



Utgödsling på vattenspegel för mjölkcor – lantbrukarnas erfarenheter och effekter på stallluftens kvalitet

*Self-discharge manure systems for dairy cows – farmers’
experiences and effects on indoor air quality*

Jenny Bengtsson

Agronomprogrammet – Husdjur

**Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Avdelningen för husdjurshygien**

Skara 2012

Studentarbete 385

***Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health
Section of Animal Hygiene***

Student report 385

ISSN 1652-280X



Utgödsling på vattenspiegel för mjölkcor – lantbrukarnas erfarenheter och effekter på stalluftens kvalitet

Self-discharge manure systems for dairy cows – farmers' experiences and effects on indoor air quality

Jenny Bengtsson

Studentarbete 385, Skara 2012

Avancerad E, 30 hp, Agronomprogrammet - Husdjur, EX0566 Examensarbete i Husdjursvetenskap, SLU

Handledare: Jan Hultgren, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Examinator: Bo Algers, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Nyckelord: utgödsling, självflyt, ammoniakhalt, luftkvalitet

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa

Box 234, 532 23 SKARA

E-post: hmh@slu.se, **Hemsida:** www.slu.se/husdjurmiljohalsa

I denna serie publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Sammanfattning

Investeringar i mekaniserade utgödslingsanordningar började göras av svenska lantbrukare i mitten på 1900-talet. Med en hög mekaniseringsgrad följer också fler driftstörningar, avbrott och reparationer. Idag hålls över hälften av Sveriges mjölkkor i lösdriftssystem där två typer av golv kan användas – hela och dränerande golv (s.k. spaltgolv). I ladugårdar med dränerande golv kan utgödslingen skötas antingen med skrapor i kulverten under spalten eller med hjälp av att diskvattnet som återvinns ifrån mjölkroboten spolats in under spalten och för med sig gödseln till andra sidan av ladugården, s.k. utgödsling på vattenspegel. Detta system gör att teknik behöver användas i mindre omfattning och därmed minskar eventuellt risken för tekniska stopp och avbrott. Länsstyrelsen i Västra Götalands län har sammanfattat några punkter som antagligen bör följas för att utgödsling på vattenspegel ska fungera tillfredsställande men eftersom utgödslingssystemet är relativt nytt i dagens utformning krävs mer kunskap. Det finns två syften med studien. Det ena är att samla erfarenheter från befintliga stallar och öka kunskapen om den mest fördelaktiga utformningen och skötseln för en väl fungerande utgödsling på vattenspegel i svenska stallar för nötkreatur. Det andra syftet är att undersöka om ammoniakhalten i stalluften i system med utgödsling på vattenspegel skiljer sig från den vid utgödsling med skrapa på helt golv. Enligt en enkät till lantbrukare med utgödsling på vattenspegel kunde ses ett klart samband mellan en tillfredsställande utgödsling och ett ränn djup på minst 80 cm. Ammoniakhalten mättes på fem gårdar med skraputgödsling och på fem gårdar med utgödsling på vattenspegel. Gårdarna besöktes två gånger var och mätningar gjordes på tre olika ställen i ladugården. Ingen signifikant skillnad i medelammoniakhalt i stalluft kunde ses mellan de två utgödslingssystemen.

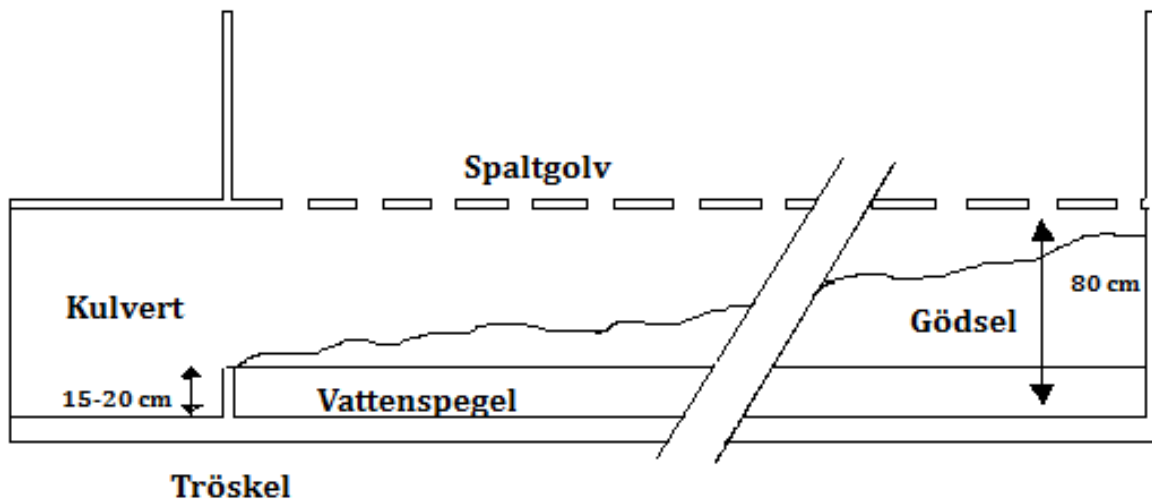
Abstract

Investments in mechanized manure handling systems started in the mid 2000's in Sweden. With a higher level of mechanization more disruptions and repairing follows. More than half of Swedish dairy cow population is in loose housing systems where two types of flooring prevail – entire floor and drained floor (known as slatted floor). In barns with drained floors the removal of manure can be managed either with scrapers under the slatted floor or by recycling the dishwater from the milk robot, flushing the manure to the other side of the barn under the floor. This system requires less technology thereby possibly reducing the risk of technical interruptions. A Swedish county administrative board has summarized some points that supposedly should be followed to get the self-discharge system to function optimally, but since the system is relatively new in the current design more knowledge is needed. There are two purposes of this study. The first is to collect experiences from existing barns and increase knowledge about the optimal design and management for well functioning self-discharge manure systems for Swedish dairy cattle. The other purpose is to investigate whether air ammonia concentrations in self-discharge systems are different from barns with solid floor manure scraper systems. According to a questionnaire survey to farmers with self-discharge manure systems a clear correlation could be seen between a well functioning manure system and a distance under the slatted floor of at least 80 cm. Ammonia concentrations were measured at five farms with manure scraper systems and five farms with self-discharge systems. The farms were visited twice each and measurements were done at three different places in the barn. No significant difference could be seen in average air ammonia concentration between the two systems.

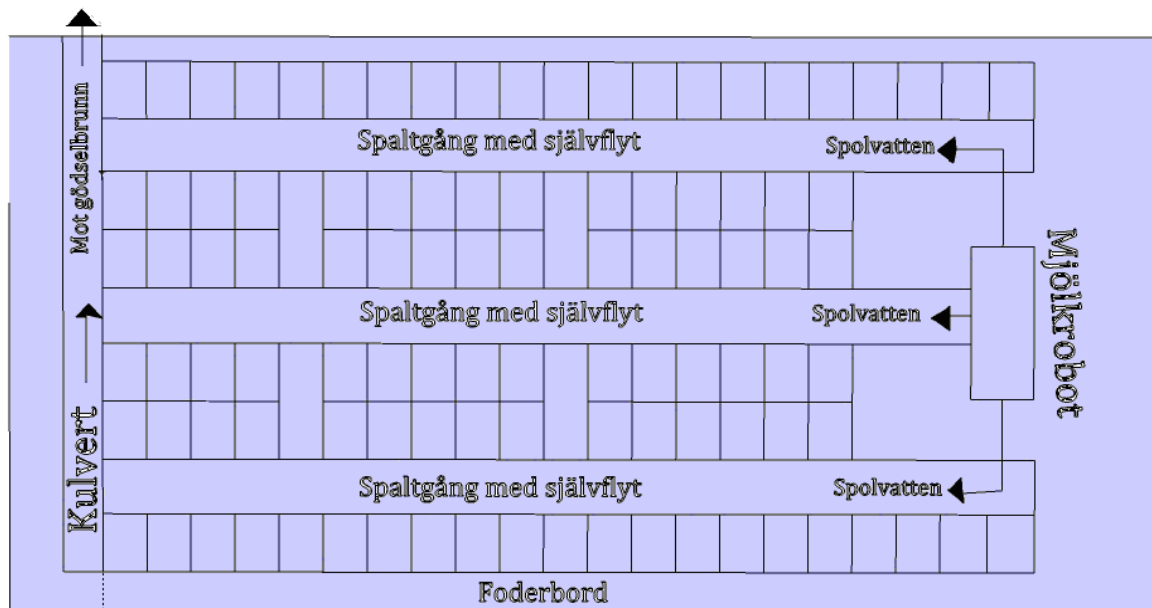
Bakgrund

Mekaniseringen inom svenskt lantbruk startade i början av 1900-talet och investeringar i utgödslingsanordningar började göras av lantbrukare i mitten på 1900-talet. År 1929 kom det första patentet på ett maskinellt utgödslingsystem (Rohde, 1987). System som kom ut på marknaden var bl.a. skrapvagnar, gödselrännor och hydrauliska tryckutgödslingar. Mekaniseringen gjorde att antalet anställda kunde minskas och produktionskostnaden per djur blev lägre. Mekaniseringen har sedan dess utvecklats och idag finns flera exempel på olika utgödslingsystem på marknaden (Larsson, 2009).

Med en hög mekaniseringsgrad följer också en hel del driftstörningar, avbrott och reparationer. Isbildning, skillnader i gödselegenskaper samt brist på skötsel och underhåll leder till att utgödslingsanordningarna ofta drabbas av störningar. Orsaken till avbrott är enligt en undersökning av Rohde (1987) i 50 % av fallen "slitage" och/eller "svaghet hos maskinen". För att komma undan dessa driftstörningar har en del lantbrukare valt att bygga för ett utgödslingsystem som innebär att gödseln flyter ut på en s.k. vattenspegel under spaltgolvet (Figur 1). Grundidén för denna utgödslingslösning är att slippa de mekaniska skraporna i gångarna, vilka ofta behöver servas och lagas och det skapar stora problem för lantbrukaren då skrapan inte kan användas och gödseln då samlas i gångarna. En annan fördel med detta utgödslingsystem är den minskade energiförbrukningen. Vattnet återvinns från mjölkroboten (Figur 2) varifrån det spolas stora mängder disk- och tvättvatten varje dag. Gödseln flyter med vattnet under spalten mot en tvärgång där en kulvert tar över och transporterar ut gödseln till gödselbrunnen vilket ofta sker mekaniskt (P. O. Schönbeck, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, pers. medd., 2011).



Figur 1. Principskiss över hur ett självflyttssystem fungerar. Längssnitt genom en spaltgång.



Figur 2. Exempel på hur en ladugård med självflytsutgödning kan vara uppbyggd.

Inledning

Det blir allt vanligare att hålla mjölkkor i lösdriftssystem i Sverige och idag hålls drygt 51 % av Sveriges mjölkkor i lösdrift (N.-E. Larsson, Svensk Mjolk, pers. medd., 2011). I lösdriftssystem för kor används två typer av golv, dränerande golv och hela golv. Dränerande golv innebär att gödseln trampas ner av djuren genom öppningarna i golvet till gödselkanalen som finns under golvet. Hela golv innebär att gödseln transporteras bort mekaniskt direkt från gångarna, vanligtvis med en skrapa (Oostra et al., 2006).

Utgödningssystem

I ladugårdar med dränerande golv som spaltgolv kan utgödningen under spalten ske på två sätt; med skrapor under spalten eller genom att ha en vattenspegel under spalten som transporterar gödseln till kulverten (P. O. Schönbeck, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, pers. medd., 2011). Spaltgolv har visat sig ha en negativ påverkan på kornas rörelsemönster då det bl.a. minskar deras rörelsehastighet och steglängd vid jämförelse med helt betonggolv (Telezhenko & Bergsten, 2005). Enligt Oostra et al. (2006) påverkas golvytans halkighet av kvarvarande smuts på golvytan. Om gödsel ligger kvar i transportgångarna ökar klövens fuktighet och därmed risken för klövsjukdomar (Oostra et al., 2006).

Enligt en undersökning av Nimmermark (2009), då bland annat tekniken på svenska gårdar analyserades hade hela 90 % av mjölkkoladugårdarna gödselskrapor någonstans i stallet. Utgödning med självflyt förekom någonstans i ca 22 % av stallarna och på ca 30 % av gårdarna fanns det självflytssystem utanför stallet, t.ex. från kulvert till gödselbrunn. Spaltgolv fanns i 52 % av mjölkstallarna och daglig utgödning förekom i nära 100 % av fallen (Nimmermark, 2009).

Resultat från Nennich et al. (2005) visar att en mjölkko på 625 kg med ett foderintag på 25 kg ts/dag producerar ca 75 kg gödsel (urin och avföring) per dag. Förordningen om miljöhänsyn i jordbruket (SFS 1998:915) säger att jordbruksföretag med fler än 100 djurenheter ska ha en lagringskapacitet som motsvarar gödselproduktionen på åtta månader då mjölkproduktion bedrivs. Utgödsling på vattenspegel har då en fördel eftersom lagringsutrymmet under spalten kan tillgodoräknas.

Stallflugor kan vara ett stort problem i ladugårdar. För att reducera risken för mycket flugor i stallar bör ett helt betonggolv användas (Howard & Bishopp, 2006) vilket inte är möjligt vid ett självflytssystem. I ett försök av Campbell et al. (1977) gav en förekomst av 100 flugor/kalv en minskad viktökning på 0.22 kg/dag och kalv. Även mjölkorna och deras produktion påverkas av stallflugor. En studie av Bruce et al. (1958) visar att mjölkproduktionen kan minska med upp till 0,7 % per fluga och ko och att den minskade produktionen kan hålla i sig även ett tag efter flugsäsongen. Det är därför viktigt att kontrollera att inte flugpopulationen ökar nämnvärt med detta utgödslingssystem.

Luftkvalitet

Ammoniak är en färglös gas som bildas då kväve i gödseln bryts ned aerobt. Det kväve som inte tillgodogörs i kons kropp avgår i gödsel (29 %), urin (50%) och mjölk (19 %). Endast 2 % ansätts i kroppsvävnader hos kon (Monteny & Erisman, 1998). Ammoniak har negativa effekter på både miljön och djurhälsan.

Jordbruket är den största källan till ammoniakutsläpp i atmosfären och en stor del av det kommer från mjölkkoladugårdar (Davidson & Mosier, 2004). Hela 58 % av ammoniakemissionerna till luften i Sverige kommer från mjölkkoladugårdar varav nästan en femtedel av denna avgår från djurstallarna (Jeppson & Gustavsson, 2009). Lösdriftssystem har visats ge ungefär dubbelt så hög ammoniakavgång från gödseln per ko som de uppbundna systemen (Monteny & Erisman, 1998). Förutom vilket system som korna hålls i påverkas också ammoniakavgången av mängden och typen av strömedel som används. Resultat från Misselbrook och Powell (2005) visar att vid tillsats av samma mängd urin till olika strötyper gav sand och sågspån mindre ammoniakavgång än tidningspapper och hackad vetealm. Även mängden råprotein i fodret har en stor påverkan på ammoniakavgången ifrån gödseln. Vid en ökning av råproteinhalten i fodret från 108 g/kg till 190 g/kg ökade kvävehalten i gödseln med 56 % och därmed också ammoniakavgången (Van der Stelt et al., 2008). En annan viktig faktor som spelar stor roll på ammoniakavgången är temperaturen. I en studie gjord på tre mjölkgårdar i Wisconsin visade det sig att ammoniakavgången var 6 till 13 gånger högre på sommaren än på vintern (Harper et al., 2008). Ammoniakemissionerna påverkas av luftfuktighet, luftflöde och lufttemperatur. Även gödsel faktorer som exponeringstid, gödseltäckt area, temperatur, kvävemängd och pH påverkar ammoniakavgången (Jeppson & Gustavsson, 2009).

Enligt Geng et al. (2005) överskrider ammoniakhalten i vissa mjölkkladugårdar luktgränsen som är ca. 5 ppm, både i mjölkgruppen och i liggavdelningen i ladugårdar med AMS (automatiskt mjölkningssystem). För människor ligger nivågränsvärdet för ammoniak i arbetslivet på 25 ppm och i en studie av Gullberg (2000) är halterna som lantbrukarna utsätts för oftast mycket lägre än så, upp till 8 ppm. Djurskyddsföreskrifterna säger att djur endast tillfälligt får utsättas för ammoniakhalter högre än 10 ppm (Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2010:15) om djurhållning inom lantbruket mm., L 100).

Moreira och Satter (2006) undersökte om ammoniakemissionen ökade i mjölkstall med skraputgödsling om antalet gånger då skrapan gick ökade från två till sex gånger per dag. De kunde inte se någon signifikant effekt av antalet utgödslingar, men däremot visade mätningarna att upp till 50 % av kvävet i gödseln avdunstade till gas i stallet (Moreira & Satter, 2006). Braam et al. (1997) jämförde ammoniakavgången i skraputgödslade stallar då skrapfrekvensen ökade från 12 till 96

gångar per dag. Studien visade att ammoniakavgången minskade med 5 % då utgödslingsfrekvensen ökade. De kunde också se att genom att ha ett sluttande golv kunde ammoniakavgången minskas med 21 % jämfört med ett plant golv (Braam et al., 1997). Enligt Gustavsson och Jeppson (2009) är det inte klarlagt om spaltgolv eller helt golv ger högst ammoniakavgång. De två faktorer som framför allt påverkar ammoniakavgången är den gödselbelagda arean och luftrörelserna under spalten. Även lagringstiden för gödseln har betydelse för ammoniakemissionen. Spaltgolv gör att arean som är täckt av gödsel blir större (spalten och kulverten) medan luftväxlingen här blir lägre. Gustavsson och Jeppson (2009) kom fram till att ammoniakemissionen kunde minska med 50 % om hela golv byggs med 3 % lutning mot urindränningen.

Höga halter ammoniak påverkar djuren negativt och kan bland annat leda till luftvägssjukdomar (Wohlgemuth & Dahl, 1981) Ammoniakgasen gör att transporten av partiklar kan försvåras på grund av att cilierörelserna minskar i luftvägarna (Holland et al., 2002). Höga gödselgaskoncentrationer kan också orsaka lindriga hältor, ökad spentramsfrekvens och fertilitetsproblem (J. Hultgren, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, pers. medd., 2011). Bristande utgödsling, otillräcklig ventilation eller luftläckage genom utgödslingssystemet tillbaka in i stallen är ofta orsaken till höga ammoniakhalter i stalluften.

Vid anaerob nedbrytning av organiskt material hämmas kolhydratnedbrytningen och stallgaser som svavelväte kan bildas. Detta kan vara fallet vid utgödsling med självflyt om nedbrytningen sker utan syre (Jeppson, 2009). Gränsvärdet för djur är 0.5 ppm (L 100) förutom tillfälligtvis. Den karaktäristiska lukten av svavelväte försvinner vid högre koncentrationer vilket är förrädiskt. Gasen irriterar lufttrör och ögon starkt och kan orsaka andningsförslamning och dödsfall. Under 1960- och 1970-talen förekom några fall av gasförgiftning med dödlig utgång för ett stort antal djur vid returpolning av gödseln in i stallen vid utgödsling. Höga halter svavelväte indikerar att utgödslingen är felaktigt konstruerad.

Utgödsling på vattenspegel är ett relativt nytt system på marknaden och på de gårdar det finns idag har det endast varit i bruk under några år. Länsstyrelsen i Skara förutser en livslängd på 10-15 år. Gårdarna som använder systemet idag är spridda i framförallt Småland, Halland, Västra Götaland samt på Öland (P. O. Schönbeck, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, pers. medd., 2011). Länsstyrelsens byggnadsrådgivare misstänker att utgödsling med självflyt under vissa omständigheter kan medföra en viss risk för höga halter av ammoniak och svavelväte i stallen som kan ha en negativ påverkan på djurens hälsa och välfärd (Hultgren & Algers, 2009).

Länsstyrelsen i Västra Götalands län har sammanfattat förutsättningarna för att utgödsling på vattenspegel för mjölkkor ska fungera väl (P. O. Schönbeck, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, pers. medd., 2011):

- Mjölkkostallet ska vara isolerat med en lufttemperatur på över 0°C.
- Mjölkkorna bör ha en foderstat som är anpassad för mjölkproduktion.
- Ständig tillförsel av vatten krävs för att skapa ett drivtryck till gödseln, t.ex. från en mjölkrobot (AMS) som ger mellan 300-800 l från disk och tvättning.
- Raka kanaler mot kulvert ifrån vattenkällan krävs.
- Gödselkanalerna bör vara minst 0,8 m under spaltgolvet.
- Hinder ska undvikas i vattenkanalen förutom den 15-20 cm höga kanten mot kulverten som finns för att bevara en vattenspegel.
- Extra vatten kan behöva tillföras under den varma årstiden.
- Gödselgången kan med ett par års mellanrum behöva göras ren från sten och sand som dras in med korna från betet.
- Om sinkor (som har torrare gödsel) ingår i självflytsystemet bör de placeras så nära kulverten som möjligt och ej vara fler än sex stycken per spaltgång.
- Öppningar från gödselkanalen ut till tvärgången i bärande väggar bör minst vara 0,4 m från gödselbotten för att få ett naturligt självflyt.

- Kulverten bör alltid luftas med gasutsug eftersom där frigörs mest ammoniak.

Länsstyrelsen uppmärksammar också att flugkläckning kan förekomma i stor mängd om gödsel fastnar på sidorna av gödselgångarna. Länsstyrelsen i Västra Götalands län anser att mer studier behövs för att förbättra underlaget för rekommendationerna.

Syfte

Studien har två syften. Det första är att samla erfarenheter från befintliga stallar och öka kunskapen om den optimala utformningen och skötseln för en väl fungerande utgödsling på vattenspegel i svenska stallar för mjölkkor. Det andra är att undersöka om ammoniakhalten i stalluften i system med utgödsling på vattenspegel skiljer sig från den vid utgödsling med skrapor på helt golv.

Hypoteserna lyder:

1) Funktionen hos ett självflytssystem försämras av:

- Ett litet avstånd under spalten (högst 80 cm)
- En liten tröskelhöjd mot kulverten (mindre än 15 cm)
- För många sinkor eller ungdjur per spaltgång.

2) Ammoniakhalten i stalluften skiljer sig mellan självflytssystem och skraputgödsling.

Material och metoder

Gårdar

För att få kontaktuppgifter till lantbrukare med självflytssystem kontaktades DeLaval Sales AB. De tillhandahöll uppgifter till 26 svenska gårdar som hade byggt för självflyt i kombination med DeLavals mjölkkningsrobot. Dessa gårdar bedömdes utgöra huvuddelen av alla svenska gårdar med självflyt inomhus.

En enkät med följebrev skickades till alla de 26 identifierade gårdarna med självflyt. Enkäten innehöll frågor om utformningen av utgödslingssystemet och även en punkt där lantbrukarna själva fick skriva om deras upplevda för- och nackdelar med självflyt (Bilaga 1). Utformningen av frågorna tog hänsyn till Länsstyrelsens rekommendationer för att få en bild av om de fortfarande var aktuella. Svarefrekvensen på enkäten var 50 %. Enkäten skickades ut i samband med det första besöket för ammoniakmätningar och gård 1-5 fick då enkäten överlämnad vid besökstillfället. Tre av gårdarna som var med i enkätstudien hade självflyt endast i samlingsfållan runt roboten och skrapor under spalt i övriga delar av utgödslingssystemet. De andra gårdarna hade självflytssystem i hela stallet, från mjölkkningsanordning till kulvert.

För mätningarna av stalluftkvalitet valdes fem gårdar med självflyt ut i Småland och Halland från listan med kontaktuppgifter som erhöles från DeLaval Sales AB. Dessa gårdar hade självflytutgödsling i hela mjölkkostallet, från mjölkkningsanordning till kulvert i andra änden av stallet, och låg dessutom inom ett relativt begränsat område samt var villiga att delta. Några av gårdarna med självflyt deltog både i luftkvalitetsjämförelsen och i enkätstudien (gård nr 1-5 i tabell 1, 2 och 4 nedan). Dessutom valdes fem kontrollgårdar med skraputgödsling på helt golv ut från en lista med kontaktuppgifter som erhöles från Hushållningssällskapet i Uppsala län. Av praktiska skäl gjordes urvalet genom att kontakta gårdar närmast Uppsala först och sedan utöka radien för att hitta fem lantbrukare som var villiga att delta.

De tio gårdarna för luftkvalitetsjämförelsen liknade varandra vad gäller stallutformning och ventilationssystem. Antalet djur var mellan 60 och 150 mjölkande kor vilket innebar en eller två mjölkningsrobotar. Det förekom ingen mekanisk ventilation i något av stallarna för luftkvalitetsjämförelsen utan endast självdragsventilation praktiserades. Som strömedel användes sågspån. Korna befann sig i ladugården och arbete pågick som vanligt under mätningarna. En av gårdarna hade mjölkningsgrop och vid mätningarna där pågick ingen mjölkning.

Den första kontakten med lantbrukarna som skulle besökas var via telefon. Var de villiga att delta i studien bestämdes ett datum då det första besöket skulle ske. Vid det första besöket bestämdes tidpunkten för det andra besöket.

Mätningar av luftkvalitet

Provtagningarna utfördes vid två tillfällen per gård, första gången i september 2011 och andra gången i november samma år, för att erhålla ett säkrare resultat och eventuellt fånga upp variationer över årstiderna.

Ammoniakhalten i stalluften mättes vid varje tillfälle på tre ställen i en gödselgång belägen så mitt i stallet som möjligt; 1) i ena änden av gången, närmast tvärkulverten, 2) i mitten av gången och 3) i andra änden, närmast mjölkningsanordningen. Således erhöles sammanlagt sex mätvärden per gård. Ammoniakhalten mättes med hjälp av en Gastec Gas Sampling Pump No. 3L (Gastec Corporation, Japan) på ca 1 m höjd över golvet. I stallarna med skraputgödsling gjordes mätningarna tidigast 15 min efter att skrapan hade gått genom stallgången för att ha en viss gödselbeläggning i gångarna, vilket är den mest vanliga situationen. Den avlästa ammoniakhalten korrigerades efter temperaturen i stallarna enligt bruksanvisningen till ammoniakmätaren.

Lufttemperatur, relativ luftfuktighet och vindhastighet mättes vid varje tillfälle inne i stallet i mitten av samma gödselgång som användes för ammoniakmätningarna samt direkt utanför ingången till stallet med hjälp av ett multimätinstrument (Lutron LM-8000, Lutron electronic enterprice co. LTD, Taiwan). Således erhöles vardera fyra mätvärden per gård. Dessa värden användes för att se eventuella korrelationer mellan ammoniakhalt och temperatur, luftfuktighet etc.

Databearbetning

Det insamlade materialet sammanställdes och analyserades med hjälp av programvarorna Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corp., Washington, USA) och JMP 9.0.0 (SAS Institute, Cary, North Carolina, USA). De beskrivande enkätsvaren (fråga 9-13) sammanfattades i möjligaste mån till ett antal typsvar. För att komma fram till slutsatser om de mest fördelaktiga byggnads- och skötselåtgärderna jämfördes lantbrukarnas erfarenheter med hur deras utformning och skötsel av utgödslingssystemet såg ut.

Det antogs att mätvärdena i de bakomliggande populationerna var normalfördelade. En analys av eventuella samband mellan variablerna (vindhastighet, luftfuktighet, temperatur och ammoniakhalt) gjordes med hjälp av JMP 9.0.0 (SAS Institute, Cary, North Carolina, USA). Även skillnader mellan mätpunkterna och mättillfällena analyserades. För att jämföra ammoniakhalten i de två olika utgödslingssystemen användes ett *t*-test för oberoende stickprov, utan antagande om lika varians. Eftersom vädret vid det andra mättillfället var mildt för årstiden var det mycket liten skillnad i lufttemperatur mellan mättillfällena. Därför slogs de sex ammoniakvärdena från varje gård ihop och medelvärdet användes i *t*-testet. Signifikansnivån 0,05 användes.

Resultat

Lantbrukarnas erfarenheter

En sammanställning av några av enkätsvaren (fråga 1-8) visas i Tabell 1.

Fråga 2 (Bilaga 1) handlade om hur många djur av annan typ än mjölkkor (t.ex. sinkor, ungdjur) som fanns i gödselgångarna med självflyt. I Tabell 1 kan ses att många gårdar hade betydligt fler än sex djur, t.ex. gård 17 som hade nästan 50 st. vilka utgör 61 % av det totala djurantalet. På gård 4 (som även var med i luftkvalitetsjämförelsen) kunde vid besöket observeras att kornas foderstat gav dem en mycket torrare gödsel än vad som upplevdes på de andra gårdarna. Självflytssystemet fungerar ändå utmärkt på denna gård (Tabell 2).

Att döma av fråga 9 hade sex av gårdarna (nr 1, 3, 12, 13, 15 och 5) inte upplevt några problem med att sand och grus dras in utifrån och de hade därför ingen speciell lösning för detta. Tre gårdar (nr 4, 11 och 17) hade gjutit en betongplatta vid ingången för att undvika problemen, medan två av gårdarna (nr 14 och 2) planerade att gjuta en betongplatta utanför för att undvika problemen med stopp som annars kan uppstå. En gård (nr 14) hade i dagsläget stopp i den spaltgång där korna kommit in från betet. Två av gårdarna (nr 16 och 18) ansåg sig inte ha detta problem eftersom korna gick in från betet över tvärkulverten först.

En gård (nr 15) hade inte upplevt problem med att gödsel fastnar på väggarna i kulverten (fråga 10). Tre gårdar (nr 4, 16 och 18) hade upplevt problem då de utfodrade med för mycket halm. En gård (gård nr 13) undvek stopp genom att skrapa undan gödseln bakom liggbåsen. Sju av gårdarna (nr 11, 1, 3, 12, 14, 2, 5 och 17) hade mer eller mindre problem med stopp i självflytet och måste spola med stora mängder vatten, från 1 gång/mån till ett par gånger/år.

Av fråga 11 framgick att åtta av gårdarna (nr 11, 1, 3, 13, 14, 15, 2, 5 och 17) använde sig av vattenspolning vid stopp. Endast en gård (nr 18) hade installerat en omrörare, och en gård (nr 15) använde sig förutom vattenspolning av en bräda att bända med genom spalten. En gård (nr 14) hade haft problem med frysning ett år och fick då använda sig av en yxa samt värmebläkt. Gård nr 4 och gård nr 16 hade aldrig haft problem med stopp i utgödslingen. Gård nr 17 löste stoppen genom att strypa flödet till tvärkulverten så att vätskenivån i gångarna höjdes. När flödet sedan släpptes på sjönk nivån snabbt och det blev ett bättre flyt på gödseln.

Elva av gårdarna (nr 4, 11, 1, 3, 13, 15, 16, 2, 5, 17 och 18) hade ingen speciell vattenlösning under roboten utan spolvattnet från roboten släpptes direkt ut under spalten i gödselgångarna (fråga 12). Gård nr 12 (självflyt endast under robot) hade omrörare i alla hörn av självflytsanordningen samt en pump som pumpade ut gödseln. Gård nr 14 hade en endast 40 cm ränn djup under robot, uppsamlingsfålla och gångarna ut ur fållan. I gångarna var detta avstånd 80 cm, vilket innebär att det blir ett fall på 40 cm ut till gödselgångarna. Vattenspegeln bevarades här med en tröskel på 10 cm.

Tabell 1. Utvalda resultat från en enkätundersökning av 13 mjölkgårdar med självflytsutgödsling 2011

Gård nr	Antal mjölkkor	Antal sinkor eller ungdjur	Kulverthöjd under spalten (cm)	Tröskelhöjd till kulverten (cm)	Sammanfattning av lantbrukarens erfarenheter
1	139	0	60	8	Vatten behöver tillsättas för att undvika stopp
2	138	30	80	15	Tillsätter extra vatten 1 gång/år. Annars nöjd
3 ^a	290	50	110	10	Tillsätter vatten framförallt hos sinkorna. Annars nöjd
4	78	3	100	15	Har aldrig upplevt stopp i utgödslingen
5	143	13	80	20	Får spola vatten till sinkorna för att det ska fungera där
11 ^b	-	-	100	40	Stopp 3-4 ggr/år. Annars fungerar det bra
12 ^b	-	-	40	10	Ständiga problem med stopp
13	26	13	80	12	Fungerar mycket bra
14	80	11	80	10	Fungerar utmärkt
15 ^b	-	-	80	10	Efter inkörningsperioden har det fungerat tillfredsställande
16	140	0	80	15	Fungerar bra
17	80	49	80	25	Spolar vatten 1 gång/mån p.g.a. för bred tröskel. Annars ok
18	71	40	80	20	Upplever mest fördelar
Medelvärde	121	19.5	81	16	

^a Mjölkningsgrupp.

^b Självflytsutgödsling endast under roboten och skrapor under spalt i övriga delar av utgödslingssystemet.

På fråga 13 fick lantbrukarna själva skriva om sina upplevda för- och nackdelar med självflytsutgödsling. Svaren har sammanfattats i Tabell 2.

De gårdar där lantbrukaren såg mest fördelar med utgödslingssystemet (nr 3, 13, 14 och 18) hade alla minst 80 cm ränn djup under spalten (i enlighet med Länsstyrelsens rekommendation). De två gårdar som aldrig hade haft problem med stopp i utgödslingen (nr 4 och 16) hade byggt enligt Länsstyrelsens rekommendationer vad gäller både höjd under spalten (minst 80 cm) och tröskelhöjd mot tvärkulverten (minst 15 cm). Dessa två gårdar undvek att kor drog in sand från betet till gödselgången antingen genom en gjuten betongplatta utanför ingången (gård nr 4) eller genom att ingången var belägen över kulverten så att eventuell sand och grus i första hand hamnade där (gård nr 16). De två mest problemfria gårdarna vad gäller oplanerade avbrott utmärkte sig även genom att ha ett litet antal andra djur än mjölkkor i självflytssystemet (3 resp. 0 djurplatser).

Tabell 2. Lantbrukarnas egenupplevda för- och nackdelar med utgödsling på vattenspegel i en enkätundersökning av 13 mjölkgårdar 2011

Gård nr	Fördelar	Nackdelar
1	Tillfredsställande, inga utgödslingsreparationer	Vatten behöver tillsättas
2	Nöjd	Vid ombygge ingen spalt i tvärgångarna
3 ^a	Mycket nöjd, vid nybygge inga funderingar på att sätta in utgödsling. Ingen investeringskostnad eller underhåll	Svårt att få gödseln att flyta i början vid för torr gödsel
4	Lagringsutrymmet, tidsbesparande, energisnålt, bra klövhälsa, inga klövsador vid utgödsling	Investeringskostnad, lite mer flugor på sommaren om man pumpar ut sällan
5	Inga kostnader för utgödsling, inget slitage eller elförbrukning	Vattenspolning då det inte flyter
11 ^b	Fungerar i stort sett bra, stoppen har inte krävt så mycket jobb	Stopp ibland
12 ^b	Fungerar mycket dåligt, fördelar saknas hos oss	
13	Mycket bra, sköter sig i stort sett själv, ingen energiförbrukning	
14	Fungerar utmärkt - det bästa är att det inte finns någon teknik som kan krångla och stopp behöver inte åtgärdas omedelbart.	
15 ^b	Det tog ett halvår innan det kom igång men sedan har det fungerat. Torrt runt robot.	Inkörningsperiod
16	Fungerat bra	Funderar på om det blir mer flugor än vid mekanisk utgödsling
17	Naturlagarna är stabila, inga mekaniska problem, obetydligt underhåll	Dyrare byggnation, önskar renare gångar
18	Upplever bara fördelar	Önskar mer instruktioner om hur man ska bygga

^a Mjölkningsgrop.

^b Självflytutgödsling endast under roboten och skrapor under spalt i övriga delar av utgödslingssystemet.

Gård nr 12 var den enda gården där lantbrukaren var helt missnöjd med systemet. Den hade självflyt bara under roboten och skraputgödsling i resten av stallet. Den hade både omrörare i alla hörnen runt självflytsanordningen och dessutom en pump som pumpade ut gödseln men var ändå en av de gårdar som hade stora problem med stopp i utgödslingen. Tabell 1 visar att deras tröskelhöjd på 10 cm är bland de lägre i det studerade materialet men framför allt visar den att höjden under spalten i de flesta fall är mindre än hälften så stort (40 cm) som hos de andra gårdarna (80-110 cm). Tröskelhöjden och avståndet under spalten på gård 12 är båda lägre än Länsstyrelsens rekommendationer.

Luftkvalitet

Korrelationer mellan temperatur, luftfuktighet (RH), vindhastighet och ammoniakhalt visas i Tabell 3. Temperaturen i stallarna var mellan 13 och 24 °C vid båda mättillfällena vilket innebar att korrektionsfaktorn för ammoniakhalten låg mellan 0,95 och 1,07. Medelvärdena för de korrigerade ammoniakvärdena på gårdarna visas i Tabell 4.

Tabell 3. Korrelationer mellan temperatur (inne och ute), luftfuktighet (inne och ute), vindhastighet (ute) samt ammoniakhalt i stalluften på tio svenska mjölkgårdar 2011

Variabel 1	Variabel 2	Korrelation (r)	P-värde	Samband
Temp. ute	Temp. inne	0,74	0,0002	Starkt positivt
RH ute	RH inne	0,82	<0,0001	Starkt positivt
RH inne	Temp. inne	-0,72	0,0003	Starkt negativt
RH ute	Temp. ute	-0,61	0,0042	Rel. starkt negativt
Medelvärde ammoniak	Temp ute och inne, RH ute och inne, vindhastighet	-0,33 – 0,33	0,15 – 0,59	Svagt eller relativt svagt

Tabell 4. Ammoniakkoncentrationer (ppm) i stalluften på tio svenska mjölkgårdar med självflytsutgödsling respektive skrapor på helt golv 2011. Ammoniakvärdena är korrigerade för temperaturen inne i stallarna

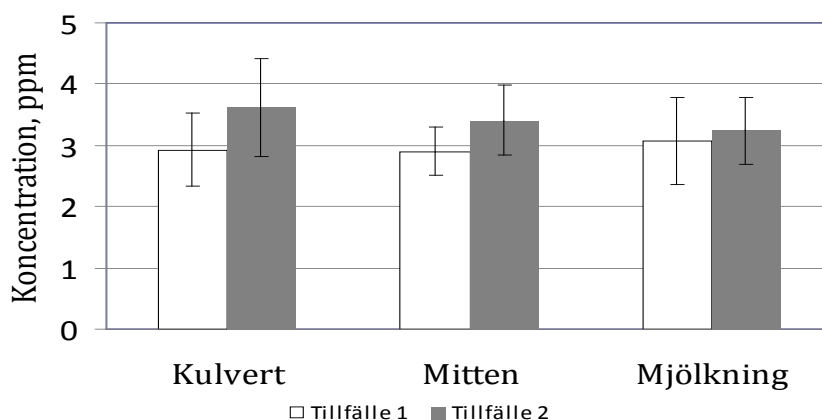
Gård nr	Utgödslingssystem	Medelvärde mättillfälle 1 ^a	Medelvärde mättillfälle 2 ^a	Min – max mätvärde	Medelvärde totalt ^b
1	Självflyt	4,28	3,83	2 – 7,49	4,06
2	Självflyt	1,78	3,67	1,5 – 5	2,73
3	Självflyt	3,67	6,83	2 – 7,5	5,25
4	Självflyt	3,92	1,78	1,07 – 6,42	2,85
5	Självflyt	1,11	1,33	1 – 2	1,22
6	Skrapor	4	2,32	1,5 – 5	3,16
7	Skrapor	2,50	2,50	1,07 – 4,28	2,50
8	Skrapor	4,67	6,06	4 – 7,49	5,37
9	Skrapor	1,43	3,92	1,07 – 4,28	2,68
10	Skrapor	2,32	1,96	1,07 – 3,21	2,14

^a Medelvärde baserat på tre mätvärden, ett av mättillfällena.

^b Medelvärde baserat på sex mätvärden, båda mättillfällena.

Vindhastigheten inne i stallarnas mittersta gödselgång var 0 m/s på alla gårdar utom på gård 9 där den var 2 m/s. För gårdarna med utgödsling på vattenspegel var ammoniakkoncentrationen (medelvärde ± standardavvikelse av gårdarnas medelvärden) $3,22 \pm 1,36$ ppm och för gårdarna med skraputgödsling var motsvarande värden $3,17 \pm 1,15$ ppm. Skillnaden mellan utgödslingssystemen var inte signifikant ($t=0,06$, $P=0,95$).

Skillnaden i ammoniakhalt mellan mättillfällena och mellan de tre mätplatserna visas i Figur 3.



Figur 3. Skillnad i ammoniakhalt mellan de tre mätplatserna och mellan de två mättillfällena på tio svenska mjölkgårdar 2011. Strecken på staplarna visar medelfelet.

Diskussion

Lantbrukarnas erfarenheter

Enligt enkätundersökningen i denna studie finns det ett samband mellan ränn djup (avståndet under spalten) och utgödslingsproblem. Länsstyrelsens rekommendationer kan anses vara aktuella i fallet med ränn djup då undersökningen visar ett tydligt samband mellan ett tillräckligt stort ränn djup (minst 80 cm) och en tillfredsställande utgödsling. Enligt DeLaval Sales AB (M., Sandström, pers. medd. 2011) flyter gödseln oftast med en tjocklek på 40-50 cm eftersom gödselnivån först stiger innan jämviktsläge uppnås och gödseln flyter ut. Detta kan vara orsaken till att det är lättare att få gödseln att flyta naturligt med över 80 cm i ränn djup då det ger utrymme till gödselns tjocklek samt bevarandet av vattenspegeln. Gård nr 12 är den gård som hade minst ränn djup (40 cm) och här fungerade utgödslingen mycket dåligt. Orsaken kan alltså vara att gödseln här inte kan flyta med den naturliga tjockleken på 40-50 cm. I jämförelse mellan gård nr 12 och gård nr 15 och 11 (som också endast har självflyt runt roboten och uppsamlingsfällan) kan den största skillnaden ses just i ränn djupet. Både gård 15 och 11 hade en väl fungerande utgödsling och de hade mer än dubbelt så stort ränn djup som gård nr 12.

Denna studie kan inte påvisa något samband mellan en fungerande utgödsling och en tröskelhöjd som uppfyller Länsstyrelsens rekommendationer. Många av de gårdar som anses vara nöjda med systemet har en tröskelhöjd på mellan 5-12 cm jämfört med rekommendationerna som är 15-20 cm. Vid en låg tröskelhöjd bevaras inte lika mycket av vattenspegeln som vid en högre tröskelhöjd, men vid tillsats av tillräckligt mycket spolvatten kanske inte detta anses vara ett problem då gödseln ändå flyter. Konsekvensen av det kan tänkas bli att mer spolvatten följer med gödseln ut till brunnen, gödseln blir därmed mer utspädd och gödselbrunnen fylls snabbare. Något samband mellan tröskelhöjd och vattentillsats kan dock inte påvisas i denna studie. Inga samband kan heller ses mellan gödselgångarnas längd eller antal spaltgångar med en väl fungerande utgödsling.

Länsstyrelsen rekommenderar maximalt sex sinkoplatser per spaltgång där självflyt används, alltså är rekommendationen inte grundad på hur stor andel av djur som inte är mjölkkor utan endast antalet djur per spaltgång. De två gårdar där det aldrig hade varit problem med stopp i utgödslingen hade ännu färre platser, 3 resp. 0 st. Enkätstudien visar å andra sidan att vissa gårdar har upp till 50

djurplatser förutom mjölkkor inkluderade i sitt självflytssystem och det har i många fall fungerat utmärkt. På besök hos gård nr 4 (som även deltog i luftkvalitetsjämförelsen) observerades att gödseln var mycket torrare än på de andra gårdarna men ändå fungerade utgödslingen mycket bra. Situationen verkar bli annorlunda då djur med torrare gödsel sprids ut över gödselgångarna och enligt denna studie verkar det då fungera bra att ha betydligt fler än 6 sådana djurplatser per spaltgång. Detta indikerar att självflytet är mer känsligt för förändringar i gödselkonsistens än om alla djuren i stallet har liknande gödselkonsistens (torrare eller lösare). De varierande resultaten indikerar på att mer studier bör göras inom detta område innan rekommendationerna för antalet sänkor som går att ha på självflyt fastställs.

En av gårdarna (gård nr 14) har en speciell lösning runt roboten där det annars ofta kan uppstå problem med självflyt. Under roboten, uppsamlingsfällan och gångarna ut till fällan är det 40 cm ränn djup under spalten och i gödselgångarna det avståndet 80 cm. Det blir alltså ett fall på 40 cm från depån under roboten till gödselgångarna med en tröskel på 10 cm innan slutningen för att bevara en vattenspiegel även under roboten. Enligt Länsstyrelsen är utrymmet runt roboten ett av problemen med självflyt eftersom det ofta kan vara svårt att få gödseln att flyta där. Lösningen som gård nr 14 har kan då vara ett alternativ.

En del lantbrukare har problem med stopp i utgödslingen men anser fortfarande att systemet fungerar bra, medan andra är mindre toleranta mot problem. Överlag anser lantbrukarna att de främsta fördelarna med självflyt är den minskade energiförbrukningen och att de slipper mekaniska problem, och den främsta nackdelen är att det kan bli stopp vilket innebär att stora mängder rent vatten behöver spolas i systemet. Mekaniseringen är något som pågått inom det svenska lantbruket det senaste decenniet. Att gå mot en högre mekaniseringsgrad anses ofta önskvärt och utvecklande. Men som Rohde et al. skrev om redan 1987 innebär mekaniseringen också ofta problem med driftstörningar och underhåll. Utgödsling med självflyt är ett sätt att gå ifrån mekaniseringen till viss del vilket kan ha vissa fördelar. I de fall där inte gödseln flyter som den ska kan omrörare, pumpar och skivor installeras. Grundidén med en lägre mekaniseringsgrad frångås då. Det som inte heller känns försvarbart med utgödsling på vattenspiegel är de stora mängder rent vatten som spolas in till utgödslingen vid stopp eller då extravatten förutom spol- och diskvatten behöver tillsättas. Utgödsling på vattenspiegel har många fördelar då det fungerar, men vid problem går de helt förlorade.

Howard och Bishopp (2006) menar att ett helt betonggolvet bör användas för att få en så liten flugpopulation som möjligt i stallarna. Detta är inte fallet då utgödsling på vattenspiegel praktiseras. Två av gårdarna har nämnt flugproblemen på sommaren men det går inte att från denna studie dra slutsatsen att självflytssystemet ökar flugförekomsten.

Luftkvalitet

Gårdarna som användes i luftkvalitetsjämförelsen valdes framförallt ut efter geografiskt läge. Stall med skraputgödsling är vanligt förekommande i Sverige och därför är de fem deltagande gårdarna i studien endast en liten del av alla gårdar med skraputgödsling. På grund av det lilla urvalet kan det vara svårt att se de fem gårdarna som väl representativa för alla gårdar med skraputgödsling. Då endast skraputgödslingsgårdar med robotar användes i studien är de förmodligen relativt nybyggda/nyrenoverade och kan därmed antas ha något bättre ventilation och därmed luftkvalitet än genomsnittet. Gårdarna med självflyt utgör sannolikt en större del av alla Sveriges självflytsgårdar.

Mätavståndet på 1 m över gödselgången valdes därför att korna andas in luften ungefär på denna höjd och det är därmed den luften som i störst grad andas in. Luftgaskoncentrationer varierar mycket över tid och även vart i stallet som mätningen görs. Även ventilationen i gödselkanalerna har betydelse för ammoniakhalten i stallet. I den här studien skilde det t.ex. på 5 ppm i vissa fall på olika ställen i stallet. Luktgränsen för ammoniakhalt i luften för djur är enligt Geng et al. (2005)

5 ppm men att värdena ibland överstiger luktgränsen i mjölkstallar är inget ovanligt. I den här studien förekom 8 mätvärden över 5 ppm, d.v.s. i 13 % av mätningarna. För att undersöka om dessa värden var tillfälliga eller vanligt förekommande krävs en förlängd och mer kontinuerlig studie.

Höga gödselgaskoncentrationer har visat sig ge stora problem hos mjölkkor. Wohlgemuth och Dahl (1981) samt Holland et al. (2002) såg i sina försök att höga ammoniakhalter i stalluften kan leda till problem med luftvägarna. Hultgren och Algers (2009) påpekade att även hältor och fertilitetsproblem i vissa fall berodde på dålig stalluft och att höga gödselgaskoncentrationer orsakade några dödsfall under 1960- och 1970-talet. Inga höga ammoniakvärden kunde observeras i den här studien och inte heller några signifikanta skillnader i luftkvalitet mellan de två utgödslingssystemen. Utifrån detta kan luftkvaliteten i stallar med utgödsling på vattenspegel inte anses vara en fara för djuren men mer kontinuerliga luftkvalitetsmätningar krävs för att säkerställa detta. Långvariga studier kan i så fall fånga upp eventuella toppvärden som kan förekomma vid t.ex. tillfälliga stopp i utgödslingen.

Svavelväte är en annan viktig stallgas som kan förekomma i mjölkstallar. Svavelväte kan orsaka stora skador på lukt- och andningsorgan hos djur och i värsta fall leda till dödsfall (J. Hultgren, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, pers. medd. 2011). Det är en mycket svår gas att upptäcka då den endast förekommer vid enstaka tillfällen och ofta då ammoniakhalten också är hög. Eftersom den här studien inte påvisade några ammoniakhalten över gränsvärdet är sannolikheten mycket liten att svavelväte hade kunnat påvisas. I en längre och mer kontinuerlig studie hade även svavelväte varit en intressant gas att studera för att se om den förekom i stallarna vid utgödslingsproblem.

I en väl fungerande mjölkproduktion är en hög avkastning nödvändig vilket kräver friska djur. Det hade därför varit intressant med en framtida studie där djurhälsan jämfördes på de olika utgödslingssystemen. Eftersom studier har visat att spaltgolv har en negativ påverkan på kornas rörelsehastighet och steglängd vid jämförelse med helt betonggolv (Telezhenko & Bergsten, 2005) så krävs det att självflytsutgödsling visar sig ha andra positiva effekter på djurens hälsa för att det ska bli attraktivt att bygga för detta system.

Slutsats

Ett tillräckligt stort avstånd under spalten är helt nödvändigt för att utgödslingen ska fungera väl. Studien kan inte påvisa några risker för djuren när det gäller luftkvaliteten vid självflytsutgödsling. För att säkerställa detta krävs dock fortsatta studier där gödselgaskoncentrationerna (ammoniak och svavelväte) mäts även vid utgödslingsproblem då toppvärden i halten av stallgaser kan förekomma.

Resultaten från den här studien bör kunna användas i rådgivning till lantbrukare som planerar att bygga för självflytsutgödsling.

Tack

Ett stort tack riktas till min handledare Jan Hultgren på Husdjurens miljö och hälsa i Skara som varit till stor hjälp för utformningen av detta arbete. Tack även till Per Ola Schönbeck på Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Michael Sandström på DeLaval Sales AB samt Ingrid Ljung på Hushållningssällskapet i Uppsala för värdefull information och kontaktuppgifter, samt de lantbrukare som varit villiga att delta i enkätstudien och besöken för mätningarna.

Referenser

- Braam, C. L., Ketelaars, J. J. M. H., Smits, M. C., J. 1997. Effects on floor design and floor cleaning in ammonia emissions from cubicle houses for dairy cows. *Netherlands Journal of Dairy Science* 45, 49-64.
- Bruce, W. N., Decker, George, C. 1958. The relationship of stable fly abundance to milk production in dairy cattle. *Journal of Economic Entomology* 51, 269-274.
- Campbell, J. B., Wight, R. G., Wright, J. G., Crookshank, R., Clanton, D. C. 1977. Effects of stable flies on weight gains and feed efficiency of calves on growing or finishing rations. *Journal of Economic Entomology* 94, 780.
- Davidson, E. A., Mosier, A. R. 2004. Controlling losses to air. Controlling nitrogen lows and losses. Academic publishers, Netherlands, 251-259.
- Förordning om miljöhänsyn i jordbruket. Svensk författningssamling. 1998:915. § 6.
- Geng, Q., Andersdotter, M., Gustavsson, M., Torén, A. 2005. Arbetsmiljön i automatiska mjölkningssystem. JTI-rapport 334, Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- Gullberg, J. 2000. Undersökning av mjölkbönders exponering för flyktiga organiska ämnen (VOC). Arbetslivsrapport nr 2000:18. Arbetslivsinstitutet, Umeå.
- Harper, L. A., Flesch, T. K., Poweel, J. M., Coblenz, W. K., Jokela, W. E., Martin, N. P. 2008. Ammonia emission from dairy production in Wisconsin. *Journal of Dairy Science* 92, 2326-2337.
- Holland, R. E., Carson, T. L., Donham, K. J. 2002. Iowa concentrated animal feeding operations air quality study. Iowa State University and the University of Iowa study group, 115-120.
- Howard, L. O., Bishopp, F. C. 2006. The house fly and how to suppress it. US Department of Agricultural Farmers' Bulletin No. 1408. K. D. Thorntown and the Online Distributed.
- Hultgren, J., Algers, B. 2009. Yttrande över självflytande flytgödsel i nya byggnader för nötkreatur. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara.
- Jeppsson, K. H., Gustavsson, G. 2009. Byggnadstekniska åtgärder för lägre ammoniakemission från djurstallar. Rapport 2009:12, Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Alnarp.
- Larsson, R. 2009. Från stall till maskinhall, lantbrukets maskin- och redskapshistoria under 1900-talet. Albinsson & Sjöbergs Bokförlag, Kristianstad. s 20, 315-319, 301-306.
- Misselbrook, T. H., Powell, J. M. 2005. Influence on bedding material on ammonia emissions from cattle excreta. *Journal of Dairy Science* 88, 4304-4312.
- Monteny, G. J., Erisman, J. W., 1998. Ammonia emissions from dairy cow buildings: A review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 46, 225-247.
- Moreira, V. R., Satter, L. D. 2006. Effect on scraping frequency in freestall barn on volatile nitrogen loss from dairy manure. *Journal of Dairy Science* 89, 2579-2587.
- Nennich, T. D., Harrison, J. H., VanWieringer, L. M., Meyer, D., Heinrichs, A. J., Weiss, W. P., St. Pierre, N. R., Kincaid, R. L., Davidsson, D. L., Block, E. 2005. Prediction of manure and nutrient excretion from dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 88, 3721-2733.
- Nimmermark, S. 2009. Teknik, system och hälsa för personer som arbetar med djur. Rapport 2009:13. Lantbrukets byggnadsteknik, SLU, Alnarp.
- Oostra, H., Ventorp, M., Herlin, A. 2006. Golv för bättre välfärd hos mjölkkor. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp.
- Rodhe, L. 1987. Mekaniserad utgödsling – funktions och avbrottsstudier. JTI-rapport 85. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
- Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2010:15) om djurhållning inom lantbruket m.m., saknr L 100.
- Telezhenko, E., Bergsten, C. 2005. Influence on floor type on the locomotion of dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 93, 183-197.
- van der Stelt, B., van Vliet, P. C. J., Reijs, J. W., Temminghoff, E. J. M., van Riemsdijk, W. H. 2008. Effects of dietary protein and energy levels on cow manure excretion and ammonia volatilization. *Journal of Dairy Science* 91, 4811-4821.
- Wohlgemuth, K., Dahl, J. 1981. Recommended practises for the control of bovine respiratory disease in the cow-calf herd. Cooperative Extension Service, Department of Veterinary Service, North Dakota.

Enkät om utgödsling på vattenspegel

1. Hur många platser för mjölkande kor har Du med självflyt? _____ platser

2. Finns där några andra djurtyper än mjölkkor (t.ex. sinkor, ungdjur)? I så fall – vilka och hur många platser i varje?

Djurtyp: _____ Antal platser: _____

3. Hur lång är den längsta gödselgången med självflyt (räknat från änden av gången till tröskeln mot tvärkulverten)?

_____ meter

4. Hur många spaltgångar finns i stallet? _____ spaltgångar

5. Vilket är avståndet mellan undersidan av spalten och botten på kulverten? _____ cm

6. Vilken tröskelhöjd är det mellan spaltgången och kulverten? _____ cm

7. Vilken typ av mjölkning sker i Din ladugård (robot, grop eller karusell)? Om Du har robot – hur många robotar har du?

8. Hur mycket vatten per dag uppskattar Du tillföra till Din vattenspegel? (En robot från DeLaval ger ca 800 liter i disk- och spolvatten per dag)

_____ liter per dag

9. Har Du upplevt några problem under betesperioden med att korna för med sig sand och grus utifrån? Hur har Du i så fall löst detta? (t.ex. hårdgjord yta vid ingång)

10. Har Du haft problem med att gödsel fastnar på väggarna av kulverten och behöver tas bort? I så fall - när (säsong/situation) och hur ofta (antal gånger per år eller månad)?

11. Vilka åtgärder vidtar Du vid stopp i utgödslingen? Använder Du t.ex. skivor, omrörare, pump etc.?

12. Om Du har robot - har Du någon speciell lösning i uppsamlingsfällan runt roboten för att få utgödslingen att fungera bättre?

13. Hur upplever Du att Din utgödsling fungerar? Vilka fördelar respektive nackdelar anser Du att Ditt utgödslingssystem har?

Returneras i svarskuvert **senast 7 oktober.**

Tack för Din medverkan!

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- * **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- * **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- * **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:
www.slu.se/husdjurmiljohalsa

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Box 234
532 23 Skara
Tel 0511-67000
E-post: hmh@slu.se
Hemsida:
www.slu.se/husdjurmiljohalsa

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Environment and Health
P.O.B. 234
SE-532 23 Skara, Sweden
Phone: +46 (0)511 67000
E-mail: hmh@slu.se
Homepage:
www.slu.se/animalenvironmenthealth*
