



VAKOLA

RUKKILA
00001 HELSINKI 100
90-563 3133

VALTION MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS
FINNISH RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

KOETUSSELOSTUS TEST REPORT

NUMERO 995
RYHMÄ 210
VUOSI 1979



ENERPAK EPR-3A-50-LÄMMÖNVAIHDIN JA ILMANVAIHTOLAITE ENERPAK EPR-3A-50 HEAT EXCHANGER AND VENTILATION UNIT

KOETUTTAJA JA Enerpak Oy, 18300 Heinola 30

VALMISTAJA:

ENTRANT AND
MANUFACTURER:

—»—

HINTA 1978-11-28: Lämmönvaihdin 7 850 mk, puhaltimet 2 990 mk,
putkisto 2 700 mk, termostaatit, magneettivent-
tiili ja lämmitysvastus 1 540 mk ilman asennusta.

KOETUS

Koetus suoritettiin 1977-02-14--1978-10-30. Ilmanvaihtolaite oli asennettuna Hartolassa olevaan emakkosikalaan. Koetuksen loppuun mennessä laite oli ollut käytössä 1 v 10 kk. Lisäksi mitattiin laboratoriossa lämmönvaihtimen painehäviö sekä vesisuuttimien tilavuusvirta.

Tietoja sikalasta, johon ilmanvaihtolaite oli asennettuna:

Rakentamivuosi	1976--77
Emakkoja, nimellismäärä	20
keskimäärin	26
Pituus	24,7 m
Leveys	9,8 »
Korkeus	2,4 »
Pinta-ala	242 m ²
Tilavuus	581 m ³
Lämpimät aputilat	13,7 m ²
Kylmät »	20,7 »
Seinä rakenne: tiili + 10 cm mineraalivilla + tuulensuojalevy + lauta	
Laipiorakenne: vaneri + 20 cm mineraalivilla	
Lannanpoisto: sivuilla olevat lantakäytävät, kolakuljetin ja puristin	

RAKENNE JA TOIMINTA

Ilmanvaihtolaitteessa oli kanavat ja puhaltimet sekä sisääntulevaa että poistettavaa ilmaa varten. Tuloilmaa lämmitettiin poistoilman lämmöllä ilmakehän risteykseen sijoitetussa levyrakenteisessa lämmönvaihtimessa, missä ilmavirrat johdettiin toisistaan erotettuina ristikkäisiä solia myöten. Poistoilma luovutti lämpöä solien seinämien läpi. Puhaltimien käyntiä ohjasivat kaksiasentoiset lämpötilan säätimet eli termostaatit sisälämpötilan muutosten mukaisesti.

Ilmanvaihtolaitteen osat oli sijoitettu suurimmaksi osaksi sikalan parvelle. Lämmönvaihdin ja poistopuhallin oli sijoitettu sikalan keskeltä katolle menevään poistoputkeen. Sisääntuleva ilma voitiin ottaa joko parvelta, talvella, tai ulkoa, kesällä. Lämmönvaihtimen vieressä olevalta sisääntulopuhaltimelta ilma johdettiin jakoputkiston kautta sikalan laipiossa ruokintapöydän päällä oleviin hajoittimiin. Hajoittimissa olevilla säleillä ilmavirta voitiin suunnata joko suoraan alas tai alaviistoon. Aputiloissa olevan osittain eristämättömän lämminvesivaraimen ympäriltä voitiin ottaa kiertoilmaa sisääntulopuhaltimelle käsin säädettävän luukun avulla. Sisääntulopuhaltimen vieressä oli lisäksi käsin säädettävä kuristusläppä.

MITTOJA

Lämmönvaihdin	
valmistaja	Enerpak Oy
tyyppi	EPR—3A—50
ilma-aukon ala	0,43 m ²
tilavuusvirta valm. ilm. mukaan	5000 m ³ /h
valmistusaine	alumiini
vesisuuttimet	4 kpl
Puhaltimet	2 kpl
valmistaja	Suomen Puhallintehdas Oy
tyyppi	PMCA-6-056-4
läpimitta	50 cm
moottori	380 V 730 W 1410 r/min
Sisäänpuhallushajoittimet	10 kpl
valmistaja	Halton Oy
tyyppi	TS—HV—300 × 150
yhteinen pinta-ala	0,378 m ²
Lämmitysvastus	380 V 4,5 kW
Lämminvesivarain	380 V 10 kW
Lämminvesivaraimen tilavuus	2500 l
Putkiston valmistusaine	galvanoitu pelti
Lämpötilan säätimet	4 kpl
Säätimien valmistajat	Danfoss, Tanska Penn, USA

Laitteeseen tehtiin koetuksen aikana seuraavat muutokset:

- Ilmanpoistotorven hattua korotettiin
- Sisääntulopuhaltimen käyntiä ohjaava lämpötilan säädin vaihdettiin pienemmällä lämpötilaerolla toimivaksi
- Ulkoa tulevan raitisilmaputken ohituskanava poistettiin
- Lämmönvaihtimen alla olevan tippuvesikourun rakennetta muutettiin
- Lämmönvaihtimen eteen asennettiin lämmitysvastus ja sisääntulo-hajoittimen viereen vastusta ohjaava lämpötilan säädin
- Sikalan jäähdystystä ja lämmönvaihtimen pesua varten asennettiin 2 suihkuputkea, vesijohto ja magneettiventtiili sekä lisäksi jäähdystystä ja poistopuhaltimen pyörimissuuntaa ohjaava lämpötilan säädin.

Sikalassa oli talvella ns. tasapaineilmanvaihto, jossa sekä sisään-tulevalle, että poistettavalle ilmalle on oma puhallin. Jos sikalan lämpötila haluttiin pitää välillä 16... 17 °C, puhaltimet pysähtyivät, kun sikalan lämpötila alitti + 16 °C, ja käynnistyivät kun lämpötila ylitti +17 °C. Kun lämpötila ylitti +20 °C, pysähtyi poistopuhallin. Tällöin sikalassa vallitsi ylipaine. Neljä ikkunaa pidettiin auki touko—marraskuun välisenä aikana. Lämpötilan ylittäessä +23 °C poisto-puhallin käynnistyi puhaltamaan ilmaa sikalaan. Samalla jäähdystys- vesi alkoi virrata lämmönvaihtimeen.

ARVOSTELU

KÄYTTÖOMINAISUUDET

SIKALAN LÄMPÖTALOUS

Sikojen tuottama lämpöteho kevättalvella 1978 oli 10...16 kW ja keskimäärin 13,7 kW. Lämpöteho on laskettu seuraavin perustein:

emakko porsaineen	5 kpl × 775 W
vieroitettu porsas	59 » × 60 »
joutilais emakko ja karju	21 » × 225 »
nuori emakko	7 » × 220 »
	<hr/>
Yht.	13,7 kW

Kesällä osa sioista oli ulkona, ja sisällä olevien sikojen lämpöteho oli 8...15 kW.

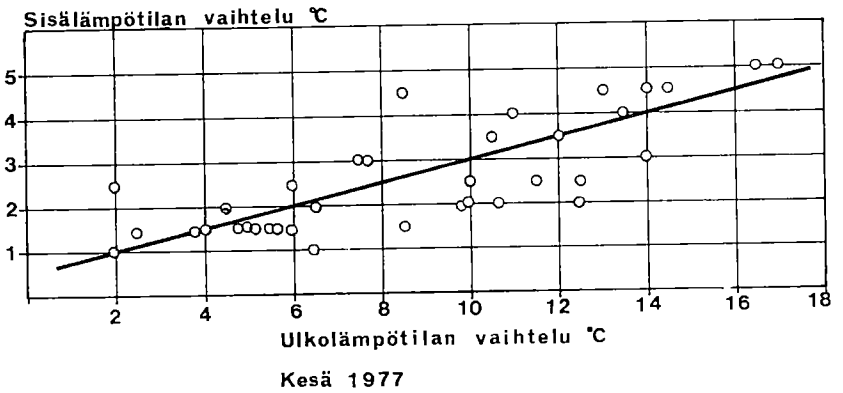
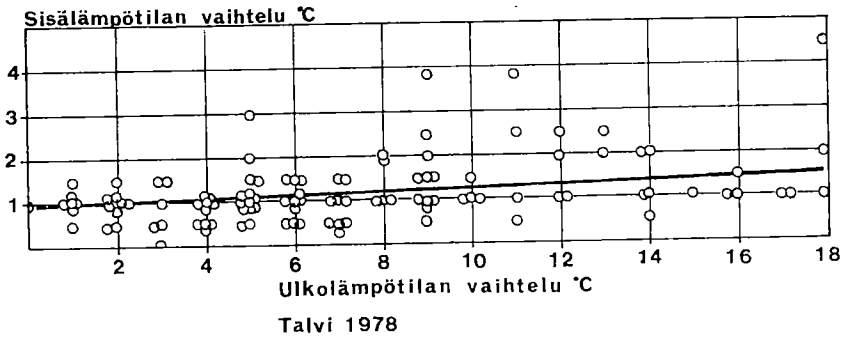
Lämmitysvastuksen tehontarve oli 4,1 kW ja lämminvesivaraimen 9,4 kW. Poistopuhaltimen tehontarve oli 0,9 kW ja sisääntulopuhaltimen 0,93 kW, kun käytettiin parvella olevaa imuaukkoa, jonka koko oli 0,1 m². Kesäaikana, kun poistopuhallin ei ollut käynnissä, sisääntulopuhaltimen tehontarve oli 0,88 kW. Tällöin käytössä oli ulkona oleva 0,19 m² imuaukko ja 4 ikkunaa oli auki. Lämmönvaihtimen talteenottaman lämmön lisäksi otettiin tilapäisesti myös lämminvesivaraimen ympäriltä lisälämpöä. Sen ottaminen alkoi alkutalvella, kun ulkolämpötila oli -15 °C, ja loppui, kun ulkolämpötila oli -6 °C. Helmikuun alussa 1978 asennettiin imuputkeen lämmönvaihtimen eteen lämmitysvastus. Vastusta ohjaava lämpötilan säädin asetettiin siten, että vastus kytkeytyi kun hajoittimesta sisälle tulevan ilman lämpötila oli alle +6 °C. Tämän jälkeen otettiin lämminvesivaraimen ympäriltä lämpöä sikalan lämmitykseen vain kovimmilla pakkasilla. Taulukossa 1 on esitetty ilmanvaihtolaitteen toimintaa talvella. Lämpötilat on mitattu 4 tunnin välein, kosteus kerran päivässä ja haitallisten kaasujen määrät 19 kertaa talven aikana. Lämmönvaihtimen talteenottaman lämmön lisäksi tarvittu lisälämmitysteho on laskettu lisälämmityslaitteiden, lämmitysvastuksen ja lämminvesivaraimen, mitatun tehontarpeen ja käyntiajan sekä astetuntiluvun perusteella. Kesällä tämä lisälämmitysteho oli 0,19 kW.

LÄMPÖTILAN SÄÄTÖ

Lämpötilan vuorokautinen vaihtelu kesä- ja talviaikana ilmenee piirroksesta 1. Ulkolämpötilan ollessa muuttumaton lämpötilan säätimen kytkeä- ja katkaisulämpötilojen ero oli n. 0,5 °C. Lämpötilan säätimet toimivat häiriöttömästi. Lämpötilan säätötarkkuutta voidaan pitää riittävänä.

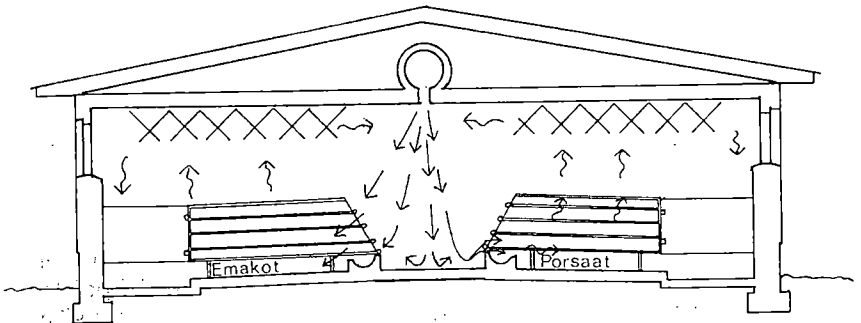
ILMAN JAKAUTUMINEN

Ilman liikesuunnat käyvät ilmi piirroksesta 2. Sisäänpuhallushajoittimien säleet oli asetettu niin, että porsaiden puolella tuloilma suuntautui ruokintakäytävälle ja joutilaiden emakoiden puolella ruokintakäytävälle ja osittain karsinoihin. Ilman nopeus säleitten raoissa oli 3,5...7,0 m/s ja lämpötila +3...+14 °C ulkoilman lämpötilan ollessa välillä ±0...-25 °C.



Piirros 1. Lämpötilan vuorokautinen vaihtelu

Figure 1. The inside temperature variation in 24 hours corresponding to the outside temperature variation, winter 1978 and summer 1977



Piirros 2. Ilmanvirtaukset sikalassa. Ristiviivoitetulla alueella tapahtui hidasta pitkittäistä virtausta.

Figure 2. The airflow in the piggery. The longitudinal flow is marked with lines placed crosswise.

Karsinoiden aidan raoissa ilman nopeus oli porsaiden puolella 0,2... 0,7 m/s ja joutilaiden emakoiden puolella 0,4... 1,0 m/s. Vastaavat alilämpötilat olivat 0...-0,5 °C ja 0...-1 °C. Alilämpötila tarkoittaa kyseisen mittauspaikan ja huoneen keskimääräisen lämpötilan erotusta. Karsinassa ilman nopeus oli porsaiden puolella 0,1... 0,4 m/s ja joutilaiden puolella 0,2... 0,7 m/s. Vastaavat alilämpötilat olivat 0... +1 °C ja 0...-1 °C. Ilma jakautui sikalassa kohtalaisen hyvin.

HAITALLISTEN KAASUJEN MÄÄRÄ

Kaasupitoisuuksia mitattiin 16 päivänä kolmesta paikasta:

lantakäytävältä	10... 20 cm korkeudelta
ruokintakäytävältä	30 » »
»	140 » »

Mittauspaikoilla vallinneet keskimääräiset kaasupitoisuudet ovat taukossa 1.

Suomessa sallitaan työpaikoilla enintään 0,5 % hiilidioksiidipitoisuus ja 25 cm³/m³ ammoniakkipitoisuus. Nykyisin karjasuojien suurimmaksi hiilidioksiidipitoisuudeksi suositellaan kuitenkin enintään 0,15 %, koska eläimet oleskelevat siellä koko vuorokauden. Sikalassa oli hiilidioksiidia 0,15 % vasta kun ulkolämpötila oli -6...-16 °C. Ammoniakkipitoisuus oli pieni eikä rikkivetyä löydetty ollenkaan. Sikalan ilma oli hyvä.

ILMANVAIHTO JA JÄÄHDYTYSTEHO

Puhaltimien pyöriessä ilman tilavuusvirta oli parvella olevaa imuaukkoa käytettäessä n. 4000 m³/h ja ulkona olevaa imuaukkoa käytettäessä n. 6000 m³/h. Sikalan lämpötiloja kesällä on esitetty taukossa 2.

Ulkolämpötilan ollessa 21 °C täyden sikalan lämpötila kohosi 3,5 °C ulkolämpötilaa korkeammaksi. Sikalan ollessa vajaa vastaava lämpötilan nousu oli 2 °C. Jäähdytystä käytettäessä vajaan sikalan lämpötila pysyi 3 °C ulkolämpötilaa, 26,5 °C, alhaisempana. Kun ulkolämpötila oli 27 °C ja kosteus 56 %, sisään tuleva ilma jäähdytti 5 °C ja siitä tiivistyi vettä lämmönvaihtimeen. Sisällä kosteus oli 76 %. Jäähdytysveden lämpötila oli painesäiliössä 6,5... 7,5 °C. Vettä kului 900 l/h. Veden tullessa ulos sikalasta sen lämpötila oli 17 °C. Vesi imeytettiin maahan. Vesianalyysin mukaan vesi täytti vielä nitriitti- ja nitraattipitoisuutensa puolesta talousvedelle asettavat vaatimukset.

Ilmanvaihto oli riittävä ja jäähdyttäen sisälämpötila pystyttiin pitämään halutuissa rajoissa.

MELU

Puhaltimien aiheuttaman melun voimakkuus oli 70 dB(A) 1 m etäisyydellä ilman tuloaukosta ja 70... 71 dB(A) 1 m etäisyydellä poistoaukosta. Sikojen lepoaikana ja puhaltimien ollessa pysähdyksissä sikalassa oli melua 55... 62 dB(A) ja puhaltimien käydessä 67... 70 dB(A). Ruokinta-aikana sikojen aiheuttama melu oli 85... 102 dB(A). Puhaltimien aiheuttama melu ei ole häiritsevää. Ruokinta-aikoina on syytä käyttää kuulonsuojaimia.

Taulukko 1. Ilmanvaihtolaitteen toiminta talvella. Lisälämmitystehoon sisältyvät myös aputilojen lämmitys ja lämpimän veden valmistus.
Table 1. The function of the ventilation unit in winter. The additional heating power includes the heating of the service rooms and heating of the drinking water.

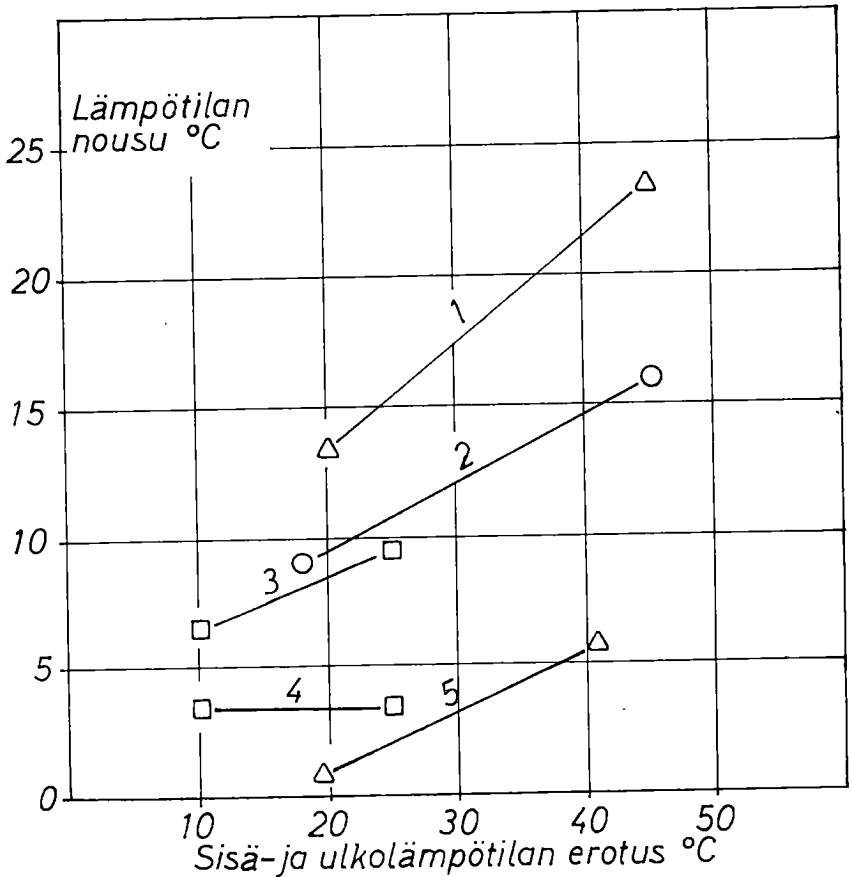
		—35	—30	—25	—20	—15	—10	—5	0
Ulkolämpötilä Outside temperature	C°								
Parven lämpötilä Loft temperature	»	—27	—23	—19	—15	—12	—8	—4	0
Sisälämpötilä 1977-12-20--1978-01-31 Inside temperature	»	—	18	17	17	17	17.5	17.5	17.5
suhteellinen kosteus relative humidity	%	—	86	86	75	68	65	70	68
Sisälämpötilä 1978-02-01--04-28 Inside temperature	°C	14	14	14	14	14	15.5	16	16
suhteellinen kosteus relative humidity	%	92	—	83	83	83	70	66	70
Hilidioksidipitoisuus, CO ₂ Concentration of carbon dioxide	%	—	—	0,32	0,23	0,15	0,15	0,15	0,10
Ammoniakkipitoisuus, NH ₃ Concentration of ammonia	cm ³ /m ³	—	—	5	5	4	4	4	3
Lisälämmitysteho, kun sisälämpötilä on +15 °C Additional power when inside temp. is +15 °C	kW	—	5,0	4,4	3,8	3,2	2,4	0,6	0,2

Taulukko 2. Ilmanvaihtolaitteen toiminta kesällä. Lämpötilat ja kosteudet on mitattu 2 kertaa vuorokaudessa. Jäähdytys oli toiminnassa vuonna 1978.
Table 2. The function of the ventilation unit in summer. The cooling was in action in 1978.

Ulkolämpötila Outside temperature °C	Vuosi Year	Kuu/kausi Month	Kosteus %, keskimäär. Mean relative humidity								Sikojen lämpö- teho, kW total heat of the animals			
			5	10	15	20	21	24	26,5	aamulla mornig		päivällä day	yöllä night	
Sisälämpötila Inside temperature	1977	kesä—heinä— June—July	20	21	21,5	23,5	24,5	26,5	—	—	—	53	60	15
»	»	heinä— July—	20	20,5	21,5	23,5	24	—	—	—	—	59	63	14
»	»	elo— August—	19,5	20	20,5	23	23,5	25,5	—	—	—	63	67	11
»	»	elo—syys— Aug.—Sept.	17,5	19	20	22	23	—	—	—	—	66	69	10
»	1978	heinä—elo— July—Aug.	—	—	20	23	23	23	23,5	71	—	—	—	10

LÄMMÖNVAIHDIN

Painehäviön mittauksessa olleen lämmönvaihtimen EPR-2A-50 ilma-aukon ala oli 0,36 m². Mitatun lämmönvaihtimen poistupuolen painehäviö oli 75 Pa ilman tilavuusvirran ollessa 3000 m³/h. Tällainen painehäviö lisää puhaltimen tehontarvetta n. 150 W ilmamäärän ollessa 3000 m³/h ja n. 225 W ilmamäärän ollessa 5000 m³/h. Läm-



Piirros 3. Sisäntulevan ulkoilman lämpeneminen lämmönvaihtimessa ja parvella:
 1 = lämmönvaihdin + lämmitysvastus, helmikuu,
 2 = lämmönvaihdin, tammikuu,
 3 = lämmönvaihdin (+ ositt. parvi) huhtikuu,
 4 = parvi, huhtikuu,
 5 = parvi, tammi—helmikuu.

Figure 3. The temperature rise in the heat exchanger and in the loft corresponding to the difference between outside and inside temperature.
 1 = heat exchanger + additional electrical heater, February
 2 = heat exchanger, January
 3 = heat exchanger, partly the loft, April
 4 = loft, April
 5 = loft, January—February

mönvaihtimessa olleiden kahden jäähdytys- ja pesuvesisuuttimen yhteinen tilavuusvirta oli 310...800 l/h veden paineen ollessa 50...370 kPa (0,5...3,7 bar).

Sikalassa ollut lämmönvaihdin lämmitti sikalaan tulevan ulkoilman piirroksessa 3 esitetyllä tavalla. Parvella olevan imuaukon suuruus oli tammikuussa 0,04...0,1 m² ja helmikuussa 0,1 m². Huhtikuussa oli käytössä parvella oleva 0,1 m² aukko sekä ulkona oleva 0,2 m² aukko.

Piirroksen 3 lämpötilat on mitattu puhaltimien käyntiajan lopussa. Käyntiaika oli 48...64 % kokonaisajasta ulkolämpötilan ollessa välillä -25...0 °C. Lämpötilan nousu lämmönvaihtimessa oli käyntiajan alussa suurempi kuin käyntiajan lopussa. Lämmönvaihtimen keskimääräinen entalpiahyötysuhde oli tammikuussa 40...28 % ulkolämpötilan ollessa em. -25...0 °C.

Lämmönvaihtimen läpi tulleen ulkoilman lämpötila laski alle nollan, kun ulkolämpötila oli -9...-20 °C, sisälämpötilan ollessa 17,0...17,5 °C. Lämmönvaihtimeen muodostui huurretta ja jäätä noin puolet ilma-aukon alasta, kun ulkolämpötila oli -20...-28 °C. Sen vuoksi vaihdin pestiin ja huurre sulatettiin painepesurilla tammikuussa 1978 2 kertaa. Pöly pestiin 1,5...2 kk välein. Helmikuun alussa lämmönvaihtimen eteen asennettiin lämmitysvastus. Tällöin vaihtimen läpi tulleen ulkoilman lämpötila laski pakkasen puolelle, kun ulkolämpötila oli -24...-32 °C sisälämpötilan ollessa 14 °C. Vaihtimeen muodostui huurretta 0,06 m² alalle, kun ulkoilman lämpötila oli kahtena päivänä alle -20 °C ja öisin alimmillaan -34 °C ja -35 °C. Pakkasen lauhduttua huurre sulsi pois. Lämmitysvastuksella varustettua lämmönvaihdinta voidaan pitää varmatoimisena Etelä- ja Keski-Suomen oloissa.

TIIVISTELMÄ

Sikala, johon ilmanvaihtolaitte oli asennettuna, oli kooltaan sikamäärään nähden normaali. Ilmanvaihtolaitteella voitiin lämmittää ja jäähdyttää sikalan ilmaa. Laitte oli varustettu poistoilmasta lämpöä talteenottavalla lämmönvaihtimella ja sisääntulevan ilman jakoputkistolla. Lämpötilaa säädettiin lämpötilan säätimillä ja käsikäyttöisillä luukuilla. Lämmönvaihtimen talteenottaman lämmön lisäksi tarvittiin lisälämmitystä. Lämpötilan säätö toimi hyvin, mutta oli talvella osittain käsikäyttöinen. Ilma jakautui kohtalaisen hyvin, eikä haitallista vetoa sanottavasti ollut. Lämpötila ja kosteus olivat sopivat. Jäähdyttämällä sikalan lämpötila voitiin kesälläkin pitää haluttuna. Laitteen aiheuttama melu ei ollut häiritsevää.

Lämmönvaihdin toimi lämmitysvastuksen asentamisen jälkeen hyvin. Huollontarve oli kohtuullinen. Lämmönvaihdin lisää puhaltimien tehontarvetta n. 70 %, lisäksi tulee putkistohäviöihin kuluva teho. Lämmönvaihdinta ja sillä varustettua ilmanvaihtolaitetta voidaan pitää käyttöominaisuuksiltaan hyvänä1).

SAMMANFATTNING

Suggstallet, där ventilationsanläggningen var installerad, var av normal dimension till svinantalet. Med ventilationsanläggningen kunde man värma upp och avkyla ventilationsluften. Anläggningen var utrustad med en värmeväxlare samt luftfördelningskanaler. Stallets temperatur reglerades med termostater och manuella luckor. Utom värmeåtervinningen vid värmeväxlaren behövde man tilläggsvärme. Temperaturregleringen fungerade bra, men var till en del manuell om vintern. Luftfördelningen var lyckad utan att menligt drag uppstod i nämnvärd grad. Stallets temperatur och relativa fuktighet var på lämplig nivå. Med kylning kunde man hålla temperaturen på önskad nivå om sommaren. Bullret från anläggningen var inte besvärande.

Värmeväxlaren fungerade bra efter montering av ett värme-element på insugningssidan. Behovet av underhållsarbete var måttligt. Värmeväxlaren ökar effektbehovet av fläktarna ca 70 %, dessutom måste man beakta effektförlusten i luftfördelningskanaler.

Bruksgenskaperna av värmeväxlaren och hela ventilationsanläggningen kan bedömas som goda¹⁾).

CONCLUSIONS

The dimensioning of the farrowing house, where the ventilation unit was installed, was normal, taking into account the amount of animals.

It was possible to heat and cool the ventilation air with the unit, which was equipped with an heat exchanger and intake ducts. The temperature was controlled by means of thermostats and hand operated shutters. In addition to the heat recovered by the heat exchanger further heat was needed in winter. The climatic conditions in the piggy was good.

The heat exchanger was working well since there was mounted an additional electrical heating element. The need of maintenance work was moderate. The heat exchanger increases the power required by the fans about 70 per cent. Additional power is required to blow air through intake ducts.

The functional performance of the heat exchanger and ventilation unit was good¹⁾).

Helsinki 1979-01-22

MAATALOUSKONEIDEN TUTKIMUSLAITOS

SI-yksiköiden ja vanhojen yksiköiden muuntotaulukko

SI-yksikkö			SI-yksikkö		
1 N	= 0,10	kp	1 kp	= 9,82	N
1 kW	= 1,36	hv	1 hv	= 0,74	kW
1 W	= 0,86	kcal/h	1 kcal/h	= 1,16	W
1 Nm	= 0,10	kpm	1 kpm	= 9,81	Nm
1 MJ	= 0,28	kWh	1 kWh	= 3,60	MJ
1 kJ	= 0,24	kcal	1 kcal	= 4,19	kJ
1 MPa	= 981	kp/cm ²	1 kp/cm ²	= 0,10	MPa
1 Pa	= 0,10	mm H ₂ O	1 mm H ₂ O	= 9,81	Pa
1 kPa	= 7,51	mm Hg	1 mm Hg	= 0,13	k/Pa
1 g/kWh	= 0,74	g/hvh	1 g/hvh	= 1,36	g/kWh

Etuliitteitä

mega = M = 1000000	milli = m = 0,001
kilo = k = 1000	mikro = μ = 0,000001

1) Käyttöominaisuudet ja kestävyys arvostellaan seuraavia arvosanoja käyttäen:

erittäin hyvä

hyvä

kohtalaisen hyvä

tydyttävä

runsaasti huomauttamista

huono

1) Hållbarheten och bruksegenskaperna bedöms enligt följande skala:

mycket god

god

tämligen god

nöjaktig

mycket att anmärka

dålig

1) The functional performance and durability ratings are:

very good

good

fairly good

satisfactory

many remarks

poor

Koetus- ja tutkimustulosten vanhenemisen vuoksi sekä väärinkäsitysten ja harhauttavien tietojen välttämiseksi koetus- ja tutkimuslauseita tai erillisiä koetus- ja tutkimustuloksia ei ole lupa julkaista eikä kirjallisesti esittää ilman tutkimuslaitoksen kussakin tapauksessa erikseen antamaa kirjallista lupaa.