

En energieffektivare grisproduktion

Jos Botermans, husdjurs AgrD, Temagrupp gris, BT/SLU, Alnarp
Knut-Håkan Jeppsson, teknik AgrD, Temagrupp klimat, BT/SLU, Alnarp

Sammanfattning

Målsättningen med forskningsprojektet var att minska energiförbrukningen i grisstallar med 40 % samtidigt som man förbättrar djurmiljön, arbetsmiljön och yttre miljön. Försöket genomfördes på Odarslövs försöksgård utanför Lund. Fyra försöksomgångar med grisar genomfördes. Två identiska stallavdelningar användes, med 60 slaktgrisplatser i varje. Luften togs in antingen via tilluftsdon i taket (kontroll) eller via kanaler under stallet. Sättet hur man tog in luft i avdelningen alternerades mellan avdelningarna på ett slumpmässigt sätt per försöksomgång. Att ta in luften via kanaler under stallet innebar att ventilationsflödet var mellan 6 och 60 m³/h per gris (min/max). Vid varma perioder togs luften in under hyddtak och vid kalla perioder ovanför hyddan. Att ta in luften via tilluftsdon innebar att ventilationsflödet var mellan 10 och 100 m³/h per gris (min/max). Inom varje avdelning fanns det även två sätt att suga ut luft. I det ena fallet togs all luft ut via frånluftstrummor i taket (högevakuering). I det andra fallet togs 30 % av maxventilationen ut via gödselkulverten medan resten av luften togs ut via trummor i taket (lågevakuering). Dessa två sätt att suga ut luft alternerades inom varje omgång.

Resultaten visade att lufttemperaturen jämnades ut över dygnet när den leddes genom kanalen under stallet. En sommareftermiddag, när det var som varmast, var nedkylningen av luften i kanalen under stallet 4 °C. Räknar man på ett helt dygn var nedkylningen av luften dock obefintlig. Under vintertid var uppvärmningen av luften i kanalen i genomsnitt dock omkring 6,5 °C. En kall vinternatt, när det var som kallast, var uppvärmningen upp till 10 °C. Djurens miljö var bra med ventilation via kanaler. Under vår/höst var CO₂ halten på liggytan lägre när luften kom in via kanalerna nära liggyta, jämfört med att luften kom in via tilluftsdon. Under varma perioder var CO₂ halten på liggytan dock 34 % högre och lufttemperaturen 2 °C högre när luften kom in via kanalerna, vilket visar att det var för mycket att minska ventilationsflödet på sommaren med hela 40 %. Boxrenheten var något bättre när luften togs in via kanaler under stallet jämfört med tilluftsdon.

Som förväntat var luftkvalitén 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. Denna luftkvalité kunde förbättras genom att ta ut en del av luften via gödselkulverten. NH₃ halten i luften kunde på det viset sänkas med 18 %.

Beroende på inställningen av ventilationssystemet och årstid varierade minskningen av luftflödet genom stallet mellan 45 och 8 %. Detta speglades också i en lägre elförbrukning per gris.

Slutsatsen av forskningsprojektet var att det gick bra att spara energi genom att ta in luft via kanaler under stallet. Boxhygien var bra. Under varma perioder är dock en minskning av luftflödet med 40 % för mycket. En minskning med 20 % i stället, under varma perioder, skulle vara intressant att testa i framtiden. Även arbetsmiljön blev något sämre med 40 % lägre luftflöde. Detta kunde dock förbättras genom att ta ut luften via gödselkulverten. Luftrening av den luften är då dock att rekommendera. 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.

1. Målsättning

Den övergripande målsättningen med projektet var att minska energiförbrukningen i grisstallar med 40 % samtidigt som man förbättrar djurmiljön, arbetsmiljön och yttre miljön.

2. Frågeställning

Frågeställningen var om man kan få en bättre djurmiljö och bättre arbetsmiljö i ett stall med ett nytt ventilationssystem som är mycket energibesparande. I det nya ventilationssystemet tar man in luften via kanaler under stallet eventuellt i kombination med att man tar ut minimiventilationen via andra kanaler under stallet.

3. Bakgrund

I Europa har det utvecklats inhysningssystem till grisar som minskar energiförbrukningen med 40 % genom att leda den inkommande luften 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. Tekniken kan kombineras med effektivare fläktsystem (stegvisa fläktar, frekvensstyrning, central utsugning osv.) (van Wagenberg & Hoofs, A. 2000; van Wagenberg, V. & Vermeij, I. 2001) och på så sätt minska energiförbrukningen ytterligare. Att minska energiförbrukningen inom animalieproduktionen är viktigt för framtiden och i kombination med biogasproduktion kan animalieproduktion till och med bli nettoproducent av energi och därmed ”klimatsmart”.

Förutom att spara energi (effektiva ventilationssystem) och producera energi (biogastillverkning) är emissioner av metan och lustgas viktiga m.h.t. klimatpåverkan. Stallsystem med gödsellagring utanför stallet, som man gör i Sverige, minskar utsläpp av metan från gödseln i stallet jämfört med stallsystem där man förvarar gödsel under stallet (som man oftast gör utomlands) (Monteny et al., 2001), se Tabell 1. Rätt använd biogastechnik kan dessutom minska emissionen av metan från gödselbehållaren och i samband med gödselspridning. Att inte använda djupströbäddar och torvbäddar inom animalieproduktion håller emissionen av lustgas låg (Jungbluth et al., 2001).

Tabell 1: Emission av växthusgaser (koldioxidekvivalenter per plats/år) för ett inhysningssystem för slaktgrisar med eller utan gödsellagring under stallet (data: Monteny et al., 2001; Hörndahl, 2008; Vattenfall)

| | Slaktsvinsproduktion i Sverige med gödsellagring utanför stallet | Slaktgrisproduktion utomlands med gödsellagring under stallet |
|---|---|--|
| Metan från djur och stallet i CO ₂ - ekvivalenter (kg/plats/år) | 30 | 222 |
| Lustgas från stallet i CO ₂ - ekvivalenter (kg/plats/år) | 73 | 73 |
| Koldioxid för elektricitet i CO ₂ - ekvivalenter (kg/plats/år) | 6 | 6 |

Förutom lägre energiförbrukning leder inhysningssystem med kanaler 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. Det finns dock ingen forskning gjord på detta område och därför startades detta forskningsprojekt.

Egna studier, delvis finansierade av SLF, visade dock att luftkvaliteten på arbetshöjd i dessa inhysningssystem är för dålig under vintertid. Studierna blev utförda under vintertid i Finland (Botermans & Jeppsson, 2008). Slutsatsen av dessa studier var att luftkvaliteten bör förbättras genom att ta ut minimiventilationen via gödselkulverten, eventuellt i kombination med värmewäxling mellan den inkommande och utgående luften under vintertid. Att

värmeväxla den inkommande och utgående luften vintertid skulle ytterligare kunna minska energiförbrukningen. Att ta ut minimiventilationen via gödselkulverten och leda den genom en luftrening ger stora möjligheter att minska ammoniak-, lustgas-, metan- och luktemissionen. Genom att enbart leda minimiventilationen genom en luftrening, istället för all frånluft, skulle man kunna minska miljöpåverkan betydligt för en rimlig kostnad.

Målsättningen med studierna är att studera/utveckla inhysningssystem 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.

4. Material och metoder

Studien består 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 blev studerade. Två avdelningar med 60 slaktgrisplatser per avdelning (Bild 1 och 2) ingick i försöket (parallella försök). Dessa två avdelningar är identiska och ger möjlighet ta in luft via tilluftsdon alternativt via kanaler under stallet (se Tabell 2). Dessa två avdelningar har även två möjligheter att ta ut luft.



Bild 1: Sex boxar per avdelning



Bild 2: Tio grisar per box

Behandling: luftintag

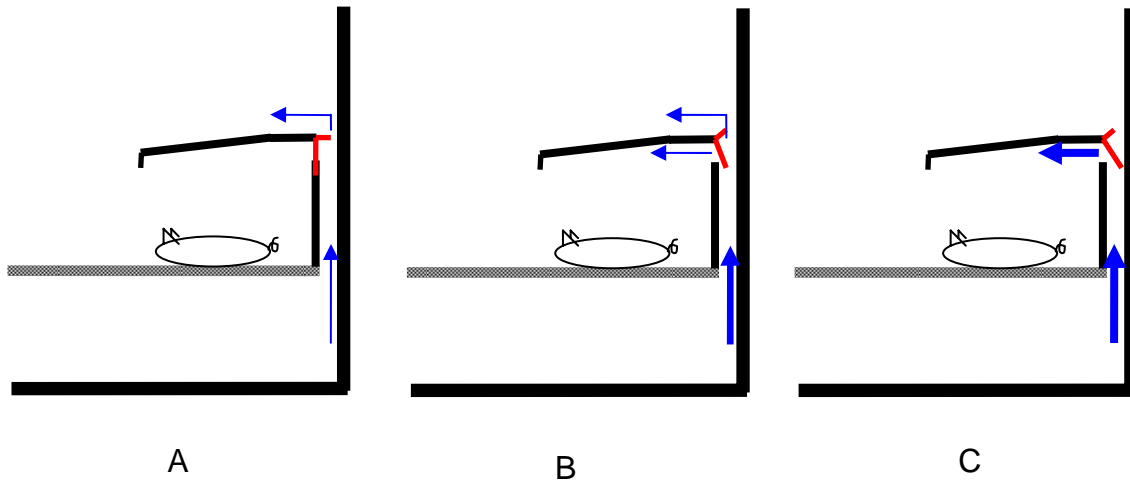
Sättet hur man tar in luft i avdelningen alternerades mellan avdelningarna på ett slumpmässigt sätt per försöksomgång (totalt 4 omgångar). Under en försöksomgång kom luften i den ena avdelningen in via kanaler under stallet. I den andra avdelningen kom luften in via tilluftsdon i taket (kontroll). Att ta in luften via kanaler under stallet innebar att ventilationsflödet var mellan 6 och 60 m³/h per gris (min/max). Att ta in luften via tilluftsdon innebar att ventilationsflödet var mellan 10 och 100 m³/h per gris (min/max). Innan luften gick in i kanalen eller tilluftsdon var den på loftet. Utomhusluft kom in via glespanel till loftet. Temperaturen av luften på loftet följde därför utomhustemperaturen.

Tabell 2: De olika sätten att ta in luften i avdelningarna för de fyra försöksomgångarna

| | Avdelning 1 | Avdelning 2 |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Omgång 1: mars 2012 - juni 2012 | Tilluftsdon | Kanaler under stallet |
| Omgång 2: juni 2012 - september 2012 | Kanaler under stallet | Tilluftsdon |
| Omgång 3: oktober 2012 - januari 2013 | Kanaler under stallet | Tilluftsdon |
| Omgång 4: februari 2013 - maj 2013 | Tilluftsdon | Kanaler under stallet |

I behandlingen med kanaler under stallet kunde man manuellt med en klaff reglera om luften skulle komma in under hyddtak, ovanför hyddan eller en fördelning mellan dessa två lägen

(Figur 1). I vilket läge klaffen var ställd berodde på grisarnas vikt och utomhustemperatur. Under omgång 1 (våren) var tilluften i början delvis under hyddtak och efter några veckor helt och hållet under hyddtak. 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.



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.

Behandling: luftutsug

Inom varje avdelning fanns det två sätt att suga ut luft. I det ena fallet togs all luft ut via frånluftstrumror i taket (kontroll). I det andra fallet togs 30 % av maxventilationen ut via gödselkulverten medan resten av luften togs ut via trumror i taket. Dessa två sätt att suga ut luft alternerades per vecka.

Registreringar

Följande parametrar registrerades i varje avdelning:

- 1) Lufttemperaturen (T) och den relativa luftfuktigheten (RF) registreras var tionde minut under hela uppfödningssperioden med sensorer (Veng-systems) på följande ställen:
 - Vid luftintaget innan luften kom in i kanalen eller tilluftsdon (T och RF),
 - Vid utloppet innan luften kom in i stallet (T och RF),
 - 40 cm över golvet på liggytan (T)
 - 40 cm över golvet på ätytan (T),
 - 1,5 m över golvet i inspektionsgången (T),
 - Vid frånluftsfläkten i taket (T och RF),
 - Vid frånluftsfläkten i frånluftskulvert (T).
- 2) Ammoniak, lustgas, metan och koldioxid registreras var tjugonde minut på följande ställen: innan luften kom in i stallet, på grisarnas liggyta, 1,5 m över golvet i inspektionsgången och vid frånluftsfläkten i taket (Innova, fotoakustisk infraröd mätmetod).
- 3) Ventilationsflöde var tionde minut genom användning av mätfläktar (Veng-systems)
- 4) Elförbrukning av fläktarna för varje avdelning (omgång 2-4)
- 5) Boxhygien, okulär bedömning i samtliga boxar 1 gång per vecka (10 ytor per box, skala 0-3).

För varje försöksomgång valdes ut 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 följderna av dessa perioder (hög- eller lågevakuering) var slumpmässig.

5. Resultat

Ventilationsflöde

Mätningarna från Veng-systemet visade mätvärde som man inte kunde lita på. 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.

Elförbrukningen

Luftflödet genom fläktarna reglerades med ett spjäll i trumman och en tryckskillnadsmätare i trumman (Dynamic-air från SKOV). Luftflödet reglerades i mindre grad av fläktmotors varvtal. Denna inställning var medvetet gjord för att få ett så exakt luftflöde som möjligt oberoende av tryckskillnader mellan avdelningen och utomhus. Denna inställning gjorde att energiförbrukningen blev högre jämfört med praktiska gårdar. Detta för att i försöket hade alla fläktar ett högre varvtal än vanligt och man "ströp" luftflödet med ett spjäll i stället. Dessutom användes fläktar av en äldre modell. Detta för att kunna reglera luftflödena så bra som möjligt (nödvändigt för forskningsprojektet). Trots detta var energiförbrukning något lägre när man tog in luften via kanaler under stallet (Tabell 3).

Tabell 3: Elförbrukningen för omgång 2-4

| | Tilluftsdon | Kanaler |
|---|-------------|---------|
| Omgång 2 | | |
| Elförbrukning/dag (kWh) | 9,52 | 8,76 |
| Elförbrukning per producerad gris (kWh) | 17,5 | 16,1 |
| Omgång 3 | | |
| Elförbrukning/dag (kWh) | 9,41 | 8,87 |
| Elförbrukning per producerad gris (kWh) | 17,3 | 16,3 |
| Omgång 4 | | |
| Elförbrukning/dag (kWh) | 10,4 | 10,6 |
| Elförbrukning per producerad gris (kWh) | 19,0 | 19,5 |
| Omgång 2-4 | | |
| Elförbrukning/dag (kWh) | 9,76 | 9,42 |
| Elförbrukning per producerad gris (kWh) | 17,9 | 17,3 |

Klimat inomhus

Resultatet av mätningarna av omgång 1, 2 och 3 redovisas i Tabell 4, 5 och 6. Resultaten visar att lufttemperaturen jämnades ut över dygnet när den leds genom kanalen under stallet. En sommardag, när det var som varmast, var nedkylningen av luften i kanalen under stallet 4 °C (se Figur 2). Räknar man på ett helt dygn var nedkylningen av luften dock obefintlig. Däremot under vintertid var uppvärmningen av luften i kanalen i genomsnitt omkring 6,5 °C (se Tabell 6). En kall vinternatt, när det var som kallast, var uppvärmningen upp till 10 °C (se Figur 3).

Djurens miljö var bra med ventilation via kanaler. Under moderata vår/höst var CO₂ halten på liggytan lägre när luften kom in via kanalerna nära liggyta, jämfört med att luften kom in via tilluftsdon (se Tabell 4). Under varma perioder var CO₂ halten på liggytan dock 34 % högre och lufttemperaturen 2 °C högre när luften kom in via kanalerna (se Tabell 5), vilket visar att det var för mycket att minska ventilationsflödet på sommaren med hela 40 %.

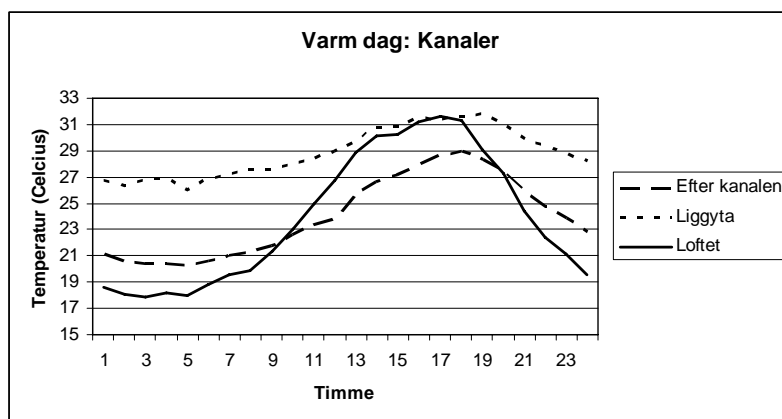
Som förväntat var luftkvaliteten för djurskötarna sämre när man tog in luften via kanaler under stallet (delvis p.g.a. 40 % lägre ventilationsflöde). Lufttemperaturen, CO₂ och NH₃ halten i inspektionsgången var högre när man tog in luften via kanaler. Denna luftkvalité kunde förbättras genom att ta ut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

Tabell 4: Försöksomgång 1. Tilluften under hyddtak till hälften öppet.

| | Högevakuering (period 1) | | Lågevakuering (period 2) | |
|--------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | Tilluftsdon | Kanaler | Tilluftsdon | Kanaler |
| Loftet | | | | |
| Temperatur (°C) | 11,3 | 11,4 | 11,4 | 11,6 |
| RF (%) | 71,4 | 71,7 | 55,0 | 54,9 |
| Tilluften | | | | |
| Temperatur (°C) | 11,3 | 13,9 | 11,4 | 15,1 |
| RF (%) | 71,4 | 61,0 | 55,0 | 43,7 |
| CO ₂ (ppm) | 402 | 408 | 431 | 431 |
| NO ₂ (ppm) | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,29 |
| NH ₃ (ppm) | 1,3 | 1,6 | 1,2 | 1,8 |
| CH ₄ (ppm) | 4,4 | 4,0 | 3,1 | 3,3 |
| Liggyta | | | | |
| Temperatur (°C) | 20,9 | 20,4 | 21,7 | 20,0 |
| CO ₂ (ppm) | 2470 | 1250 | 1587 | 1123 |
| NH ₃ (ppm) | 5,3 | 2,9 | 3,4 | 2,6 |
| Ätyta | | | | |
| Temperatur (°C) | 20,8 | 21,2 | 21,7 | 21,6 |
| 1,5 m från golvet | | | | |
| Temperatur (°C) | 15,7 | 18,7 | 16,5 | 19,1 |
| CO ₂ (ppm) | 872 | 1321 | 952 | 1395 |
| NH ₃ (ppm) | 3,0 | 4,1 | 2,3 | 3,2 |
| Fläkt i taket | | | | |
| Temperatur (°C) | 15,5 | 19,5 | 16,3 | 20,0 |
| RF (%) | 65,5 | 60,2 | 51,3 | 49,3 |
| CO ₂ (ppm) | 935 | 1372 | 971 | 1451 |
| NO ₂ (ppm) | 0,33 | 0,34 | 0,33 | 0,32 |
| NH ₃ (ppm) | 3,4 | 5,0 | 2,3 | 3,5 |
| CH ₄ (ppm) | 7,7 | 11,1 | 7,0 | 11,4 |
| Fläkt i kulvert | | | | |
| Temperatur (°C) | - | - | 13,9 | 15,8 |
| CO ₂ (ppm) | - | - | 958 | 1217 |
| NO ₂ (ppm) | - | - | 0,34 | 0,32 |
| NH ₃ (ppm) | - | - | 8,5 | 8,8 |
| CH ₄ (ppm) | - | - | 6,9 | 9,3 |

Tabell 5: Försöksomgång 2. Tilluften under hyddtak helt öppet

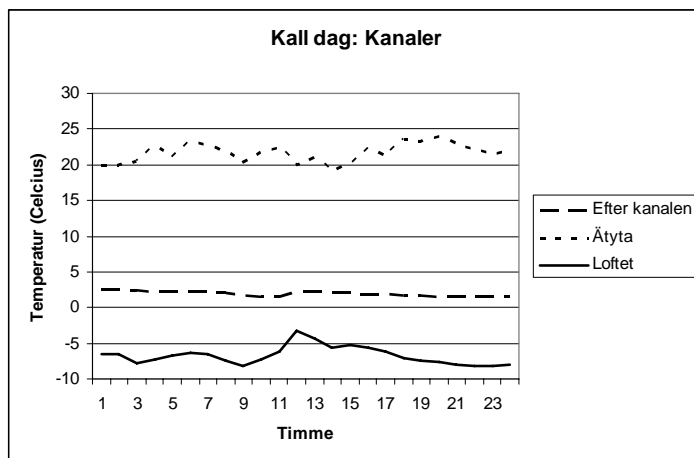
| | Högevakuering (period 1) | | Lågevakuering (period 2) | |
|--------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | Tilluftsdon | Kanaler | Tilluftsdon | Kanaler |
| Loftet | | | | |
| Temperatur (°C) | 21,0 | 20,9 | 16,6 | 16,5 |
| RF (%) | 66,3 | 66,4 | 77,9 | 77,8 |
| Tilluften | | | | |
| Temperatur (°C) | 21,0 | 21,7 | 16,6 | 18,6 |
| RF (%) | 66,3 | 68,0 | 77,9 | 76,5 |
| CO ₂ (ppm) | 443 | 441 | 447 | 440 |
| NO ₂ (ppm) | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 |
| NH ₃ (ppm) | 1,4 | 1,5 | 2,2 | 2,4 |
| CH ₄ (ppm) | 10,3 | 10,5 | 8,9 | 9,3 |
| Liggyta | | | | |
| Temperatur (°C) | 25,5 | 27,4 | 23,0 | 26,3 |
| CO ₂ (ppm) | 1314 | 1725 | 1396 | 1837 |
| NH ₃ (ppm) | 3,2 | 5,6 | 3,6 | 5,7 |
| Ätyta | | | | |
| Temperatur (°C) | 25,1 | 26,0 | 23,3 | 24,9 |
| 1,5 m från golvet | | | | |
| Temperatur (°C) | 22,7 | 24,3 | 19,5 | 22,8 |
| CO ₂ (ppm) | 791 | 1056 | 328 | 1288 |
| NH ₃ (ppm) | 2,6 | 4,6 | 2,6 | 4,8 |
| Fläkt i taket | | | | |
| Temperatur (°C) | 23,2 | 24,5 | 20,0 | 23,1 |
| RF (%) | 66,7 | 66,3 | 72,0 | 67,7 |
| CO ₂ (ppm) | 845 | 1133 | 882 | 1434 |
| NO ₂ (ppm) | 0,22 | 0,23 | 0,19 | 0,17 |
| NH ₃ (ppm) | 3,6 | 4,8 | 3,0 | 4,5 |
| CH ₄ (ppm) | 15,6 | 20,1 | 13,0 | 20,0 |
| Fläkt i kulvert | | | | |
| Temperatur (°C) | - | - | 18,6 | 20,1 |
| CO ₂ (ppm) | - | - | 956 | 1253 |
| NO ₂ (ppm) | - | - | 0,29 | 0,27 |
| NH ₃ (ppm) | - | - | 6,3 | 7,9 |
| CH ₄ (ppm) | - | - | 16,7 | 19,7 |



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

Tabell 6: Försöksomgång 3: Tilluften under hyddtak helt stängt

| | Högevakuering (period 1) | | Lågevakuering (period 2) | |
|--------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|
| | Tilluftsdon | Kanaler | Tilluftsdon | Kanaler |
| Loftet | | | | |
| Temperatur (°C) | -1,3 | -1,3 | -2,2 | -2,2 |
| RF (%) | 87,0 | 91,1 | 87,5 | 88,9 |
| Tilluften | | | | |
| Temperatur (°C) | -1,3 | 4,9 | -2,2 | 4,5 |
| RF (%) | 87,0 | 70,5 | 87,5 | 66,6 |
| CO ₂ (ppm) | 435 | 451 | 433 | 434 |
| NO ₂ (ppm) | 0,31 | 0,31 | 0,32 | 0,33 |
| NH ₃ (ppm) | 1,1 | 1,4 | 1,4 | 1,5 |
| CH ₄ (ppm) | 0,5 | 0,5 | 0,1 | 0 |
| Liggyta | | | | |
| Temperatur (°C) | 18,7 | 22,0 | 18,9 | 21,9 |
| CO ₂ (ppm) | 2937 | 3241 | 3016 | 3260 |
| NH ₃ (ppm) | 5,3 | 6,1 | 4,7 | 4,9 |
| Ätyta | | | | |
| Temperatur (°C) | 18,5 | 19,9 | 18,3 | 20,2 |
| 1,5 m från golvet | | | | |
| Temperatur (°C) | 14,7 | 17,3 | 15,1 | 17,3 |
| CO ₂ (ppm) | 2249 | 2884 | 2472 | 3090 |
| NH ₃ (ppm) | 5,3 | 6,9 | 4,2 | 4,8 |
| Fläkt i taket | | | | |
| Temperatur (°C) | 15,3 | 17,8 | 15,5 | 17,9 |
| RF (%) | 71,3 | 74,3 | 65,6 | 69,5 |
| CO ₂ (ppm) | 2190 | 2872 | 2437 | 3208 |
| NO ₂ (ppm) | 0,33 | 0,31 | 0,34 | 0,34 |
| NH ₃ (ppm) | 5,9 | 6,3 | 4,1 | 4,6 |
| CH ₄ (ppm) | 12,4 | 16,2 | 13,0 | 16,6 |
| Fläkt i kulvert | | | | |
| Temperatur (°C) | - | - | 10,7 | 11,1 |
| CO ₂ (ppm) | - | - | 2114 | 2336 |
| NO ₂ (ppm) | - | - | 0,38 | 0,37 |
| NH ₃ (ppm) | - | - | 6,2 | 5,9 |
| CH ₄ (ppm) | - | - | 9,7 | 10,2 |



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

Boxrenhet

Boxrenheten var något bättre i behandlingen med kanaler under stallet. Genomsnittlig smutspoäng på liggytan och ätytan var något lägre när luften kom in via kanaler under stallet (Tabell 7). Under sommaromgången var boxrenheten på liggytan dock sämre, vilket visar att ventilationsflödet i stallet var för lågt på sommaren.

Tabell 7: Genomsnittlig smutspoäng i de olika ytorna i boxen (0=ren, 3=mycket smutsig)

| | Tilluftsdon | Kanaler |
|------------|-------------|---------|
| Omgång 1 | | |
| Liggyta | 0,23 | 0,12 |
| Ätyta | 0,51 | 0,37 |
| Gödselyta | 2,07 | 2,08 |
| Omgång 2 | | |
| Liggyta | 0,28 | 0,42 |
| Ätyta | 0,65 | 0,40 |
| Gödselyta | 1,80 | 1,69 |
| Omgång 3 | | |
| Liggyta | 0,11 | 0,08 |
| Ätyta | 0,53 | 0,69 |
| Gödselyta | 2,03 | 2,00 |
| Omgång 4 | | |
| Liggyta | 0,36 | 0,11 |
| Ätyta | 0,39 | 0,36 |
| Gödselyta | 1,76 | 1,72 |
| Omgång 1-4 | | |
| Liggyta | 0,24 | 0,18 |
| Ätyta | 0,52 | 0,45 |
| Gödselyta | 1,91 | 1,87 |

6 Diskussion

Energikostnaderna inom grisproduktionen är höga och kommer säkerligen att öka ytterligare i framtiden. Genom att ta in luften via kanaler under stallet kunde luftflödena minskas och därmed kan man i framtiden 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. Under varma perioder var CO₂ halten på liggytan 34 % högre och lufttemperaturen 2 °C högre 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 luftkvalitén 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. Denna luftkvalité kunde förbättras genom att ta ut en del av luften via gödselkulverten. NH₃ halten i luften kunde på det viset sänkas med 18 %.

Investeringskostnaden av stallsystemet med kanaler under stallet beräknades att vara 500 kr högre per slaktgrisplats. Boxtypen är en "tvärtrågsbox" som tar mindre stallyta än en "långtrågsbox". Om boxrenheten är lika mellan en "tvärtrågsbox" med kanaler under stallet och en "långtrågsbox" med tilluftsdon, då är de jämförbara. En "tvärtrågsbox" kostar

nämligen ungefär 500 kr mindre per slaktgrisplats än en "långtrågsbox". Detta betyder att stallsystemet med kanaler under stallet kostar ungefär lika mycket som långtrågsboxar med tilluftsdon. Introduktionen av energisnålare fläktar (LPC eller EC fläktar) gör att det blir svårare att räkna hem en investering i kanaler under stallet då skillnaden i energikostnader mellan kanaler och tilluftsdon blir mindre. Därför är det intressant att titta på andra positiva effekter av kanaler under stallet än bara energibesparingen. 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 suggor. När det inte blir för varmt i stallet mitt på dagen, fortsätter djuren att äta foder och producera, och risken blir mindre att digivande suggor 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 luftvägshälsa förbättras. Forskning som kan visa dessa positiva effekter kan vara intressant för framtiden. Dessutom skulle det vara intressant att utveckla ventilationssystemet för dräktiga och digivande suggor 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 utomhustemperaturen 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.

7 Publikationer

Hela projektet kommer att publiceras som ett LTJ-faktablad, som en artikel i "Sveriges grisföretagaren" och som en peer-reviewed artikel.

8 Övrig resultatförmedling till näringen

Projektet har presenterats med en poster på Borgeby fältdagar (år 2011 och 2012), på Elmia (år 2011), på grisföretagardagen på Elmia (2011) samt byggkonferensen i Alnarp (2012). Forskningsprojektet har visats för över 100 besökare. Projektet har presenterats som föredrag på Alnarps Grisdag (2012), på en kurs från Länsstyrelsen i Skåne län (2012) samt på Sveriges grisföretagares årsstämma (2013). Tre artiklar i facktidskrifter har publicerats. Två artiklar i "Sveriges grisföretagaren" (2012) samt en i "Lantbrukets Affärer" (2013). Se:

<http://www.grisforetagaren.se/?p=21200&m=3258&pt=114>

<http://www.grisforetagaren.se/?p=21381&m=3258&pt=114>

Det planeras att visa upp en modell av stallkonceptet i SLU's monter på Elmia husdjur den 23-26 oktober 2013.

9 Acknowledgement

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



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden