

# Aktiv dammreducering av hö och halm – kompletterande studier

*Martin Sundberg, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik*

## Innehåll

Sammanfattning .....	1
Bakgrund .....	2
Sammanfattning av det tidigare projektet.....	3
Syfte .....	4
Genomförande.....	4
Utrustning för dammreducering .....	4
Utvärdering av dammavskiljande effekt.....	4
Resultat.....	6
Dammreducering .....	6
Luftburna mikroorganismer.....	7
Diskussion .....	8
Slutsatser .....	9
Referenser.....	9

## Sammanfattning

Hö och halm kan ibland innehålla stora mängder organiskt damm som vid hantering frigörs och sprids i luften. Förutom rena fragment av organiskt material kan dammet innehålla sporer från mögelsvampar och bakterier. Vid inandning följer små partiklar med inandningsluften och beroende på sin storlek fastnar de på olika ställen i luftvägarna, vilket kan ge upphov till hälsoproblem i form av allergiska reaktioner och infektioner i luftvägar och lungor.

Detta projekt är en komplettering till ett tidigare utfört SLO-projekt, där en aeromekanisk utrustning för att reducera mängden organiskt damm i hö och halm konstruerades och utvärderades. Utrustningen provades med fem balar hö och halm, där reduktionen av såväl mängden damm som mikroorganismer kvantifierades. De resultat som då framkom visade att den aeromekaniska behandlingen överlag gav en god reducerande effekt av mängden damm, medan effekten på mikroorganismer var marginell. Mängden mikroorganismer kvantifierades då *i själva stråmaterialet* före och efter behandling.

Syftet med det föreliggande projektet var att klarlägga om den framtagna utrustningen kan minska mängden *luftburna* mikroorganismer som frigörs vid hantering av hö och halm. Samma utrustning som tidigare användes, och när det gäller kvantifieringen av dammreduktionen även samma metodik. För att bestämma effekten på mikroorganismer däremot, kvantifierades mängderna i luftprover istället för i prover från själva stråmaterialet.

Resultaten visade att den aeromekaniska utrustningen gav en tydlig minskning av mängden damm, vilket stämmer väl överens och bekräftar den tidigare studien. Den mikrobiella effekten av behandlingen kvantifierat genom analyser av luftprover visade dock på en mycket måttlig reducering, och i vissa fall en ökning, av mängden mögel- respektive bakteriepartiklar. Även dessa resultat överensstämmer med den tidigare studien, där den mikrobiella effekten av behandlingen utvärderades genom analys av materialprover. Varför den aeromekaniska behandlingen inte ger en bättre effekt när det gäller reduktion av mängden mikroorganismer är fortfarande oklart.

## Bakgrund

Organiskt damm utgör ett allvarligt arbetsmiljöproblem i lantbruket. Det luftburna dammet har en komplex sammansättning och härrör från olika källor och biologiska processer. Dammet kan förutom rena fragment från organiskt material innehålla sporer från mögelsvampar och bakterier, endotoxiner och allergener, t.ex. kvalster och exkreter från dessa. En vanlig källa till damm är torra fodermedel och strö. Särskilt vid direkt hantering av dessa produkter exponeras personalen för höga doser damm, vilket i ett längre perspektiv medför risker för hälsoproblem i form av allergiska reaktioner och infektioner i luftvägar och lungor. På motsvarande sätt är dammet naturligtvis skadligt även för de djur som utsätts för exponering, där speciellt hästar anses vara känsliga. Att på olika sätt undvika inhalering av organiskt damm är därför mycket viktigt.

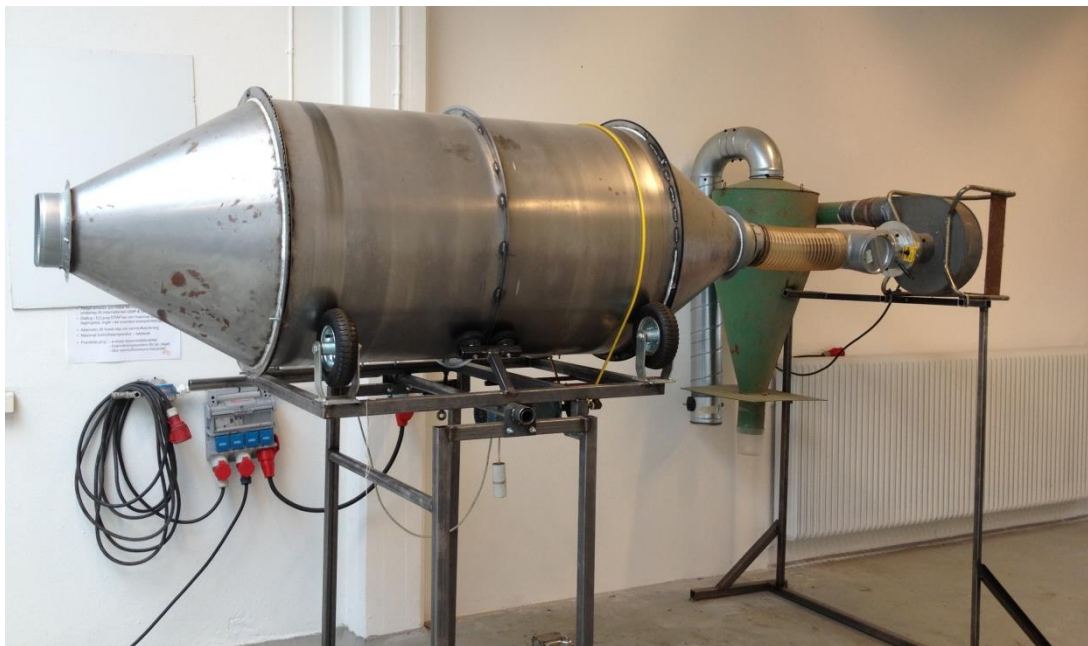
En grundläggande åtgärd är naturligtvis att i möjligaste mån tillse att det foder och strö som används är av god hygienisk kvalitet vid bärgningen från fält, samt att därefter vid behov snabbt torka produkterna så att ingen mikrobiell tillväxt hinner ske. Även om man lyckats med detta kan dock kvaliteten försämrans under vinterlagringen. Den höga relativa luftfuktigheten under vintern innebär att vattenhalten i produkterna stiger till en nivå där mögelsvampar har möjlighet att växa till. Detta problem är särskilt påtagligt för hö och halm, som ofta lagras i relativt öppna byggnader och med stora ytor exponerade för omgivande luft. I en studie vid JTI där fuktighetsvariationer och mögeltillväxt i hö dokumenterades under vinterlagringen, framkom att mögeltillväxten i ytskiktet redan i november nådde nivåer som får betraktas som oacceptabla (Sundberg m.fl., 2008). I praktiken är det därför dessvärre inte ovanligt att såväl hö som halm innehåller förhöjda halter mögelsporer när det ska hanteras. Sporererna följer med inandningsluften och beroende på sin storlek fastnar de på olika ställen i luftvägarna, vilket kan ge upphov till olika typer av hälsoproblem.

I Arbetsmiljöverkets föreskrifter finns ett nivågränsvärde för totalhalten organiskt damm på  $5 \text{ mg/m}^3$  luft under en arbetsdag (AFS, 2005:17). Om dammet innehåller speciella, biologiskt verksamma komponenter kan det vara hälsoskadligt vid betydligt lägre halter.

När det gäller spannmålshantering finns speciell utrustning på marknaden för att reducera dammängderna, t.ex. aspiratorer samt damm- och bossavskiljare. Sådan utrustning har tidigare studerats i ett projekt vid JTI (Geng & Lundin, 2009). För stråmaterial såsom hö och halm finns däremot ingen motsvarande utrustning att tillgå på marknaden. Detta kan sannolikt förklaras av att stråmaterial på grund av dess voluminösitet och helt annorlunda flödesegenskaper kräver andra tekniska lösningar.

### Sammanfattning av det tidigare projektet

Principen med den av JTI tidigare framtagna utrustningen är att stråmaterialet som ska behandlas placeras i en långsamt roterande trumma, figur 1, samtidigt som en svag luftström appliceras genom trumman med hjälp av en sugfläkt. En medbringare i trumman löser skonsamt upp materialet, vilket tillsammans med luftströmmen gör att de små partiklarna kan frigöras och transporteras bort.



Figur 1. Försöksutrustning för aeromekanisk dammreducering.

Utrustningen provades med fem partier hö och halm av olika ursprung. Prestandan utvärderades dels genom mätningar av dammhalter, dels genom mikrobiella analyser av mängden mögelsvampar och aeroba bakterier i behandlat respektive obehandlat stråmaterial. Den aeromekaniska behandlingen gav överlag en god reducerande effekt av damm, medan effekten på mikroorganismer var marginell, tabell 1.

Speciellt när det gäller mögelsvampar var resultaten något förvånande, eftersom svamparnas mögelsporer är gjorda för att lätt kunna släppa och sedan spridas med luften. Med tanke på den tydliga reduktionen av damm, vilket ju också innefattar mögelsporer, kunde man därför förvänta att de ”lättflyktiga” mögelsporerna snabbt och i mycket stor utsträckning borde frigöras och föras bort vid behandlingen i trumman. Någon entydig förklaring till denna ringa effekt på mikroorganismer är svår att finna.

Tabell 1. Registrerade halter av damm, mögelsvampar och aeroba bakterier, samt reduktion av dessa halter efter aeromekanisk behandling.

	Bal 1	Bal 2	Bal 3	Bal 4	Bal 5
<b>Damm, mg/m<sup>3</sup> luft</b>					
Obehandlat	244	311	126	156	139
Behandlat	88	90	64	89	93
Reduktion, %	64	71	49	43	33
<b>Mögelsvampar, log CFU*</b>					
Obehandlat	4,2	5,8	6,6	3,5	5,7
Behandlat	4,0	5,6	6,6	3,5	5,5
Reduktion, %	5	3	0	0	4
<b>Aer. bakterier, log CFU*</b>					
	Bal 1	Bal 2	Bal 3	Bal 4	Bal 5
Obehandlat	6,6	4,9	7,0	6,4	8,6
Behandlat	6,3	5,3	6,8	6,3	8,5
Reduktion, %	5	-8	3	2	1

\*Logaritmerat antal kolonibildande enheter (CFU, Colony Forming Units)

## Syfte

Syftet med detta projekt var att klargöra om den framtagna principen med aeromekanisk dammreducering kan minska mängden *luftburna* mikroorganismer som frigörs vid hantering av hö och halm.

Målet på längre sikt är att kunna reducera exponeringen av skadligt damm för de personer som hanterar hö och halm inom djurhållningen och därmed minska risken för uppkomsten av luftvägssjukdomar.

## Genomförande

### Utrustning för dammreducering

I projektet användes den redan befintliga utrustningen för dammreducering och dammätning. För en fullständig beskrivning av utrustningens uppbyggnad och funktion hänvisas till den tidigare projektrapporten som kan laddas ned på JTIs webbplats [www.jti.se](http://www.jti.se) (Sundberg, 2014).

### Utvärdering av dammavskiljande effekt

Studien omfattade försök med tre höbalar och två halmbalar enligt nedanstående:

1. Gräshö skördat 2014
2. Som nr 1, men lagrat på annan plats
3. Hö skördat 2015
4. Höstvetehalm, 2-3 år gammal
5. Kornhalm, 2-3 år gammal

I varje försök användes en bal, där material från ena baländen dammreducerades i utrustningen och material från den andra änden av balen fungerade som obehandlad kontroll. Efter att balsnörena avlägsnats placerades ca 4 kg av balen i trumman och dammreducerades under tre minuter. Materialet fick därefter ligga kvar i trumman för bestämning av dammhalt och luftprovtagning för mikrobiell analys enligt

metodik nedan. Efter att materialet tömts ur trumman placerades materialet från den andra, obehandlade baländen i trumman för dammhhaltsbestämning och luftprovtagning på samma sätt. Innan nytt material placerades i trumman blåstes den alltid ren med tryckluft för att avlägsna kvarvarande partiklar och damm. Trumman var då ansluten till sugfläkten.

### *Dammhalter*

Vid mätning av dammhalter kopplades sugfläkten bort och de båda ändarna på trumman förslöts med lock. Den tätade trumman fungerade då som en dammkammare.

På insidan av det ena locket monterades ett instrument som mäter koncentrationen i  $\text{mg}/\text{m}^3$  av luftburna partiklar med storleken  $0,1\text{-}10\ \mu\text{m}$  (personalDataRAM, model pDR-1000AN; Thermo Electron Corporation, USA), figur 2. Instrumentet loggar och lagrar mätvärden med ett intervall som här ställdes till en sekund. Vid dessa mätningar roterades trumman under två minuter. Denna metodik för dammhaltsmätning är exakt densamma som den som användes i de tidigare försöken.



Figur 2. Mätinstrumentet för dammhalt monterades på insidan av ena locket på trumman.

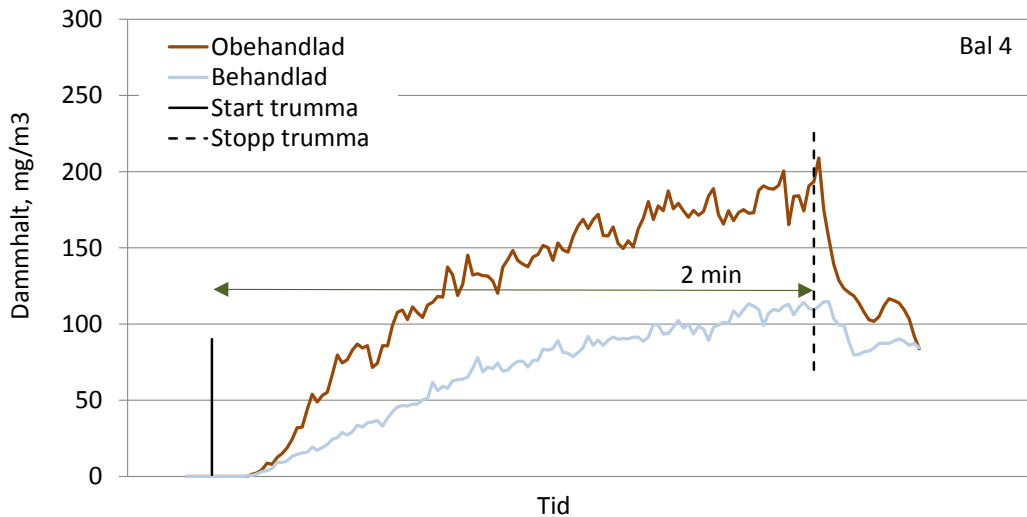
### *Luftprovtagning*

På insidan av det andra locket monterades ett dammfilter, som direkt efter att trumman roterats i de två minuterna för dammätning, anslöts till en luftpump med kalibrerat flöde. Gångtiden för pumpen var två minuter. Filtren lämnades sedan till ett Eurofins Pegasuslab för mikrobiell analys (Spormätning i luft – utökad basanalys). Detta är en tjänst för att bestämma mängden luftburna mikroorganismer, där den utrustning som behövs för provtagningen ingår. Analysen omfattar bestämning av halterna mögel- respektive bakteriepartiklar per  $\text{m}^3$  luft. Samma metodik har tidigare använts vid JTI i ett projekt rörande studier av hygienisk kvalitet i halm (Lundin & Sundberg, 2014).

## Resultat

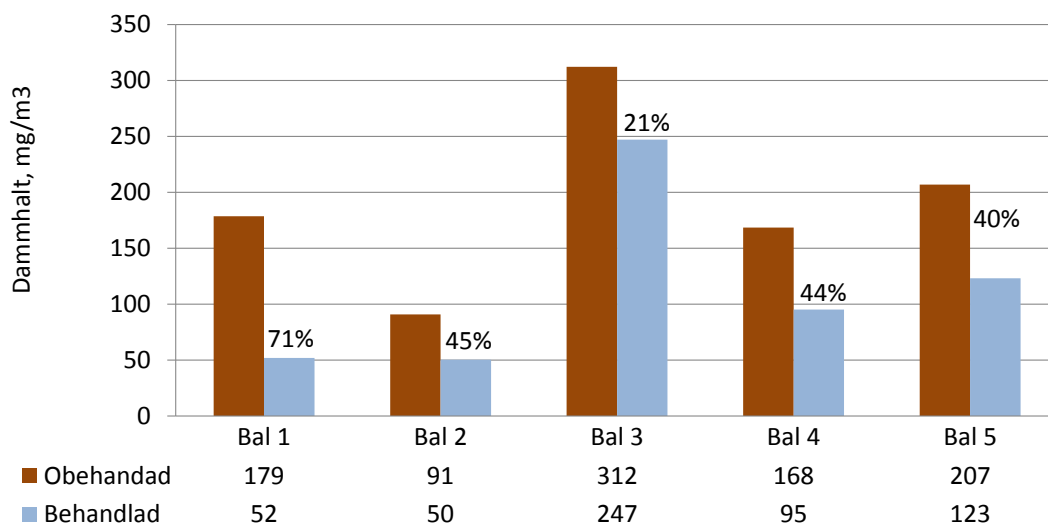
### Dammreducering

Ett exempel på hur dammhalterna i den täta trumman förändrades för obehandlat respektive behandlat stråmaterial från en samma bal visas i figur 3.



Figur 3. Registrerade dammhaltsförlöpp för obehandlat respektive behandlad halm (bal 4) när den tätade trumman användes som dammkammare. Trumman roterades under två minuter.

Som mått på dammhalten för ett prov användes medelvärdet av alla registreringar under den sista av de två minuterna trumman roterades. Effekten av den aero-mekaniska behandlingen på dammhalten i de fem provbalarna framgår av figur 4.

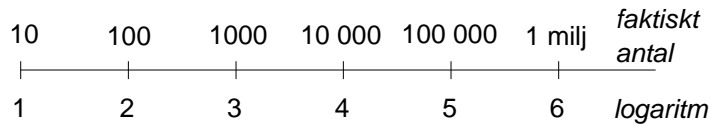


Figur 4. Registrerade dammhalter i dammkammaren för obehandlat respektive behandlat material från de fem balarna i försöket. Den procentuella reduktionen av dammhalt är angiven i figuren.

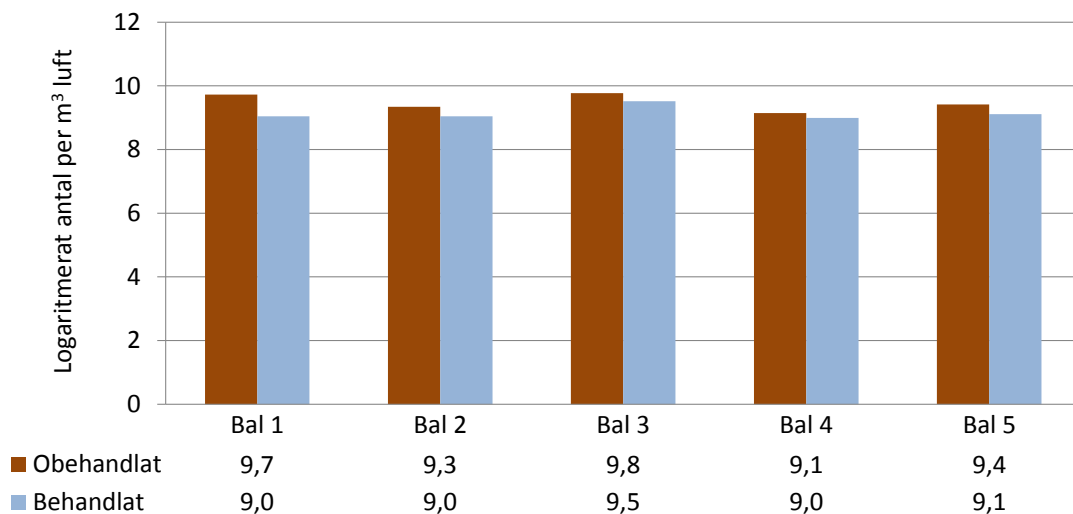
Reduktionen av damm varierade mycket mellan balarna. I bal 3, som hade högst dammhalt, var reduktionen mycket låg (21 %). I de övriga balarna låg reduktionen mellan 40 och 71 %.

## Luftburna mikroorganismer

Eftersom mikroorganismer ofta förekommer i riklig mängd brukar man i mikrobiologiska sammanhang som regel ange antalet i logaritmisk form ( $^{10}\log$ ). Sambandet mellan faktiskt antal och logaritm värden framgår nedan.

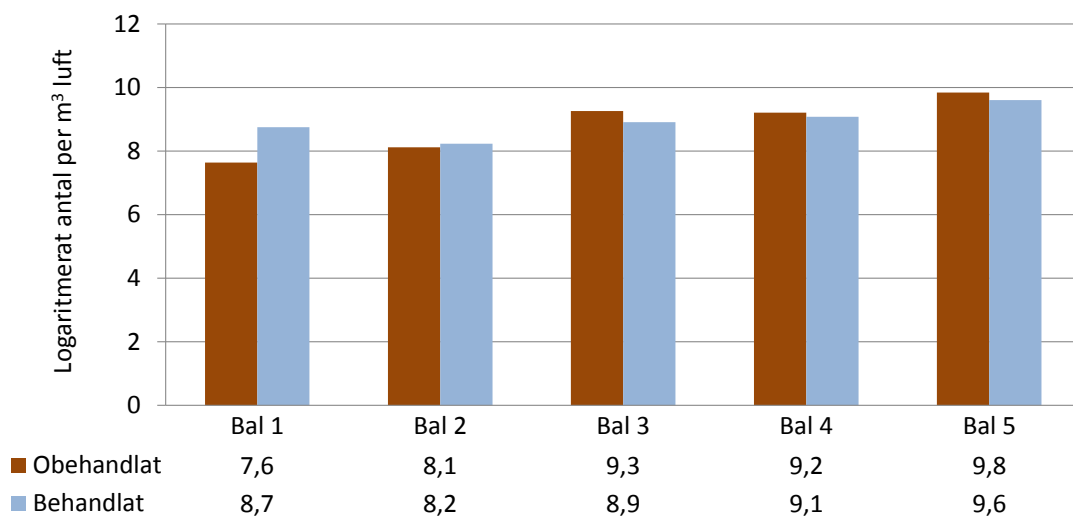


Resultaten från bestämningen av det totala antalet mögel- respektive bakteriepartiklar visas i figurerna 5 respektive 6.



Figur 5. Antal mögelpartiklar i luftprover för obehandlat respektive behandlat material från de fem balarna i försöket.

I samtliga balar gav den aeromekaniska behandlingen en minskning av antalet mögelpartiklar, där reduktionen var störst i bal nr 1 med 0,7 enheter. I de övriga fyra balarna låg minskningen mellan 0,2 och 0,3 enheter.



Figur 6. Antal bakteriepartiklar i luftprover för obehandlat respektive behandlat material från de fem balarna i försöket.

När det gäller antalet bakteriepartiklar registrerades för det behandlade materialet en kraftig ökning för bal 1 på 1,1 enheter. Även i bal 2 ökade antalet, men endast svagt. För resterande balar minskade antalet något, mellan 0,1 och 0,3 enheter.

## Diskussion

### *Dammhalter*

Den aeromekaniska behandlingen minskade genomgående dammhalten i materialet, vilket överensstämmer väl med resultaten från den tidigare studien. I bal 5, som hade högst dammhalt, var reduktionen lägst (21 %). Detta resultat avviker från den tidigare studien, där störst reduktion uppnåddes i de balar som hade högst dammhalt. Den låga reduktionen av damm i bal 3 antyder att behandlingstiden på tre minuter varit otillräcklig. Det ska i detta sammanhang också nämnas att det på denna bal visuellt konstaterades en kraftig påväxt av mögel. Om man bortser från bal 3 var den procentuella reduceringen av dammhalt mellan 40 och 71 %, med ett medelvärde på 52 %. Detta är helt i paritet med resultaten från den tidigare studien där reduktionen var mellan 33 och 71 %, med ett medelvärde på 50 %.

### *Mikroorganismer*

Liksom i den tidigare studien var reduktionen av mikroorganismer inte lika tydlig som för damm, och för bakteriepartiklar konstaterades i två fall även högre värden i det material som var behandlat. När det gäller mögelpartiklar registrerades genomgående en minskning. Denna minskning var störst i bal 1, där också reduktionen av damm var högst. I övrigt kan man inte se några samband mellan reduktionen av mögelpartiklar respektive dammhalt.

Den kraftigaste minskningen av mögelpartiklar efter behandling konstaterades för bal 1, samtidigt som bakteriepartiklarna ökade mest. Detta är ett resultat som är svårt att förklara.

Tittar man på förändringar uttryckt som  $^{10}\log$ -värden var minskningen av antalet mögel- och bakteriepartiklar i förekommande fall ytterst marginell. Om man däremot tittar på det faktiska antalet istället för logaritmerade värden, så blir den procentuella förändringen betydligt större, se tabell 2 nedan.

*Tabell 2. Faktiskt antal mögel- respektive bakteriepartiklar i obehandlat respektive behandlat material från de fem balarna i försöket, tusental/m<sup>3</sup> luft.*

<b>Mögel</b>	Bal 1	Bal 2	Bal 3	Bal 4	Bal 5
Obehandlat	5 300 000	2 200 000	5 900 000	1 400 000	2 600 000
Behandlat	1 100 000	1 100 000	3 300 000	990 000	1 300 000
<i>Reduktion, %</i>	<i>79</i>	<i>50</i>	<i>44</i>	<i>29</i>	<i>50</i>
<b>Bakterier</b>	Bal 1	Bal 2	Bal 3	Bal 4	Bal 5
Obehandlat	43 000	130 000	1 800 000	1 600 000	6 900 000
Behandlat	560 000	170 000	810 000	1 200 000	4 000 000
<i>Reduktion, %</i>	<i>-1 202</i>	<i>-31</i>	<i>55</i>	<i>25</i>	<i>42</i>

I mikrobiella sammanhang anses det dock inte korrekt att beräkna och redovisa CFU-värden annat än i form av logaritmerade värden. Detta bland annat beroende på att



den analysmetod med spädningsserier och odling som används är relativt grov. För att skillnader ska anses föreligga, bör dessa därför kunna påvisas för de logaritmerade värdena.

## Slutsatser

Den aeromekaniska behandlingen gav överlag en god reducerande effekt av damm. Detta stämmer väl överens och bekräftar den tidigare studien med samma utrustning.

Den mikrobiella effekten av behandlingen kvantifierat genom analyser av luftprover visade på en mycket måttlig reduktion, och i vissa fall en ökning, av mängden mögel- respektive bakteriepartiklar. Även dessa resultat överensstämmer med den tidigare studien, där den mikrobiella effekten av behandlingen utvärderades genom analys av materialprover.

Varför den aeromekaniska behandlingen inte ger en bättre effekt när det gäller reduktion av mängden mikroorganismer är fortfarande oklart.

## Referenser

- AFS, 2005:17. Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar. Arbetsmiljöverkets föreskrifter om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna. Arbetsmiljöverket, Solna.
- Geng, Q. & Lundin, G. 2009. Dammreducerade utrustning vid spannmålshantering. Utvärdering av damm- och bossavskiljare samt aspiratorer. Slutrapport SLO-978. [http://jti.se/uploads/jti/Dammreducerande\\_utrustning\\_Slutrapport\\_SLO\\_091105\\_GL.pdf](http://jti.se/uploads/jti/Dammreducerande_utrustning_Slutrapport_SLO_091105_GL.pdf)
- Lundin G. & Sundberg M., 2014. Förändringar av halmens hygieniska kvalitet under skördeperioden. Slutrapport till SLO-fonden, KSLA. Projekt H112-0016-SLO. [http://www.jti.se/uploads/jti/SLO\\_hygienisk\\_kvalitet\\_halm.pdf](http://www.jti.se/uploads/jti/SLO_hygienisk_kvalitet_halm.pdf)
- Sundberg M., 2014. Aktiv dammreduktion av hö och halm. Slutrapport till SLO-fonden, KSLA. Projekt V132-0009-SLO-01. [http://www.jti.se/uploads/jti/Slutrapport\\_SLO\\_dammreduktion.pdf](http://www.jti.se/uploads/jti/Slutrapport_SLO_dammreduktion.pdf)
- Sundberg, M., Lindahl, C., Artursson, K. & Lundin G. 2008. Mögeltillväxt i hö under vinterlagring. JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 363.