kolmas vv. 1991-1992 suorittama tutkimus kohdistui kanavoituun alapuoliseen lämmönvaihtimella varustettuun ilmanvaihtojärjestelmään, joka oli suunniteltu Lapissa (**Kokko-Salow-järjestelmä**). Lapissa oli rakennettu tätä laitetyyppiä aika runsaasti. Maatalousyrittäjien eläkelaitos ja työministeriö olivat järjestelmästä kiinnostuneita. Sieltä tulivat tarkastajat **Visa Vilkuna MELAsta ja Rauno Hanhela työministeriöstä** paikanpäälle tutustumaan rakennettuihin tapauksiin. Heidän kehotuksestaan käynnistyi tutkimus MELAn ja työministeriön rahoittamana. Tutkimuksella haluttiin selvittää Kokko-Salow-järjestelmän toimivuus ja samalla tarkastella VAKOLAn ilmanvaihto-ohjeiston paikkansapitävyyttä.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimus suoritettiin navetoissa, jotka rakennettiin tai peruskorjattiin juuri ennen tutkimuksen alkua. Niihin suunniteltiin tutkimusryhmän toimesta ilmanvaihtojärjestelmät, jotka valmistettiin ryhmän valvonnassa. Navetoista on seitsemän Lapissa ja kolme Savossa Kuopion ympäristössä, kaksi Siilinjärvellä ja yksi Lapinlahdella. Vallitsevat olosuhteet johtivat siihen, että VAKOLAn ohjeisto testattiin juuri alapuolisella kanavoidulla Kokko-Salow-järjestelmällä. Tulokset ovat käytettävissä kaikissa kotieläinsuojissa ilmanvaihtojärjestelmistä riippumatta. (piirros Antti Raudaskoski)



Kokko-Salow-järjestelmässä puhallin imee poistoilman alapuolisesta kanavasta. Korvausilma saadaan yläpuolisesta kanavasta. Navettaan syntyvä alipaine saa aikaan ilmakierron. Sekä poisto- että korvausilma risteävät lämmönvaihtimessa, josta osa navetan lämmöstä palautuu takaisin sisäilmaan.

Kaikki järjestelmään kuuluvat mitoitukset määräytyivät rakennukseen tulevan eläimistön perusteella. Sitä varten suoritettiin VAKOLAn ohjeistoon perustuvalla tietokonelaskelmalla navetan ilmanvaihdon tarvelaskelmat sekä minimi- että maksimitasolla. Saadun laskelman perusteella määräytyivät puhaltimien tehot sekä kanavistojen tilavuudet niin tulo- kuin myös poistopuolellakin. Lämmönvaihtimien koot määräytyivät tarvittavien ilmamäärien perusteella. Lämmönvaihtimet valmisti Rovaniemeläinen LVI-liike. Kanaviston koot ja muodot saatiin HALTONin tietokonelaskelmalla. Ilmamäärien mittaukset onnistuivat vain siinä tapauksessa, että kanavistot olivat tiiviit. Samoin koko rakennuksen tuli olla tiivis mittausten onnistumiseksi. Rakentajille tähdennettiin näitä seikkoja

Mittausvälineistö

Lämmön mittaus

Sisälämpötilat mitattiin jatkuvasti mittaavilla kaksoismetalli-lämpötilapiirtureilla, jotka piirsivät aina viikon tulokset paperiliuskalle. Piirturit vuokrattiin ilmatieteen laitokselta Digitaalisilla sisä-ulkolämpömittareilla tarkkailtiin navetan ja korvausilman lämpötilaa. Muistiin mittaavalla nelipistemittarilla mitattiin LTO-kennojen hyötysuhteita ja lämpötilan kerrostumia navetassa, samoin navetan sisälämpötilan eroa ulkolämpötilaan. Käytössä oli Kytölä Oy:n maahantuoma Digitron nelikanavainen mittari, joka oli kytketty Pzion Organitzer käsitetokoneeseen.

Lisäksi käytettiin Alnorin termoanemometriä ja Humicorin kosteuslämpömittaria lämpötilojen mittaamiseen. Pintalämpötiloja mitattiin Alnorin termoanemometriin liitetyllä pintalämpötila-anturilla.

Kosteuden mittaus

Sisäilman kosteutta mitattiin jatkuvasti mittaavilla jousikosteuspiirtureilla, jotka vuokrattiin ilmatieteenlaitokselta.

Kaasujen mittaus

Kaasujen mittaamiseen käytettiin Drägerin pumppu- ja diffuusioputkia.

Ilmamäärien ja vetoisuuksien mittaus

Ilmamäärät ja ilman liikenopeudet mitattiin Alnorin digitaalisella termo termoanemometrillä.

Melun mittaus

Melu mitattiin Bryel&Kjaer melumittarilla.

Alipaineen mittaus

Alipaineet mitattiin Kytölä Oy:n vesipatsasmittarilla.

ATK-ohjelmat

Tasapainolämpötilojen ja vaihdettavien ilmamäärien laskennassa käytettiin Antti ja Erkki Raudaskosken ohjelmaa, joka perustuu VAKOLAn julkaisuun numero 39; eläinsuojien ilmanvaihdon mitoitus.

Kanavistojen mitoitusohjelmana oli HALTON Oy:n Alvair-ohjelma.

Tutkimustiloilla käytiin vähintään kaksi kertaa tutkimuksen keston n. 8kk:n aikana. Koevälineistä kosteutta ja lämpötilaa rekisteröivät piirturit toimivat useita viikkoja sekä kylmän talvikauden että lämpimämpien syys- ja kevätkauden aikana. Muut mittaukset tehtiin tilakäynnin yhteydessä

Toiminnan tarkastelua

Ilmanvaihdon laitteistomitoitukset - rakentamista varten - laskettiin tietokoneella karjan senhetkisten tunnuslukujen, elopainon, tuotoksen ja eläinlukujen perusteella. Eläinluvun lisäystä, joka toteutui monissa karjoissa ylikuormituksen takia, ei osattu ottaa huomioon. Syntyneitä ilmamäärien vajauksia korvattiin lisäämällä alapoistojärjestelmiin yläpoistoja kattorakenteisiin. Niillä tiloilla, joilla olosuhteet eivät merkittävästi muuttuneet ilmanvaihto toimi parhaiten. Eläinaineiston muuttuminen tuleekin ottaa aina huomioon niin ilmanvaihtoa kuin muutakin rakentamista suunniteltaessa. Tutkimuksen aikoihin lehmät olivat n. 500-kiloisia ja tuottivat 7000-8000 kg maitoa vuodessa. Nyt samoissa tiloissa on lehmä, joiden elopaino on 700 kg ja tuotostaso 10 000 - 11 000 kg vuodessa. Lämpimien kausien maksimi-ilmanvaihto vaatii tehostamista, jolloin puhaltimien tehovaatimukset kasvavat ja kanavistot pitää rakentaa väljemmiksi. Viimeaikoihin asti maa- ja metsätalousministeriön rakennusohjeissa ja -määräyksissä on maksimi-ilmanvaihdon lehmäkohtaisena tarpeena esiintynyt 300 m³ tunnissa. Korkeatuottoisissa karjoissa tarve on 500 m³/h.

Myös kaasujen poistoa saattaa olla tarpeellista tehostaa. Tämä merkitsee tehostunutta minimi-ilmanvaihtoa. Nyt hiilidioksidin (CO₂) määräksi hyväksytään ministeriön ohjeissa ja määräyksissä 3000 ppm ilmakeitiossa (3 l/m³). Monissa työtiloissa vaaditaan nykyään hiilidioksidimääräksi 1500 ppm (1,5 l/m³). Eläinsuojien osalta vastaava vaatimus tuntuu aiheelliselta. Laitteiston tehon lisääminen ja rakenteitten suurentamisen tarve edelleen korostuu. Hiilidioksidin poiston tehostaminen vähentää myös eläinsuojan muita kaasuja, kuten ammoniakkia, rikkivetyä, metaania ja hiilimonoksidia.

Laskentaa varten laadittu tietokoneohjelma mahdollistaa niin eläimiä kuin myös hiilidioksia koskevien lukuarvojen muuntelun ja sopii käytettäväksi vaatimusten muuttuessa. VAKOLAn ohjeisto ja sen perusteella tehty tietokoneohjelma olivat tarkkailussa tutkimusta tehtäessä. Todettiin, että lasketut ilmamäärät ja mittaukset rakennetuissa eläinsuojissa pitivät aika hyvin yhtä. Hyvin tiiviiksi todetussa navetassa saatiin vain 7 prosentin poikkema

lasketun ja mittauksessa todetun ilmamäärän välillä.

VAKOLAn ohjeisto mahdollistaa ilmanvaihtosuunnitelman kaikille tavallisimmille kotieläimille, joita ovat sika, nauta, hevonen, lammas, muniva kana ja broileri. Tietokonelaskelma huomioi myös kaikki mainitut eläimet. Tutkimus löytyy myös internetistä osoitteesta <http://www.agronet.fi/mkl/20/index.htm>, tai Agronetista hakusanalla ilmanvaihto.

Tutkimusryhmään kuuluivat Erkki Raidaskoski, agronomi, Harri Salow, koneagrobiologi, Juha Vaarala, LVI-insinööri ja Antti Raudaskoski, arkkitehtiopiskelija.

Johtopäätöksiä

Ilmanvaihto on kotielänsuojien suunnittelussa ollut heikoimmin hoidettu osa-alue. Sen suunnitteluun ei ole jostakin syystä käytetty tutkittua tietoa, vaan ratkaisut ovat perustuneet kokeilujen tuloksiin. Huonoja toteutuksia on edelleen runsaasti. Suunnittelijakoulutuksessa on tältä osin aukko, jota ei pitäisi hyväksyä. Puutteesta ei kukaan ota vastuuta. Epäonnistunut ilmanvaihtoratkaisu voi pilata koko miljoonainvestoinnin. VAKOLAn yli 20 vuotta sitten tekemä tutkimus antaisi varman pohjan onnistuneelle suunnitelmalle.

Eläinaineksen muutokset rakennuksen käytössä pitäisi huomioida ja varata kasvunvaraa ilmanvaihdon tarpeelle. Selvät muutostrendit ovat asiantuntijoilla tiedossa. Kotieläinalan tutkijat voivat tässä suhteessa tulla suunnittelijan avuksi.

Hyvällä ilmanvaihdolla estetään niin ihmisten kuin eläintenkin sairauksia. MELA on laskenut, että jo parin vuoden jatkuminen karjanhoitajan työssä säästäisi miljoonia eläkemaksuissa.

Rakennusasiiantuntijoiden tulee ottaa VAKOLAn 20 vuoden takainen tutkimus tarkasteluun ja koulututtua sen toteuttajiksi suunnittelutyössään. Tutkimuksesta laaditun tietokoneohjelman mukauttaminen uudistuviin tietokoneille tulee varmistaa. Ohjelman päivitykset ovat työtä vaativia. Viimeksi tehty päivitys vei aikaa kokonaisen kuukauden.

Kirjallisuus

Stallmiljön vid mjölkproduktion inom nordkalottområdet, Nordkalottkommittens promemorialer., Navettojen teknillinentarkastelu, Lapion Maatalouskeskus 1988., VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS No 39, Eläinsuojien ilmanvaihdon mitoitus, Lauri Tuunanen - Jorma Karhunen., Paikallarakennettujen ilmanvaihto- ja lämmöntalteenottojärjestelmien suunnitteli ja toimivuus, Lapin Maaseutukeskus 1992., Ross-broilerin käsikirja - Korkealaatuisen broilerinlihan tuottaminen, Ross-breeders, Skotlanti.