

# Koetoiminta ja käytäntö

Liite 16.10.2006 63. vuosikerta Numero 3 Sivu 3

## Verhoseinäisessä pihatossa ilma vaihtuu hyvin

Tapani Kivinen, MTT

Perinteisten kylmä- ja lämminpihattojen lisäksi eläimille on nyt tarjolla viileä pihatto. Sen mahdollistaa verhoseinän yleistyminen lypsykarjarakennuksen ilmanvaihtoratkaisuna. Verhoseinä näyttää toimivan niillä suomalaisilla pioneeritiloilla, joissa sitä on kokeiltu.

Verhopihatton idea perustuu siihen, että lämpötila pidetään talviolosuhteissa noin + 5 asteessa. Suomen talvesta johtuen sisälämpötila saattaa laskea hieman pakkasen puolelle. Jos tämä hyväksytään henkisellä tasolla, kynnyks verhoseinän käytölle onkin jo ylitetty. Verhoseinän hyödyt näyttävät ylittävän sen mahdolliset haitat. Hiilidioksidi pysyy aina alle suositusarvojen. Minimi-ilmanvaihto toteutuu aina ja maksimi-ilmanvaihto ylittää suositusrajan.

Ilmanvaihtokerroin ja ilman laatu ovat selkeästi hyviä. Erot koneellisen ja verhoseinäilmanvaihdon välisessä energiankulutuksessa ovat merkittävän suuret verhoseinän eduksi. Suurin ero liittyy meluun, jota verhoseinäpihatossa ilmanvaihdon osalta ei esiinny lainkaan.

### Näin verhoseinää tutkittiin

Verhoseiniä käytetään kanadalaisissa ja virolaisissa pihatoissa. Se perustuu painovoimaisuuteen. Ilmaston erilaisuudesta huolimatta talviolosuhteet ovat näissä maissa lähes samat kuin Suomessa.

Verhoseinäpihattoja tutkittiin MTT:n kotieläintuotannon tutkimuksessa Vihdissä. Tutkimukseen osallistuivat gradutekijä Helsingin yliopiston agroteknologian laitokselta sekä VTT:n sisäilmaston ja talotekniikan tutkijat.

Tutkimus jakautui kenttämittauksiin ja niiden perustella tehtyihin vuosimallinnuksiin. Kenttämittaukset suoritettiin kolmessa uudessa verhoseinäpihatossa. Mittausjakso osui helmi-maaliskuun paukkuviin pakkasiin vuonna 2006. Mittausdataa verrattiin luonnollisen ilmanvaihdon pihattojen laskentakaavoihin. Näin teorian ja käytännön saumattomuus voitiin varmistaa ja laatia koko vuotta koskeva mallinnus.

Vuosimallinnuksessa laskettiin pihatton hiilidioksidi-, lämpö- ja kosteustase sekä ilmanvaihtokerroin vuoden jokaiselle tunnille. Lisäksi testattiin pihatton täyttöasteen, rakennuksen tiiveyden ja maaston peitteisyyden vaikutusta eri tilanteissa.

Vuosimallinnukset laskettiin VTT:n tekemällä tietokoneohjelmalla.

Kohdetilat sijaitsivat Valkeakoskella, Alavudella ja Ähtärissä ja edustivat uutta avaraa hallimaista rakennustekniikkaa. Pihatot olivat lämpöeristettyjä ja parsipaikkoja niissä oli 120 - 140. Yhteistä kaikille pihatoille oli verhoseinien määrä ja mitoitus. Verhoalueen korkeus oli kaikissa tapauksissa yksi metri. Verho ulottui lähes koko pihaton sivuseinän matkalle. Ilman poisto tapahtui joko harjaluukuista tai poistohormeista.

Pääosa mittausdatasta kerättiin mittaushäkissä, joka nuuski pihatton sisäolosuhteita lehmän oleskelutasolta. Häkissä olevat anturit keräsivät lämpötila- ja kosteustietoa, ilman virtausnopeuksia, hiilidioksidipitoisuutta, säteilyä, erilaisia kaasupitoisuuksia ja lämpövirtaa lattiapinnassa. Lisäksi pihatton katolla oli sääasema. Verhojen tuloaukkoon ja harjan poistoaukkoon sijoitettiin virtausanturit.

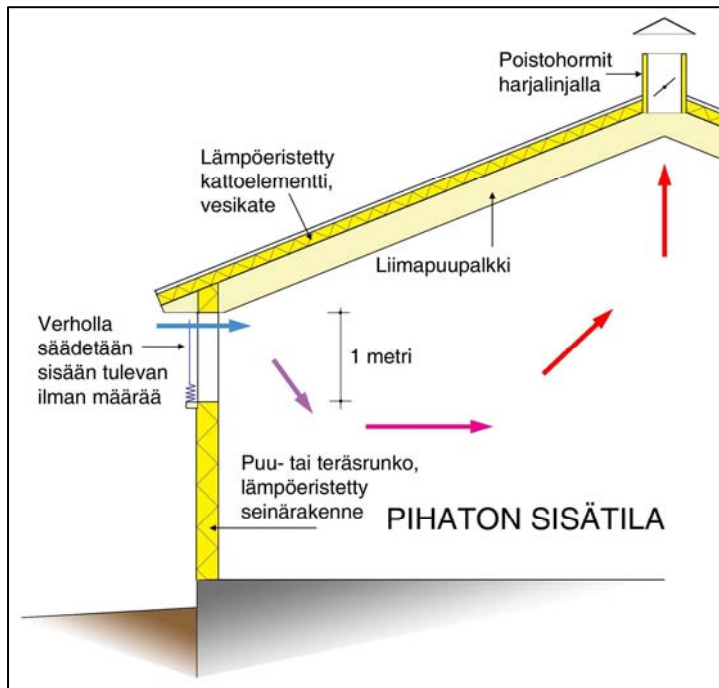
### **Ilma vaihtuu jopa verhot kiinni**

Laskentamallin kohteena oli pihatto, jossa eläinhallin pinta-ala on 1 245 neliometriä ja parsipaikkoja 124 kpl. Eläinten tuottama jatkuva lämpöenergia oli noin 130 kW. Energian tuotto oli 104 W jokaista lattianeliötä kohden.

Eläinten tuotoksista otettiin huomioon lämpöenergia, hiilidioksidi ja kosteus sekä lantakäytävien kosteudentuotto. Rakenteiden lämmöneristävyys laskettiin todellisten tilanteiden mukaisesti. Alapohja ei ollut eristetty lainkaan.

Säätietoina käytettiin Jyväskylän mallivuotta. Tuulen vaikutus rakennuksen julkisivussa laskettiin kirjallisuudesta saatavista painekertoimista. Laskennassa ratkaistiin pihatton ilma- ja lämpötaseet sekä kosteus- ja hiilidioksiditaseet samanaikaisilla sisäkkäisillä iteroinneilla eli kokeellisilla laskentamenetelmillä.

Rakennuksen tiiviys todettiin keskinkertaiseksi. Vuotoaukkoja löytyi jopa 5 neliometriä. Kovimmilla pakkasilla perusilmanvaihdon määräksi riittävät pelkät ilmavuodot. Voidaan siis sanoa, että verhoseinäpihatto on sopivalla tavalla hatara. Ilmavuodot syntyvät verhojen raoista sekä ovi- ja ikkunaliitoksista.



Verhopihatossa seinän verhot säätelevät ilman sisääntuloa.

### Verhoseinä voi päästää pakkasen sisään

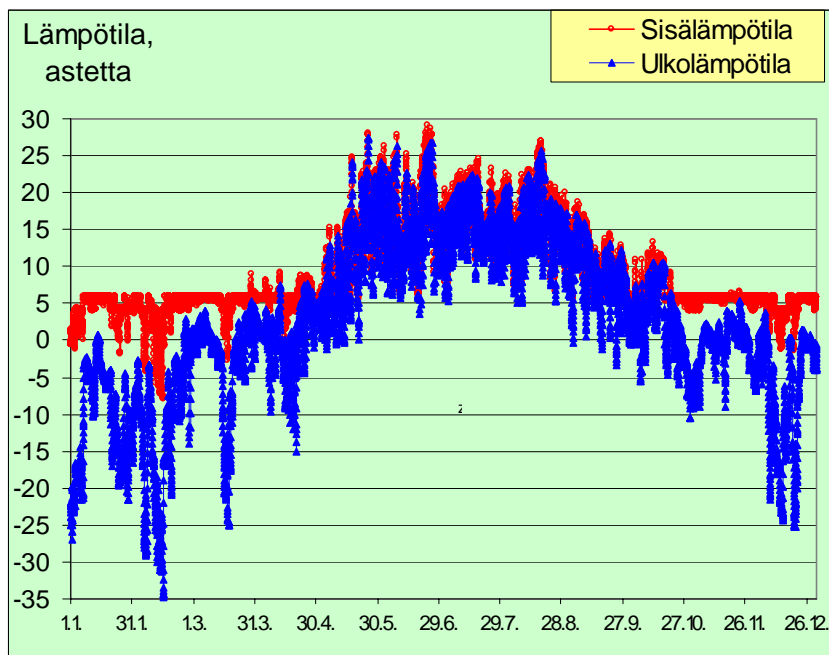
Laskennassa pihatton sisälämpötilan tavoitteeksi asetettiin +4 - +6 astetta. Ohjelma alkoi hakea sellaisia seinäverhon ja poistoilma-aukon avauksia, joilla saavutetaan lämpötilatavoitteen mukainen ilmanvaihto. Tämänkokoisessa pihatossa ilmanvaihtokerroin on 1,7 - 10 vaihtoa tunnissa. Kesällä ilmanvaihto ylittää maa- ja metsätalousministeriön maksimi-ilmanvaihdolle asettamat vähimmäisrajat. Tyynellä säällä ei koskaan aliteta 10 vaihtoa tunnissa ja tuulisella säällä voi tapahtua 100 vaihtoa tunnissa. Tuulen nopeuden yltyessä 14 m/s ilmanvaihto voi saavuttaa hetkellisesti jopa 200 vaihdon määrän tunnissa.

Verhoseinää harkitsevan viljelijän näkökulmasta mielenkiintoinen kysymys on, mennäänkö pihatossa pakkasen puolelle, jäätyvätkö pinnat ja putket. Tämänkokoisessa "lämpölaitoksessa" sisäilman lämpötila laskee nollan alapuolelle noin 136 tuntina vuodessa eli viitenä päivänä. Vuosimallinnuksen mukaan lämpötila pysyy asetetun +4 - +6 asteena liki 60 % vuoden kaikista tunteista. Se tarkoittaa yli seitsemää kuukautta. Noin viiden kuukauden ajan lämpötila on riippuvainen ulkolämpötilasta, eikä siihen voida juurikaan vaikuttaa. Tällöin pihatossa tarvitaan tehokasta ilmanvaihtoa. Kesällä se onkin aina vähintään 10 - 100 kertaa tunnissa. Ilmanvaihto ylittää reippaasti maa- ja metsätalousministeriön suunnitteluohjearvon.

Hiilidioksidipitoisuus jää verhoseinäpihatossa yleensä alle ohjearvon, 3 000 ppm. Kesällä pitoisuus on noin 500 ppm ja talvella 1 000 - 3 000 ppm. Tulos on ilahduttavan hyvä ja kertoo tehokkaasta ilmanvaihdosta. Hiilidioksidipitoisuudet

ovat kautta linjan pienempiä kuin perinteisissä koneellisen ilmanvaihdon pihatoissa.

Suhteellinen kosteus vaihtelee kesällä paljon vuorokauden aikana. Talvella kastepiste saavutetaan noin 3 %:ssa vuoden kaikista tunteista -20 asteen alapuolella. Tämä tarkoittaa sumun esiintymistä pihaton sisällä ja kosteuden tiivistymistä sisäpinnoille.



Verhoseinäisen pihaton sisälämpötila suhteessa ulkolämpötilaan vuoden jokaisena tuntina. Sisälämpötila on säädetty talvella +4 - +6 asteeseen. Kesällä sisälämpötilat riippuvat ulkolämpötilasta.

### Tuuli ja eläinmäärä vaikuttavat

Lämpöeristetyissä lypsykarjapihatoissa verhoseinän toimivuus riippuu erittäin paljon tuulen nopeudesta ja suunnasta. Tutkimus osoitti, että ilma ei aina liiku pihaton sisällä seinäraoista sisään ja harjalta ulos. Ilma voi liikkua poikittain tai vinottain seinältä toiselle tai se voi myös tulla harjalta sisään. Talvella oikeaoppinen säätö tapahtuu harjaluukkuja avaamalla samalla, kun seinät ovat kiinni tai lähes kiinni. Korvausilma tulee hallitsemattomina vuotoina joka tapauksessa. Kesällä kaikki luukut pidetään auki.

Toinen tärkeä seikka on se, että pihaton energiatuotto on oikeassa suhteessa pinta-alaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, miten täynnä eläimiä pihatto on. Kenttäkoe osoitti, että vajaa pihatto aiheuttaa pidempiaikaisia pakkasjaksoja pihaton sisällä. Laskennallisesti lisälämmitystarve alkaa, kun ulkolämpötila laskee alle - 25 asteen. Pihatto olisi hyvä saada valmiiksi keväällä ja ottaa se käyttöön kesän aikana. Jos pihatto valmistuu syksyllä, eläinpaikat olisi saatava heti täyteen.

Lisätietoja: [tapani.kivinen@mtt.fi](mailto:tapani.kivinen@mtt.fi)  
puh. 0400 555 647

Tapani Kivinen



Pihatton seinässä verhoalueen korkeus oli yksi metri. Etualalla lypsyaseman alue, johon on valittu teräsohjureissa pystysuunnassa liukuva kiinteä kennomuovilevy. Lypsyaseman verhot pidetään talvella yleensä kiinni. Taaempänä eläinhallin kohdalla on joustava verho, jota lasketaan päivittäin ilmanvaihtotarpeen mukaan.