

---

# Bestämning av effektiviteten hos olika dammbegränsande åtgärder vid uppfödning av slaktsvin

Statsagronom Gösta Gustafsson, Tekn. Dr. Sven Nimmermark, M. Sc. Ngwa Martin Ngwabie, Lantbrukets byggnadsteknik (LBT), SLU, Alnarp

## Bakgrund

Höga halter av damm i luften är en besvärlig miljöfaktor i svinstallar. Dammhalter i svinstallar kan överstiga de hygieniska gränsvärden som gäller vid åtta timmars arbetsdag.

Det arbetshygieniska gränsvärdet (Arbetsmiljöverket, 2005) för organiskt damm är 5,0 mg/m<sup>3</sup>.

Jordbruksverket (Djurskyddsmyndigheten 2004) anger i sina föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket (DFS 2004:17) 10 mg/m<sup>3</sup> som övre gränsvärde för damm ur djurskyddssynpunkt.

Målsättningen med detta projekt har därför varit att analysera dammets massbalans samt effektiviteten hos olika åtgärder för att begränsa dammhalter i ett stall för slaktsvin.

Projektet har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning.

## Material och metoder

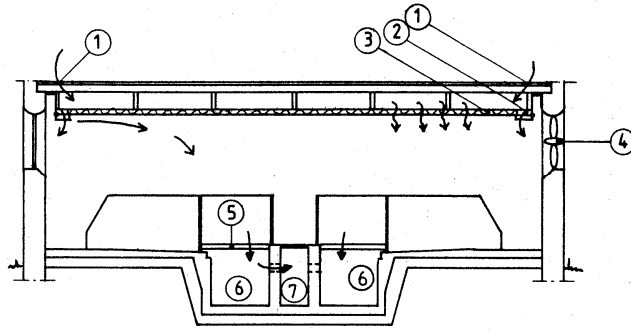
Beskrivning av forskningsstall

Bestämning av dammets massbalanser samt vilken inverkan olika faktorer har på dammkoncentrationen har utförts i ett svinstall på LBT:s forskningsstation Alnarp Södergård.

Utformningen av forskningsstallet visas i figur 1. Vid undersökningarna var stallet utrustat med 8 slaktsvinsboxar. Totalt rymmer stallet 48 slaktsvin. Möjlighet finns att evakuera frånluften på två olika sätt:

- Vägglacerad utsugsfläkt (högevakuering)
- Utsugsfläkt ansluten till utgödslingskulvertarna (lågevakuering)

För att kunna hålla konstant ventilationsflödet under varje försöksinställning har det tvångsstyrts på en något högre nivå än vad som normalt gäller vid klimatstyrning i slaktsvinsstallar. Därför har viss värme tillförts huvuddelen av tiden under försöken. Ventilationsflödet har motsvarat 106 m<sup>3</sup>/gris, timme vilket motsvarar maximalt ventilationsflöde i slaktsvinsstallar.



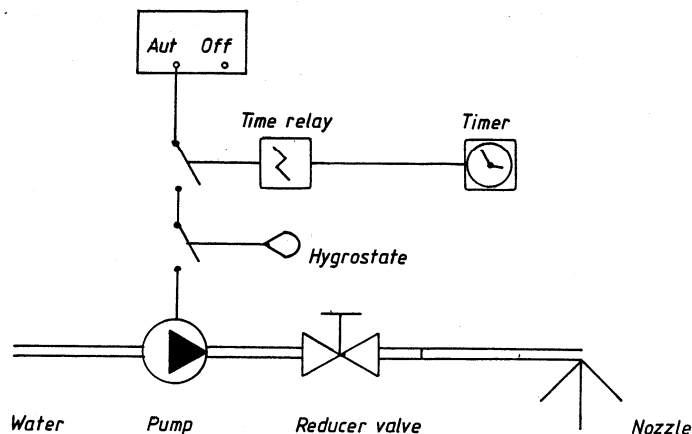
1. Tilluft från vind
2. Luftintag (spaltdon)
3. Tilluftstak
4. Vägglacerad utsugsfläkt
5. Spaltgolv
6. Gödselkultvert
7. Utsugningskanal (gödselgasventilation)

Figur 1. Sektion av forskningsstallet.

Stallet utrustades med en ramp med sprutmunstycken (virvelkammare Fulljet 5LVS) för spridning av vattendroppar alternativt en blandning av 10 % rapsolja i vattenlösning.

Vattendroppar har spridits två gånger per timme mellan klockan 08.00 och 18.00 och en gång per timme under övriga delar av dygnet. Tillslagen har styrts med hjälp av ett tidur, ett tidrelä för inställning av tillslagslängden samt en magnetventil vilket visas i figur 2. Efter varje försöksperiod uppmättes en referensnivå (utan någon behandling under 3 - 4 dygn).

Spridning av oljeblandning skedde en gång per dygn.



Figur 2. Utrustning för spridning av vattendimma alternativt spridning av 10 % rapsolja i vattenlösning.

## Mätningar

Vid undersökningarna mättes de totala dammhalterna över en tidsperiod som sträckte sig över 3- 4 dygn för att erhålla dygnsmedelvärden. Provtagning skedde i:

- \* I människas andningshöjd
- \* I stallets frånluft

Vid undersökningarna mättes dessutom respirabla dammhalter. Även dessa mätningar skedde under tidsperioder över 3-4 dygn.

Analys av dammfilter skedde vid Institutionen för yrkes- och miljömedicin vid Lunds Lasarett.

Det damm som sedimenterar bestämdes genom uppsamling och vägning av uppsamlingsplåtar som var jämt fördelade på c:a 2.0 m höjd över golvet.

Ventilationsflödet mättes upp kontinuerligt med medföljande impellrar (FANCOM) i luftkanaler som anslöts till frånluftsfläktarna.

Produktionen av damm bestämdes som summan av utventilerat damm och sedimenterat damm.

## Undersökta parametrar

Vid undersökningarna var målsättningen att så långt som möjligt renodla och analysera olika miljöfaktors inverkan på dammförekomsten. Inverkan från följande parametrar har undersökts:

- \* Djurtäthet
- \* Sedimentering
- \* Ventilationsflöde
- \* Ventilationsprinciper
- \* Aktivitet
- \* Dammsugning
- \* Befuktning av stalluften
- \* Befuktning av golvytor
- \* Manuell oljeduschning
- \* Automatisk oljeduschning.

## Utvärderingar

Hur olika parametrar påverkar dammförekomsten har utvärderats med avseende på följande mätbara storheter i dammets massbalans:

- \* Dammkoncentration
- \* Andel respirabelt damm
- \* Dammets sedimenteringshastighet
- \* Produktionen av damm
- \* Förhållande mellan sedimenteringshastighet och dammkoncentration.

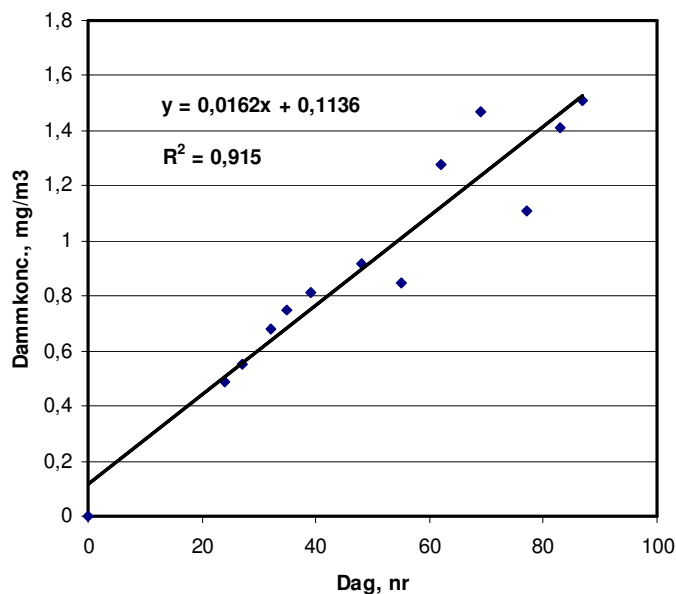
Åtgärdernas effektivitet har bestämts genom jämförelse med referensnivåer då inga dammbegränsande åtgärder utfördes.

## Resultat

### Inverkan av grisars ålder och antal

Det visades att dammkoncentrationen ökade linjärt med antal dagar efter grisarnas insättning i stallet då ventilationsflödet hölls konstant, figur 3. Orsaken kan vara att det successivt lagras upp mer damm i stallmiljön. En annan förklaring kan vara att grisarna själva är en betydande produktionskälla.

Undersökningarna visade också att produktionen av damm står i direkt relation till antalet grisar.

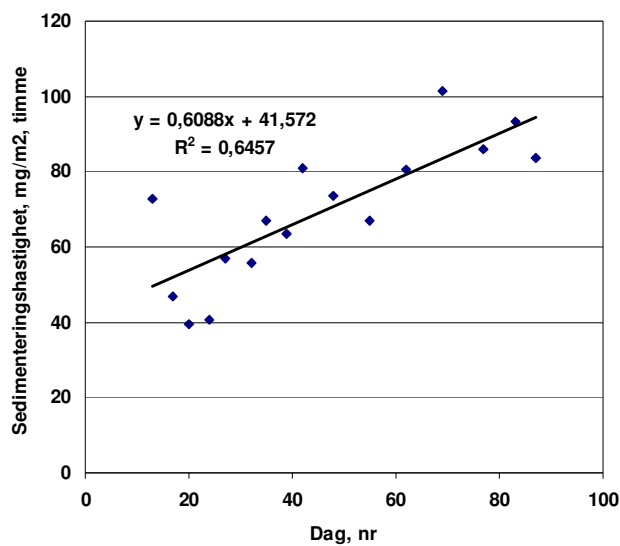


Figur 3. Dammkoncentrationens förändring efter grisarnas insättning.

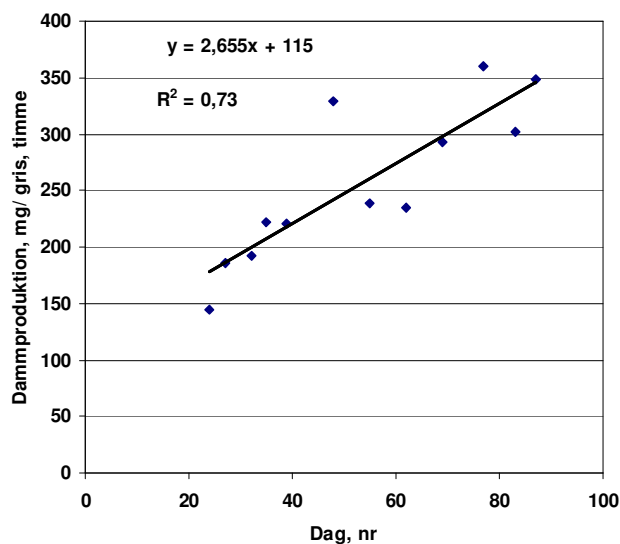
## Sedimentering

Det visades också att dammets sedimentering och den totala dammproduktionen ökade successivt efter grisarnas insättning, figur 4 - 5.

Det framgick att sedimenteringen varierar mellan olika delar av stallet. Relationerna mellan dammets sedimenteringshastighet mellan olika delar av stallet följde dock samma mönster under hela produktionsomgångar. Det kan därför antas att skillnader i luftförelser mellan olika delar av stallar kan påverka sedimenteringshastigheten. Det skall också observeras att variationen i sedimenteringshastighet mellan olika delar i stallet var betydligt större med de omblandande luftintagen (spaltdon) jämfört med tilluftstaket vilket också stärker hypotesen att luftförelserna har betydelse för dammförekomsten.



Figur 4. Sedimenteringshastighetens förändring efter insättning.



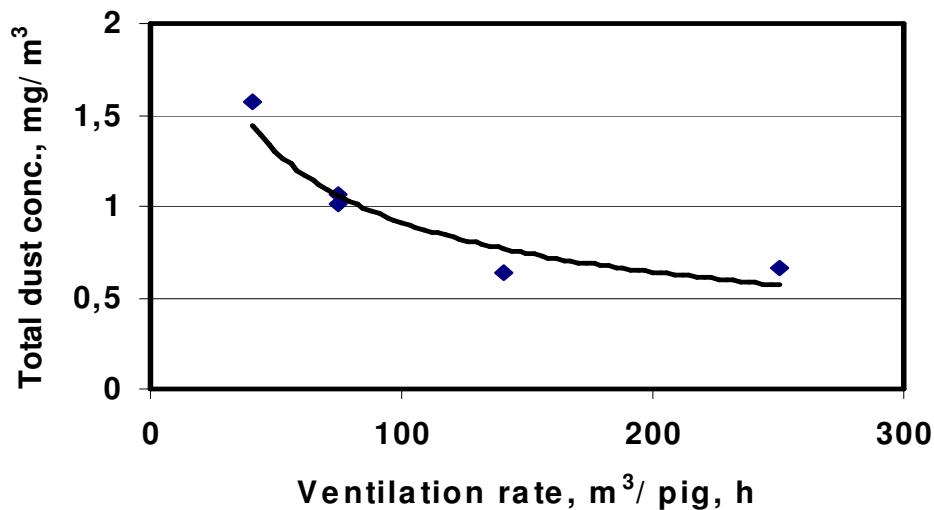
Figur 5. Dammproduktionens förändring efter insättning.

Förhållandet mellan sedimenteringshastighet och total dammkoncentration varierade mellan 65 och 150 m/h under uppfödningens gång.

De respirabla dammkoncentrationerna varierade inom intervallet 0.08 till 0.17 mg/m<sup>3</sup> under uppfödningen. Ingen säker tendens till ökning kunde skönjas.

#### Ventilationsflödets inverkan

Ökat ventilationsflöde rekommenderas ofta som åtgärd för att minska koncentrationen av luftföroreningar i byggnader. Ventilationsflödet har emellertid här visats ha begränsad utspädningseffekt vid de ventilationsflöden som normalt gäller i isolerade slaktsvinsvinstallar (max ca 100 m<sup>3</sup>/gris, timme). Orsaken är att sedimenteringen av damm mot olika ytor visats vara en viktigare avskiljningsmekanism än ventilationsflödet. Figur 6 visar ventilationsflödets begränsade effekt på luftens dammkoncentration. En sexfaldig ökning av ventilationsflödet resulterar endast i en halvering av dammkoncentrationen. Att späda ut dammet genom ökad ventilation ökar starkt stallarnas uppvärmningsbehov under en stor del av året och bedöms därför inte som realistisk metod.



Figur 6. Ventilationsflödets påverkan på dammkoncentrationen.

Vidare har det undersökts huruvida ventilationsflödet påverkar hur stor andel det respirabla dammet utgör av totalmängden damm. Det framgick att ventilationsflödet inte har någon större inverkan på andelen respirabelt damm i stalluften. Andelen respirabelt damm har varit förvånansvärt konstant under försöksserierna.

Någon inverkan av ventilationsflödet på produktionen av damm och på sedimenteringshastigheten har inte heller kunnat påvisas vid undersökningarna.

## Ventilationsprinciper

### *Placering av utsugsfläktar*

Två olika placeringar av utsugsfläktar har jämförts:

- Vägglacerad utsugsfläkt (högevakuering)
- Utsugsfläkt ansluten till gödselkylvert (lågevakuering)

Det gick inte att påvisa att utsugsfläktarnas placering hade någon påverkan på dammkoncentrationen. Däremot var dammets sedimenteringshastighet 30 – 50 % högre vid utsugning av frånluft genom gödselkylvertarna än vid väggplacerad utsugsfläkt..

### *Typ av luftintag*

Vid undersökningarna har två olika typer av luftintag undersökts:

- \* Spaltdon
- \* Tilluftstak

Funktionen hos spaltdon är att åstadkomma en kraftig omblandning av stalluften, dels genom hög impuls i tilluften men också genom att blanda in stalluft i friskluften i donet. Funktionen hos tilluftstak är däremot att med mycket låg hastighet tillföra friskluft genom en luftgenomsläpplig takyta. Detta luftintag ger därför en låg omblandning av stalluften.

Dessa båda luftintag kan därför anses utgöra ytterligheter beträffande stalluftens omblandning.

Mätningarna visade att de respirabla dammkoncentrationerna var lägre med tilluftstak än med spaltdon (74 %).

### Dammsugning av arbetsgångar och inredningar

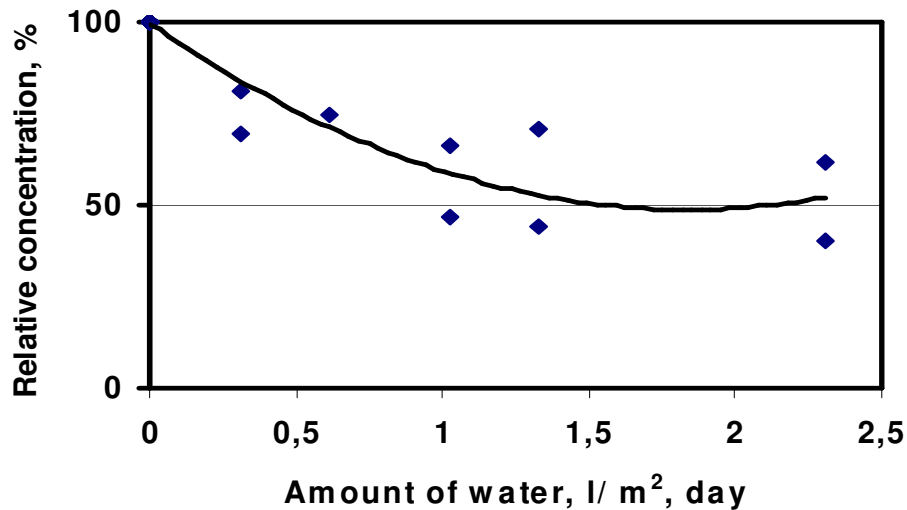
Daglig dammsugning med en industridammsugare minskade luftens dammkoncentration i intervallet 5- 83 %. I medeltal var minskningen 63 %.

### Vattenspolning av arbetsgångar

Vid daglig vattenspolning av arbetsgångar har minskningen i total dammkoncentration varierat mellan 9 och 70 %. I medeltal var minskningen 35 %. Sedimenteringen av damm ökade mellan 21 och 79 %. I medeltal var ökningen i sedimentering 50 %. Dessa resultat visar att sedimentering av damm har en stor påverkan i dammets massbalans.

## Spridning av vattendroppar i luften

Spridning av vattendroppar med virvelkammarmunstycken med ett arbetstryck av 0.3 MPa resulterade i en minskning av både total och respirabel dammkoncentration, figur 7. Även sedimenteringshastighet och dammproduktion minskade. Effekten på dammkoncentrationen förbättrades med ökande vätskemängd.



Figur 7. Relativa förändringar i stallluftens dammkoncentration då olika stora mängder vattendroppar spridits med virvelkammarmunstycken. Referensnivå är 100%.

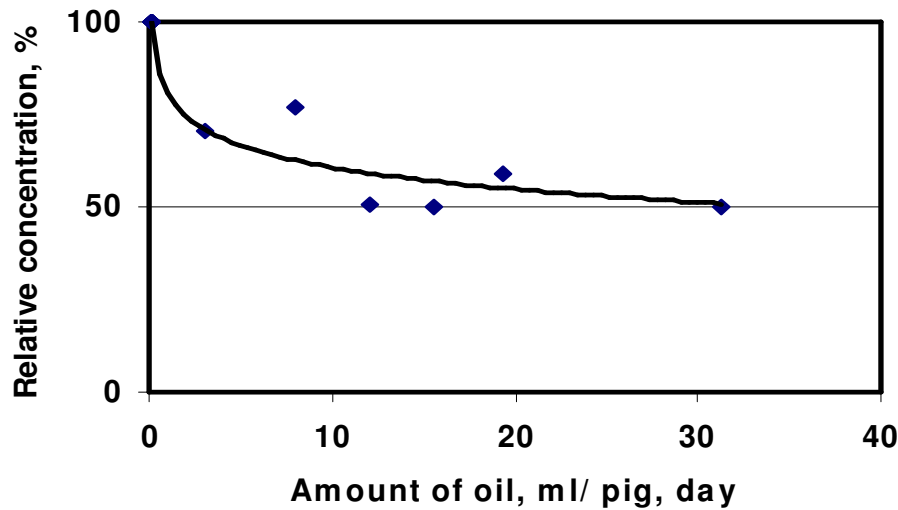
## Manuell oljeduschning

Manuell oljebehandlingen påverkade alla mätbara parametrar. För att utreda huruvida oljebehandlingen påverkar avgivningen av damm från grisarnas hud genomfördes en oljebehandling av grisarna utanför stallet så att ingen olja skulle träffa några ytor inuti stallet. Vid denna behandling reducerades dammhalten till 84 % av referensnivån (100 %). Behandlingen minskade också sedimenteringshastigheten (63 % av referensnivån) och produktionen av damm (72 % av referensnivån). Dessa mätningar visade att oljebehandling har viss effekt på avgivningen av damm från grisarnas hudytor men också att oljebehandling inuti stallar förmår binda damm på olika ytor så att det inte virvlar upp i lika hög grad som utan oljebehandling.

## Automatisk oljeduschning.

Ett automatiskt system för oljeduschning har också undersökts. Oljeblandningen duschades över grisarnas rygg i samband med utfodringen. Minskningen i dammkoncentration vid olika stora oljemängder presenteras i figur 8. Behandlingarna resulterade i en betydande minskning av luftens dammkoncentration.





Figur 8. Relativa förändringar i total dammkoncentration i % då olika stora mängder rapsolja tillförts med virvelkammare munstycken. Referensnivå är 100%.

## Diskussion

Undersökningarna har visat att dammförekomsten i hög grad påverkas av grisarna själva, främst genom deras egen aktivitet. Ventilationsflödet har visats ha en relativt begränsad inverkan på mängden (vikten) av damm i stalluften. Det har däremot påvisats att ett ökat ventilationsflöde kan minska antalet partiklar i stalluften. Ventilationsflödets påverkan har varit mest påtaglig för större dammpartiklar. För små partikelstorlekar (0,3 - 0,5 $\mu$ m) har ett ökat ventilationsflöde orsakat en ökning av antalet partiklar. En tänkbar orsak är att små partiklar lättare hålls svävande vid höga ventilationsflöden. Undersökningarna tyder också på att ventilationssystemets omblandande förmåga kan ha betydelse för först och främst respirabla dammpartiklar. Lufttillförsel med ett tilluftsdon som ger en hög omblandning av luften har ökat de respirabla dammhalterna. Även i detta fall kan det misstänkas att små partiklar lättare hålls svävande i luften vid en hög omblandning av stalluften.

Produktionen av damm har visats stå i relation till både djurantal och storleken på grisar. Det har dessutom visats att huvuddelen av det damm som avges i sedimenterar mot olika byggnadsytor. Detta faktum ger en förklaring till varför ventilationsflödet har en begränsad inverkan på mängden damm i stalluften. Undersökningarna har också visat att sedimenteringen av dammet står i relation till stalluftens dammkoncentration. En analys av dammets massbalans visar att djurtäthet och storlek på djuren kommer att ha större betydelse än ventilationsflödet för mängden damm i konventionella svinstallar.

Befuktning av luften med små vattendroppar med besprutningsmunstycken har resulterat i en markant sänkning av dammkoncentrationerna. Även duschning med rapsolja i en vattenlösning har visats begränsa dammhalterna betydligt. Undersökningarna tyder på att oljeduschning minskar uppvirvling av damm från olika ytor men också att avgivningen av dammpartiklar från grisarnas hudytor minskar. Fortsatta utvecklingsarbeten bör främst koncentreras på olika metoder för spridning av små vattendroppar i stalluften samt metoder för oljeduschning.

Det kan avslutningsvis konstateras att analys av dammets massbalans under mycket väl kontrollerade försöksbetingelser möjliggjort ökad kunskap om hur olika faktorer och åtgärder i stallmiljön påverkar både avgivningen och koncentrationen av damm.

Angelägna framtida forskningsuppgifter är att med samma undersökningsmetodik bestämma hur olika faktorer påverkar förekomsten av olika mikroorganismer i dammet.

## **Publikationer**

Publicering av projektets resultat kommer att ske i LBT:s elektroniska rapportserie som är tillgänglig via LBT:s hemsida.

Resultaten kommer dessutom att presenteras vid CIGR- International Conference of Agricultural Engineering i Brazil i september 2008 som "Measures to reduce generation and concentration of dust in fattening pig houses" (bifogas).

## **Övrig resultatförmedling till näringen**

Populärvetenskaplig resultatförmedling kommer att ske genom:

- Pressrelease
- Fakta- blad kommer att läggas ut elektroniskt både på LBT:s och SLF:s hemsidor.
- Förmedling till tidningarna Svinskötsel, Gris, Land, ATL.

## **Litteratur**

Arbetsmiljöverket, 2005. Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Arbetsmiljöverkets författningssamling. AFS 2005: 17. Stockholm.

Djurskyddsmyndigheten. 2004. Djurskyddsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. DFS 2004: 17.