

Jorma Karhunen

**Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus
eläinsuojassa**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

Puhelin
(90) 224 6211

Telefax
(90) 224 6210

Institute of Agricultural Engineering

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int. +
358-0-224 6211

Telefax int. +
358-0-224 6210

ISSN 0355-1415

Kansikuva: Keskelle rakennettu itkupinta-tuloilmakanava (Lauri Ojala).

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	3
2.	VERTAILU ENTISIIN LAITTEISIIN	3
2.1	Osallistuneet laitteet	3
2.2	Mittaukset ja tulosten käsittely	4
3.	TULOKSET	7
3.1	Olosuhdearvostelu	7
3.2	Muutokset olosuhteissa	8
4.	KUSTANNUKSET	9
5.	KÄYTTÄJIEN KOKEMUKSET	10
6.	TIIVISTELMÄ	10
7.	VIITTEET	12

LIITTEET

1. JOHDANTO

Eläinsuojissa ei ole yleensä kustannussyistä ilmastointikojeita eikä -putkistoja, kuten teollisuus- ja toimistotiloissa. Ilmaa vaihdetaan tavallisesti laimennusperiaatteen mukaisesti sekoittamalla sisäilmaan ulkoilmaa, jolloin se lämpenee. Sekoittaminen tapahtuu eläintilan yläosassa tai muussa tyhjässä paikassa, jotta tuloilma ehtisi lämmitä ennen kuin kohtaa eläimet. Ilmanvaihtolaitteena on usein vain poistopuhallin ja seinissä tuloilmalaitteena toimivat aukot. Ne ovat monesti isokokoiset ja sellaisessa paikassa, että eläimiin kohdistuu vetoa. Toinen eläinsuojiin liittyvä ongelma on kosteus, jota rehut, eläimet ja niiden eritteet luovuttavat. Liika kosteus on haitallista eläimille, ihmisille sekä puu- ja rautarakenteille. Ilman jakoa parantamalla edellä mainittuihin epäkohtiin voidaan vaikuttaa helpommin kuin poistoilmalaitetta muuttamalla. Tuloilmalaitteiden ilmanvaihtoa parantavasta vaikutuksesta on kuitenkin mitattua tietoa niukasti saatavana. HH-DEVELOPMENT OY:n ja MTT/VAKOLAN tarkoituksena oli selvittää alustavasti tarkempaa tutkimusta varten Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojien, lähinnä navetoiden ilmanvaihtoon ja työskentelyolosuhteisiin sekä laitteiston kustannukset.

2. VERTAILU ENTISIIN LAITTEISIIN

2.1 Osallistuneet laitteet

Itkupinta-tuloilmalaitetta verrattiin eläinsuojissa ennestään olleisiin ilmanvaihtolaitteisiin mittaamalla olosuhteet ja laitteen toiminta ennen Itkupinnan asentamista ja sen jälkeen. Itkupinta rakennetaan paikan päällä entiset tai uudet tuloilma-aukot peittäväksi pinnaksi joko navetan seinustalle tai keskelle. Rakennusaineena käytetään ohutta, aallotettua alumiinilevyä. Kylmällä ilmalla levyyn tiivistyy kosteutta navettailmasta, joka tällä tavoin kuivuu. Tästä aiheutuu nimi "Itkupinta". Vesihöyryn höyrystymislämpö vapautuu tiivistymistapahtumassa ja tulee käytetyksi tuloilman lämmittämiseen. Vesi tippuu kouruun ja johdetaan sopivaan paikkaan. Itkupinta on patentilla suojattu ilmanvaihtoratkaisu, joka toimitetaan valmiiksi asennettuna. Kuva 1.

HH-DEVELOPMENT OY asensi kehittämänsä tuloilmalaitteen kolmeen lypsylehmä- ja yhteen nuorenkarjan navettaan sekä yhteen lihasikalaan. Kaikkien eläinsuojien ilmanvaihtojärjestelmä oli alipaineinen ja poisto katosta. Eläinsuojissa III ja V oli sekoittavat tuloilmalaitteet katossa, muissa oli katossa tai seinässä sijaitsevat aukot. Muut tunnusluvut olivat seuraavat:

Eläinsuoja	I	II	III	IV	V
Lehmiä	18	-	-	10	10
Nuorta karjaa	-	18	-	4	6
Vasikoita	-	3	-	5	-
Lihasioja	-	-	220	-	-
Nautayksiköitä ¹⁾	18	15,6	41	13,7	15
Pohjapinta-ala, m ²	150	102	240	110	156
Korkeus, m	2,5 - 2,65	2,7 - 2,85	2,35 - 4,1	2,25 - 2,35	2,4
Tuloaukkoja ennen asennusta	8	2	6	4	2
Asenn. jälkeen	220	119	350	126	318

¹⁾ Nautayksikkö = 500 kg painava eläin; lehmä = 1 ny, nuori nautaeläin = 0,67 ny, vasikka = 0,2 ny ja lihasika = 0,1 ny.



Kuva 1. Seinän viereen asennettu itkupinta sikalassa (Lauri Ojala).

2.2 Mittaukset ja tulosten käsittely

Ennen asennusta ja sen jälkeen mitattiin kaksi kertaa seuraavat olosuhdearvot: lämpötila, suhteellinen kosteus, vetoisuus, ilmanvaihdon tilavuusvirta, sekä ammoniakki-, hiilidioksidi- ja hienopölypitoisuus, liite 1. Mittausten välisenä viikkona navetoista mitattiin piirturilla lämpötila ja suhteellinen kosteus ja talonväki mittasi itkupintoihin tiivistyneen veden. Kyselyllä selvitettiin hankintakustannukset ja käyttäjien arviot laitteesta.

Itkupinta-tuloilmalaitteen pitäisi parantaa sisäilmastoa varsinkin talvella, koska se ohjaa ja lämmittää tuloilmaa. Mittaukset pyrittiin sen vuoksi tekemään pakkasella, minimi-ilmanvaihdon aikana. Mittaukset tehtiin 26.1. - 12.4.1994. Tuloksista ilmenee, että talvi alkoi loppua kahden viimeisen navetan mittausten aikana, vaikka ne sijaitsivat keski- ja pohjois-Suomessa.

Kuvissa 2 - 6 on esitetty piirtureilla mitatut lämpötilat ja kosteudet. Navetan II arvot ovat kertamittauksesta, koska siellä ei ollut piirturia. Taulukossa 1 on esitetty kertamittausten perusteella tehty olosuhdearvostelu. Taulukossa on myös piirturien käyristä arvioitu tasapainolämpötila asetusarvoon nähden ennen asennusta ja lämmitys mukaan luettuna, sekä se ulkolämpötila, minkä alapuolella suhteellinen kosteus nousee yli 85 %:n.

Taulukossa 2 on esitetty Itkupinnan vaikutuksesta tapahtunut keskimääräinen muutos eri olosuhdearvoissa verrattuna tilanteeseen ennen asennusta. Tulos on kertamittauksista, ja prosentteina, ellei toisin mainita. Se on (-) tai (+) -merkkinen, sen mukaan, onko arvo pienentynyt vai suurentunut. Varmuus tarkoittaa todennäköisyyttä (p), jolla lasketun suuruinen muutos tapahtuu keskimäärin kaikissa eläinsuojissa, joihin Itkupinta asennetaan. Se on laskettu kaavasta: varmuusväli = $(t_{100-p} \cdot s/\sqrt{n-1})$, sijoittamalla varmuusvälin paikalle keskiarvo. Todennäköisyyden sanotaan olevan merkitsevä, jos varmuus on vähintään 95 %. Ilmanvaihtotarve = mitattu ilmanvaihto/hiilidioksidipitoisuudesta laskettu ilmantarve. Min = minimi-ilmanvaihto, tai lähellä sitä; min → max = ilmanvaihto ennen muutosta alle maksimin ja muutoksen jälkeen likimain maksimi.

Kuvassa 7 on itkupintaan tiivistyneen veden höyrystymislämmöstä ja ilmanvaihtotarpeen pienenemisestä johtuva säästö lämmitystehontarpeessa.

Taulukko 1. Olosuhdearvostelu ennen asennusta/asennuksen jälkeen: + = hyvä, 0 = tyydyttävä, - = huono.

Eläinsuoja	I	II	III	IV	V
Lämpötila hajonta	+/+	+/+	+/+	0/-	0/+
asetusarvo, °C	0/0	0/+	0/0	+/+	+/+
tasap. lämpöt., °C	18/16,5	15/15	18/18	12/12	15/12
Lämmitin, kW	-8	-7	+1	-8	-11
	2	0,8	6	0	0
Suht. kosteus yli 85 %, °C	0/+ yli -5	-/- -3	+/+ -19	+/+ alle -20	+/+ alle -20
Hiilidioksidi	-/-	-/-	-/0	0/0	0/0
Ammoniakki	+/+	0/0	+/+	+/+	+/+
Rikkivety	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+
Hienopöly	+/+	+/+	-/-	+/+	+/+
Vedon tunne -/0	-/0	-/0	-/0	-/0	-/+

Taulukko 2. Itkuppinnan vaikutuksesta tapahtuneet muutokset kertamittauksissa, ellei toisin mainita.

Mitattu suure	Muutos							
	I	II	III	IV	V	Keskiarvo	Hajonta (s)	Varmuus %
Tehon säästö W	2107	548	1015	≈ 0	≈ 0		-	-
Lämpötila °C	ei ^{b)}	+1,5	+1 ^{b)}	ei ^{b)}	ei ^{b)}		-	-
Suht. kosteus %-yks.	-7,0	-2,0	-2,9	-7,3	-1,4	-4,1	2,82	95*
min	-7,0	-2,0	-2,9	-	-	-4,0	2,67	92
min → max	-	-	-	-7,3	-1,4	-4,4	4,17	alle 50
Hiiidioksidi %	-22	-12	-11	-25	-52	-24	16,6	95*
min	-22	-12	-11	-	-	-15	6,8	92
min → max	-	-	-	-25	-52	-39	19,1	70
Ammoniakki %	+10	-5,6	+5,9	-43	-50	-17	28,1	71
min	+10	-5,6	+5,9	-	-	+3,4	8,09	alle 50
min → max	-	-	-	-43	-50	-47	4,95	92
Hienopöly %	±0	-10	-39	-19	-17	-17	14,4	92
Tuloilman nopeus %	-81	±0	-13	+0,99	-67	-32	39,1	82
Vetoisuus %								
ilman nopeus	+13	+3,6	-10	+2,5	±0	+1,8	8,2	alle 50
alilämpötila	-29	-31	-20	-51	-66	-39	18,7	98*
min	-29	-31	-20	-	-	-27	5,86	97
min → max	-	-	-	-51	-66	-59	10,6	88
vedon tunne	-45	-37	-28	-52	-67	-46	14,9	99**
min	-45	-37	-28	-	-	-37	8,50	97*
min → max	-	-	-	-52	-67	-60	10,6	88
Ilmanv. tarve %	-35	-30	-31	+61	+31	-0,8	44	alle 50
min	-35	-30	-31	-	-	-32	2,65	99**
min → max	-	-	-	+61	+31	+46	21,2	72

1) Ei tulosta lämpötilan tai minimipyörimisnopeuden asetuksen muuttamisen tai suurentuneen ulkolämpötilan takia (puhallin siirtyi käymään täydellä tehollaan).

2) Piirturikäyrien mukaan

Taulukko 3. Olosuhteitten arvostelun perusteet

	Hyvä	Tyydyttävä	Huono
Lämpötila, °C poikkeama hajonta	alle 1,5 alle 0,5	1,6 - 3 0,6 - 1	yli 3 yli 1
Suhteellinen kosteus, %	alle 80	80 - 85	yli 85
Hiiidioksidi cm ³ /m ³	alle 1500	1600 - 3000	yli 3000
Ammoniakki, cm ³ /m ³	alle 10	11 - 20	yli 20
Rikkivety, cm ³ /m ³	alle 0,5	0,6 - 1	yli 1
Hienopöly, mg/m ³ (kokonaispöly)	alle 0,32 alle 5	0,33 - 0,64 6 - 10	yli 0,64 yli 10)
Vedon tunne, %	alle 10	11 - 25	yli 25

3. TULOKSET

3.1 Olosuhdearvostelu

Arvosteluperusteena oli karkea, kolmeportainen asteikko, taulukko 3. Suhteellisen kosteuden, kaasujen ja pölyn arvosana huono vastaa olosuhteita, jotka ovat alle minimisuosituksen. Vedon suhteen huonoja navetoita on VAKOLAn aikaisemmissa mittauksissa ollut noin puolet /1 ja 2/.

Lämpötila

Ennen asennusta pystyttiin navetoissa ylläpitämään asetettua lämpötilaa, kun ulkona oli lämpimämpää kuin -7 °C ...- 11 °C . Sikalassa asetettu lämpötila saavutettiin vain ajoittain. Navetoissa I ja V pyrittiin nimenomaan pakkasella korkeaan lämpötilaan. Useissa navetoissa pyritään talvella pitämään lämpötila suurempana kuin suositus, 12 °C , jotta voitaisiin sulattaa jäätyneet säilörehu. Sitä sulatettiin säteilylämmittimellä ruokintapöydällä navetassa I, avoimessa sivuhuoneessa navetassa IV ja ovella erotetussa huoneessa navetassa V.

Suhteellinen kosteus

Navetoissa II ja V, sekä sikalassa III oli lietelantajärjestelmä, kun taas muissa oli kuivalantajärjestelmä ja olkikuivitus. Vesihöyryn kehitystä lisäävät märät pinnat, korkea lämpötila ja rehun sulattaminen navetassa. Piirturikäyrien mukaan navetoissa I ja II suhteellinen kosteus pysyi suurena lähes koko mittausajan. Kosteuden tuotantoa sulatettavista rehuista voitaisiin pienentää sijoittamalla lämmityselementti lattiaan ja peittämällä rehu muovilla /3/. Navetoissa IV ja V kosteus oli pakkasella hyvä, 70 - 75 %, mutta suureni lähellä nollaa olevissa lämpötiloissa. Suureneminen saattoi johtua siitä, että leuto ulkoilma voi sisältää jo huomattavan määrän vettä, jos suhteellinen kosteus on suuri, kuva 8.

Hiilidioksidi

Lämpövajausta potevissa eläinsuojissa, navetat I ja II, sekä sikala III, hiilidioksidipitoisuus oli minimi-ilmanvaihdon aikana suurempi kuin suositeltu arvo, $3000\text{ cm}^3/\text{m}^3$. Navetassa II ilmaa poistui myös tuloilmalaitteen kautta puhaltimen ollessa lämmön puutteen vuoksi kokonaan pysähdyksissä.

Ammoniakki

Ammoniakkipitoisuudet olivat lypsylehmien navetoissa pieniä, $2 - 7\text{ cm}^3/\text{m}^3$, sikalassa $6 - 12\text{ cm}^3/\text{m}^3$, ja ritiläpohjaisessa nuoren karjan parsinavetassa $13 - 22\text{ cm}^3/\text{m}^3$.

Rikkivety

Jokaisessa eläinsuojassa mitattiin rikkivetyä vain kerran, koska aistinvaraisessa arviossa sitä ei havaittu. Myöskään mittari ei sitä osoittanut.

Pöly

Suomessa on ilmoitettu seuraavat haitalliseksi tunnetut pitoisuudet kokonaispölylle: 5 mg/m³ 8 tunnin päivittäiselle altistumisajalle ja 10 mg/m³ 15 minuutin ajalle. Tässä tutkimuksessa mitattiin hienopölypitoisuutta, koska kokonaispölypitoisuuden mittaaminen olisi vienyt runsaasti aikaa. Hienopölymittarin kalibroinnin perusteella hienopölystä päästään kokonaispölypitoisuuteen kertomalla mittarin osoitus noin kahdeksalla. Hienopölypitoisuudet olivat navetoissa pieniä, 0,16 - 0,32 mg/m³. Sen sijaan sikalassa oli pölyä ennen asennusta paljon 0,97 - 1,79 mg/m³, mikä vastaa kokonaispölypitoisuutta 7,6 - 13,3 mg/m³.

Vetoisuus

Vetoisuus eli vedon tunne tarkoittaa eläimiin kohdistuvan ilmavirran nopeuden ja alilämpötilan yhteisvaikutusta. Alilämpötila vuorostaan on tuloilman lämpötilan ja huoneen lämpötilan erotus. Se voi olla (-) tai (+) -merkkinen. Taulukon 1 mukaan näyttää parannusta tapahtuneen kaikissa eläinsuojissa vedon suhteen, jossa päästiin huonojen joukosta vähintään tyydyttävään.

3.2 Muutokset olosuhteissa

Edellistä kohtaa tarkempi selvitys olosuhteiden muutoksista saadaan taulukosta 2.

- Lämmitystehon säästö oli kolmessa ensimmäisessä eläinsuojassa 0,55 - 2,0 kW, mikä oli 17 - 105 % eläinsuojassa olleen lämmityslaitteen tehosta. Lämmitystehon säästöissä on mukana tiivistyneen veden höyrystymislämpö (noin 27,5 % kokonaisuudesta) sekä ilmanvaihtotarpeen pienentymisestä johtuva säästö (noin 72,5 %). Itkupinnasta talteenotetun veden määrässä esiintyi navetassa I suurta vuorokautista vaihtelua, kuva 8. Se johtui tiivistyneen veden jäätymisestä Itkupintaan kovalla pakkasella ja sulamisesta ilman lämmitettä. Kahdessa viimeisessä navetassa IV ja V ulkoilma oli niin lämmintä, että tiivistyminen oli vähäistä:
- Sisälämpötila kohosi 1 - 1,5 °C minimi-ilmanvaihdon alaisissa eläinsuojissa II ja III. Muissa kohteissa lämpötilan suurenemista ei voitu mitata lämpötilan- tai minimipyörimisnopeuden asetuksen muuttamisen tai suurentuneen ulkolämpötilan takia, jolloin puhallin siirtyi käymään täydellä tehollaan.
- Suhteellinen kosteus pieneni 4,1 %-yksikköä 95 %:n varmuudella.
- Hiilidioksidipitoisuus pieneni 95 %:n varmuudella 24 %.
- Ammoniakkipitoisuus saattaa pienentyä joissakin eläinsuojissa, varmuus oli 71 %.
- Hienopölypitoisuus pieneni 92 %:n varmuudella 17 %. Sikalassa pölypitoisuuden tätä suurempi pieneminen saattoi osaksi johtua parantuneesta ilmanjaosta. Ilma

laskeutui pysyvämmiin samaan paikkaan, eikä enää sinne tänne karsinoissa. Siat saattoivat sen vuoksi olla rauhallisempia, jolloin pölynkehitys on vähäisempää.

- Tuloilman nopeus tuloaukoissa saattaa joissakin eläinsuojissa pienentyä, sen varmuus oli 82 %. Pieni tulonopeus hidastaa tuloilman sekoittumista sisäilmaan. Kuitenkaan eläimiin kohdistuvan ilman nopeudessa ei näytä tapahtuvan muutosta.
- Alilämpötila pieneni 27 - 39 %, sen varmuus on 97 - 98 %. Suurin alilämpötila ennen asennusta, - 2,4 - -3,1 °C, oli navetassa IV, jossa enin osa tuloilmasta tuli yhdestä, rehunsulatushuoneen oveen jätetystä 30 cm x 80 cm:n suuruisesta aukosta. Asennuksen jälkeenkin aukko aiheutti normaalia alhaisemman alilämpötilan 2 - 3:lle lähimmälle lehmälle. Alilämpötila pieneni tuloilma-aukkojen lukumäärän lisääntyessä, kuva 10. Seinärakenteissa ja vintillä tuloilma lämpeni ennen asennusta 1,4 - 7,7 °C, keskimäärin 4,3 °C, ja loput sekoittumalla sisäilmaan. Asennuksen jälkeen tuloilma lämpeni rakenteissa ja tuloilmalaitteessa 6,3 - 21 °C, keskimäärin 12,5 °C, sisä- ja ulkolämpötilan välisen eron ollessa noin 25 °C, kuva 11.
- Vedon tunne pienenee 37 - 46 %, sen varmuus on 97 - 99 %. Vetoisuudeksi saatetaan joskus luulla tuloilman suurta nopeutta tuloaukoissa. Sitä se ei kuitenkaan ole, vaan vedon tunne johtuu eläimiä tai ihmisiä koskettavan ilman tilasta. Vedon tunteeseen vaikuttaa alilämpötilan muutos enemmän kuin nopeuden muutos, kuva 1/liite 1.
- Ilmanvaihtotarve laskettiin jakamalla mitattu ilmanvaihtomäärä mitatun hiilidioksidipitoisuuden perusteella lasketulla ilmanvaihdon tarpeella. Luku kuvaa ilmanvaihtojärjestelmän kykyä poistaa eläinten tuottamaa hiilidioksidia, eli ilman jaon hyvyttä. Ilmanvaihtotarve oli minimi-ilmanvaihdon varassa toimivissa järjestelmissä pienentynyt 32 %, varmuuden ollessa 99 %. Ilmanvaihtotarve oli suurentunut, kun ilmanvaihtolaite asennuksen jälkeen kävi täydellä tehollaan, kun se sitä ennen oli käynyt vajaateholla. Koska mittaus täydellä teholla ennen asennusta ei voitu tehdä, ei voida tietää, johtuiko muutos Itkupinnasta vai ilmanvaihdon suurenemisestä. Kun ilmanvaihto suurenee, tuloilma pyrkii oikaisemaan poistopuolelle, jolloin ilmanvaihtotarveluku suurenee.

4. KUSTANNUKSET

Tuloilmalaite maksoi paikalleen asennettuna 46 - 71 mk eläinsuojan neliometriä kohden, tai 320 - 570 mk noin 500 kg painavaa eläintä (ny) kohden. Lisäksi viljelijät olivat antaneet vapaaehtoista asennusapua 0 - 44 min/ny.

5. KÄYTTÄJIEN KOKEMUKSET

Mittauksessa mukana olleitten, VAKOLAN kyselyyn vastanneitten käyttäjien mielipide tuloilmalaitteen hankinnan syyistä ja onnistuneisuudesta on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Hankinnan syy ja onnistuneisuus.

Hankintaperuste	Hankkeita yhteensä	Hankkeiden onnistuminen			
		Erittäin hyvin	Hyvin	Tyydyttävästi	Huonosti
Kosteus	2		2		
Lämmöntarve	-				
Ilman jako	3	1	2		
Vetoisuus	2	1	1		
Haitalliset kaasut	-				
Pöly	-				
Muu syy	-				

Asennusajankohdasta johtuen kaikilla viljelijöillä ei vielä ollut kokemuksia pitkäaikaisista ja kovista pakkasista. Laitteessa oli ilmennyt seuraavia puutteita:

- vesikourussa oleva tiiviste oli ilmojen lämmettyä kuivunut ja kutistunut kasaan yhdessä eläinsuojassa

Lisäksi valmistaja teki kyselyn aikaisemmin asennettujen laitteiden omistajille. Kyselyyn vastanneista 19:sta viljelijästä 5 oli hankintaansa hyvin tyytyväinen, 14 oli tyytyväinen, ja tyytymättömiä ei ollut yhtään, liite 2.

6. TIIVISTELMÄ

Tarkoituksena oli selvittää alustavasti tarkempaa tutkimusta varten Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojien, lähinnä navetoiden, ilmanvaihtoon ja työskentelyolosuhteisiin sekä laitteiston kustannukset.

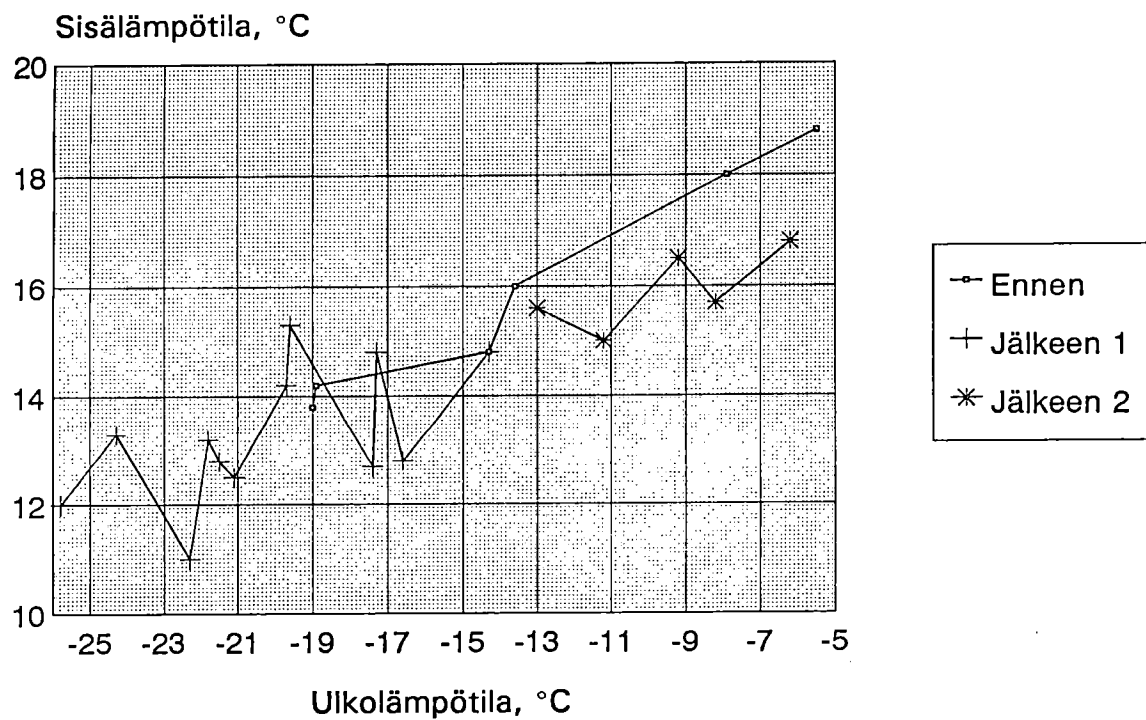
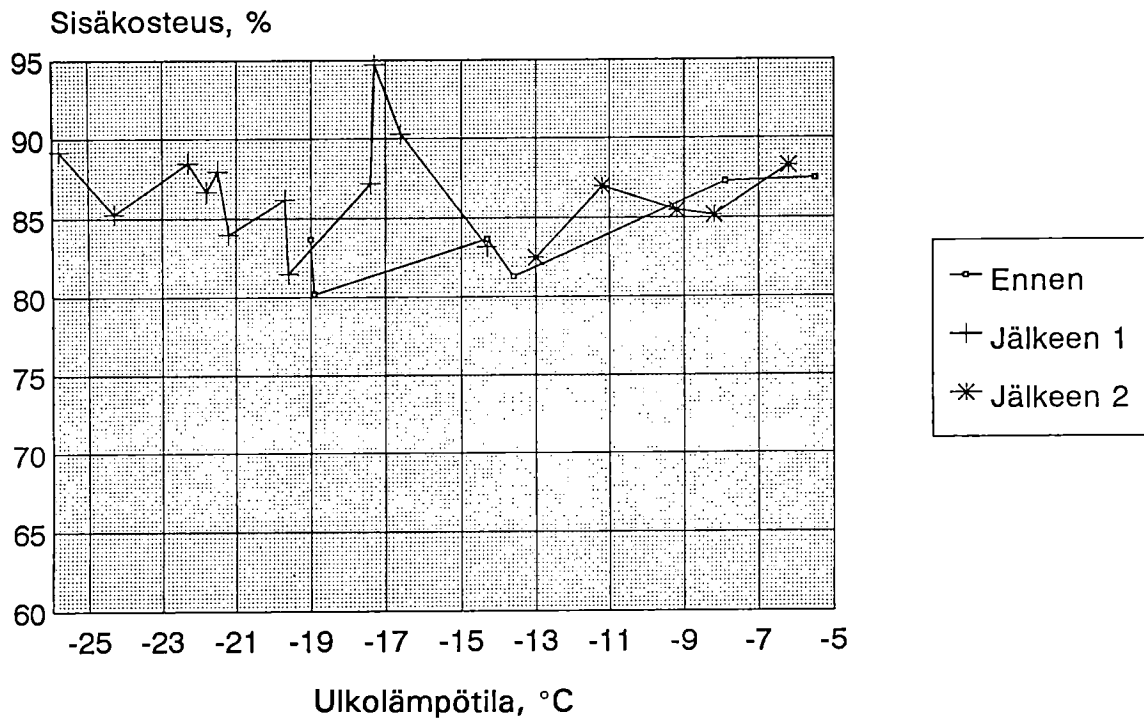
Tuloilmalaite asennettiin kolmeen lypsylehmä- ja yhteen nuorenkarjan navettaan sekä yhteen lihasikalaan. Ennen asennusta ja sen jälkeen mitattiin kaksi kertaa seuraavat olosuhteet: lämpötila, suhteellinen kosteus, vetoisuus, ilmanvaihdon tilavuusvirta, sekä ammoniakki-, hiilidioksidi- ja hienopölypitoisuus. Mittausten välisenä viikkona navetoista mitattiin piirturilla lämpötila ja suhteellinen kosteus ja talonväki mittasi itkupintoihin tiivistyneen veden. Kyselyillä selvitettiin laitteen hankintakustannukset ja käyttäjien arviot siitä.

Laite paransi lähes kaikkia mitattuja olosuhdearvoja. Vain ammoniakkin määrä ja tuloilman nopeus saattavat jäädä ennalleen. Eniten, 37 - 46 %, pieneni eläimiin kohdistuva vetoisuus. Sen tärkein tekijä on tulevan ilman ja huoneilman välinen lämpötilaero, joka pieneni 27 - 39 %. Siihen vaikuttivat osaltaan tuloilman parempi lämpeneminen ja suuntaus tuloilmalaitteessa, sekä tuloilma-aukkojen lukumäärän lisääntyminen. Eläinten tuottaman hiilidioksidin poistoon tarvittava minimi-ilmanvaihto pieneni 32 %, ja eläinsuojan ilman hiilidioksidipitoisuus 24 %. Sisäilman suhteellinen kosteus pieneni 4,1 %-yksikköä ja märkien navetoiden pinnat alkoivat kuivua. Lähes merkitsevästi pieneni myös pölypitoisuus. Minimi-ilmanvaihdon aikana lämpötila kohosi 1 - 1,5 °C niissä kahdessa navetassa, joissa tämä mittaus oli mahdollista. Lämmitystehon säästö oli 0,55 - 2,0 kW niissä eläinsuojissa, joissa mittaaminen oli mahdollista. Se oli 17 - 105 % käytössä olleitten lisälämmityslaitteiden tehosta.

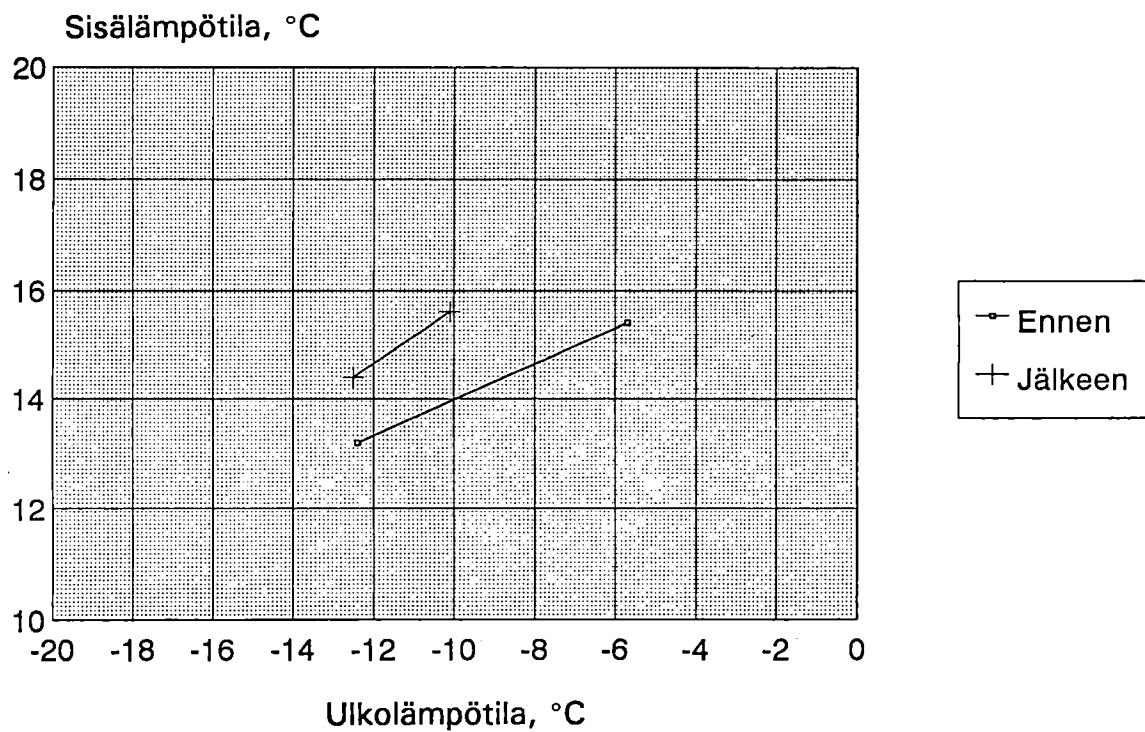
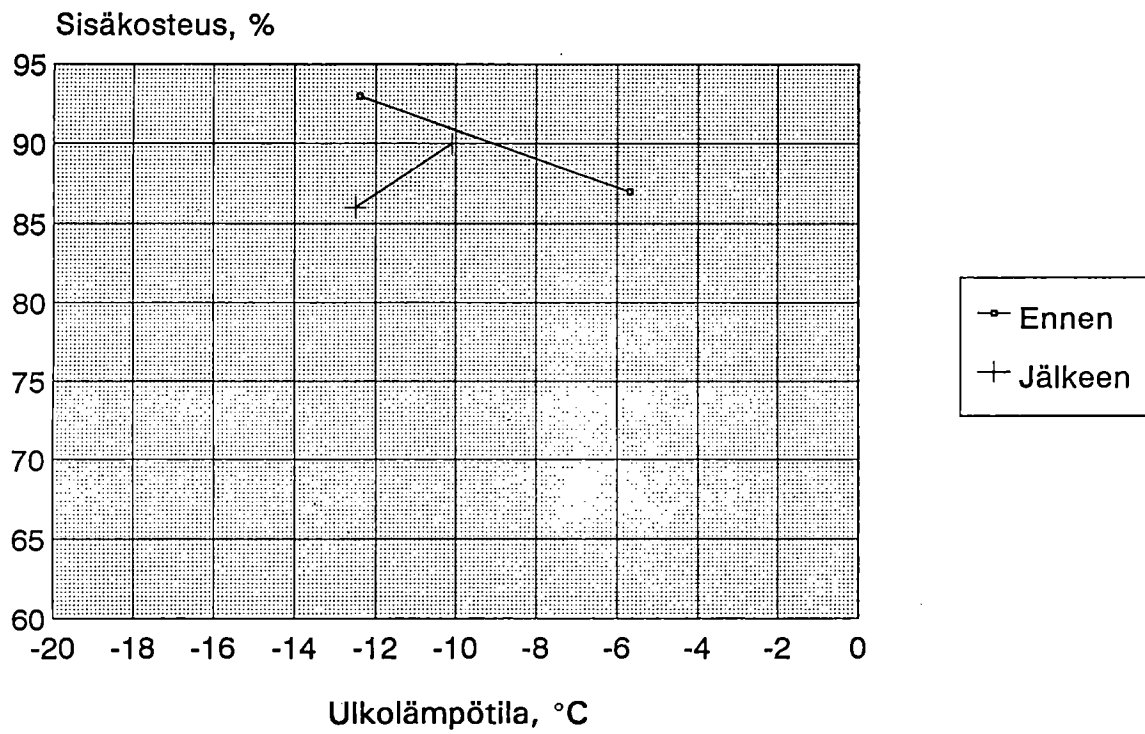
Laite maksoi asennettuna 317 - 570 mk/ny, mikä on edullinen. Laite täytti viljelijöitten odotukset jokseenkin hyvin, ja laitekokonaisuuteen tyytymättömiä ei näissä kyselyissä tullut esiin.

7. VIITTEET

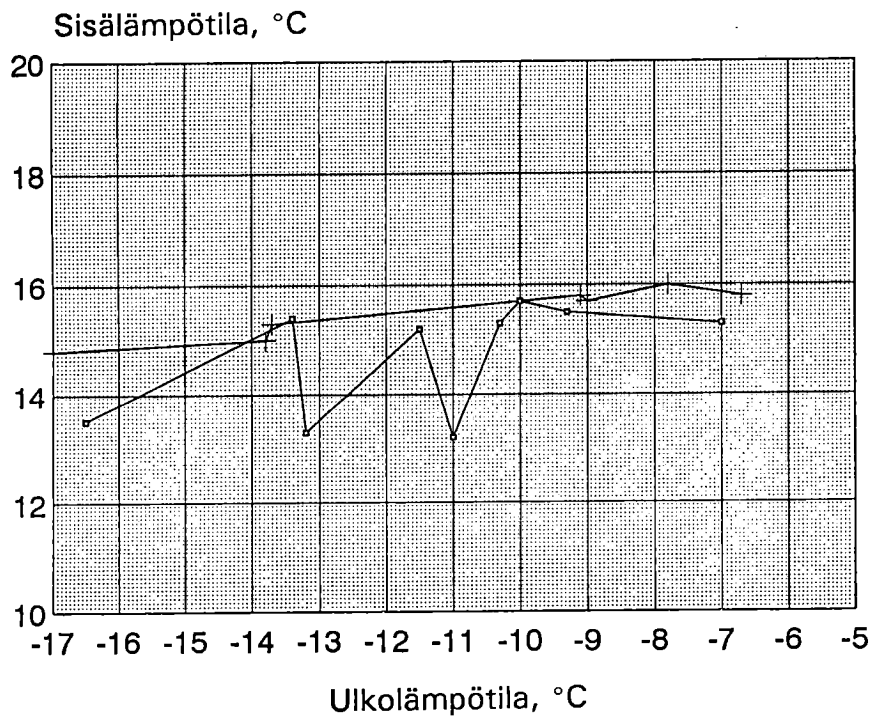
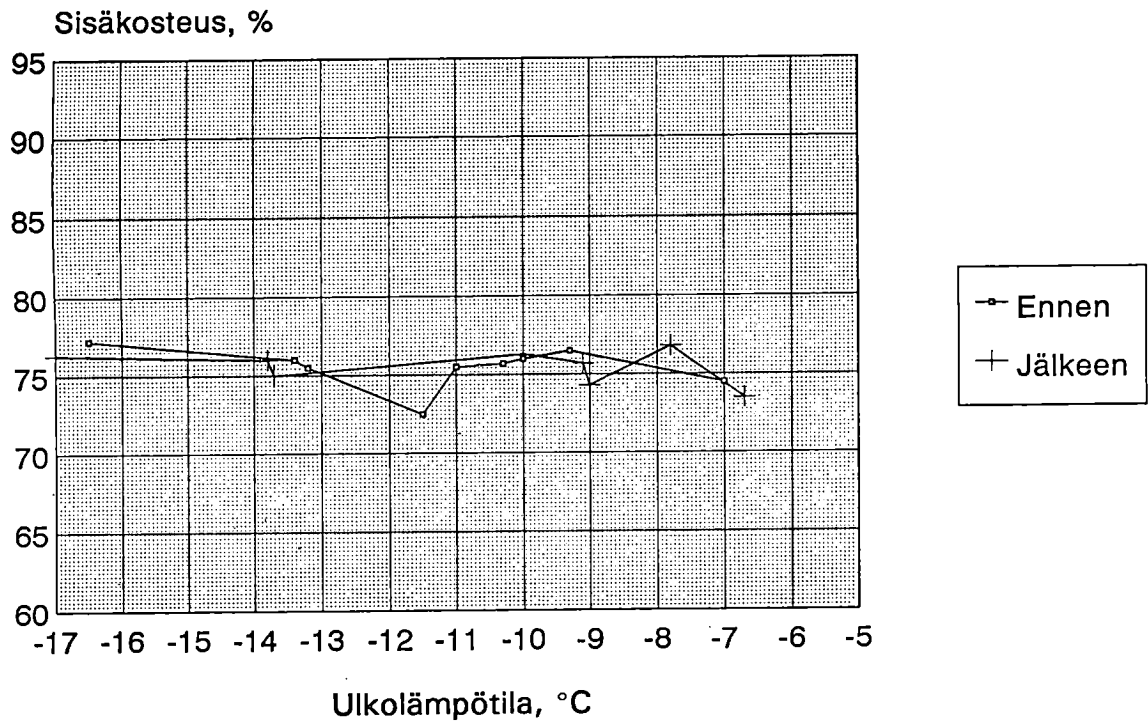
- /1/ Parsinavettatutkimus. 1975. VAKOLAn tiedote 24. Eripainos Koneviesti n:o 21...22/75 ja 1...7/76. s.11.
- /2/ KARHUNEN, J., PYYKKÖNEN, M., MYKKÄNEN, U., NIEMINEN, L., & SALONIEMI, H. 1979. Pihattotutkimus. 1976...1978. VAKOLAn tiedote 29. Eripainos Koneviesti n:o 8...13. s.12.
- /3/ SUOKANNAS, A. 1991. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. Tutkimusselostus 62. VAKOLA. Vihti. s.36.



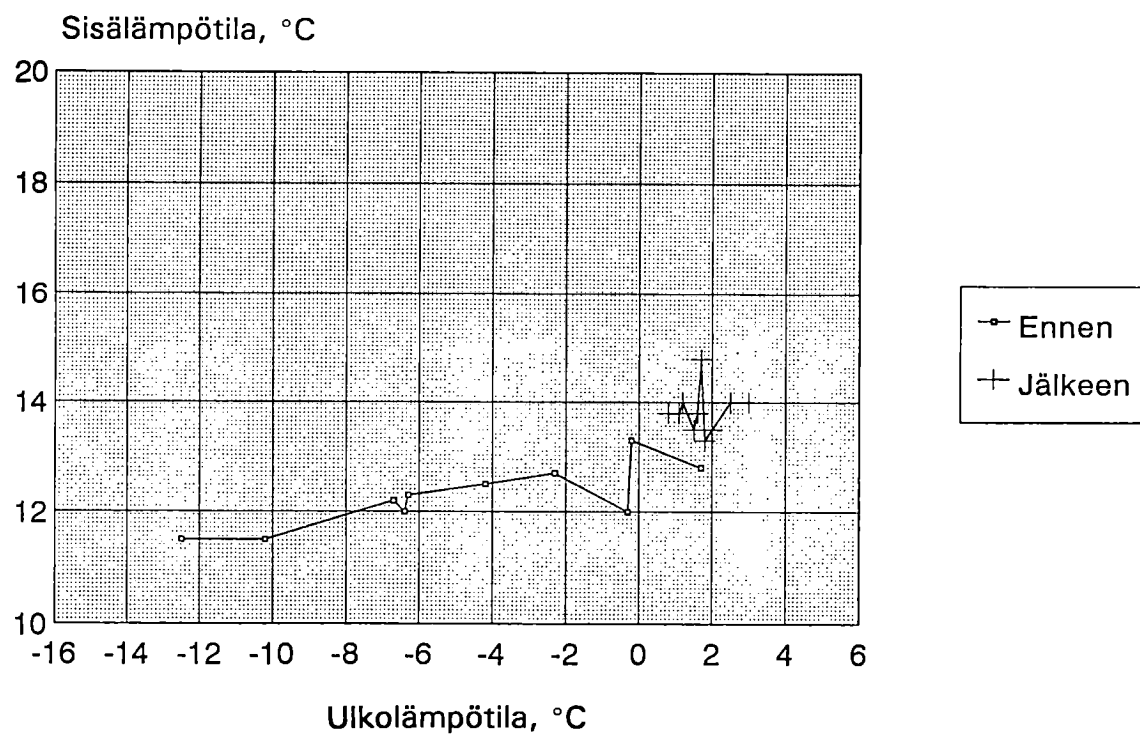
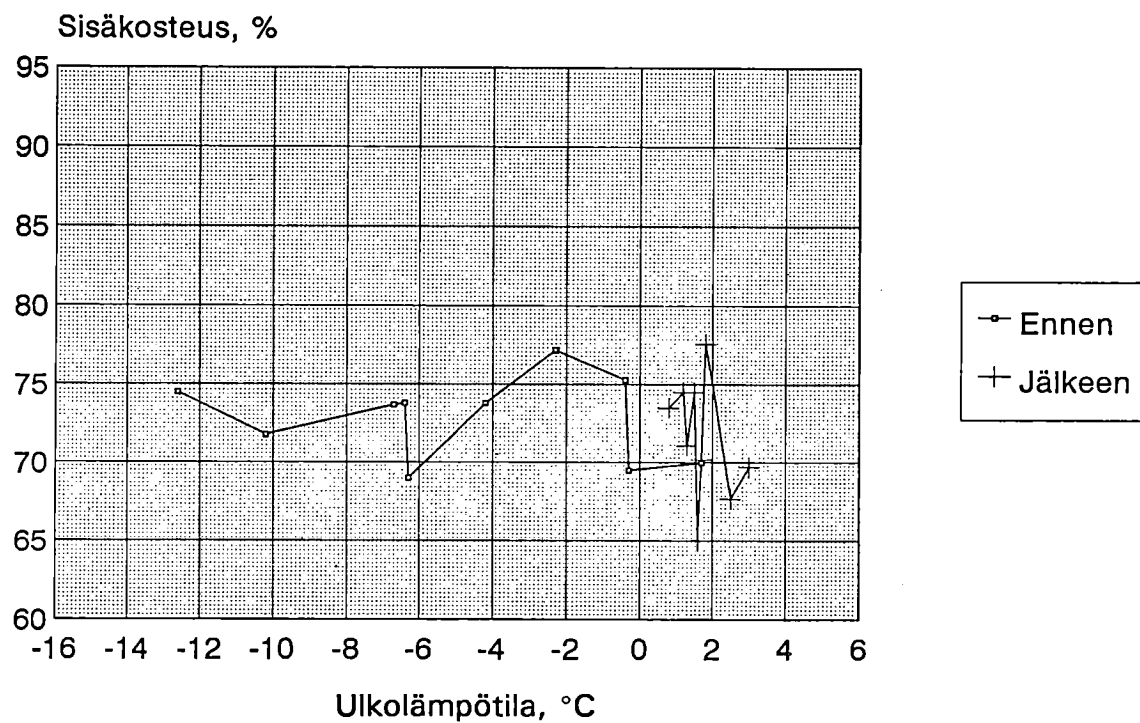
Kuva 2. Lämpötila ja kosteus eläinsuojassa numero I.



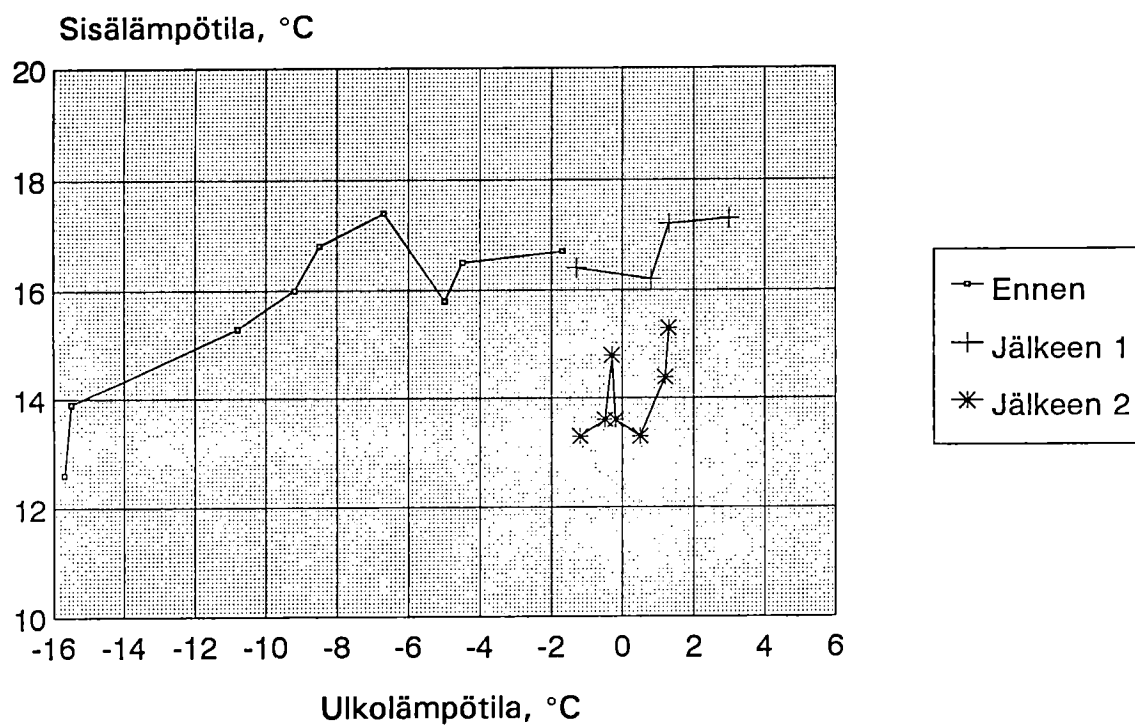
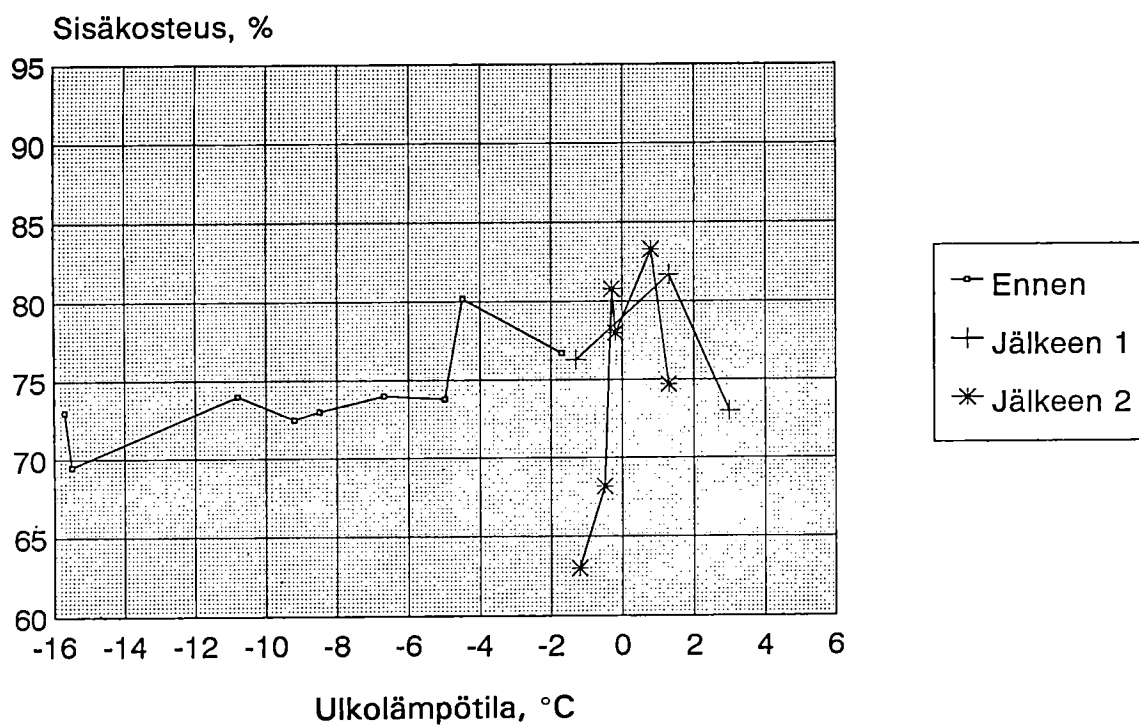
Kuva 3. Lämpötila ja kosteus eläinsuojassa numero II.



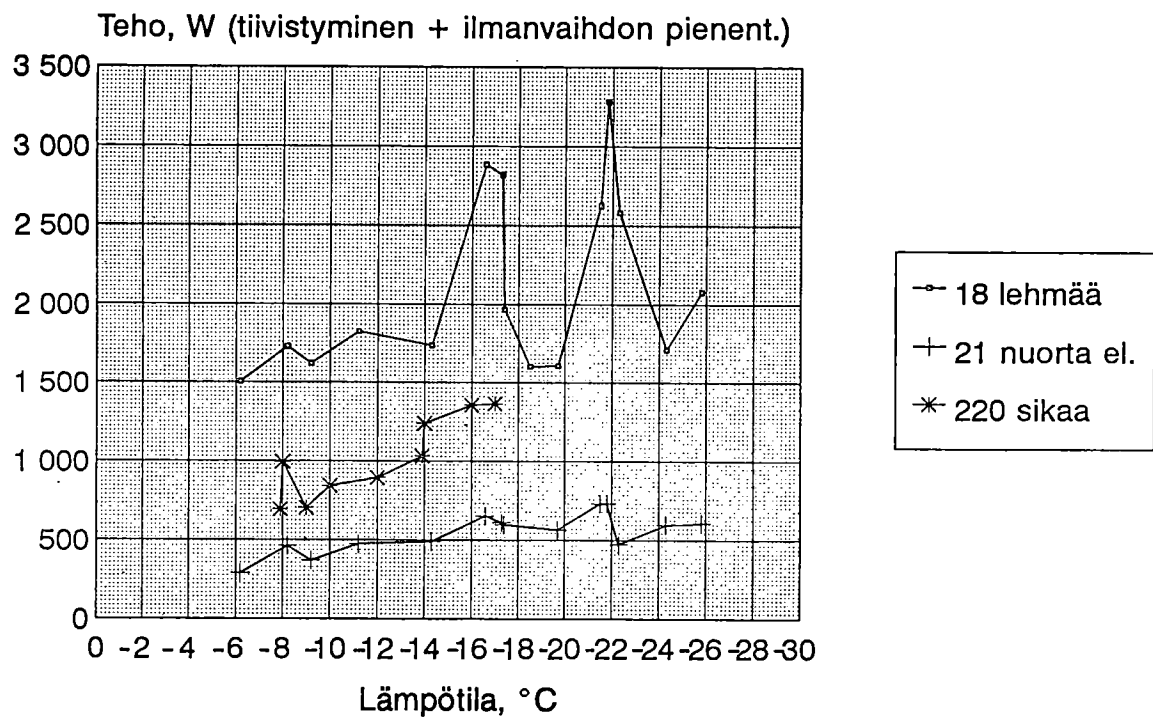
Kuva 4. Lämpötila ja kosteus eläinsuojassa III.



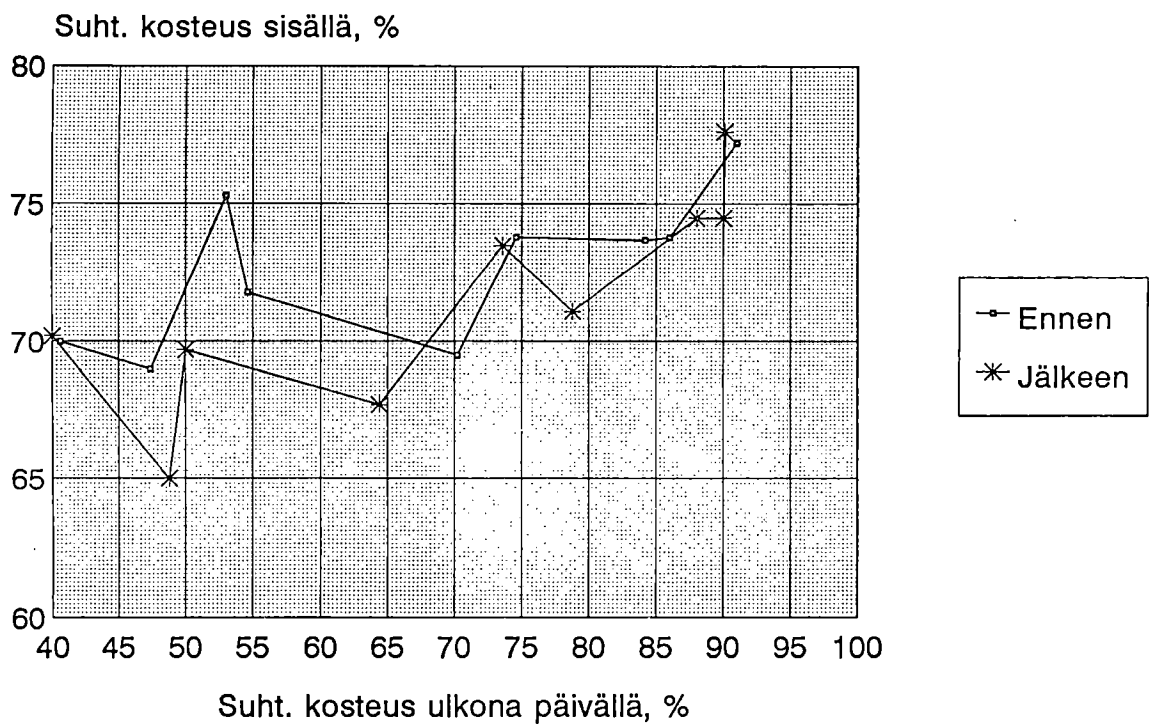
Kuva 5. Lämpötila ja kosteus eläinsuojassa numero IV.



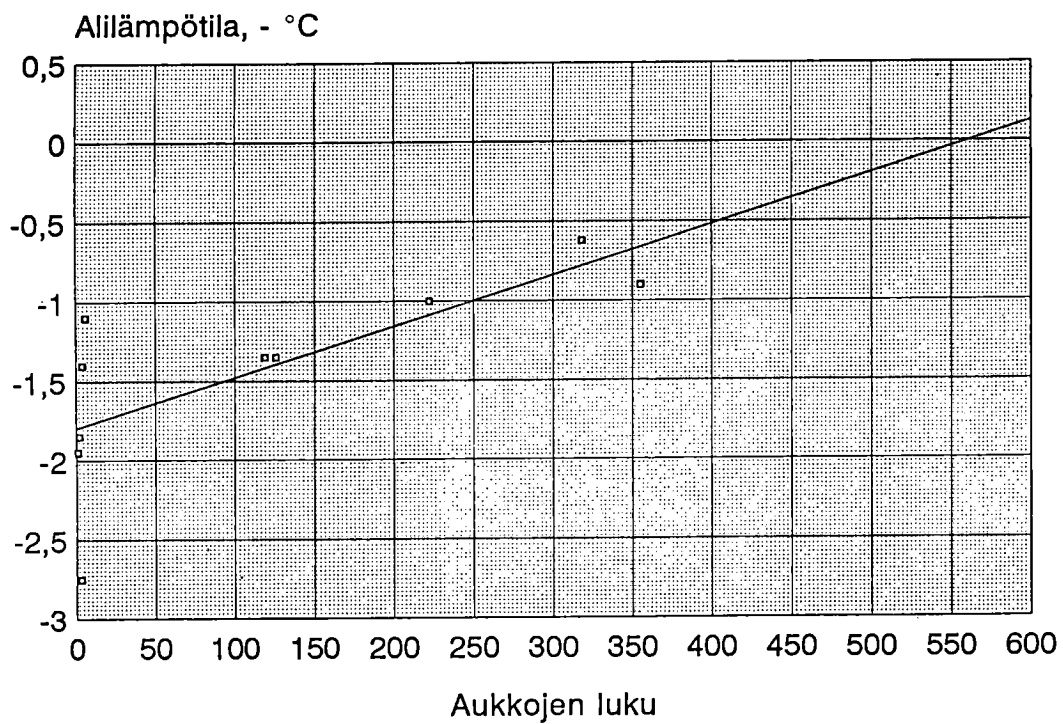
Kuva 6. Lämpötila ja kosteus eläinsuojassa numero V.



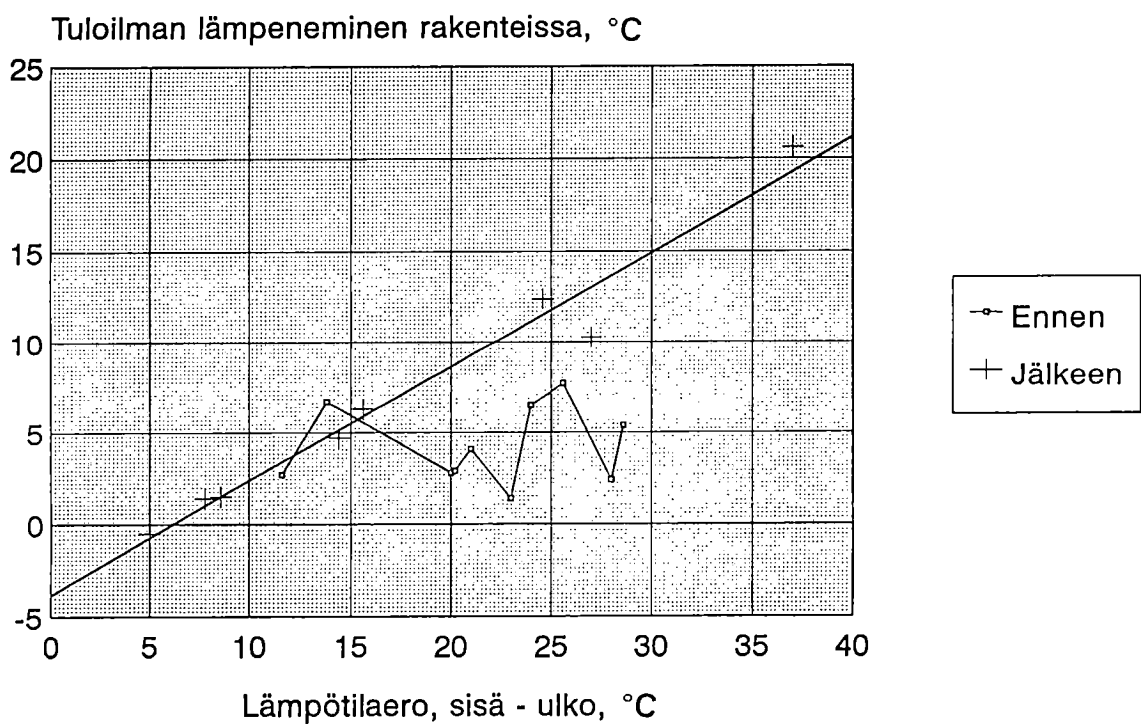
Kuva 7. Lämmitystehon tarpeen pienentyminen.



Kuva 8. Leudolla säällä tapahtuva suhteellisen kosteuden suureneminen sisällä ulkoilman kosteuden mukaan.



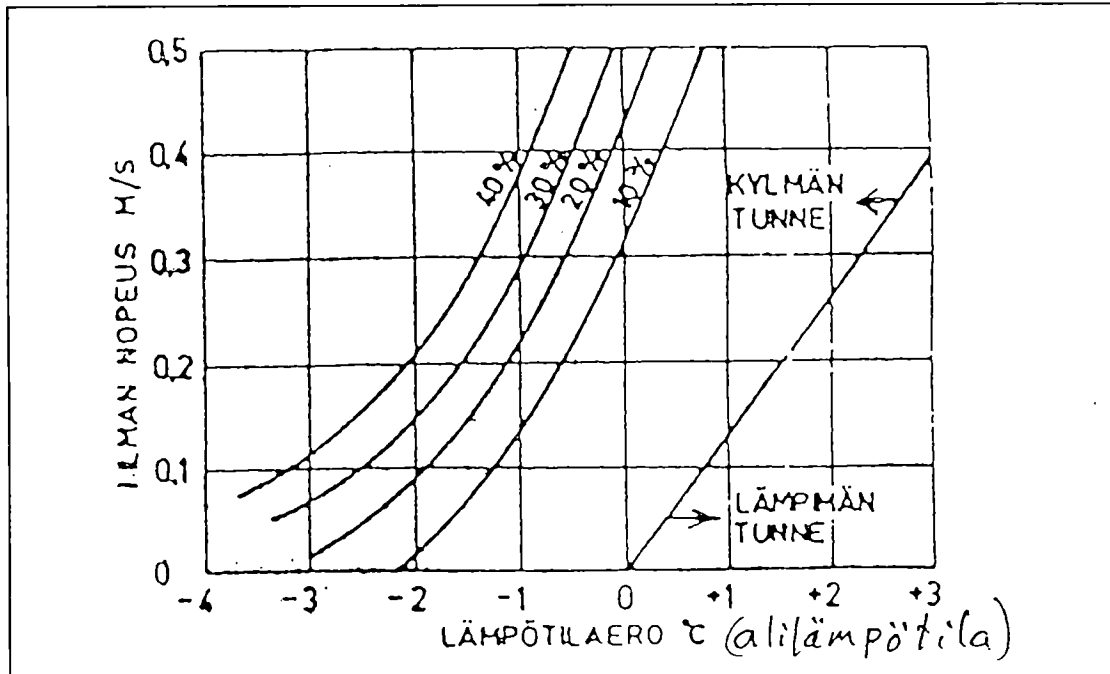
Kuva 9. Alilämpötilan muutos aukkojen luvun mukaan.



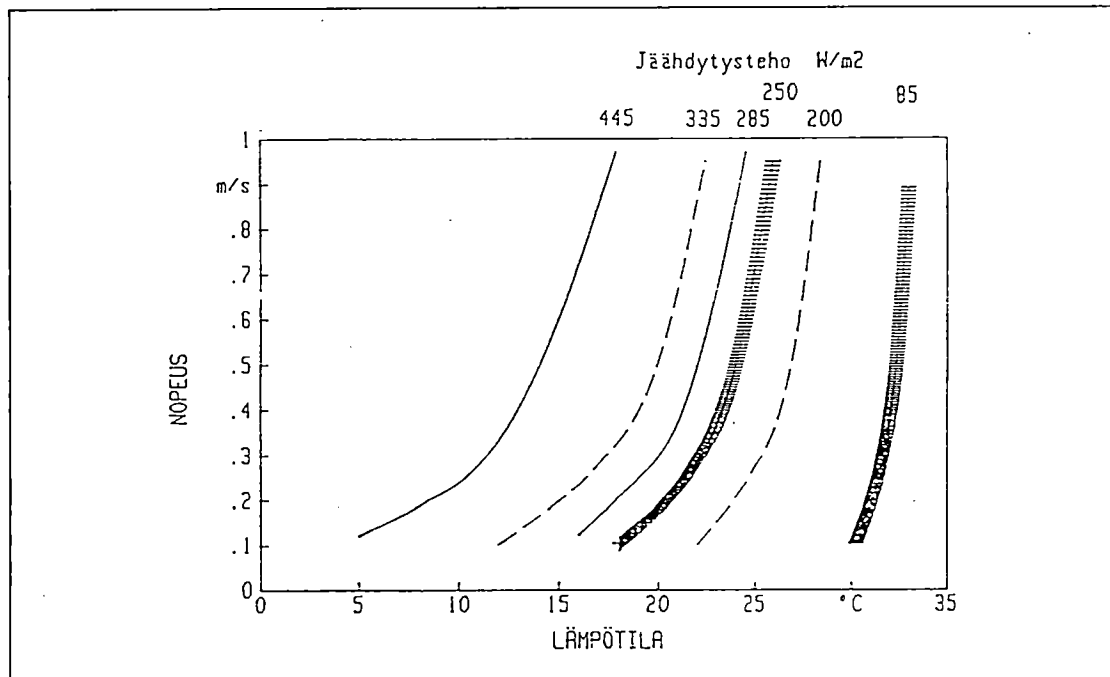
Kuva 10. Tuloilman lämpeneminen rakenteissa.

ELÄINSUOJAN OLOSUHDEMITTAUS 20.8.1993/J.K. Liite 1, 1/2

1. Päivämäärä ja kellonaika mittauksen alussa ja lopussa. Onko lämpötila muuttumassa ja onko tuulella vaikutusta? Lumen paksuus.
2. Ulkolämpötila ja tarvittaessa suhteellinen kosteus varjoisesta paikasta läheltä maan pintaa.
3. Eläinten laji, paino ja määrä. Lasketaan pienin ja suurin ilmantarve. Eläintilan mitat ja kosteat pinnat, kuten rakolattiat. Eläinten sijoitus.
4. Sisälämpötila, suhteellinen kosteus, haitallisten kaasujen pitoisuus ja hienopölypitoisuus keskikäytävältä noin 1,2 metrin korkeudelta rakennuksen koko pituudelta.
5. Ilmanvaihtolaitteen tyyppi ja sijoitus, lämpötila-anturin paikka. Lämmityslaitteen tyyppi ja teho. Tuloilman lämpötila ja nopeus tuloaukoista ja poistoilman lämpötila ja nopeus poistoaukosta. Poistoaukon mitat. Lasketaan ilmanvaihdon tilavuusvirta.
6. Ilman nopeus ja lämpötila 5 - 20:n satunnaisesti valitun eläimen luota, lehmillä utareen puolelta, 5 - 10 cm korkeudelta lattiasta, sekä lämpötila kyseisellä käytävällä noin 1,2 metrin korkeudella. Lasketaan alilämpötila, eli eläimeen kohdistuvan ilman lämpötilan ja käytävällä vallitsevan lämpötilan erotus. Ilman nopeus ja lämpötilaero sijoitetaan piirrokseseen 1, jolloin saadaan vedon tunnetta kuvaava prosenttiluku, eli montako prosenttia tällaisen ilmavirran kohteeksi joutuvista ihmisistä valittaisi vedosta. Kesällä tuloilman nopeus voidaan arvostella myös piirroksen 2 mukaan.
7. Säätlaitteen asetukset. Onko lämpötilan asetus sama kuin mihin pyritään? Onko asteikon osoitus sama kuin mitattu huoneen lämpötila?

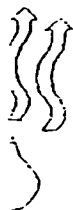


Piirros 1. Niskaan osuvan ilman nopeudesta ja alilämpötilasta johtuvien valitusten prosentuaalinen määrä Houghten'in mukaan.



Piirros 2. Eri ikäisille eläimille sallittava, ilman lämpötilasta ja liikkeestä johtuva, jäähdytysvaikutus Mothes'in mukaan.

- alle 6 viikkoiset porsaat = 85 - 250 W/m²
- yli 6 viikkoiset porsaat ja vasikat = 200 - 335 "
- aikuiset eläimet = 285 - 445 "



HH - Vent

Itkupinta

KÄYTTÄJÄPALAUTE ITKUPINTA - ILMANVAIHDOSTA 28.2. 1994

1. <i>Itkupinta on täyttänyt odo- tukseksi vedon poistosta</i>	<i>Hyvin</i>	<i>15</i>
	<i>Tyyd.</i>	<i>4</i>
	<i>Huonosti</i>	<i>0</i>
2. <i>Raitisilma jakaantuu navettaan</i>	<i>Hyvin</i>	<i>15</i>
	<i>Tyyd.</i>	<i>4</i>
	<i>Huonosti</i>	<i>0</i>
3. <i>Itkupinnan asentamisen jäl- keen navetan kostuminen on vähentynyt</i>	<i>Merkitt.</i>	<i>9</i>
	<i>Jonk. ver.</i>	<i>9</i>
	<i>Ei laink.</i>	<i>0</i>
4. <i>Tyytyväisyys kokonaisuuteen</i>	<i>Hyviun t.</i>	<i>5</i>
	<i>Tyytyv.</i>	<i>14</i>
	<i>Tyytym.</i>	<i>0</i>

VAKOLAn tutkimuseloituksia

47. MÄKELÄ, J. & MIKKOLA, H. 1987. Lannoitteenlevityksen tasaisuus
48. PUUMALA, M., KARHUNEN, J., LOUHELAINEN, K. & VILHUNEN, P. 1987. Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen
49. SCHÄFER, W. & AHOKAS, J. 1988. Maatalouskoneiden tietokanta
50. KARHUNEN, J., AARNIO, K. & MYKKÄNEN, U. 1988. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys
51. KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1988. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset
52. PUUMALA, M., MANNI, J. & SARIN, H. 1988. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä
53. MATTILA, T. & VIROLAINEN, V. 1989. Hellävarainen perunankorjuu
54. MIKKOLA, H. 1989. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988
PITKÄNEN, J. 1989. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakenteeseen ja viljavuuteen
56. KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1989. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa
57. SARIOLA, J., TUUNANEN, L., PAAVOLA, J. & AHOKAS, J. 1990. Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö
58. MÄKELÄ, J. & LAUROLA, H. 1990. Leikkupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa
59. KAPUINEN, P. & KARHUNEN, J. 1990. Lietelantajärjestelmien toimivuus
60. SUOKANNAS, A. 1991. Heinän varastokuivaus
61. SARIOLA, J., TUUNANEN, L., ESKELINEN, T., LOUHELAINEN, K. & RIPATTI, T. 1992. Viljankuivauksen pölyhaitat
62. SUOKANNAS, A. 1991. Säilörehun siirto ja käsittely talvella
63. KAPUINEN, P. 1992. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset
64. KERVINEN, J. & SUOKANNAS, A. 1993. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu
65. SARIOLA, J. & LEPPÄLÄ, J. 1993. Hellävarainen perunan kauppakunnostus
66. KAPUINEN, P. 1993. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II
67. PUUMALA, M. & LEHTINIEMI, T. 1993. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
68. KAPUINEN, P. 1994. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksi käytön parantaminen

VAKOLAn tiedotteita

- 41/87 PUUMALA, M. 1987. Jauhatustyön järjestelyjä ja kustannuksia
- 42/88 AARNIO, K. & KARHUNEN, J. 1988. Lannanpoistolaitteiden toimivuus ja kestävyys.
- 43/88 MANNI, J. 1988. Käytännön ohjeita konevaraston hankintaa suunnittelevalle.
- 44/89 1989. Pohjoismaiset lypsykone- ja laiteohjeet
- 45/89 1989. Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella
- 45 S/89 NYSAND, M. 1989. Rundbalsensilering
- 46/90 MANNI, J. & KAPUINEN, P. 1990. Kevytso-
ra lietesäiliön katteena
- 47/90 KARHUNEN, J. 1990. Lietelannan kompostointi
- 48/90 LEPPÄNEN, K. & NYSAND, M. 1990. Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä
- 49/91 LEHTINIEMI, T. & PUUMALA, M. 1991. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
- 50/91 MANNI, J. 1991. Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivaamossa
- 51/92 VIROLAINEN, V. 1992. Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 KARHUNEN, J. 1992. Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 MIKKOLA, H. 1993. Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 JANTUNEN, J. 1993. Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 SUOKANNAS, A. 1993. Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 JANTUNEN, J. 1993. Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 VIROLAINEN, V. 1993. Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 KAJA, J. & KOSKIAHO, J. 1993. Maatilan ja maatilamatkailun jätehuolto
- 59/93 HUOTELIN, R. 1993. Maatilamyymälätoiminta vanhassa maatilan asuinrakennuksessa
- 60/93 SALMINEN, K. & ALAKOMI, T. 1993. Tyhji-
en maalarakennusten uusi käyttö
- 61/94 MIKKOLA, H. 1994. Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 PUUMALA, M. 1994. Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 SARIOLA, J., PIETILÄ, J. & MÄKELÄ, O. 1994. Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 KARHUNEN, J. 1994. Itkupinta-tuloilma laitteen vaikutus eläinsuojassa

