

# Automatisk ströhantering för slaktsvin

*Cecilia Lindahl, Mats Gustafsson, Mikael Gilbertsson, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik*

## Inledning

Hantering av strömedel är det minst mekaniserade arbetsmomentet i modern djurhållning. Någon revolutionerande produktutveckling på området har inte förekommit sedan hackmaskinens tillkomst vid slutet av 1800-talet. En fungerande automatisk anläggning för intransportering av strömedel direkt till slaktgrisars boxar skulle kunna ge förbättringar i såväl arbetsmiljö, djurmiljö som yttre miljö.

De arbetsmiljömässiga fördelarna är många. Att slippa det manuella arbetet med en strökärra och andas in damm är en stor arbetsmiljömässig fördel. Ett automatiskt system skulle även kunna erbjuda och skapa förutsättningar för en bättre djurmiljö eftersom det ger möjligheter till fler strötillfällen per dag och därmed en ökad stimulans och sysselsättning för grisarna.

## Bakgrund

Många slaktgrisproducenter fokuserar idag på att effektivisera sin produktion. Arbetsmomentet med att ströa anses ofta ta för lång tid och vara ohälsosamt. Risken finns att detta leder till att många djurskötare slarvar med att ge strö i den omfattning som djurskyddslagen kräver. Mängden strö som djurskötare använder till slaktgris varierar. Agriwise (2006) anger 0,05-0,2 kg per slaktgris och dag. I en 400 platsers avdelning innebär det 20 till 80 kg per avdelning och dag. Ett automatiskt ströhanteringssystem kan friställa tid för lantbrukaren till andra uppgifter och tid kan t.ex. ägnas åt en mer systematisk djurtillsyn.

En annan aspekt är arbetsmiljön. Halm och andra strömedel innehåller ofta organiskt damm som djurskötaren utsätts för vid manuell ströhantering. Manuell hantering av strö kan, genom inandning av organiskt damm, ge upphov till sjukdom i luftvägar och lungor. Enligt Arbetarskyddsstyrelsen (1994) ökar risken att bli exponerad för damm vid manuellt ströningsarbete. I ett automatiskt system kan dessa problem för djurskötaren minskas rejält.

Stora mängder strö ger bättre förutsättningar för att hålla djuren rena och bidrar också till en bättre djurvälstånd och friskare djur. I vissa djurstallar är dock utgödslingens utformning en begränsande faktor för strömängden. Vidare finns en viss kostnad för hanteringen av strömedlet (även om strömedlet även har en kostnad i sig), vilken begränsar strögivans storlek.

Automatiserad transport av hackad halm är besvärlig p.g.a. materialets egenskaper. En transportmetod som studerats i samband med olika halmförbränningsanläggningar är skruvtransport. Erfarenheter finns bl. a. från utmatning av hackad halm ur silor samt transport av hackad halm i skruvar. Vid skruvtransport tenderar halmen att linda sig runt skruvens axel. Problemen minskar om halmen är fint hackad, men även sådan halm kan innehålla längre strån som skapar problem. Stor skruvdiameter (300 mm) har dock gett goda resultat (Axenbom et al., 1991). Tidigare försök tyder på att halm går bra att transportera med skruv (Praks, 1993; Kristensen, 1990; Påhlstorp och Nilsson, 1987) förutsatt att halmen är kortklippt, samt att hackad kornhalm är besvärligare att transportera än hackad vetealm.

Detta beror delvis på att kornhalmen är svårare att hacka vilket resulterar i en större andel längre strån i det hackade materialet.

På senare tid har flera s.k. strörobotar dykt upp på marknaden. Principen är att en datastyrd vagn på räls själv sprider halmen. Tillverkare idag är t.ex. Moving Floor och Lin-Ka Maskinfabrik A/S (Tönnerheden, 2000). Schauer har ett annat typ av system som transporterar strö i en slinga gjord av större PVC-rör (Strohmatic). Gemensamt för samtliga system är att de genom sin komplexa konstruktion är dyra. De rälshängda systemen innebär också svårigheter med genomgångar mellan olika avdelningar.

## Syfte

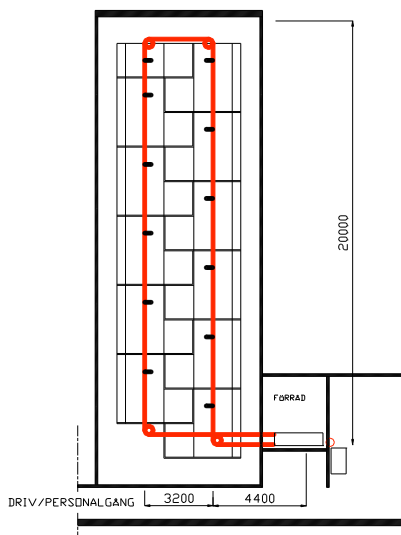
Syftet med projektet var att, genom praktiska försök, undersöka möjligheterna att automatiskt transportera strömedel till slaktsvinsboxar. Målet var att ta fram ett enkelt, billigt och arbetsbesparande system för strötilldelning i konventionella grisstallar.

## Material och metoder

### Prototypanläggningarnas utformning

I JTI:s lokaler byggdes två prototypanläggningar för automatisk strötilldelning upp. Det ena systemet byggde på en kärnlös foderskrub som modifierats för att kunna hantera strö. Det andra systemet byggde på en konventionell torrutfodringsanläggning för slaktsvin.

Anläggningen utformades för att passa i den slaktsvinsavdelning där den sedan skulle monteras upp (se figur 1). Ovanför varje tänkt box gjordes en öppning för nedsläpp av strö i boxen. Öppningen placerades ovanför den del av boxen som utgör grisarnas liggyta.



Figur 1. Placering av transportslingan för ströanläggningen i slaktsvinsavdelningen. Nedsläppens placering över varje box är markerade på slingan.

### **Anläggning med kärnlös skruv (system 1)**

Denna anläggning byggde på att ströet skulle transporteras i PVC-rör med hjälp av en kärnlös skruv för torrfoder. Dimensionen på skruvspiralen var 75 mm och rören hade en diameter på 90 mm. Den totala längden på transportledningen var ca 60 m. Skruven drogs runt av en motor. En inmatningsenhet tillverkades och utvecklades för att få en jämn inmatning av strö i systemet.

### **Modifierad torrutfodringsanläggning (system 2)**

Denna anläggning byggde på en transportslinga för utfodring av torrfoder till grisar, SKIOLD-Datamix TransPork, samt en inmatningsanordning. Anläggningen bestod av ett rörsystem med PVC-rör och hörnhjul, vari strömaterialet transporterades. I röret löpte en transportvajer med tallriksformade medbringare vilka för med sig materialet. Vajern drogs runt i rörsystemet av en drivenhet, vilken styrdes av en styrenhet. I försöket var drivenhet samt rör och hörn av 63 mm utförande, transportvajern av 50 mm utförande (dvs. försedd med medbringare Ø 38 mm), samt styrenheten av modell ”TransPork 0”. Denna anläggning bestod av en 50 m lång slinga. En liknande anläggning har tidigare testats av JTI (2001), men då i syfte att transportera olika typer av strö till liggbås för mjölkkor.

Efter drivenheten finns en lagringsficka som också matar ner strö till transportvajerns medbringare som drar med sig material via röret ut i stallet. För att förhindra valvbildning utrustades lagringsfickan med en blandningsskruv. Returledningen från stallet går igenom lagringsfickan och släpper av det strö som inte lämnats av ute i stallet. Lagringsfickan är ca 1 m<sup>3</sup>. Anläggningen utrustades också med tidur så att ströningen kunde startas automatiskt. Åtta automatiska strötilfällen per dygn var möjliga och strö mängden kunde regleras vid beroende på hur många nedsläpp per tillfälle som ställdes in.

### **Karaktärisering av strömedel**

Fyra olika typer av halm användes vid provkörningar av anläggningen, kornhalm av två hackselängder och vetehalm av två hackselängder. Varje halmtyp karaktäriserades med avseende på följande egenskaper: vattenhalt, strållängd, skrymdensitet och rasvinkel (elevationsvinkel).

Bestämning av vattenhalten utfördes genom torkning av ca 50 g strö i ventilerat torkskåp i 105°C i 3 timmar. Provet vägdes före och efter torkning och vattenhalten beräknades. Tre vattenhaltsbestämningar utfördes för varje strömedel.

För att bestämma strållängden hos den hackade halmen användes JTI:s strållängdssorterare som finns beskriven av Gale & O’Dogherty (1982). Halmstråna sorterades i fraktioner som sedan vägs. Resultatet anges som halvviktslängd (mm), vilket är den längd som delar provet i två viktmässigt lika stora delar, samt längder för övre och undre kvartil. Strållängdsbestämningen upprepades tre gånger per halmtyp.

För att bestämma skrymdensiteten hos strömedlen fylldes ett 50 liters kärl med raka väggar försiktigt med löst material. Ingen packning förutom egentynghdens inverkan förekom. Materialet vägdes och även här gjordes tre upprepningar.

Rasvinkeln bestämdes genom att ca 50 liter av strömedlet med en cirkulerande rörelse hälldes ut på ett plant golv, så att en kon bildades. Med en pernumeter mättes sedan rasvinkeln. Detta förfarande gav ett ungefärligt mått på strömedlets rasvinkel eller elevationsvinkel. Tre upprepningar gjordes.

## Laborrietest av prototypanläggningar och nedsläpp

Torrutfodringslingans och den kärnlösa skruvens förmåga att transportera strömedel studerades och eventuella ytterligare modifieringar gjordes. Tre olika typer av nedsläpp tillverkades och testades. Tre nedsläpp av varje typ provades samtidigt och tre upprepningar gjordes. Tiden systemet kördes mättes och sedan vägdes mängden strö från varje nedsläpp. I testerna användes lång och kort vetehalm.

I samråd med referensgruppen valdes ett av nedsläppen, med några mindre modifieringar. Samma tester som ovan utfördes även för detta nedsläpp. Tolv nedsläpp tillverkades, en för varje box i slaktsvinsavdelningen. Det färdiga systemet testades sedan med de fyra halmtyperna. Efter varje körning vägdes utmatad mängd från varannan behållare (6 st). Strålängdssortering gjordes på strö från behållare 1 (första), 6 (före böjen), 7 (efter böjen) och 12 (sista) för att se om materialet separerat i ledningen. Körningarna upprepades tre gånger per halmtyp.

### Praktiskt test i slaktsvinsavdelning

Efter funktionstesterna av de båda anläggningarna beslutades i samråd med referensgruppen vilket av systemen som skulle monteras upp i slaktsvinsstallet samt vilken typ av nedsläppsbehållare som var mest lämplig att använda.

Den automatiska ströanläggningen monterades sedan upp i en slaktsvinsavdelning på Jälla Naturbruksgymnasium i Uppsala och testkördes under 27 dagar. Slaktsvinsavdelningen bestod av 12 konventionella slaktsvinsboxar med ca 10 slaktsvin per box. Transportslingan var placerad 2 m över boxarna och inmatnings- och styrenhet fanns i ett intilliggande förråd (se figur 1). I denna del av projektet studerades funktionen av systemet genom att djurskötaren fick föra daglig journal över antal strötillfällen samt eventuella tekniska problem. Dessutom noterades den totala åtgången av halm. Under försöket användes manuell start av ströanläggningen.

## Resultat

### Strömedlens egenskaper

I tabell 1 redovisas resultat från karaktärisering av halmen. Vetehalmen var något kortare hackad än kornhalmen för båda hackselängderna och hade en högre skrymdensitet. Rasvinkeln var större för de två långa hackselängderna.

Tabell 1. Vattenhalt, skrymdensitet, rasvinkel och halvviktslängd för de fyra halmtyperna. Varje värde är ett medel av tre upprepningar.

Halm, hackselängd	Vattenhalt (%)	Skrymdensitet (kg/m <sup>3</sup> )	Rasvinkel (grader)	Halvviktslängd (mm)
Vete, kort	12	51	37	15
Vete, lång	16	39	43	33
Korn, kort	10	28	36	19
Korn, lång	10	26	45	56

## Prototypanläggningarnas funktion i laborietest

### Anläggning med kärnlös skruv (system 1)

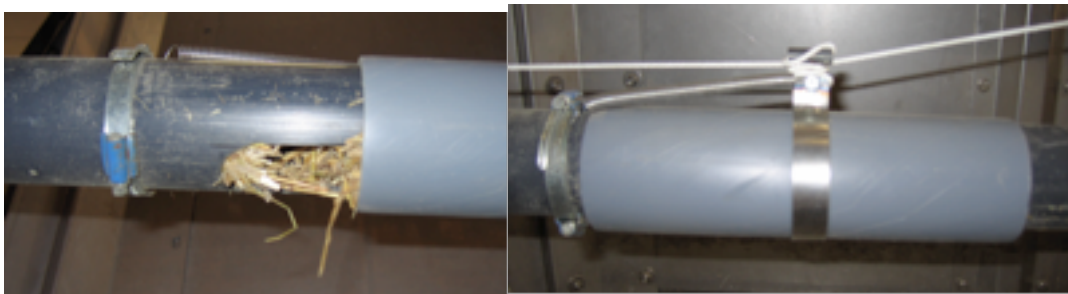
Initialt användes en standardinmatning avsedd för spannmål och pelleterat foder. Med denna utrustning var det svårt att få in tillräckligt med material i röret och kapaciteten blev väldigt låg och ojämn. Efter detta tillverkades en ny modell av inmatning med en grövre skruv med kärna som matade in materialet i transportröret. Inmatningsenheten hade även en omrörare och ett konformigt utsläpp för en förbättrad inmatning. Resultatet blev dock att rören satte igen och skruven gick för tungt. Ett försök gjordes också att låta skruven dra materialet istället för att skjuta det vilket ledde till bättre fyllnad i röret, men även här blev det problem med att ströet blev för packat och skruven gick för tungt.

Två olika nedsläpp testades. Första nedsläppet bestod av ett rör med något större dimension än transportröret och som placerades så att det täckte nedsläppet. Vid ströning sköts röret åt sidan och den strö mängd som fanns mellan två nedsläpp matades ut i boxen. Denna anordning fungerade inte tillfredställande på grund av den ojämna transporten av strö. Det andra nedsläppet var utformat som en behållare, vilket förbättrade mängden strö per box och gav en jämnare fördelning mellan boxar.

På grund av svårigheterna med att få en lagom inmatning av strö och därmed få systemet att fungera tillfredställande valde vi i samråd med referensgruppen att inte gå vidare med detta system.

### Modifierad torrutfodringsanläggning (system 2)

Tre olika nedsläpp tillverkades och testades. Nedsläpp nr 1 liknade det som testades i system 1, med ett rör med något större dimension än transportröret som placerades så att det täckte nedsläppet (figur 2 & 3). De två andra nedsläppen var utformade som behållare, men med lite olika konstruktion. Det ena (nr 2, figur 4) bestod av en plåtbehållare som när den fyllts med halm sköts åt sidan. Det sista nedsläppet (nr 3, figur 5) bestod av ett halvt PVC-rör som satt en bit under transportslingan och därmed bildade en behållare. Röret fälldes för att släppa ned halmen. Alla nedsläpp öppnades med en tryckluftscylinder.

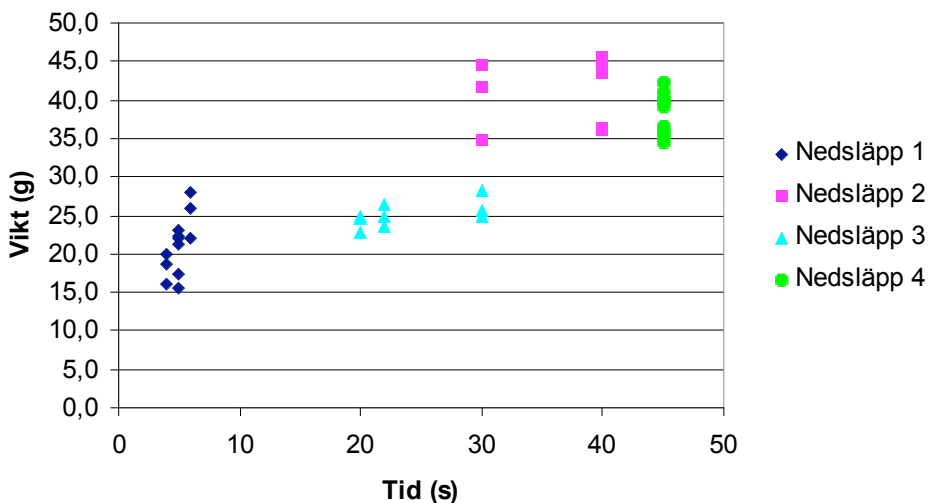


Figur 2 & 3. Nedsläpp nr 1 bestod av ett rör utanpå transportröret, som sköts åt sidan vid strö tillfället.

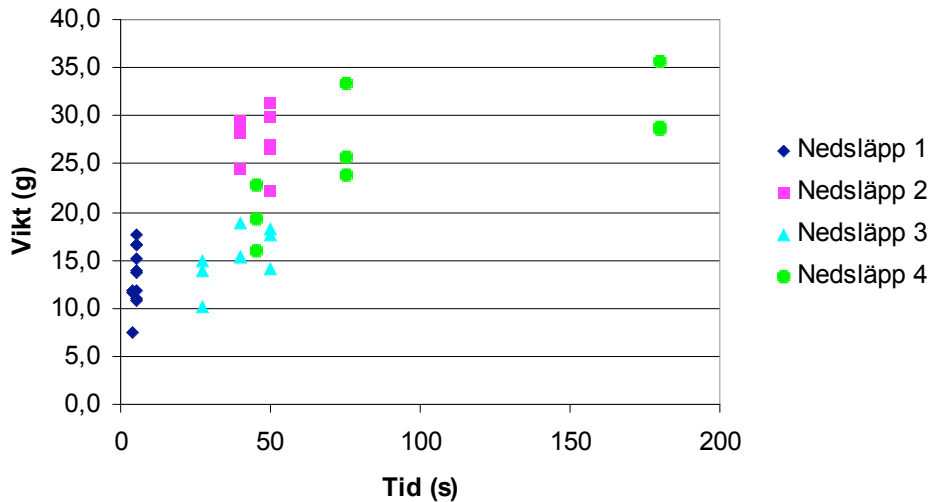


Figur 4 & 5. Nedsläpp nr 2 (t.v.) bestod av en plåtbehållare, som sköts åt sidan vid strötilfället. Nedsläpp nr 3 (t.h.) bestod av ett halvt PVC-rör som hängde en bit under nedsläppet så att det bildade en behållare. Röret fälldes vid strötilfället.

Figur 6 och 7 visar resultatet av testkörningar med de olika nedsläppen (även nedsläpp 4 som blev det slutliga nedsläppet). Nedsläpp 1 hade en kortare matningstid jämfört med övriga nedsläpp eftersom den saknade behållare och för att få en jämn halmfördelning mellan boxarna gick det bara att mata ut den halm som fanns mellan två nedsläpp. Nedsläpp 3 och 4 hade minst spridning mellan behållare inom körning vid användning av kort halm. Den längre halmen resulterade i en mindre mängd halm per nedsläpp trots längre matningstider. Dessutom noterades att halmen som hamnat i nedsläppen hade en kortare strållängd än ursprungshalmen.



Figur 6. Test av fyra nedsläpp med kort vetehalm. Diagrammet visar mängden strö i förhållande till utmatningstid för tre behållare per nedsläppstyp och 3 upprepningar.



Figur 7. Test av fyra nedsläpp med lång vetehalm. Diagrammet visar mängden strö i förhållande till utmatningstid för tre behållare per nedsläppstyp och 3 upprepningar.

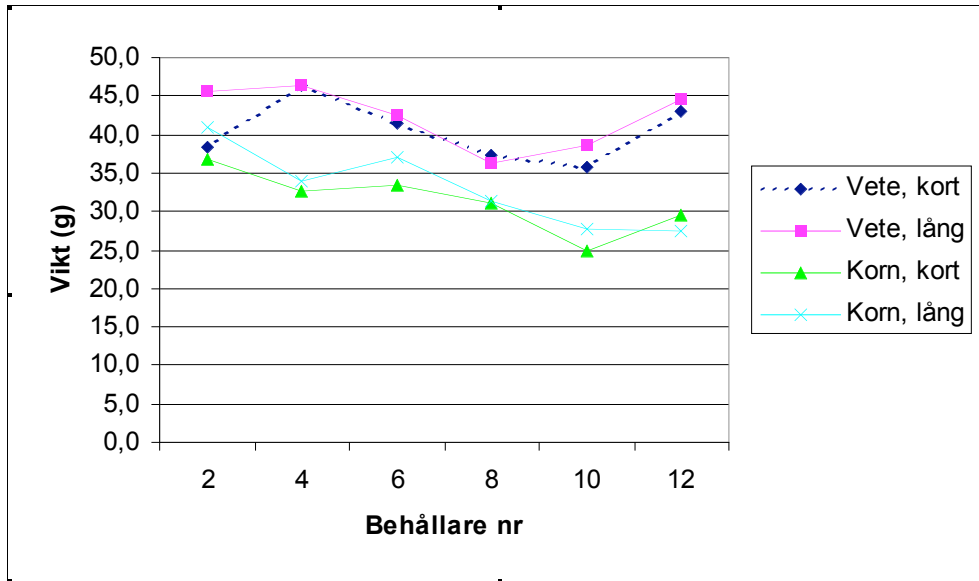
Utifrån det som framkommit i testerna av de tre nedsläppen utvecklades ett fjärde nedsläpp som var en kombination av nedsläpp 1, 2 och 3 (figur 8). Ett rör med större dimension än transportröret trädde på röret så att det täckte nedsläppshålet. Därmed bildades en behållare, som när den fyllts med strö drogs åt sidan varvid en ställäpp skrapade ner ströet. De första testerna av behållaren visade på en jämn fördelning mellan behållarna och en strö mängd på i genomsnitt 38 gram per nedsläpp (kort halm).



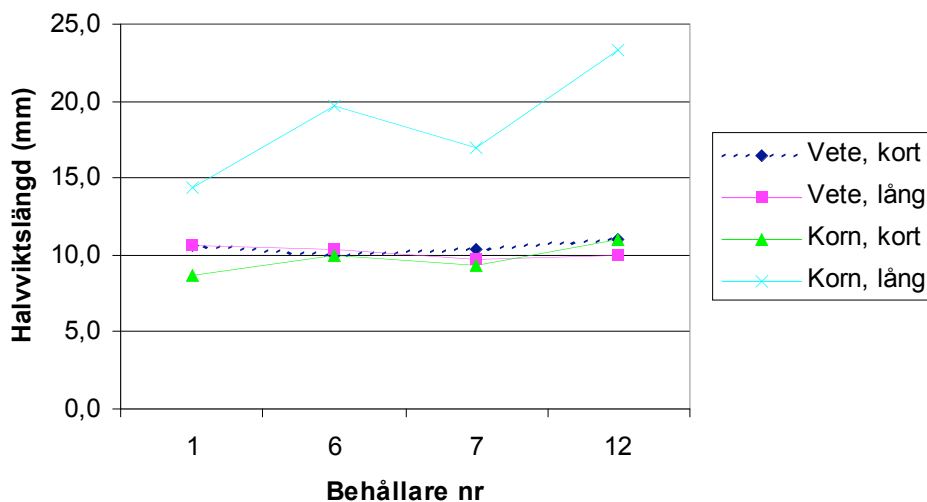
Anläggningen försågs med 12 st nedsläppsbehållare av modell nr 4 och kapacitet och funktion testades med de fyra karakteriserade halmtyperna. Resultatet visas i figur 9 och 10. Vetehalmen gav viktsmässigt en något större strögiva per nedsläpp jämfört med kornhalmen. Det var också en något högre medelvikt per giva för den långa halmen jämfört med den korta inom halmsort. Mängden strö per nedsläpp låg högst i början på slingan och sjönk sedan successivt. Däremot ökade mängden igen vid det sista nedsläppet med undantag för den långa kornhalmen. Variationen i strögiva mellan behållare inom samma körning var ca 10 g.

Figur 8. Nedsläpp nr 4.

Det var endast en marginell skillnad mellan halvviktslängden för lång och kort vetehalm, medan skillnaden mellan lång och kort kornhalm var tydlig (figur 10). Strållängden för vetehalmen och den korta kornhalmen var relativt jämn. Den långa kornhalmen utmärkte sig med en klart högre halvviktslängd. Den långa kornhalmen visade också en större variation mellan nedsläpp, med en ökning i halvviktslängd mellan första och sjätte nedsläppet, för att sedan minska något och öka igen vid det tolfte nedsläppet.



Figur 9. Mängd halm per giva i varannan behållare vid test av fyra olika halmtyper i system 2. Varje värde är ett medeltal av tre upprepningar.



Figur 10. Halvviktslängd i behållare 1, 6, 7 och 12 vid test av fyra olika halmtyper i system 2. Varje värde är ett medeltal av tre upprepningar.

### Praktiskt test av anläggning i slaktsvinsavdelning

Under 27 dagar testades anläggningen i en slaktsvinsavdelning på Jälla. Boxarna ströades mellan 2 och 5 gånger per dag, med ett genomsnitt på 3,0 gånger/dag. Vid varje strötillfälle gick anläggningen 2\*3 minuter med nedsläpp efter varje 3 minuters intervall. Den totala halmåtgången under försöket för denna avdelning uppgick till 106 kg. Detta innebär en halmåtgång på 1,3 kg/strötillfälle och drygt 0,3 kg strö/box och dag. Vid testerna användes den kort hackade vetehalmen (tabell 1).



Personalen angav att de sparade in 10 minuters arbetstid per dag på slaktsvinsavdelningen med automatisk ströhantering jämfört med motsvarande avdelning med manuell ströhantering.

## Diskussion

Under de inledande funktionstesterna av de två systemen, visade det sig relativt snart att system 2 fungerade bäst. System 1 transporterade strö, men det var svårt att få en jämn inmatning av strö och när kapaciteten, efter modifieringar av systemet, gick upp packade sig strö i röret vilket ledde till att skruven gick för tungt. Det är möjligt att det går att få detta system att fungera, men det kräver mer utvecklingsarbete. Vi valde att gå vidare med system 2 istället.

Fyra olika nedsläpp utprovades. Målet var att hitta en lösning som var enkel att tillverka och med en enkel tryckluftsstyrd öppningsmekanism. Nedsläpp 1 gav en relativt låg halmgiva per tillfälle och om fyllningen av halm i röret var lite ojämn fanns risk att det blev en väldigt ojämn fördelning mellan boxar. Nedsläpp 2 med plåtbehållare gav i genomsnitt mest halm per giva, men det var den behållare som var dyrast och mest arbetskrävande att tillverka. Nedsläpp 3 fungerade bra men gav en lite för låg halmgiva per tillfälle. Det fjärde nedsläppet utvecklades efter diskussioner med referensgruppen. Att använda ett stycke PVC-rör med större dimension som behållare, var en väldigt enkel och billig lösning. Vid ströning skjuts röret åt sidan med en tryckluftscylinder och halmen skrapas av.

Vid framtagningen av ett bra nedsläpp användes vetehalm med kort respektive lång hackselängd. Det noterades att den långa halmen separerade i systemet och de längsta stråna matades aldrig in i rörslingan. Det strö som kom ut i nedsläppen hade en betydligt kortare strålängd än ursprungsmaterialet. Det är möjligt att en del långa strån slås sönder i inmatningsenheten, men det framgick också tydligt att en stor del av de långa stråna blev kvar i inmatningsenheten. Därför är en kort och jämnt hackad halm att föredra i systemet.

Att halmen separerade blev tydligt i laborietesterna av system 2. De två långa halmtyperna hade en ursprunglig halvviktslängd på 33 mm för vete och 56 mm för korn. Den genomsnittliga halvviktslängden i nedsläppen var för samma halm, 10 mm för vete och 19 mm för korn, alltså ungefär 33 % av den ursprungliga halvviktslängden. Även den korta halmen hade en minskad halvviktslängd i nedsläppen, men skillnaden var inte fullt så stor och de längsta stråna var ändå så pass korta att de så småningom matas in i slingan. Det är värre med de långa stråna som eventuellt kan skapa problem genom att t.ex. slingra sig runt inmatningsskruvens axel.

Mängden halm per nedsläpp varierade något, men variationen anses som liten. Mängden halm sjönk för de nedsläpp som låg längre bort från utmatningen bortsett från sista nedsläppet där mängden av okänd anledning hade en tendens till att öka igen. Möjligen skulle minskningen reduceras om utmatningen hade fått gå någon minut till innan nedsläpp. De två vetehalmerna låg på en högre vikt per giva jämfört med kornhalmen, vilket stämmer överens med skrymdensiteten som ju var högre för vetehalmen.

System 2 fungerade mycket bra i praktiken. Stallpersonalen som skötte systemet på Jälla var nöjda och ansåg att den automatiska ströhanteringen sparade tid. I det här fallet sparade man in 10 minuter per dag på en slaktsvinsavdelning, vilket kanske inte låter så mycket men om man har 6 avdelningar innebär det en hel timmes sparad arbetstid per dag. En nackdel med systemet är att alla slaktsvinsboxar får ungefär samma mängd strö. Ofta finns det vissa boxar

som alltid är extra nedsmutsade och som därför behöver en större strögiva. Något som också noterades var att det bör finnas en möjlighet att enkelt stänga enstaka nedsläpp, så att man kan förhindra att det ströas i de boxar där det av någon anledning är tomt på grisar.

Slutsatserna är att den modifierade torrutfodringsanläggningen (system 2) mycket väl kan användas för att automatiskt transportera in halm till boxar i ett konventionellt slaktsvinsstall, förutsatt att halmen är av kort hackselängd. Vidare finns här stora möjligheter att genom automatisk ströhantering minska arbetstiden samt förbättra arbetsmiljö, djurmiljö och -välfärd. Ytterligare undersökningar krävs för att se hur systemet fungerar i fullskala. I en fullskalig anläggning finns också möjlighet att studera djurbeteende vid frekvent halmtilldelning, arbetsmiljö och damm samt påverkan av ammoniakavgång vid användning av olika strömaterial, t.ex. torv eller halm med torvinblandning.

## Publikationer

Resultaten från studien kommer att presenteras i en JTI-rapport, som kommer att finnas tillgänglig att beställa eller ladda ner gratis från JTI:s hemsida ([www.jti.se](http://www.jti.se)) i augusti 2008.

## Övrig resultatförmedling till näringen

Projektets resultat har presenterats i en webbnotis på JTI:s hemsida samt skickats ut som ett pressutskick till 130 tidskrifter. En länk till projektet ligger också på LOFT:s hemsida. Preliminära resultat från projektet har presenterats muntligt i flera sammanhang. Länkar till nyhetsnotiser:

[http://www.jti.se/index.php?mact=News2\\_cntnt01\\_detail\\_0&cntnt01articleid=126&cntnt01detailtemplate=PS\\_News\\_Content&cntnt01dateformat=%25Y-%25m-%25d&cntnt01lang=sv\\_SE&cntnt01returnid=53](http://www.jti.se/index.php?mact=News2_cntnt01_detail_0&cntnt01articleid=126&cntnt01detailtemplate=PS_News_Content&cntnt01dateformat=%25Y-%25m-%25d&cntnt01lang=sv_SE&cntnt01returnid=53)

<http://www.atl.nu/Article.jsp?article=47728&a=Företag%20intresserade%20av%20JTI:s%20automatisk%20ströare>

<http://www.ja.se/nyheter/visanyhet.asp?nyhetID=10225>

## Referenser

- Arbetskyddsstyrelsen. 1994. Organiskt damm i lantbruk. Arbetskyddsstyrelsens författningssamling, AFS 1994:11. Solna.
- Axenbom, Å (red.) et al. 1991. Halm som bränsle för framtida elproduktion: en sammanfattning av dagsläget. Statens vattenfallsverk. Vällingby.
- Gale, G.E. & O'Dogherty, M.J.O. 1982. An apparatus for the assessment of the length distribution of chopped forage. *Journal of Agricultural Engineering Research* 27: 35-43.
- Kristensen, D. 1990. Reka halmeldningssystem. Specialmeddelande 171, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik. Lund.
- Praks, O. 1993. Undersökning av ett halmeldningssystem för hackad halm. Specialmeddelande 199, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik. Lund.
- Påhlstorp, S & Nilsson, S. 1987. Undersökning av halmeldningssystem - eldningslaboratoriet i Borgeby. Specialmeddelande 148, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbrukets byggnadsteknik. Lund.
- Tönnerheden, A. 2000. Arbetsbesparande strötilldelning. Hushållningssällskapet i Halland.

## Internet

Agriwise 2006. Databoken 2006. [www.agriwise.se](http://www.agriwise.se)