

Energiförbrukningen för att ventilera i slaktgrisstallar kan reduceras genom att använda ventilationskanaler under stallet

JOS BOTERMANS, ANNE-CHARLOTTE OLSSON, KNUT-HÅKAN JEPPSSON

Att spara energi inom grisproduktionen är viktigt både för ekonomin och miljön. Om ett ventilationssystem dessutom ger ett svalare klimat under varma sommar dagar kan detta ha positiva effekter på produktionen, förbättra boxhygien och minska arbetsförbrukningen. Syftet med studierna var att testa skillnaderna mellan två olika ventilationssystem. Luften togs in antingen via tilluftsdon i taket eller via kanaler under stallet. Genom att ta in luften via kanaler under stallet och fördela tilluften nära djurens vistelsezon, kunde luftflödena minskas och därmed kunde man spara energi. Luftflödet med kanaler var mellan 8 och 45 % lägre. Lufttemperaturen jämnades ut över dygnet när den leddes genom kanalen under stallet. En sommareftermiddag var nedkylningen av luften i kanalen under stallet 4 °C. Under vintertid var uppvärmningen av luften i kanalen i genomsnitt 6,5 °C. Boxrenheten var något bättre när luften togs in via kanaler. Slutsatsen av projektet var att det går bra att spara energi genom att ta in luft via kanaler under stallet. Under varma perioder är dock en minskning av luftflödet med 40 % för mycket eftersom boxhygien påverkas. Under varma perioder bedöms en minskning med 20 % vara mer optimal.

Bakgrund

I Europa har det utvecklats inhysnings-system till grisar som minskar energiförbrukningen med 40 % genom att leda den inkommande ventilationsluften via kanaler under stallet (van Wagenberg & Smolders, 2002). På sommaren förbrukas mindre el för ventilation p.g.a. svalare tilluft. På vintern förbrukas mindre energi till uppvärmning p.g.a. viss uppvärmning av tilluften under perioder med värmeunderskott. Dessutom kommer den friska luften in i stallet närmare djuren som ger en högre ventilationseffektivitet. Därmed kan flödet sänkas och ändå ge samma luftkvalité till grisarna. Tekniken kan

kombineras med effektivare fläkt-system (energisnåla fläktar, stegvisa fläktar, frekvensstyrning, central utsugning osv.) (van Wagenberg & Hoofs, 2000; van Wagenberg & Vermeij, 2001) och på så sätt minska energiförbrukningen ytterligare.

Förutom lägre energiförbrukning leder inhysnings-system med ventilationskanaler

under stallet till ett stabilare inomhusklimat som påverkas mindre av utomhusklimatet. Ett stabilare inomhusklimat leder till en bättre produktion. Dessutom borde ett stabilare inomhusklimat leda till renare boxar och därmed lägre arbetsförbrukning för renhållning. Under svenska förhållanden (stor liggyta med helt golv och halm) finns dock inga studier gjorda. Därför startades detta forskningsprojekt.

Egna tidigare studier visade dock att luftkvaliteten på arbetshöjd i inhysnings-system med kanaler är för dålig under vintertid. Studierna blev utförda under vintertid i Finland och Danmark (Botermans & Jeppsson, 2008; Botermans, 2014). Slutsatsen av dessa studier var att luftkvaliteten bör förbättras genom att ta ut minimiventilationen via gödselkulverten. Att ta ut minimiventilationen via gödselkulverten och leda den genom en luftrening ger stora möjligheter att minska ammoniak- och luktemissionen. Genom att enbart leda minimiventilationen genom en luftrening, istället för all frånluft,



Bild 1: Sex boxar per avdelning

skulle man kunna minska miljöpåverkan betydligt för en rimlig kostnad.

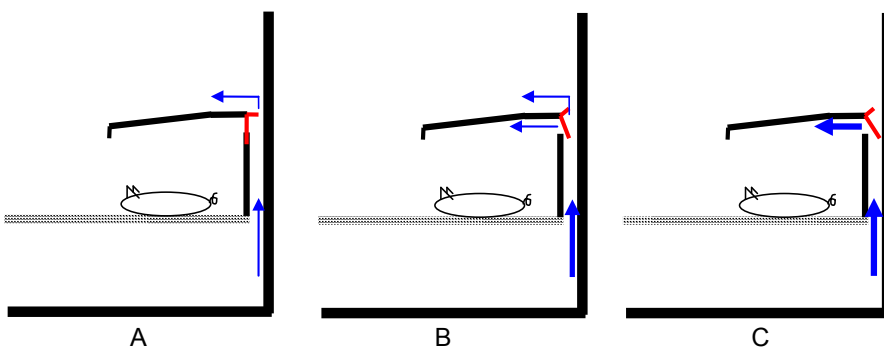
Målsättningen med studierna var att studera/utveckla inhysnings-system för slaktgrisar som är klimatsmarta och som samtidigt ger en bra djur- och arbetsmiljö. Principerna ska vara tillämpbara även i stallar för andra griskategorier eller djurslag.

Material och metoder

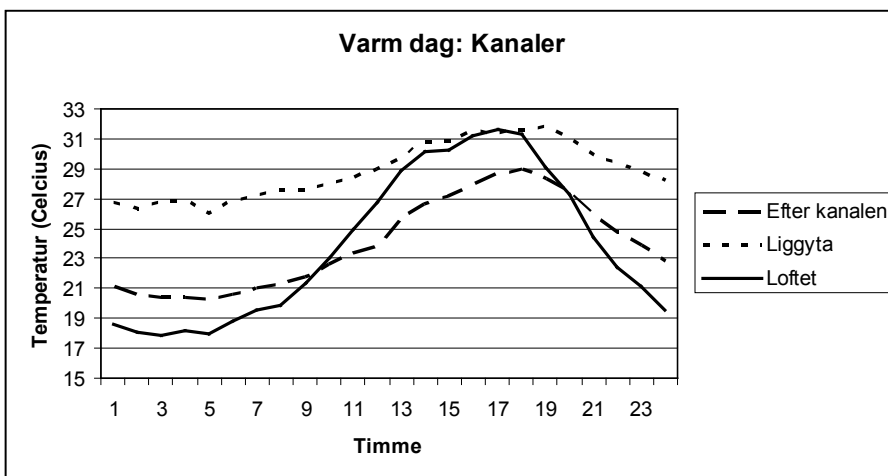
Studien bestod av en jämförelse av energiförbrukning, luftflöde, klimat och boxrenhet i ett 2x2 faktor försök. Två olika sätt att ta in luft i stallet och två olika sätt att ta ut luft ur stallet studerades. Två avdelningar med 60 slaktgrisplatser per avdelning (Bild 1 och 2) ingick i försöket (4 omgångar, parallella försök). De två avdelningarna var identiska och gav möjlighet att ta in luft via tilluftsdon alternativt via kanaler under stallet. De två avdelningarna hade även två möjligheter att ta ut luft (hög- respektive lågevakuering).



Bild 2: Tio grisar per box



Figur 1: Klaffen kunde bli ställd i tre olika lägen. Klaffen i röd färg. Luftflödet i blå färg, A) Vinter läge, all luft kom in ovanför hyddan, B) Vår/höst läge, luften kom in delvis under och delvis ovanför hyddtak, C) Sommar läge, all luft kom in under hyddtak.



Figur 2: Temperaturen av luften innan den kom in i kanalen (loftet), efter kanalen och på liggytan under en varm sommardag

Tilluft via tak eller via kanaler under stallet

Sättet hur vi tog in luft i avdelningen alternerades mellan avdelningarna på ett slumpmässigt sätt per försöksomgång. Att ta in luften via kanaler under stallet innebär att ventilationsflödet var mellan 6 och 60 m³/timme per gris (min/max). Utgångspunkten var att sänka utflödet med 40 %. Kanalerna var 80 cm djupa och 140 cm breda. Att ta in luften via tilluftsdon innebär att ventilationsflödet var mellan 10 och 100 m³/timme per gris (min/max). Utomhusluften kom in via glespanel till loftet och via loftet vidare till kanalen eller tilluftsdonen.

I behandlingen med kanaler under stallet kunde man manuellt med en klaff reglera om luften skulle komma in under hyddtaket, ovanför hyddan eller fördelas mellan dessa två lägen (se Figur 1). I vilket läge klaffen var ställd berodde på grisarnas vikt och utomhustemperatur. I början av omgång 1 (våren) togs tilluften in delvis under hyddtaket och delvis ovanför hyddtaket. Efter några veckor togs all luft in under hyddtaket. Under omgång 2 (sommaren) var all tilluft under hyddtak. Under omgång 3 (vintern) var tilluften ovanför hyddan. Under omgång 4 (våren) var tilluften i början delvis under hyddtak och efter några veckor helt och hållet under hyddtak. I behandlingen med tilluftsdon i taket reglerades donets öppning automatiskt av ventilationsdatorn.

Frånluft med högevakuering eller lågevakuering

Inom varje avdelning fanns det två sätt att suga ut luft. I det ena fallet togs all luft ut via frånluftstrumror i taket (högevakuering). I det andra fallet togs 30 % av maxventilationen ut via gödselkultverten medan resten av luften togs ut via trumror i taket. Dessa två sätt att suga ut frånluften alternerades per vecka. I avdelningen med tilluft via tak och i avdelningen med tilluft via kanaler under stallet studerades högevakuering samtidigt i en vecka. Sedan studerades lågevakuering i båda avdelningarna samtidigt i en vecka.

Registreringar

Lufttemperaturen och den relativa luftfuktigheten registrerades var tionde minut under hela uppfödningens period med sensorer (Veng-systems) på flera olika ställen. Ammoniak, lustgas, metan

och koldioxid registrerades var tjugonde minut på flera olika ställen (Innova, fotoakustisk infraröd mätmetod). För varje försöksomgång valdes en 2-veckors period. Inom denna 2-veckors period valdes två perioder om 4 dagar för bearbetning av data: en period med högevakuering och en period med lågevakuering. Den kronologiska följden av dessa perioder (hög- eller lågevakuering) var slumpmässig.

Fläktarnas elförbrukning registrerades för varje avdelning. Boxhygien registrerades genom okulär bedömning i samtliga boxar 1 gång per vecka.

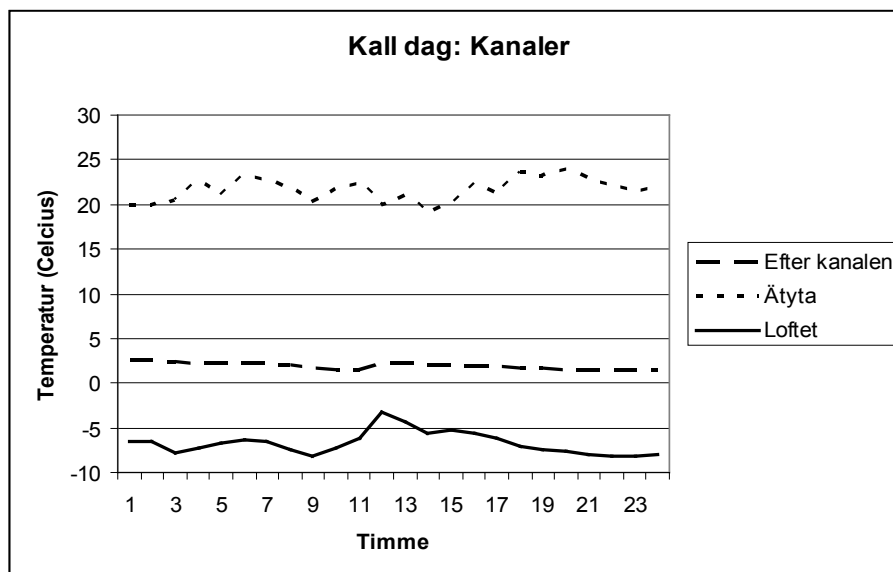
Resultat

Genom att räkna på koldioxidhalterna i frånluften kunde man beräkna att luftflödena var 45 %, 42 %, 28 % och 8 % lägre i respektive omgång 1, 2, 3 och 4 när man tog in luften via kanaler under stallet. Djurens miljö var bra med ventilation via kanaler. Under våren (omgång 1) var CO₂ halten på liggytan lägre när luften kom in via kanalerna nära liggytan, jämfört med när luften kom in via tilluftsdon (se Tabell 1). Under varma perioder (omgång 2) var CO₂ halten på liggytan dock 34 % högre (Tabell 1) och lufttemperaturen 2 °C högre när luften kom in via kanalerna (se Tabell 2), vilket visar att det var för mycket att minska ventilationsflödet på sommaren med hela 40 %.

Luftkvaliteten för djurskötarna var sämre när man tog in luften via kanaler under stallet (delvis p.g.a. 40 % lägre ventilationsflöde). Lufttemperaturen, CO₂- och NH₃ halten i inspektionsgången var högre när man tog in luften via kanaler. Denna luftkvalité kunde förbättras genom att ta ut en del av luften via gödselkulverten. NH₃ halten i luften kunde då sänkas med 18 %.

Jämnare temperatur

Resultaten visar att lufttemperaturen jämnades ut över dygnet när luft togs in genom kanalen under stallet. En sommareftermiddag, när det var som varmast, var nedkylningen av luften i kanalen under stallet som mest 4 °C (se Figur 2). Räkna man på ett helt dygn var nedkylningen av luften dock obefintlig (Tabell 2). Däremot var uppvärmningen av luften i kanalen i genomsnitt omkring 6,5 °C under vintertid (se Tabell 2). En kall vinternatt, när det var som kallast, var uppvärmningen upp till 10 °C (se Figur 3).



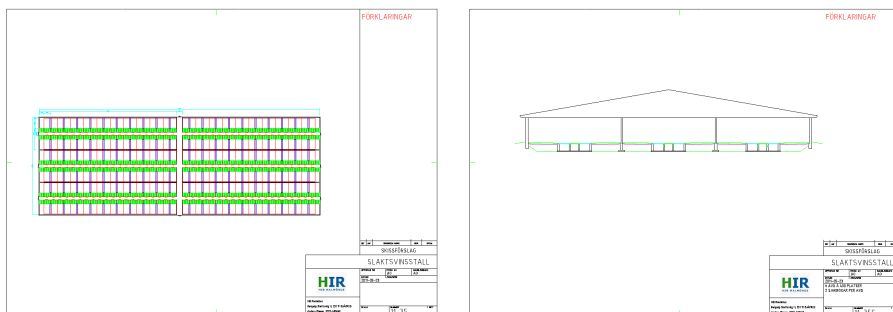
Figur 3: Temperaturen av luften innan den kom in i kanalen (loftet), efter kanalen och på ätytan under en kall vinterdag.

Tabell 1: Koldioxide koncentrationen (ppm) på olika mätpunkter under våren, sommaren och vintern

	Högevakuering (period 1)		Lågevakuering (period 2)	
	Tilluftsdon	Kanaler	Tilluftsdon	Kanaler
Våren				
Tilluften	402	408	431	431
Liggyta	2470	1250	1587	1123
Fläkt i taket	935	1372	971	1451
Sommaren				
Tilluften	443	441	447	440
Liggyta	1314	1725	1396	1837
Fläkt i taket	845	1133	882	1434
Vintern				
Tilluften	435	451	433	434
Liggyta	2937	3241	3016	3260
Fläkt i taket	2190	2872	2437	3208

Tabell 2: Temperatur (0C) på olika mätpunkter under våren, sommaren och vintern

	Högevakuering (period 1)		Lågevakuering (period 2)	
	Tilluftsdon	Kanaler	Tilluftsdon	Kanaler
Våren				
Loftet	11,3	11,4	11,4	11,6
Tilluften	11,3	13,9	11,4	15,1
Liggyta	20,9	20,4	21,7	20,0
Fläkt i taket	15,5	19,5	16,3	20,0
Sommaren				
Loftet	21,0	20,9	16,6	16,5
Tilluften	21,0	21,7	16,6	18,6
Liggyta	25,5	27,4	23,0	26,3
Fläkt i taket	23,2	24,5	20,0	23,1
Vintern				
Loftet	-1,3	-1,3	-2,2	-2,2
Tilluften	-1,3	4,9	-2,2	4,5
Liggyta	18,7	22,0	18,9	21,9
Fläkt i taket	15,3	17,8	15,5	17,9



Figur 4: Ritningar på ett stall med 2400 slaktgrisplatser (exempel).

Boxrenhet

Boxrenheten var något bättre i behandlingen med kanaler under stallet. Genomsnittlig smutsopång på liggytan och äytan var något lägre när luften kom in via kanaler under stallet. Under sommaromgången var boxrenheten på liggytan dock sämre, vilket visar att ventilationsflödet i stallet med kanaler var för lågt på sommaren.

Diskussion

Energikostnaderna inom grisproduktionen är höga och kommer säkerligen att öka ytterligare i framtiden. Genom att ta in luften via kanaler under stallet, och fördela den nära djurens vistelsezon, kunde luftflödena minskas och därmed kunde man spara energi. Ventilationssystemet kan kombineras med andra energibesparande åtgärder som till exempel nya energisnåla fläktar. Under vår/höst kunde vi minska luftflödena med 40 % utan att grisarnas miljö blev sämre. Under varma perioder var en minskning med 40 % dock för mycket: En reduktion av luftflödet med 40 % resulterade i 34 % högre CO₂-halt på liggytan och en 2 °C högre lufttemperatur när luften kom in via kanalerna jämfört med tilluftsdon. En minskning med 20 % under varma perioder, skulle därför vara intressant att testa i framtiden.

Som förväntat var luftkvaliteten för djurskötarna sämre när man tar in luften via kanaler under stallet (delvis p.g.a. 40 %

lägre ventilationsflöde). Lufttemperaturen, CO₂- och NH₃ halten i inspektionsgången var högre när man tog in luften via kanaler. Kvaliteten på luften i inspektionsgången kunde dock förbättras genom att ta ut en del av luften via gödselkylverten. NH₃ halten i luften kunde på det viset sänkas med 18 %.

Introduktionen av energisnåla fläktar (LPC eller EC fläktar) gör att det blir svårare att räkna hem en investering i kanaler under stallet då skillnaden i energikostnader mellan ventilation via kanaler och tilluftsdon blir mindre. Förutom energibesparingen finns dock andra positiva effekter av kanaler under stallet. På eftermiddagar på sommaren, när det är som varmast utomhus, är den inkommande luften betydligt svalare med kanaler under stallet än med tilluftsdon. Detta kan ha positiva effekter på produktionen för såväl slaktsvin som saggor. När det inte blir för varmt i stallet mitt på dagen, fortsätter djuren att äta foder och producera kött eller di, och risken blir mindre att digivande saggor ligger ihjäl sina smågrisar. Boxrenheten är också bättre under sommaren när det är svalare på liggytan. Om man kan ha renare boxar förbättrar man hygien för djuren samtidigt som man minskar tiden för rengöring av boxar. En annan fördel med systemet med kanaler under stallet är att den friska luften kommer in i stallet nära varje box, utan att blandas med luft från andra boxar. På så sätt skulle smittspridningen mellan boxar minskas och grisarnas luft-

väghälsa förbättras. Forskning som kan visa på dessa positiva effekter kan vara intressant för framtiden. Dessutom skulle det vara intressant att utveckla ventilationssystemet för dräktiga och digivande saggor men även för andra djurkategorier som t.ex. kalvar.

Ibland var det svårt att reglera läget på klaffen som styrde hur luften skulle komma in i avdelningen: under hyddtak eller ovanför hyddan. Detta för att utomhus-temperaturen kunde variera starkt inom och mellan dygn. Framtida forskning bör inrikta sig på att utveckla automatisk utrustning som kan styra hur fördelningen av luft ska vara: under hyddtak eller ovanför hyddan, beroende på utomhustemperatur och grisarnas vikt.

Att bygga i större skala

Hushållningssällskapet i Malmöhus län gjorde en ritning på ett stall med 2400 slaktgrisplatser (Figur 4). Kanalen under stallet ligger under hela liggytan och är 1 m djup. En uppskattning var att stallet skulle kosta omkring 500 kr mer per slaktgrisplats jämfört med ett traditionellt stall med tvärträgsboxar. Jämfört med ett traditionellt stall med långträgsboxar blir det dock inga merkostnader.

Referenser

- Botermans & Jeppsson. 2008. AgEng Greece s. 45.
- Botermans, Jeppsson, Olsson & Damsted. 2014. AgEng Switzerland. 1-8.
- Jeppsson & Botermans. 2014. AgEng Switzerland, 1-6.
- Van Wagenberg, V. & Hoofs, A., 2000. Rapport 240. Praktijkonderzoek varkens, Holland.
- Van Wagenberg, V. & Vermeij, I., 2001. ASAE meeting paper 01-4050.
- Van Wagenberg, V. & Smolders, M., 2002. Transactions of the ASAE 45(6): 1985-1992.

Genomförandet av studien har möjliggjorts med finansiella medel från Stiftelsen Lantbruksforskning och Partnerskap Alnarp. Utvecklings- och demonstrationsdelen finansierades av Jordbruksverket.

Projektansvarig: Jos Botermans

epsilon.slu.se