

Djupströbäddar för får - växtnäringsvärde och jämförelse av strömaterial

Deep litter for sheep - plant nutrient value and comparison of bedding materials



Utfodring under stallperiod 1. Foto: Gun Bernes

Gun Bernes, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå
Knut-Håkan Jeppsson, Institutionen för biosystem och teknologi, SLU, Alnarp
Cecilia Palmberg, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå

Förord

Projektet har finansierats av SLU-Ekoforsk. Det har varit ett samarbete mellan institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap (NJV) i Umeå och institutionen för biosystem och teknologi (BT) i Alnarp, båda inom Sveriges lantbruksuniversitet. Vi tackar två utbytesstudenter, Samuel Knapp och Federica Aru, som har hjälpt till med staldelen av projektet. Vi tackar också lagårdspersonal och labpersonal på institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap som har hjälpt till i olika skeden av projektet.

Den slutrapport som lämnats till SLU-Ekoforsk har uppdaterats något och presenteras här som en institutionsrapport.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Abstract	6
Introduktion.....	7
Försök genomförda i projektet – metoder och resultat	9
Försök med djupströbäddar under stallperiod 1 och 2	10
Försöksstallet	10
Försöksdjuren.....	12
Utfodring, konsumtion och foderanalyser	13
Vattenkonsumtion	15
Strömedel	16
Ströförbrukning.....	17
Djupströbäddarnas tjocklek.....	18
Temperaturen i djupströbäddarna	21
Torrsbstanshalten i djupströbäddarna	23
Djupströbäddarnas och djurens renhet.....	23
Djurens beteende vid ströning.....	24
Luftmiljö i stallet.....	24
Provtagning av djupströbäddarna efter stallperioderna.....	25
Kemisk sammansättning hos djupströgödsel från stallet	26
Mellanlagring på stall efter stallperiod 2	26
Analyser av djupströgödsel.....	26
Temperaturen i djupströbäddarna	28
Ströbäddens tjocklek.....	28
Mellanlagring i gödselhögar efter stallperiod 1	28
Temperatur i gödselhögarna.....	30
Gödselprover och gödselmängder.....	31
Kemisk sammansättning av djupströgödsel från gödselhögarna	32
Avrinningsvatten.....	32
Beräkning av växtnäringsbalanser	35
Växtnäringsbalans för stallperiod 1	35
Växtnäringsbalans för stallperiod 2	36
Växthusstudie.....	37

Fältstudie.....	39
Gödselprover från fältstudien.....	39
Övergripande diskussion.....	42
Försöksupplägg och mätmetoder	42
Strömedel	42
Djupströbäddarna i stallet	43
Djupströgödsel vid mellanlagring i gödselhög	44
Växtnäringsinnehåll i djupströgödsel.....	44
Ekonomi.....	44
Slutsatser	45
Litteraturförteckning	45
Bilaga 1 – Näringsämnen i mineralfodret.....	47
Bilaga 2 Hantering och analys av prover på foder, strömedel och djupströgödsel.....	48

Sammanfattning

De allra flesta svenska får går på djupströbädd under vintern. Det är viktigt att gårdens växtnärbalans optimeras, men kunskapen om växtnärbalansinnehåll, kväveförluster och växtnärbalansvärde i djupströbädd från får har varit mycket bristfällig.

Syftet med projektet har varit att öka kunskapen om växtnärbalansinnehållet i djupströbädd från får; att undersöka hur ströbädden fungerar under stallperioden och under mellanlagring på stall inne eller i högar ute, att beräkna hur mycket gödseln är värd i växtnärbalanscirkulationen på gården och hur stora förlusterna är, samt att jämföra kornhalm och rörflen som strömedel till får.

I två stallförsök på Röbbäcksdalens forskningsstation i Umeå hölls tackor och tacklamm i boxar som ströades med antingen halm eller rörflen. Tillväxten hos tacklammen var 50 g per dag och det var ingen skillnad mellan strömedlen. Luftkvaliteten i stallet var god; ammoniakhalten var i medeltal 2,4 ppm och koldioxidhalten 637 ppm vilket tyder på en tillfredsställande luftväxling. Stalltemperaturen var något högre än utomhustemperaturen (genomsnittlig skillnad 2,6–2,9°C) och den varierade mellan -18°C och +13°C.

Både rörflen och kornhalm fungerar bra som strömedel till får, både vad gäller bäddens renhet och nedbrytning av bädden, men det går åt ca 10 % mer rörflen för samma renhet. Rörflen dammar något mer vid ströning än halm. Den genomsnittliga tjockleken på ströbäddarna i slutet av stallperioderna var 33-35 cm för halm och 36-37 cm för rörflen. Temperaturen på 85 mm djup i bäddarna var i medeltal 17°C och det var ingen skillnad mellan strömedlen. Gödseln från de båda strömedlen skilde inte heller nämnvärt i växtnärbalansinnehåll, utom för kalium där rörflen hade lägre halter än halm. Vid provtagningar före och efter lagringen inomhus var medelvärdena för innehållet i ett ton gödsel 11,2 kg totalkväve, 3,0 kg ammoniumkväve, 2,2 kg fosfor och 14 kg kalium.

Vid lagring i hög utomhus under maj-oktober ökade temperaturen snabbt inuti högarna till 60-75°C. Den sjönk sedan under hela sommaren för att närma sig utomhustemperaturen när försöket avslutades i mitten av oktober. Temperaturhöjningen beror på nedbrytning av organiskt material, kompostering. Balanser visar att mängden torrsubstans i högarna minskade med 55-63 %. Däremot minskade inte vikten på gödseln eftersom vattenhalten ökade på grund av nederbörden under sommaren. I slutet av lagringen utomhus var medelvärdena för innehållet i ett ton gödsel 7,0 kg totalkväve, 0,8 kg ammoniumkväve, 1,6 kg fosfor och 12 kg kalium. Värdet på gödseln efter lagring i hög var ca 180 kr per ton. Ungefär 100 kr per ton hade förlorats under lagringen på grund av växtnärbalansförluster.

Djupströbäddarna med kornhalm eller rörflen förlorade små mängder kväve under stallperioden och lagringen inomhus (10–12 %). Vid lagring av bäddarna inomhus i fyra månader efter stallperioden ändrades inte halterna av olika näringsämnen signifikant. Däremot försvann en stor del av kvävet under lagringen utomhus i högar (35-51 %). Kvävet tillgänglighet minskar drastiskt i gödseln vid lagring i högar som inte är täckta eftersom det som försvinner är växttillgängligt ammonium. En kompletterande studie av djupströbädd från fårproducenter i Skåne och Västerbotten bekräftade att ammoniumhalterna är betydligt högre i gödsel från stallet än efter lagring utomhus.

Abstract

Most Swedish sheep are kept on deep litter beds during winter. It is important that the farm nutrient balance is optimized, but the knowledge of plant nutrient content, nitrogen losses and plant nutrient value of sheep deep litter has been very limited.

The aim of the project was to increase the knowledge about plant nutrient content in sheep deep litter; to study the function of the deep litter during the housing period and during storage indoors or in heaps outside, to calculate the plant nutrient value of the deep litter in the nutrient cycling on the farm and nutrient losses, and to compare barley straw and reed canary grass as bedding materials for sheep.

During two winter housing periods at Röbbäcksdalen research station in Umeå, Sweden, ewes and ewe lambs were kept in pens that were bedded with either barley straw or reed canary grass. The growth of the ewe lambs was 50 g per day and there was no difference between the bedding materials. The air quality in the sheep house was good; concentrations of ammonia and carbon dioxide were on average 2.4 and 637 ppm respectively, which indicates that the ventilation was satisfactory. The indoor temperature was somewhat higher than the outdoor temperature (the average difference was 2.6-2.9°C) and the range was -18°C to +13°C.

Both reed canary grass and barley straw are suitable as bedding material for sheep, both regarding cleanliness of the beds and composting of the material. The consumption of bedding material was somewhat higher for reed canary grass, to keep the same level of cleanliness. Reed canary grass was also somewhat dustier at handling than straw. The average depth of the beds at the end of the housing periods was 33-35 cm for straw and 36-37 cm for reed canary grass. The average temperature at 85 mm depth was 17°C with no difference between the bedding materials. The different bedding materials did not give different plant nutrient contents in the deep litter except for potassium, where straw had higher concentration than reed canary grass. At sampling before and after indoor storage, the average content in one tonne deep litter was 11.2 kg total nitrogen, 3.0 kg ammonium nitrogen, 2.2 kg total phosphorous and 14 kg potassium.

When storing the deep litter in heaps outdoors from May until October, the temperature in the middle of them increased rapidly to 75°C in a couple of days. It then decreased during the summer towards outdoor temperature in mid-October. Balance calculations show that the dry matter decreased by 55-63%, but the total weight of the manure did not decrease, due to the summer rains. At the end of the storage in heaps the average content in one tonne deep litter was 7.0 kg total nitrogen, 0.8 kg ammonium nitrogen, 1.6 kg total phosphorous and 12 kg potassium.

The deep litter with barley straw or reed canary grass lost small amounts of nitrogen during the housing period and indoor storing (10-12%). After four months of storage of the deep litter in the sheep house, the concentrations of different nutrients had not changed significantly. On the other hand, a large part of the nitrogen was lost during storage outdoors in heaps (35-51%). This drastically decreased the nitrogen availability in the manure. A complementary study of deep litter manure from sheep producers in Skåne and Västerbotten confirmed that ammonium concentration is higher in deep litter stored indoors than after outdoor storage.

Introduktion

Inom svensk lammproduktion finns ca 300 000 tackor och baggar och ungefär lika många lamm (SCB, 2018). Drygt 20 % av produktionen är ekologisk (Karlsson, 2015). Under vintern hålls merparten av fåren i byggnader där de går på djupströbädd. I de flesta fall samlas all gödsel under stallperioden i djupströbädden. Efter utgödsling mellanlagras djupströgödseln oftast i högar fram till senhösten eller följande vår då den brukas ned.

Det är viktigt att djupströgödselns näringsinnehåll tas till vara och att gårdens växtnäringsbalans optimeras, särskilt i ekologisk produktion, men kunskapen om växtnäringsinnehåll, kväveförluster och kvävevärde i djupströgödsel från får är mycket bristfällig.

När djupströgödsel bryts ned bildas värme i en komposteringsprocess och temperaturen ökar. Komposteringen gör att mängden strömedel som behövs för att upprätthålla god hygien för djuren i stallet minskar, men samtidigt kan processen innebära att kväveförlusterna ökar, framför allt i form av ammoniak som avges till luften.

Som strömedel är spannmålshalm vanligast. Åtgången av ströhalm varierar mellan ca 60 och 150 kg per tacka och år, beroende på produktionsform och längden på stallsäsongen (Meiner m.fl., 2009). Strömedel kan vara kostsamt och år då det är svårt att få tag på halm till rimligt pris behövs alternativ. Rörflen är ett flerårigt högväxande gräs som är intressant framförallt som biobränsle. Det kan odlas även i kallare regioner där tillgången på halm är sämre. Det skördas oftast på våren som dött växtmaterial (Nilsson m.fl., 2011). En del lantbrukare som provat det som strömedel till nötkreatur tycker att strötilldelning, funktion och uppsagningsförmåga är likvärdig med halm (Holmström, 2014). Fårproducenter som provat menar att rörflen fungerar som strö, men påpekar att fåren äter mindre av rörflen än av halmen, vilket kan ses som antingen positivt eller negativt, samt att det dammar mer än halm.

En djupströbädd bryts med tiden ned i olika processer beroende på förhållandena i bädden. Hur mycket syre som finns i bädden har stor betydelse för nedbrytningen. Tillgången på syre minskar med djupet och är också lägre i områden av bädden med mycket gödsel (Henriksen m.fl., 2000). Om det finns tillräckligt med syre bryts materialet ned genom kompostering och det bildas koldioxid, vatten och värme (Kirchmann, 1986). Man säger att bädden ”brinner”. Bädrens temperatur har ett maximum vid ca 10-15 cm djup (Jeppsson, 1999; Henriksen m.fl., 2000). Temperaturen ligger kring 30-40°C i djupströbäddar för växande nötkreatur med långhalm som strömedel (Holmström, 2014; Henriksen m.fl., 2000; Jeppsson, 1999). Hackad halm ger en bädd med lägre temperatur (Jeppsson, 1999). Temperaturen i en djupströbädd med rörflen var högre än i en med kornhalm enligt en studie i ett kött djursstall (Holmström, 2014).

Lämplig vattenhalt för kompostering i djupströbädden är omkring 60 %. Är vattenhalten över ca 80 % blir det syrefattiga förhållanden (Jeppsson, 1996). Då dominerar anaeroba nedbrytningsprocesser och det bildas istället organiska syror, fettsyror, svavelväte och metangas (Kirchmann, 1985a). Detta kan ske i områden med mycket gödsel och vid alltför sparsam strötilldelning som gör bädden blöt och packad.

Enligt en brittisk studie producerar en 65 kg tacka i genomsnitt 4,1 kg gödsel per dag. Gödselns ts-halt (träck plus urin) uppmättes till ca 15 % (Smith & Frost, 2000).

Merparten av de kväveförluster som sker från djupströbäddar är i form av ammoniak. Vid kompostering beror ammoniakemissionen bl.a. av kol/kväve-kvoten, C/N, vilken i sin tur påverkas av mängden strömedel.

Ju högre C/N-kvot (mer strö) desto lägre kväveförluster (Kirchmann, 1985a). Optimal C/N-kvot för kompostering är 30. Om kvoten är >35 går processen långsammare. En alltför låg kvot gör i stället att kväve avgår som ammoniak (Sommer & Dahl, 1999). Enligt Jordbruksverket (SJV, 2017) har djupströgödsel en kvot på ca 30. I ett försök med djupströbäddar för växande nötkreatur med halm som strömedel varierade C/N-kvoten mellan 20-32 (Jeppsson, 2009). Ammoniakavgången beror också på bäddens temperatur, pH, syre- och vatteninnehåll, strömedlens förmåga att binda ammoniak och ammonium samt lufttemperatur och luftväxling. Uppgifter på kväveförluster från djupströbäddar varierar mycket och kan från djupströbäddar med halm för nötkreatur vara mellan 4-10 % av kvävet i färsk träck och urin och för slaktgrisar kring 20-30 % (Jeppsson, 2009).

Vid utgödsling av djupströbädden och utkörning till en gödselhög för mellanlagring blandas gödseln om och syrenehållat ökar. Därmed tar komposteringsprocessen ny fart. Temperaturen i mitten av gödselhögen ökar inom några timmar till ca 40°C (mesofil fas) och kan fortsätta till mellan 45 – 70°C (termofil fas) (Kirchmann 1985b). Högsta nedbrytningshastigheten är vid ca 50°C. Vid högre temperatur än 70°C hämmas mikroorganismers aktivitet (Kirchmann, 1986). Den höga temperaturen i gödselhögen genererar en uppåtgående luftström där ny luft tas in i de lägre delarna av gödselhögen. Andelen luftporer i gödselhögen (djupströgödselns densitet) påverkar luftflödet genom gödselhögen och därmed även temperaturutvecklingen (Sommer & Møller, 2000). Under lagringen minskar gödselhögens volym och mängden torrsbstans (Kirchmann, 1986). Ett vanligt alternativ till utkörning och mellanlagring utomhus direkt efter betessläpp är att djupströbäddarna ligger kvar i stallet en tid, som längst tills djuren ska in i stallet igen.

Även under mellanlagringen blir det förluster av näringsämnen. Kväveförlusterna är huvudsakligen ammoniak som avges till luften, men även utlakning av mineralkväve (Kirchmann, 1985). En mindre del avges som lustgas (Sommer & Møller, 2000). Vid kompostering av fårgödsel i ett försök i England var ammoniakförlusterna mellan 46 – 57 % av det totala kväveinnehållet (Velasco-Velasco m.fl., 2011). Vid mellanlagring i gödselhög av djupströgödsel från ungnöt var kväveförlusterna orsakade av ammoniakavgång ca 20 % av total-N från djupströbädd med långhalm och ca 10-15 % med hackad halm. Speciellt under den första veckan av mellanlagringen var ammoniakförlusterna mycket höga (Jeppsson m.fl., 1997). Kväveutlakningen till marken var 8,6 % respektive 5,7 % av total-N (Jeppsson m.fl., 1997). Kväveförlusterna beror på hur mycket kväve som mikroorganismerna binder i organisk form, vilket i sin tur beror på C/N-kvoten. Ammoniakavgången vid kompostering av gödsel beror, liksom i bädden, också på temperatur, vattenhalt, luftflöde genom materialet och pH-värde (Velasco-Velasco m.fl., 2011). Utlakning av övriga näringsämnen beror på hur lösliga de är i vatten.

I denna rapport beskrivs ett projekt där vi undersökt hur rörflen fungerar som strömedel till får, jämfört med kornhalm, liksom vilket växtnäringsvärde djupströgödseln har med rörflen eller halm som strömedel. Vi har också studerat vilka förluster av växtnäring det blir i stallet och under mellanlagring i gödselhög, jämfört med om gödseln ligger kvar i stallet till hösten.

Försök genomförda i projektet – metoder och resultat

Djupströbäddar med halm respektive rörflen jämfördes under två stallperioder (tabell 1). Under stallperioderna registrerades ströförbrukning, djupströbäddarnas tjocklek, temperatur och torrsbstanshalt (ts) samt djurens foder- och vattenförbrukning, viktförändring, hull, renhet, beteende vid ströning och träckens ts-halt. Mängden gödsel efter stallperioderna bestämdes och det togs prover för kemisk analys i samband med att gödseln kördes ut. Växtnäringsbalanser beräknades för varje box under stallperiod 1.

Gödseln efter första stallperioden kördes ut och mellanlagrades i två högar med materialet från halmbäddarna respektive rörflensbäddarna. Under lagringen mättes temperaturen i gödselhögarna. Prover för analys togs före och under lagringen samt i samband med att högarna bröts, då materialet också vägdes. Det togs även prover på avrinningsvatten under lagringen. Växtnäringsbalanser beräknades för mellanlagringen för de två gödselhögarna.

Djupströbäddarna efter andra stallperioden låg kvar och mellanlagrades i stallet. Bäddarnas temperatur och tjocklek mättes under lagringstiden. Efter lagringen i stallet togs prover i samband med att djupströgödseln kördes ut och all gödsel vägdes. Växtnäringsbalanser beräknades för varje box för stallperiod 2 inklusive mellanlagring i stall. Spridning av djupströgödseln ingick inte i projektet. Försöken genomfördes vid SLUs försöksgård i Röbbäcksdalen, Umeå.

Tabell 1. Översikt över studien

Delförsök	Startdatum	Beskrivning	Slutdatum	Beskrivning
Stallperiod 1	10 okt. 2014	Etablering av ströbäddar och installning av djuren	24 april 2015	Djuren flyttas bort från boxarna.
			4-5 maj 2015	Utgödsling, vägning och provtagning av gödseln.
Mellanlagring i gödselhög utomhus	4-5 maj 2015	Djupströgödseln läggs i högar. Provtagning av gödseln i högarna.	30 sept. 2015	Provtagning av gödseln i högarna.
			14 okt. 2015	Högarna bryts, vägning och provtagning av gödseln
Stallperiod 2	12 okt. 2015	Etablering av ströbäddar och installning av djuren	18 april 2016	Djuren flyttas från boxarna, provtagning av ströbäddarna
Mellanlagring i stall	18 april 2016	Provtagning av ströbäddarna	16 aug. 2016	Utgödsling, vägning och provtagning av gödseln

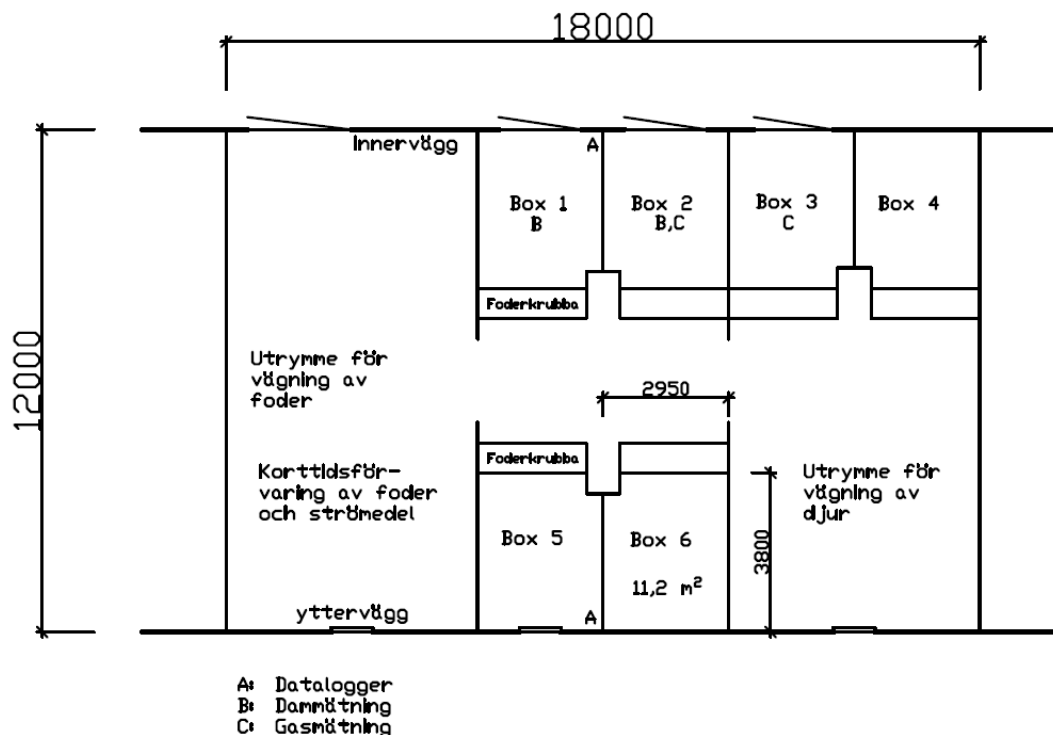
Gödsel med kornhalm från slutprovtagningen i högarna år 1 och från slutprovtagningen efter mellanlagring inomhus år 2 användes till ett växthusförsök i krukor där upptagning av kväve och fosfor i korn mättes.

Förutom dessa försök som genomfördes vid SLU i Umeå gjordes en fältstudie där åtta gårdar med lammproduktion besöktes, varav fyra i Västerbotten och fyra i Skåne. På varje gård togs prover av djupströgödsel efter mellanlagring i gödselhög eller på stall.

Försök med djupströbäddar under stallperiod 1 och 2

Försöksstallet

Studierna genomfördes vid Röbbäcksdalens forskningsstation (63°49'N, 20°17'O). Försöksstallet inrymdes i en del av en oisolerad byggnad med betonggolvet (figur 1). Utrymmet var totalt ca 18 x 12 m med plats för 6 boxar och korttidsförvaring av foder samt vägning av foder och djur. Varje box var 3,8 m lång och ca 3 m bred (area 11,2 m²). Boxarna hade 1,2 m höga täta väggar av trä och plywood (figur 2).



Figur 1. Skiss över försöksstallet

Tre boxar ströades med kornhalm och tre med rörflen. Under stallperiod 1 användes kornhalm som strömedel i boxarna 1, 3, 5 och rörflen i övriga boxar. Stallperiod 2 ströades boxarna 1, 3, 5 med rörflen.

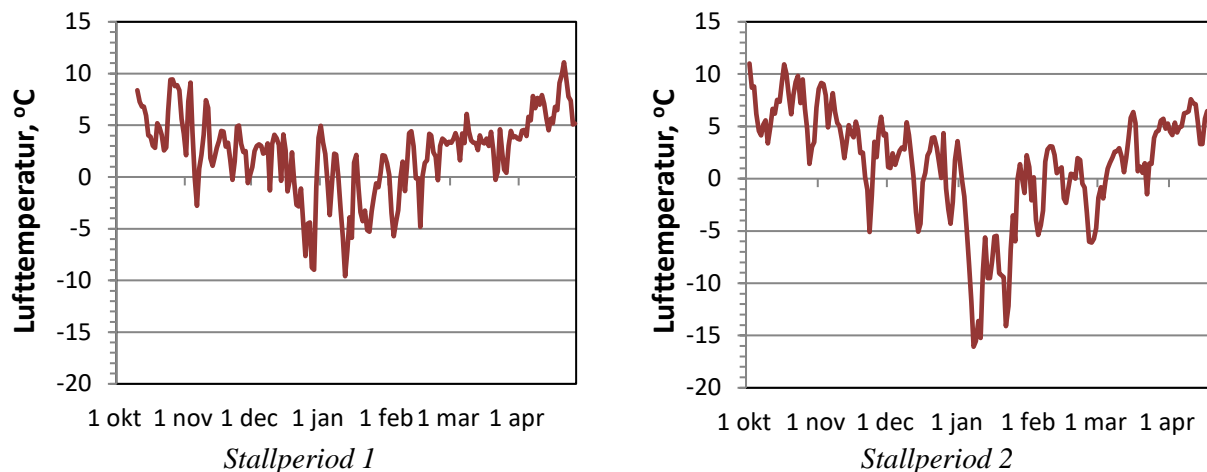
Lufttemperaturen och luftfuktigheten i stallet registrerades en gång per halvtimme under båda stallperioderna med små dataloggrar (TinyTag Plus2, Gemini Data loggers). En datalogger var placerad inomhus vid en vägg in mot resten av stallet (oisolerat) och en vid en yttervägg (figur 1). Dessa hängde över boxarna på ca 1,6 m höjd från betonggolvet. Utomhusklimatet registrerades med en datalogger på utsidan av byggnaden. Den var placerad i norrläge och skyddad för nederbörd.



Figur 2. Boxarnas utformning i försöksstallet. Box 1 och 2.

Eftersom försöksstallet var oisolerat varierade lufttemperaturen med utomhustemperaturen. Den uppmätta utomhustemperaturen stämmer väl med data från Umeå flygplats och med data från Röbbäcksdalens egen väderstation. Medeltemperaturen i stallet under stallperiod 1 var $+2,3^{\circ}\text{C}$. Vintern var ovanligt mild och lägsta uppmätta dygnstemperaturen inomhus var endast -10°C . Den högsta dygnsmedeltemperaturen var $+11^{\circ}\text{C}$ (figur 3). Temperaturskillnaden mellan stalltemperatur och utetemperatur var i medeltal $2,6^{\circ}\text{C}$. Lufttemperaturen vid ytterväggen var bara $0,3^{\circ}\text{C}$ lägre än vid innerväggen vilket visar att det var jämn temperatur i stallet. Den relativa luftfuktigheten i stallet varierade mellan 65 och 100 %.

Vintern under stallperiod 2 var kallare (figur 3). Medeltemperaturen över hela stallperioden var $+1,2^{\circ}\text{C}$. Temperaturskillnaden mellan stall- och utetemperatur var $2,9^{\circ}\text{C}$. Lägsta och högsta lufttemperatur i stallet var -18°C respektive $+13^{\circ}\text{C}$. Relativa luftfuktigheten i stallet varierade mellan 70 och 100 % under stallperioden.



Figur 3. Lufttemperatur i fårstallet under stallperiod 1 och 2.

Försöksdjuren

Försöksdjuren hyrdes av en lantbrukare. Stallperiod 1 användes 24 tacklamm och 12 sintackor i försöket. Djuren under stallperiod 2 var 30 sintackor födda 2006-2012, dvs. de var mellan 3,5 och 9,5 år gamla då försöket startade. Alla djur var av rasen texel. Ungefär två veckor innan transport till Röbbäcksdalen togs de in från betet på hemgården, klipptes och till stallperiod 1 blev de även avmaskade. Djuren vägdes på hemgården och indelades så att medelvikten skulle vara ungefär densamma i varje box. Vid ankomsten till Röbbäcksdalen vägdes de igen med en digitalvåg. Medelvikten för djuren vid start av stallperiod 1 var 52,4 kg (tackorna vägde 78,8 kg och tacklammen 39,2 kg) och vid start av stallperiod 2 var vikten i medeltal 78,6 kg. Under stallperiod 1 hölls två tackor och fyra lamm i varje box och under stallperiod 2 var det fem tackor per box.

Utrymmet per djur i boxarna var större än vad djurskyddsföreskrifterna kräver. Enligt SJVFS (2010) skulle totalarean för boxarna under stallperiod 1 vara minst 6,8 m² och under stallperiod 2 minst 7,0 m². Den större ytan per djur (11,2 m²) kan ha påverkat resultaten.

Under stallperioderna vägdes djuren ungefär varannan vecka (stallperiod 1) respektive ungefär en gång per månad (stallperiod 2). En burvåg med digital vågenhet och noggrannhet på 0,5 kg användes vid vägningarna. Djurens hull bedömdes enligt en femgradig skala (1=mycket mager till 5=mycket fet, angivet med en noggrannhet på 0,25 enheter) i samband med varje vägning under båda stallperioderna.

Spridningen i vikt var stor under stallperiod 1, beroende på att det då var både tacklamm och tackor. Exempelvis varierade slutvikten mellan 39 och 109 kg. Det var ingen skillnad i viktförändring mellan strötyperna. Viktförändringen för alla djur var i genomsnitt 41 g/dag under stallperiod 1. Tillväxten för enbart lammen var 50 g/dag. Detta var något lägre än önskat och beror troligen till stor del på att det foder som användes hade lågt näringsvärde. Även konkurrensen med stora tackor vid foderbordet kan ha inverkat.

Under stallperiod 2 var det enbart tackor i försöket, men spridningen i vikt var ändå stor, exempelvis varierade slutvikten mellan 54,5 och 105 kg. Medelvikten under hela stallperioden var 79,3 kg. Viktförändringen under försöket var i genomsnitt -5 g/dag för alla djur, utan någon skillnad mellan strötyperna. Tabell 2 visar medelvärden för start- och slutvikterna.

Tabell 2. Medelvärden för djurens start- och slutvikt i halm- respektive rörflenboxarna under stallperiod 1 och 2.

	Startvikt, kg (medelvärde ± stdav)	Slutvikt, kg (medelvärde ± stdav)
<i>Stallperiod 1</i>		
Halmboxar	52,5 ± 20,4	60,0 ± 18,3
Rörflenboxar	52,3 ± 20,5	60,8 ± 18,5
<i>Stallperiod 2</i>		
Halmboxar	78,6 ± 10,0	77,5 ± 12,2
Rörflenboxar	78,5 ± 12,5	77,6 ± 13,8

Det var mycket små förändringar i hull under stallperioderna och det var ingen skillnad mellan de båda strösorterna.

Utfodring, konsumtion och foderanalyser

Foderstaten baserades på fri tillgång till vallensilage. Alla djur hade plats att äta samtidigt längs foderkrubborna. En ensilagebal i taget kördes in i fårhuset och ensilaget lossades med grep och lades i baljor vilka vägdes och tippades i krubborna. Varje dag delades fodret på två givor som utfodrades morgon (mellan kl 06-08) och eftermiddag (mellan kl 16-18). Morgongivan var densamma för alla boxar, medan eftermiddagsgivan varierade utifrån gårdagens mängd foderrester. Givan minskades med 1 kg om mängden rester per box var större än 3 kg och ökades om restmängden understeg 2 kg. Varje bal räckte 4-5 dagar. Utöver ensilaget gavs ca 15 g mineralfoder (Effekt Fårmineral, hälften med och hälften utan koppar) per djur och dag. Mineralfodret ströddes över ensilaget vid morgonutfodringen. Innehållet av näringsämnen i mineralfodret finns i bilaga 1. Djuren hade fri tillgång till saltsten (NaCl).

Det ensilage som användes var rundbalat och skördat som sen förstaskörd, för stallperiod 1 den 4 juli och stallperiod 2 den 14 juli. Ensilaget var hackat vid skörden, men strålängden varierade en hel del. Fodret innehöll pga den sena skörden en hel del grova strån med fullgångna ax. Det var inga problem med hållbarheten på ensilaget, men en del torrare balar hade vid öppningen mögelfläckar som sorterades bort före utfodring. De blötaste balarna frös ihop när det var kallt i stallet (ca < -10 °C) och blev då svåra att hantera. Djuren led dock inte synbarligen av detta.

Lämnade foderrester samlades upp boxvis en gång per dag och vägdes, inklusive det som eventuellt hamnat på golvet vid sidan av och under foderbordet (se figur 2). Ingen registrering gjordes av de rester som hamnade i ströbädden. Det var inga synliga stora mängder, och det som eventuellt hamnade där var grova strån som inte kunde skiljas från strömedlet.

Representativa prov togs en gång i veckan av såväl tilldelat ensilage (i samband med utfodringen) som av lämnade foderrester (en näve av resterna från varje box blandades). De uttagna proven vägde mellan 300-600 g före torkning. De lades i påsar med lufthål och torkades i torkskåp vid 60°C i 1-2 dygn. Torrsubstanshalten noterades och därefter förvarades påsarna torrt och mörkt. Proverna maldes till 1 mm och samlades i fyra perioder per stallperiod (Stallperiod 1: 15 okt-26 nov, 3 dec-7 jan, 21 jan-2 mars, 9 mars-20 april; Stallperiod 2: 15 okt-25 nov, 2 dec-11 jan, 18 jan-29 feb, 8 mars-18 april). Proven sändes till EuroFins för analys (bilaga 2).

I tabell 3 redovisas analysresultaten för ensilage och foderrester som medeltal av de fyra samlingsproverna från varje stallperiod. Näringsinnehållet i ensilaget var lägre under stallperiod 2 än period 1 (lägre protein och socker, mer NDF).

Man kan se att fåren valde delar med mer energi och protein men mindre ammoniumkväve och att de valde bort fiberrika delar. Det var också vid sopningen av foderborden tydligt att de grövsta stråna sorterats bort av fåren. Detta är väl kända preferenser. Mer förvånande är kanske att det var mer socker i resterna än i ensilaget och fåren har uppenbarligen även lämnat delar med högre innehåll av natrium. Fermentationskvaliteten var utan anmärkningar.

Tabell 3. Resultat av näringsanalyser av ensilage och foderrester för de båda stallperioderna. Medelvärden samt inom parentes lägsta och högsta värde av de fyra analyser som gjordes varje stallperiod.

	Ts	Oms. energi	Råprot. (Kjeld.)	Rå- aska	NDF	Socker	NH₄- N	P	K	Ca	Mg	Na	S
	%	MJ/ kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
<i>Stallperiod 1</i>													
Ensilage	54 (48-58)	9,5 (9,4-9,8)	109 (104-113)	63 (60-68)	531 (517-544)	101 (86-114)	52 (47-56)	1,8 (1,5-2,1)	15 (13-16)	4,3 (3,7-4,7)	1,3 (1,2-1,4)	0,06 (0,05-0,07)	1,5 (1,3-1,7)
Rester	57 (50-60)	9,0 (8,9-9,1)	90 (74-105)	62 (56-68)	571 (554-578)	125 (107-135)	61 (51-74)	1,8 (1,5-2,0)	13 (12-14)	3,7 (3,0-5,0)	1,4 (1,3-1,6)	0,61 (0,5-0,8)	1,1 (1,0-1,2)
<i>Stallperiod 2</i>													
Ensilage	56 (53-59)	9,4 (9,1-9,7)	91 (87-96)	59 (56-64)	605 (589-617)	67 (50-73)	41 (36-50)	1,7 (1,6-1,8)	17 (16-18)	2,5 (2,1-3,2)	1,3 (1,3-1,4)	0,12 (0,06-0,16)	1,3 (1,3-1,4)
Rester	58 (54-63)	9,0 (8,7-9,2)	65 (65-67)	60 (50-68)	655 (644-669)	84 (70-96)	45 (37-52)	2,1 (1,6-2,7)	16 (15-18)	4,0 (1,8-5,2)	1,6 (1,0-2,3)	1,05 (0,57-1,60)	1,0 (0,9-1,2)

Beräkningar av djurens foderkonsumtion gjordes i SAS (SAS v9.1, Cary, NC, USA). Näringsinnehållet i konsumerat foder justerades efter näringsvärdet i resterna. Detta gjordes i förhållande till andelen rester, som i medeltal var ca 20 %. Det foder djuren konsumerade har därmed beräknats ha högre näringsvärde än det foder som erbjödits. För växtnäringsbalanserna gjordes en enklare beräkning där analysvärdena för fodret för varje period multiplicerades med mängden foder i varje box, innehållet i mineralfodret adderades och analysvärdena för resterna multiplicerades med mängden rester vilket subtraherades från den tidigare erhållna summan.

Det var ingen skillnad i konsumtion mellan djuren på de olika strötyperna. I medeltal (LS means) var konsumtionen 1,1 kg ts ensilage per djur och dag under stallperiod 1, vilket gav 125 g råprotein, 10,7 MJ omsättbar energi och 580 g NDF. Konsumtionen ökade gradvis allteftersom lammen växte. Under stallperiod 2 var konsumtionen i medeltal (LS means) 1,27 kg ts ensilage per djur och dag, vilket motsvarade 122 g råprotein, 12,1 MJ omsättbar energi och 753 g NDF. Det var lägre konsumtion då balar med ts-halt lägre än 40 % utfodrades, inte minst då en sådan bal råkade öppnas just när det var som kallast. Konsumtionen var relativt låg båda stallperioderna, med tanke på att maximal konsumtionsförmåga hos får brukar sättas till ca 3 % av kroppsvikten. Motsvarande siffra hamnar här på 2 % för stallperiod 1 och 1,6 % för stallperiod 2 trots att fåren hade fri tillgång till ensilage. Den låga konsumtionen beror troligen delvis på fodrets fysiska beskaffenhet. Ensilaget var sent skördat och hade därmed en hög andel grova strån vilket får inte gärna äter. Fodret hade också en relativt hög andel osmältbara fibrer, iNDF (i medeltal 250 g/kg NDF stallperiod 1, 227 g/kg NDF stallperiod 2). Eventuellt kan den låga konsumtionen också bero på att alla djur inte nådde ner i botten av foderkrubborna. Fodret "vändes" emellertid flera gånger per dag i foderkrubborna så att de fina strån som hamnat underst blev åtkomliga. Att tackorna var i sin och därmed bara behövde fylla sitt underhållsbehov är troligen också en anledning till den låga konsumtionen. Den genomsnittliga konsumtionen stämde väl med underhållsbehovet för 80 kg tackor, vilket var ungefärlig medelvikt för de äldre djuren. Fåren har alltså inte ätit mer än de behövde. Även för lammen stämde det genomsnittliga näringsintaget med behovet för deras medelvikt och faktiska tillväxt.

Vattenkonsumtion

Vatten gavs manuellt i hinkar två gånger per dag. Det var sällan tomt i hinkarna men det kunde hända då det var varmt och ensilaget var ovanligt torrt.

Vattenkonsumtionen per dygn registrerades vid 19 tillfällen under stallperiod 2. En given mängd vatten (16 till 20 liter) gavs till varje box. Volymen restvatten i hinkarna registrerades vid utfodringen morgonen därpå. Konsumtionen av vatten var i medeltal 1,5 l per tacka och dag utan någon statistiskt signifikant skillnad mellan halm- och rörlensboxarna. Det stämmer väl med resultaten i en tidigare svensk studie med tackor på en höfoderstat där vattenkonsumtionen var ca 2 liter per dag under lågdräktigheten (Melin, 1975).

Konsumtionen av vatten varierade en del under stallperioden och det fanns ett samband med stalltemperaturen (korrelation 0,68**) då vattenkonsumtionen de dygn som den mättes ställdes mot medeltemperaturen i stallet samma dygn. Att får dricker mindre när det är kallt är känt (Melin, 1975; Bailey, 1964). Detta medför också att mängden urin minskar och att den blir mer koncentrerad (Hess, 1963). Vattnets temperatur inverkar också, fåren dricker mer av ljummet vatten, enligt Shiga (1986).

Under den kallaste perioden fylldes hinkarna i vår studie med ljummet vatten och de törstigaste tackorna passade på att dricka när vattnet just var upphällt. Den mesta tiden var vattnet ändå kallt. Hinkarna stod lite nedbäddade i ströbädden men vattnet frös efter ett tag när det var flera minusgrader i stallet. Det var dock aldrig någon rusning vid påfyllning av vattnet, så det fanns ingen anledning att misstänka att tillförseln var otillräcklig.

Rimligen borde ensilagens ts-halt inverka på vattenbehovet. Det fanns dock ingen signifikant korrelation mellan vattenkonsumtionen och den uppmätta ts-halten i balen samma vecka (eller veckan före). Det kan bero på att inverkan av stalltemperaturen har större inverkan på vattenkonsumtionen, eller så har registreringarna varit alltför få och oprecisa.

Strömedel

Halmen som användes under båda stallperioderna var kornhalm från Röbbäcksdalens försöksgård. Den var hackad och rundbalad med plast. Halmen till stallperiod 1 (2014/15) var skördad hösten 2013. Den var oftast av god kvalitet, men ett par gånger fanns det blöta partier så att balen byttes ut. Halmbalarna dammade ibland vid hantering. Under stallperiod 2 användes halm som var skördad hösten 2015.

Rörflen köptes in från en närbelägen gård och var även den rundbalad med plast. Till stallperiod 1 användes två balar med korthackad rörflen slagen på hösten 2013 och balad våren 2014 med 7 knivar i balkammaren samt fem balar med långstråig rörflen slagen och balad våren 2014. Ett par balar kasserades pga. högt inslag av sly som gjorde dem ohanterliga som strömedel. Rörflensbalarna dammade en del vid hanteringen med det var inget stort problem. Stallperiod 2 användes delvis hackad rörflen som var vårskördad 2015 (sen skörd pga. den blöta våren). Båda strötyperna höll generellt god kvalitet.

Representativa prover togs av varje strömedel en gång per vecka under båda stallperioderna. Proven vägde mellan 100-200 g före torkning. De lades i påsar med lufthål och torkades i torkskåp vid 60°C temperatur i 2 dygn. Torrsubstanshalten noterades och därefter förvarades påsarna torrt och mörkt. Proverna maldes till 1 mm och samlades i två perioder (från försöksstart till mitten av januari respektive från slutet av januari till försöksslut) för varje strömedel. Proven sändes till Eurofins för analys (bilaga 2).

I tabell 4 visas resultatet av analyserna av halm och rörflen från båda stallperioderna. Två samlingsprov togs under de två analysperioderna och i tabellen anges medelvärdena. Det var mycket liten skillnad mellan de två samlingsproverna eftersom det var samma partier av strömedel som användes under respektive stallperiod.

Det var stora skillnader mellan halm och rörflen i några av de analyserade parametrarna. Rörflen hade betydligt lägre innehåll av aska än vad halmen hade. Innehållet av råprotein var också lägre. Värdena för kalium och natrium var tio gånger lägre i rörflen jämfört med i halmen, medan värdena för omsättbar energi och fibrer (NDF, växttråd) var något högre i rörflen än i halmen. Om man jämför mellan åren var innehåll av aska betydligt lägre i båda strötyperna år 2 jämfört med år 1 medan innehåll av NDF var något högre. Det fanns även en del skillnader i mineralinnehåll (tabell 4).

Tabell 4. Resultat av näringsanalyser av strömedlen för båda stallperioderna. Varje värde är ett medeltal av två samlingsprover.

	Torr-subst.	Oms. energi	Rå-prot.	Rå-aska	aNDF	Växt-tråd	P	K	Ca	Mg	Na	S
	%	MJ/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
<i>Stallperiod 1</i>												
Halm	80,7	6,1	53,8	99,1	798	467	0,96	19	3,4	0,42	0,64	1,4
Rörflen	83,9	7,1	38,5	27,5	882	494	0,69	1,8	1,3	0,66	<0,053	0,6
<i>Stallperiod 2</i>												
Halm	79,8	6,2	57,5	60,7	828	452	1,2	16	2,5	0,59	0,35	0,96
Rörflen	83,4	7,2	33,7	19,5	906	502	0,61	1,3	1,2	0,39	<0,05	0,51

Ströförbrukning

Djupströbäddarna med halm respektive rörflen etablerades med 50 kg strö i varje box inför båda stallperioderna. Nytt strömedel tillfördes därefter vid behov, vilket innebar vid två eller tre tillfällen per vecka. Mängden strö anpassades enligt uppskattat behov, dvs. hur smutsigt det såg ut, och vägdes till varje box.

Under båda stallperioderna var ströförbrukningen mindre för halmboxarna än för rörflensboxarna, ungefär 10 % skillnad. Ströförbrukningen var i medeltal 488 kg för boxarna med halm och 532 kg för boxarna med rörflen under stallperiod 1. Omräknat till åtgång per tacka och dag blir det 0,41 kg respektive 0,45 kg. Det var framförallt under den första tiden som det var något större behov att ströa i boxarna med rörflen, beroende på att stråna här ”la sig platt” och träcken syntes mer tydligt på ytan, jämfört med halmboxarna där stråna låg mer fluffigt och träckkulorna försvann ner mellan stråna. Redan i slutet av november var skillnaden mellan behandlingarna ca 20 kg per box i ströad mängd. Det var också en av boxarna med rörflen som var mer utsatt för takdropp p.g.a. kondens på ett rör i taket (box 6, men även box 5 var drabbad en del). I bägge dessa boxar, som dessutom låg mot yttervägg var ströförbrukningen ca 20 kg högre än i de andra boxarna med samma strötyp.

Även under stallperiod 2 var ströförbrukningen mindre för boxarna med halm, 0,39 kg per tacka och dag jämfört med 0,44 kg för boxarna med rörflen. Ströförbrukningen per djur för hela stallperioderna visas i tabell 5. Totalförbrukningen över hela stallperioden var något lägre än för stallperiod 1, 372 kg för halmboxarna och 418 kg för rörflenboxarna. Det upplevda behovet av att ströa mer i rörflensboxarna var emellertid detsamma som första året. Kalla dagar medförde ofta lägre ströbehov. Det verkar som ytan då ”frystorkar”, men även en lägre vattenkonsumtion inverkar troligen. Vid något tillfälle med stark kyla ströade vi ändå lite extra så att tackorna skulle kunna bädda ned sig. Box 5 och 6 hade liksom stallperiod 1 högst ströförbrukning inom respektive strötyp pga. kondensdropp.

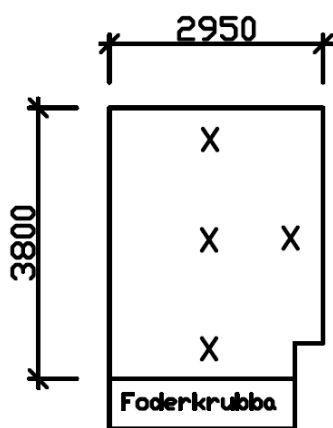
Behovet av strömedel varierar beroende på foderstat då denna påverkar träckens ts-halt. Träckprov togs vid fem tillfällen under stallperiod 2 genom att samla färsk spillning från ströbädden. Proven torkades i torkskåp vid 60°C under ett dygn och ts-halten beräknades. Ts-halten var i genomsnitt 34 %, vilket stämmer väl med uppgifter enligt Helander (2009) som uppmätte mellan 27 och 43 % ts i träck hos icke producerande tackor.

Tabell 5. Medelvärden av ströförbrukning för halm- och rörfbensboxarna under stallperiod 1 och 2, per djur. Under stallperiod 1 var det fyra tacklamm och två sintackor per box och under stallperiod 2 var det fem sintackor per box.

	Halm	Rörflen
	kg/djur	kg/djur
<i>Stallperiod 1</i>	81,3	88,7
<i>Stallperiod 2</i>	74,4	83,7

Djupströbäddarnas tjocklek

Djupströbäddarnas tjocklek registrerades på fyra platser i varje box; mitt i boxen samt 0,4 m från foderbord, från långsida mot annan box och från bakre vägg (se figur 4). Detta utfördes en gång varannan vecka samt när stallperioderna avslutades. Vid mätningar av ströbäddens tjocklek lades en ca 2,7 kg tung och 4,5 cm tjock hålförsedd platta på ströbädden. En spetsig stång sattes i hålet och fördes ned tills det tog stopp mot golvet. Stångens höjd vid översidan av plattan mättes med tumstock.



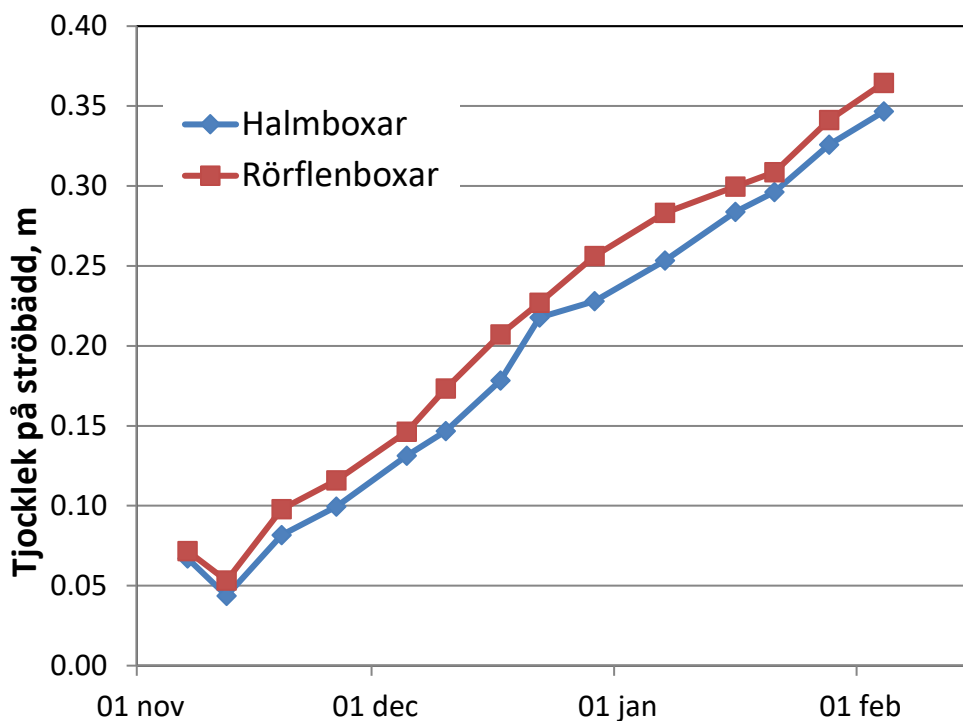
Figur 4. Skiss över box med mätplatser för djupströbäddarnas tjocklek, renhet och temperatur.

Ströbäddarnas tjocklek ökade under stallperioderna (figur 5 och 6). Rörfbensbäddarna var något tjockare i slutet, vilket stämmer med den högre åtgången av rörflen. Efter stallperiod 1 blev bäddarna i medeltal 0,35 m (stdav 0,011 m) tjocka i halmboxarna och 0,37 m (stdav 0,007 m) i rörfbensboxarna. Räknet över hela säsongen var det dock ingen signifikant skillnad i djup mellan de båda strötyperna. Figur 7 visar box 3 ströad med kornhalm och box 4 ströad med rörflen strax före utgödsling stallperiod 1.

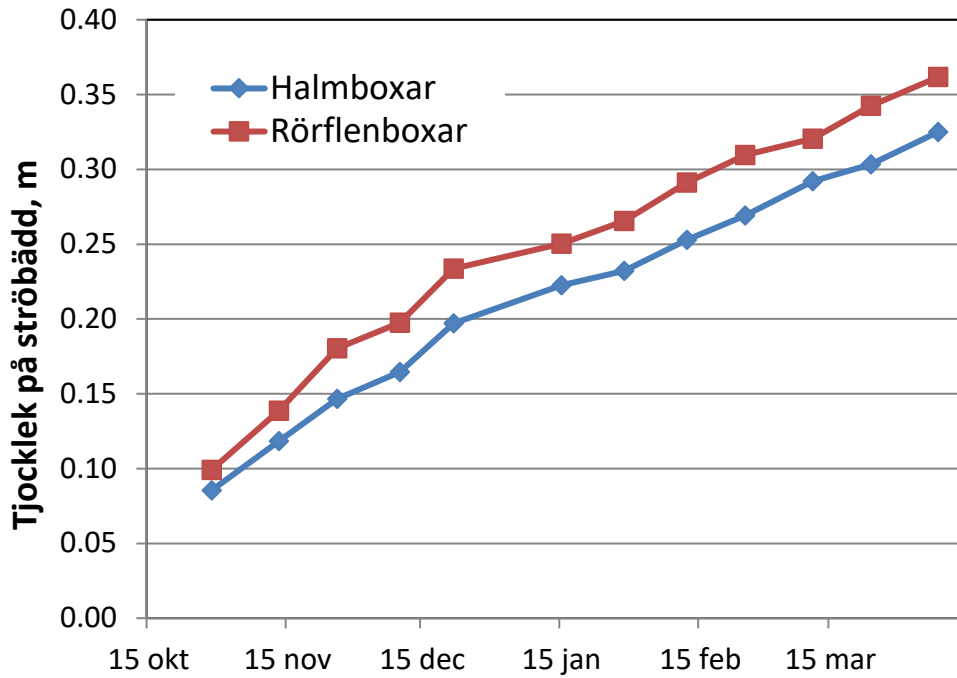
Under stallperiod 2 blev halmbäddarna något lägre jämfört med stallperiod 1. I medeltal var halmbäddarna 0,33 m (stdav 0,012 m) tjocka och rörfbensbäddarna 0,36 m (stdav 0,022 m) vid slutet av perioden. Räknet

över hela säsongen var det en statistiskt signifikant skillnad i bäddens tjocklek mellan de båda strötyperna ($p=0,007$).

Ströbäddarna var lägst framme vid foderbordet (ca 0,3 m i slutet av perioderna). Här tog det också ett tag innan det bildades en bädd. Det berodde dels på att bädden blev mest tilltrampad här, men också på att tackorna lutade sig mot fodergrinden för att nå ner i botten av krubborna och därmed sköt ströet bakåt i boxen. Djupströbäddarna var tjockast i mitten av boxarna där den slutliga tjockleken var ca 0,4 m.



Figur 5. Medelvärden av djupströbäddarnas tjocklek under stallperiod 1.



Figur 6. Medelvärden av ströbäddarnas tjocklek under stallperiod 2.



Box 3 ströad med kornhalm



Box 4 ströad med rörflen

Figur 7. Box 3 och 4 strax före utgödsling. Det är bakre delen av boxen som syns där det finns en port ut mot en gång. Porten har här öppnats inför utgödslingen.

Temperaturen i djupströbäddarna

Temperaturen i djupströbäddarna registrerades en gång per vecka på samma platser som bäddarnas tjocklek registrerades. Den första tiden gjordes mätningarna vid botten av bäddarna men när bäddarnas tjocklek var tillräcklig gjordes mätningarna på 8,5 cm djup (temperaturgivarens längd under ”mätplattan”, se ovan). Mätningarna utfördes med ett enkelt handinstrument (Clas Ohlson ST-9215C-300).

Medeltemperaturen i bäddarna var på ungefär samma nivå de båda stallperioderna, ca +10°C i början med en ökning till ca +25°C i slutet av stallperioden. Det var en signifikant skillnad i temperatur mellan de båda strömedlen under stallperiod 1 ($p=0,041$), med något högre värde i halvbäddarna. Under stallperiod 2 var det ingen skillnad mellan strötyperna ($p=0,18$).

Figur 8 visar medeltemperaturen i djupströbäddarna under stallperiod 1 och 2. Temperaturen på 8,5 cm djup i bäddarna påverkades av lufttemperaturen i stallet (stallperiod 1: korrelation 0,9***; stallperiod 2: korrelation 0,7***), dvs. perioder när det var kallt i stallet sammanfaller med låga temperaturer i bäddarna. De högsta temperaturerna som registrerades i djupströbäddarna var omkring +40°C. Skillnaderna mellan max- och mintemperatur var ca 20°C (figur 8).

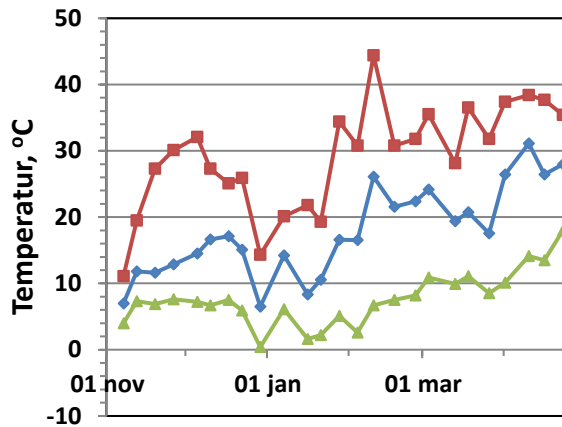
Temperaturen i djupströbäddarna varierade för olika platser i boxen (tabell 6). Lägst temperatur var det vid foderkrubborna där bäddarna var mest tilltrampade. Högst temperatur var det i mitten av boxarna och vid långsidan. Skillnaden var i medeltal ca 12°C mellan de olika mätplatserna.

Tabell 6. Temperatur i djupströbäddarna, medelvärden vid 0,085 m djup på olika mätplatser.

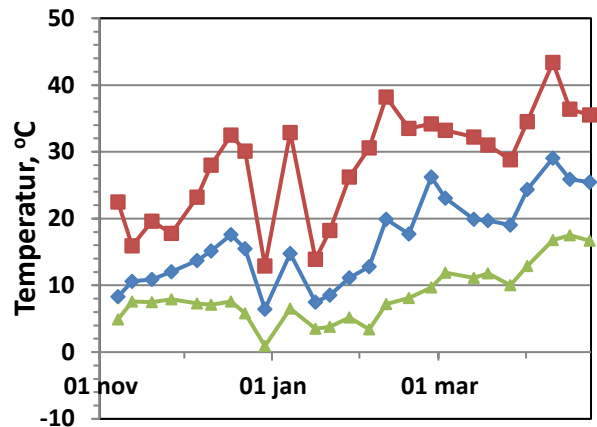
	Stallperiod 1			Stallperiod 2		
	N	Temperatur, °C		N	Temperatur, °C	
Halvbäddar						
0,4 m från foderbord	74	10,2	C ^{a)}	77	8,2	C ^{a)}
0,4 m från en sida	75	22,6	A	78	20,6	A
Mitt i boxen	75	21,1	A	78	22,2	A
0,4 m från bakre vägg	75	17,0	B	78	14,5	B
<i>Alla mätplatser</i>	299	17,7 ± 9,6 ^{b)}		311	16,4 ± 9,2 ^{b)}	
Rörflensbäddar						
0,4 m från foderbord	75	9,5	C	78	9,4	C
0,4 m från en sida	75	20,8	A	78	22,0	A
Mitt i boxen	75	20,9	A	78	21,9	A
0,4 m från bakre vägg	75	15,2	B	78	15,5	B
<i>Alla mätplatser</i>	300	16,6 ± 9,1 ^{b)}		312	17,2 ± 10,1 ^{b)}	

^{a)} Värden med olika bokstäver inom år och strömedel är signifikant skilda åt ($p<0,05$)

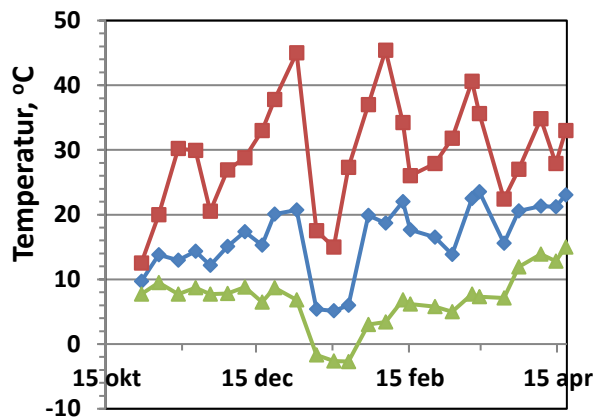
^{b)} Medelvärde ± standardavvikelse



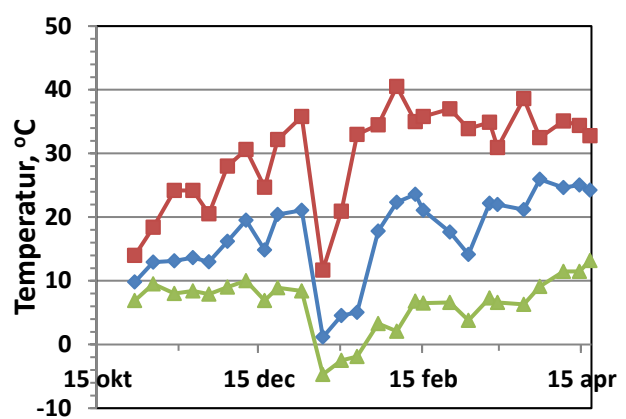
Halmbäddarna under stallperiod 1



Rörlensbäddarna under stallperiod 1



Halmbäddarna under stallperiod 2



Rörlensbäddarna under stallperiod 2

Figur 8. Max-, min- och medeltemperatur i djupströvbäddarna under stallperiod 1 och 2

Vid sju tillfällen under en del av stallperiod 1 (2015-03-04 – 2015-04-23) gjordes temperaturmätning även på 0,1 m, 0,2 m respektive 0,3 m djup i en box med varje strömedel. Mätningarna visade en tendens till att temperaturen sjönk längre ned i bäddarna och det var en signifikant skillnad mellan nivåerna om man räknade samman de båda strötyperna (tabell 7). Det var ingen skillnad mellan halm- och rörlensboxarna.

Tabell 7. Temperaturen i djupströvbäddarna vid 0,1 m, 0,2 m och 0,3 m djup under stallperiod 1.

		Temperatur, °C (medel ± stdav) på olika djup			
	N	0,1 m	0,2 m	0,3 m	p-värde
Alla djupströvbäddar	13	27,1 ± 2,5	25,3 ± 1,9	22,2 ± 2,1	0,029
Halmbäddar	7	27,9 ± 4,4	25,5 ± 3,7	21,7 ± 3,8	0,125
Rörlensbäddar	6	26,1 ± 3,4	24,9 ± 2,0	22,8 ± 2,6	0,270

Att temperaturen var lägre längre ned i bäddarna framkom även vid mätningar under stallperiod 2. Vid åtta tillfällen gjordes en mätning av temperaturen på 0,15 m djup. I genomsnitt var temperaturen 2,8 grader lägre på 0,15 m djup jämfört med på 0,085 m. Det var dock stor variation mellan enskilda mätningar.

Torrsubstanshalten i djupströbäddarna

Under en del av stallperiod 1 (2015-03-04 – 2015-04-23) togs prover för bestämning av ts-halten på olika djup, 0,1 m, 0,2 m och 0,3 m. Proverna torkades i torkskåp vid 60°C under 2 dygn.

Ts-halten var mellan 40-60 %. Halten skilde inte signifikant mellan olika djup i rörlensboxarna, men var lägre vid ökat djup i halmboxarna (tabell 8). Det var ingen signifikant skillnad mellan halmbäddar och rörlensbäddar.

Tabell 8. Ts-halt i djupströbäddarna vid 0,1 m, 0,2 m och 0,3 m djup under stallperiod 1.

	N	Ts-halt, % (medelvärde ± stdav) på olika djup			p-värde
		0,1 m	0,2 m	0,3 m	
Alla djupströbäddar	13	57,6 ± 5,9	47,3 ± 5,6	42,3 ± 4,8	0,004
Halmbäddar	7	59,8 ± 8,3	45,6 ± 8,4	40,8 ± 6,6	0,010
Rörlensbäddar	6	55,1 ± 10,6	49,2 ± 9,3	44,0 ± 8,6	0,306

Djupströbäddarnas och djurens renhet

I samband med mätningen av djupströbäddarnas tjocklek bedömdes varannan vecka också bäddarnas renhet kring varje mätställe. Renheten bedömdes okulärt på en skala från 1 (mycket smutsigt) till 4 (helt rent). Skillnaden mellan bäddarna var mycket små. För stallperiod 1 blev medeltalet 2,5 utan någon signifikant skillnad mellan strötyperna ($p=0,057$). Det var oftast inte särskilt smutsigt, utom vid foderbordet där renheten som lägst bedömdes till 1 och medelpoängen blev 1,8 för halmboxarna och 1,7 för rörlensboxarna. Bäddarna var renast baktill i boxarna, med medelvärde 2,9 för både halm- och rörlensboxarna.

Under stallperiod 2 var halmbäddarna något renare än rörlensboxarna. Medeltalen för stallperiod 2 blev 2,9 för halmboxarna och 2,7 för rörlensboxarna, vilket var en signifikant skillnad ($p=0,000$). Det var också en signifikant skillnad ($p=0,000$) beroende på var i boxen bedömningen gjordes, med smutsigare bäddar vid foderbordet (2,2–2,3) än på de andra platserna (2,9–3,1).

Generellt var djupströbäddarna dock mycket rena vilket också avspeglar sig på djurens renhet. Djurens renhet poängsattes en gång varannan vecka (från 1=mycket smutsig till 4=helt ren). Detta gjordes i samband med ströbäddsregistreringarna och angavs som ett medeltal för varje grupp. I allmänhet var djuren inte särskilt smutsiga utom kanske lite på mage och ben, samt även över nacken vilket berodde på foderbordets utformning. Det var ingen skillnad mellan strötyperna. Medelvärdet för djurens renhet var 2,8 under stallperiod 1 och 3,0 för stallperiod 2. Samtidigt noterades om det fastnade mycket strö i ullen. Detta var dock aldrig något problem eftersom ströstråna var relativt långa och ullen var tät.

Djurens beteende vid ströning

Varannan eller var tredje vecka gjordes observationer av djurens beteende i samband med att nytt strö tillfördes. Dessa observationer gjordes inom de första minuterna efter ströning. Observationerna utfördes för att se om tackorna åt av strömedlet (hade nosen nere i strömedlet) samt om de hostade eller på annat sätt verkade vara besvärade av damm.

Djuren åt mer av strömedlet om det var halm än om det var rörflen. Under stallperiod 1 var det en statistiskt säker skillnad i hur många som åt av ströet, 5 av tackorna på halmbäddarna och 4 av tackorna på rörflensbäddarna. Skillnaden var tydligast i början av studien, men jämnade ut sig något vartefter. Några djur som besvärades av damm upptäcktes inte.

Även under stallperiod 2 var det en statistiskt säker skillnad i hur många som vid varje tillfälle åt av ströet, vilket var 4 av tackorna på halmbäddarna och 3 av tackorna på rörflensbäddarna ($P=0,001$). Det var inte många djur som hostade i samband med ströning, men det blev ändå en statistiskt säker skillnad mellan strötyperna med en frekvens på 0,36 hostande djur i rörflensboxarna och 0,02 i halmboxarna ($P=0,002$). Hostan var dock inte långvarig.

Luftmiljö i stallet

Under stallperiod 1 bestämdes luftens halt av totaldamm gravimetriskt med luftpumpar (SKC) och 37 mm milliporefilter som hängdes upp 1,8 m över en box av varje strötyp. Luftflödet genom dammfiltren var 2,0 l per minut. Mätningen gjordes samtidigt i box 1 (halm) och box 2 (rörflen) (se figur 1). Under fyra dygn gick pumparna slumpmässigt så att provtagningstiden fördelades över tiden. Detta gjordes i tre omgångar under senare delen av stallperioden. Dammfiltren sändes därefter till Arbets- och miljömedicin vid Lunds universitet för vägning.

Resultaten visar att det i medeltal var 0,11 mg totaldamm per m^3 i stallet och att det inte var någon skillnad mellan ströbäddarna. Mätningarna ger emellertid ett medelvärde och visar inte hur höga dammhalterna var just under ströning. Enligt djurskyddsföreskrifterna (SJVFS 2010:15) får halten organiskt damm i djurstallar endast tillfälligt överskrida 10 mg totaldamm per m^3 . Dammhalten i försöksstallet var alltså låg och kan jämföras med stallar för nötkreatur där halten totaldamm är $<0,30$ mg/ m^3 (Jeppsson m.fl., 2006). Ströning i stallar kan tillfälligt innebära höga dammhalter i stalluften, speciellt om ströet blåses in i boxarna (Holmström, 2014).

Under stallperiod 2 studerades i stället mängden damm i samband med ströning, eftersom det bara var då som dammet ansågs utgöra något problem. Dammet mättes genom att vid åtta tillfällen väga de andningsskydd (en för varje strötyp) som användes i samband med ströarbetet, före användning och efter att de använts. Den totala användningstiden hade då varit ca 1 ½ timme för varje strötyp. Observera att detta inte är någon vedertagen metod för att mäta damm utan genomfördes för att ge en indikation på en eventuell skillnad mellan strömedlen. En omräkning av andningsskyddens viktökning visade att mängden damm som filtrerades bort var 0,41 mg/minut vid hantering och ströning med halm och 0,62 mg/minut med rörflen.

Vid fyra tillfällen under varje stallperiod mättes stallluftens innehåll av NH_3 och CO_2 med reagensrör (Kitagawa 105SD respektive 126SC). Mätningarna gjordes i mitten av boxarna på ca 0,2 m höjd över ströbäddsytan i en box av varje strötyp vid varje tillfälle. De boxar som valdes var inte placerade vid yttervägg (figur 1). Det var ingen skillnad i gaskoncentration mellan halm- och rörflensbäddarna. I medeltal var koncentrationen av NH_3 2,4 ppm och av CO_2 637 ppm under stallperiod 1 samt 1,6 ppm respektive

565 ppm under stallperiod 2. Detta är klart under värdena som djurskyddsföreskrifterna anger som gräns vilket är 10 ppm NH₃ respektive 3000 ppm CO₂ (SJVFS 2010:15). Den låga koncentrationen av CO₂ tyder på att försöksstallet var väl ventilerat. Normal halt av CO₂ i utomhusluft är 360-400 ppm.

Provtagning av djupströbäddarna efter stallperioderna

Efter stallperiod 1 togs prover av djupströgödseln i samband med utgödslingen som gjordes tio dagar efter att djuren flyttats från boxarna. Proverna användes både som slutprover för växtnäringsförsöket under stallperioden och som startprover för växtnäringsförsöket under mellanlagringen. Två samlingsprover togs från varje box, först prov A och sedan prov B, successivt vartefter boxen kördes ut. Proven togs för hand och lades i en balja per prov där de blandades. Ett representativt prov togs från varje balja och dessutom togs ett reservprov med ca hälften från A och hälften från B. Proven lades i dubbla frysplastpåsar och frystes ned samma dag.

När stallperiod 2 var avslutad togs prover av djupströbäddarna tre dagar efter att djuren åkt hem. Proverna var både slutprov på djupströbäddarna efter stallperioden och startprov för mellanlagringen i stallet. Provtagningen gjordes med trädgårdsspade, kniv och liten trädgårdsgrep. Det togs två samlingsprov per box, ett från den främre (A) och ett från den bakre delen (B) av boxen. För varje samlingsprov gjordes 3 spadhål (figur 9). Inga hål var närmare boxkanten än 0,4 m. Materialet till varje samlingsprov lades i en balja och blandades väl innan uttagning av en representativ mindre del. Dessutom togs ett reservprov med ca hälften från A och hälften från B. Resterande material lades tillbaka i hålen i ströbädden. Hålen ”förslöts” genom att trampa till, så att inte mer syre än nödvändigt kom ner i bädden. Proven lades i dubbla frysplastpåsar och i frys samma dag.



Figur 9. Djupströbädd under provtagning efter stallperiod 2.

Kemisk sammansättning hos djupströgödsel från stallet

Stallperiod 1

I tabell 9 visas resultaten av analysen av gödseln som ett medelvärde av tre boxar med två samlingsprov från varje box. I två fall var det stor skillnad mellan de två samlingsproverna. Då analyserades reservproven och dessa värden användes istället. Avvikelserna gällde framförallt P och K.

Ts-halten i samlingsproven från djupströbäddarna var mellan 45-52% vilket är en lämplig nivå för komposteringsprocessen. C/N-kvoten var omkring 20 vilket är något lågt och kan medföra större förluster av ammoniak. Skillnaden mellan djupströgödseln med de olika strömedlen var liten förutom för kalium där gödseln med rörflen hade betydligt lägre värden vilket beror på att rörflen i sig har lägre innehåll av kalium än kornhalm.

Stallperiod 2

Analysresultaten från prover tagna direkt efter stallperiod 2 visas i tabell 9. Djupströbäddarna hade något lägre ts-halt men samma C/N-kvot som gödseln efter stallperiod 1. Innehållet av kalium var även här lägre för djupströgödseln med rörflen. Djupströgödseln från halmbäddarna hade signifikant högre värden för NH₄-N, P och Mg jämfört med stallperiod 1.

Mellanlagring på stall efter stallperiod 2

Efter stallperiod 2 låg djupströbäddarna kvar i stallet fram till utkörning den 16 augusti.

Analyser av djupströgödsel

Efter lagringsperioden togs två samlingsprov per box när djupströbäddarna gödslades ut. Proven togs för hand med trädgårdsspade. Det togs två samlingsprov per box (A och B). Djupströgödseln till varje samlingsprov lades i en balja och blandades väl innan uttagning av en representativ mindre del. Dessutom togs ett reservprov med ca hälften från A och hälften från B. Proven lades i dubbla frysplastpåsar och lades i fryssamma dag. Djupströproverna analyserades av Eurofins (analyser se bilaga 2). Medelvärden av samlingsproverna efter mellanlagringen användes vid beräkning av växtnäringsbalanserna. I tabell 10 visas analysresultaten efter lagringsperioden. Det var inga signifikanta skillnader i den kemiska sammansättningen jämfört med provtagningen direkt efter stallperiod 2. Även här var det bara kaliumhalten som var signifikant högre i halmbäddarna än i rörflensbäddarna.

För praktisk användning är innehållet per ton gödsel intressant. Ett ton gödsel innehöll i genomsnitt för de två provtagningarna före och efter mellanlagring inomhus 11,2 kg totalkväve, 3,0 kg ammoniumkväve, 2,2 kg fosfor och 14 kg kalium.

Tabell 9. Innehåll av växtnäring i djupströgödseln efter stallperiod 1 och 2. Medelvärden samt min- och maxvärden av två samlingsprov per box.

	pH	ts	aska	C/N-kvot	Tot-N	NH₄-N	Tot-P	K	Ca	Mg	Na	S
		%	%		g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
<i>Stallperiod 1^{a)}</i>												
Halm	9,1 (9,0-9,2)	52,2 (43,9-57,7)	6,7 (5,3-8,3)	19,8 (17,0-22,0)	22,0 (20,1-25,3)	4,8 (2,9-6,3)	2,9 (2,4-3,7)	35,8 (30,7-43,4)	8,7 (6,9-11,2)	2,6 (2,0-3,7)	2,4 (1,6-3,1)	2,8 (2,2-3,2)
Rörflen	9,0 (8,8-9,3)	51,8 (45,8-63,3)	5,6 (3,8-7,9)	19,7 (15,0-23,0)	23,4 (19,6-28,5)	5,4 (4,8-6,0)	3,2 (2,4-4,1)	24,7 (17,4-32,8)	7,0 (5,4-11,5)	2,9 (2,0-4,1)	2,1 (1,2-3,1)	2,6 (1,9-3,3)
<i>Stallperiod 2^{b)}</i>												
Halm	- -	45,8 (36,8-59,2)	5,5 (4,4-6,6)	18,0 (16,0-22,0)	24,6 (19,9-26,9)	6,8 (5,1-9,0)	4,9 (3,9-5,9)	35,1 (32,0-38,0)	- -	3,8 (3,0-4,6)	3,3 (3,0-3,7)	1,4 (2,8-3,5)
Rörflen	- -	49,8 41,1-58,8	4,9 (4,0-6,1)	21,5 (18,0-26,0)	21,3 (18,0-25,1)	6,2 (4,1-7,9)	4,3 (2,4-6,1)	26,1 (20,5-30,8)	- -	3,4 (2,4-4,2)	2,7 (2,3-3,1)	1,3 (1,1-1,6)

^{a)} Samlingsprov tagna vid utgödsling av boxarna. Dessa användes till växtnärbalanserna.

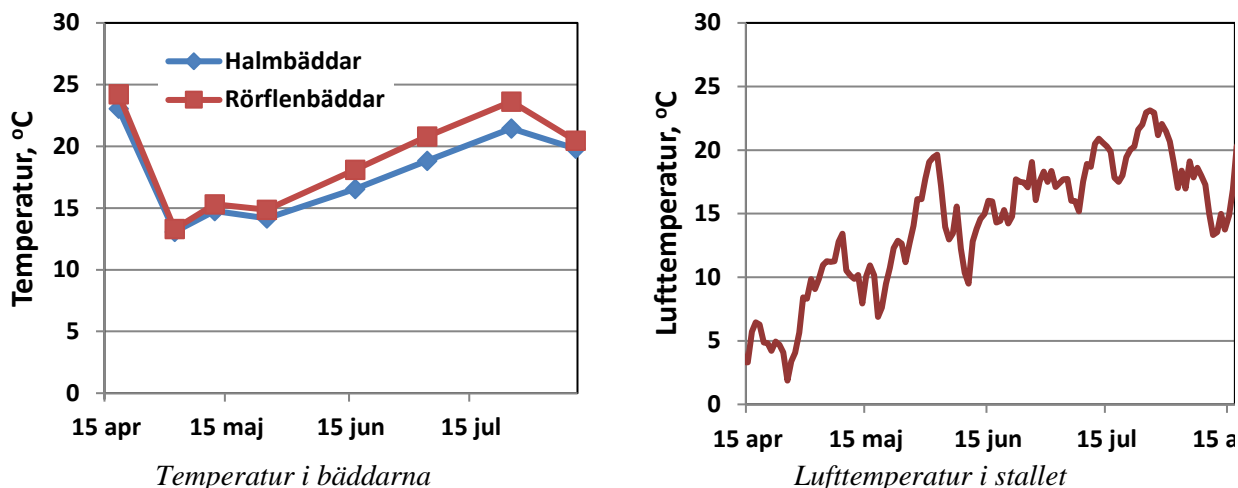
^{b)} Samlingsprov tagna i boxarna före lagring av djupströgödseln i stallet

Tabell 10. Analysresultat på växtnäring i djupströgödseln efter lagringsperiod på stall, stallperiod 2. Medelvärden samt min- och maxvärden från två samlingsprov per box tagna vid utgödsling av boxarna. Dessa värden användes till växtnärbalanserna.

	pH	ts	aska	C/N-kvot	Tot-N	NH₄-N	Tot-P	K	Ca	Mg	Na	S
		%	%		g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
Halm	- -	41,8 (26,4-50,2)	6,5 (4,6-8,4)	15,8 (13,0-19,5)	28,1 (22,9-33,3)	7,5 (6,0-10,0)	5,4 (4,4-6,0)	48,1 (16,0-22,5)	- -	4,8 (4,1-5,3)	4,5 (3,5-5,2)	4,0 (3,3-4,7)
Rörflen	- -	49,9 (43,6-53,3)	5,4 (4,1-7,1)	20,2 (16,0-23,5)	22,7 (19,8-26,8)	5,0 (3,8-6,1)	4,2 (2,9-5,2)	30,1 (26,7-36,6)	- -	3,8 (2,6-5,0)	2,9 (2,5-3,4)	3,0 (2,4-3,8)

Temperaturen i djupströbäddarna

Under mellanlagringen inomhus mättes temperaturen i bäddarna vid åtta tillfällen. Temperaturen sjönk under de första 14 dagarna för att sedan öka med lufttemperaturen i stallet. Förmodligen avstannar komposteringen eftersom det inte tillkommer ny gödsel och strömedel. Temperaturen i rörfbensbäddarna var signifikant högre än i halmbäddarna ($p=0,002$). Figur 10 visar medeltemperaturen i bäddarna och lufttemperaturen i stallet under lagringsperioden. Luftfuktigheten i stallet varierade mellan 50-90 % relativ fuktighet.



Figur 10. Medeltemperatur i halm- och rörfbensbäddarna under mellanlagringen på stall efter stallperiod 2 samt lufttemperatur i stallet.

Ströbäddens tjocklek

Efter stallperiod 2 gjordes mätningar av ströbäddens tjocklek strax efter att fåren flyttats från djupströbäddarna (18 april). I slutet av mellanlagringen gjordes nya mätningar (15 augusti). Under denna tid hade ströbäddarna sjunkit ihop något, knappt 0,02 m i medeltal. Mätningarna gjordes på ungefär samma punkter men inte exakt. Att bäddarna sjönk ihop tyder på att det pågick viss nedbrytning.

Mellanlagring i gödselhögar efter stallperiod 1

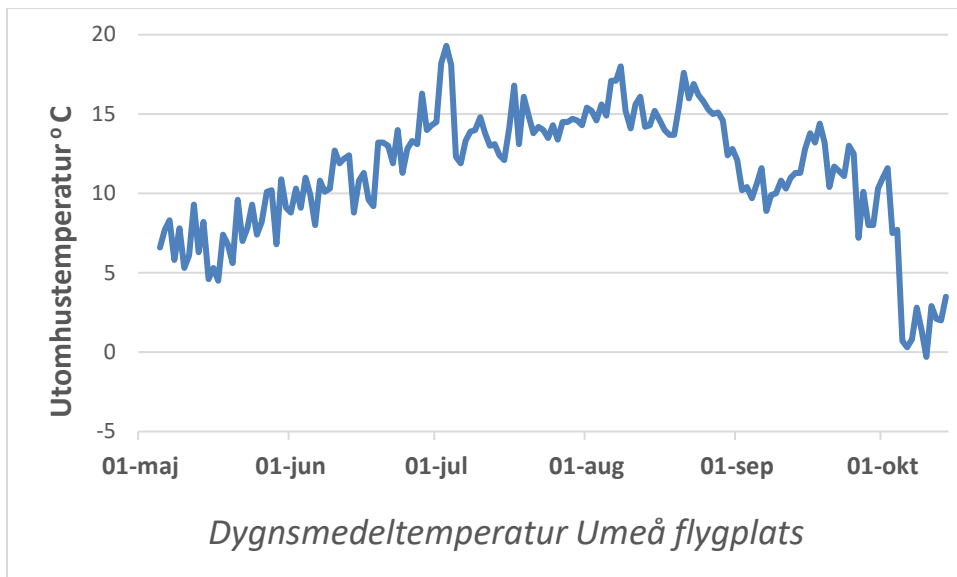
Efter stallperiod 1 kördes all djupströgödsel ut med bobcat tio dagar efter att fåren lämnat stallet. Djupströgödseln från en box i taget samlades på ett vagnsflak som vägdes på en fordonsvåg med noggrannheten 20 kg. Därefter tippades gödseln på en rensopad hårdgjord yta utanför försöksstallet. Djupströgödseln från de tre boxarna med samma strömedel tippades i samma hög. Materialet lastades sedan upp på vagnen en gång till för att på detta sätt blandas så väl som möjligt.

All gödsel från respektive strömedel lades sedan på en presenning placerad på en grovplanerad yta utomhus (figur 11). Ambitionen var att ytan skulle luta mot en plats dit avrinningsvatten kunde rinna ned i en hink. Eftersom det var svårt att planera hela ytan gjordes även en lutning in mot ett tvärgående ”dike”. Presenningssyta utanför högarna minimerades så mycket som möjligt.

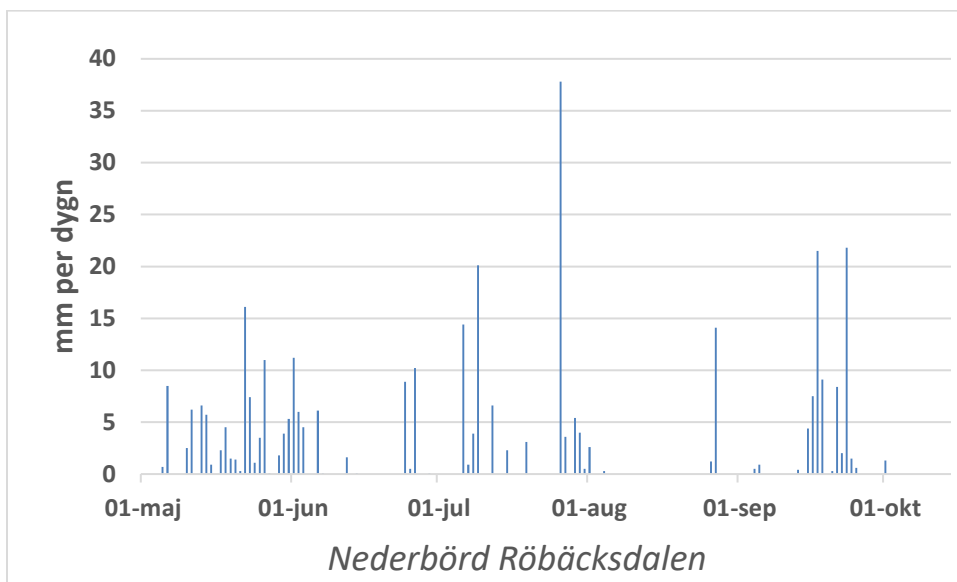


Figur 11. Mellanlagring av gödselhögar efter stallperiod 1.

Lufttemperatur (figur 12) och nederbörds mängd (figur 13) under lagringsperioden hämtades från lokala väderstationer. År 2015 var sommaren och hösten regnigare än normalt. Sensommaren var dock torrare än normalt, vilket gjorde att den uppmätta nederbörds mängden, 341 mm för hela lagringsperioden (maj-halva oktober), bara var något högre än normalvärdet vilket är 320 mm för Umeå åren 1961-1990 (SMHI, 2018).



Figur 12. Lufttemperatur utomhus under lagringsperioden i hög efter stallperiod 1.



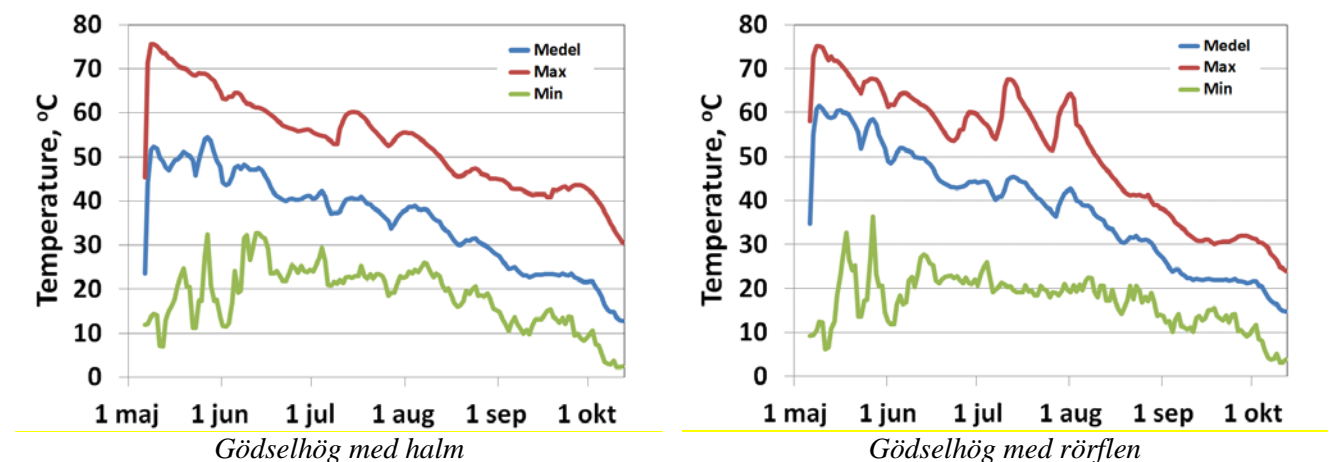
Figur 13. Nederbörd under lagringsperioden i hög efter stallperiod 1.

Temperatur i gödselhögarna

Temperaturen i högarna registrerades med hjälp av små dataloggrar (TinyTag Plus 2, Gemini data loggers) som mätte kontinuerligt var 60 minut under lagringen. Dataloggrarna lades i fryspåsar som förslöts med tejp. I samband med att högarna lades upp placerades loggrarna på ca 1 m höjd i norr, sydost respektive sydvästläge. I varje läge lades en logger ca 0,5 m från stackens mitt och en ca 0,3 m från ytan på stacken. Ett plastband som nådde utanför ytan fästes vid varje påse med datalogger, så att det skulle gå att hitta dem i samband med att lagringen avslutades.

Direkt efter att djupströgödseln lagts upp i högar steg maxtemperaturen till ca 70-75°C i mitten av båda högarna (figur 14). Därefter sjönk temperaturen succesivt under mellanlagringen. Det var stor variation mellan de olika mätpunkterna i gödselhögarna. I början av lagringsperioden var det upp mot ca 50°C skillnad mellan max- och min-temperatur i högarna. Mot slutet av lagringsperioden var skillnaden mellan min- och maxtemperatur ca 20-30°C. Högsta temperaturen och därmed även högsta omsättningen var i de inre delarna av högarna under hela lagringsperioden. Medeltemperaturen i rörlshögen var något högre än i halmhögen, speciellt i början av lagringsperioden. När gödselhögarna bröts upptäcktes att ett par dataloggrar hade hamnat nära ytskiktet av högarna vilket kan ha påverkat resultaten.

Temperaturen mitt i högarna överensstämmer med hur temperaturen utvecklas vid kompostering av gödsel (Kirchmann, 1986; Sommer & Møller, 2000). Värmen som bildas gör att temperaturen snabbt ökar till strax över 70°C och därefter avtar temperaturen. Den något högre medeltemperaturen i högen från rörlshögen kan eventuellt tyda på att där var något högre omsättning, men eftersom loggrar hade hamnat nära ytskiktet under lagringen och vi inte hade flera högar med varje strömedel, kan vi bara dra slutsatsen att strömedlen fungerade ungefär på samma sätt vid kompostering i hög.



Figur 14. Max- medel- och mintemperatur under lagringsperioden i gödselhögar med djupströgödsel med halm respektive rörlshögen som strömedel. Resultat från sex dataloggrar i respektive gödselhög.

Gödselprover och gödselmängder

Prov togs av varje gödselhög samma dag som de lades upp, den 5 maj och därefter den 9 juni och 30 september. Proverna samlades från ungefär 25, 50 respektive 75 % av höjden på gödselhögarna och togs för hand med hjälp av en trädgårdsspade, från ytan och så långt in som armen nådde. På varje nivå togs tre prover från olika håll som slogs ihop till ett samlingsprov. De tre delproven lades i varsin balja och blandades om. Ett representativt prov togs från varje balja och lades i en frysplastpåse. Dessutom togs ett reservprov från varje hög och nivå.

För att få representativa slutprov från lagringsförsöket togs även två samlingsprov (A och B) från varje hög i samband med att högarna bröts den 14 oktober. Proven togs med spade successivt medan högarna kördes ut. Materialet för varje prov lades i en balja, blandades och ett representativt prov togs och lades i en frysplastpåse. Dessutom togs ett reservprov med ca hälften från A och hälften från B. När gödselhögarna bröts lastades djupströgödseln på ett vagnsflak och vägdes på fordonsvägen. Invägnings- och slutvikterna visas i tabell 11. Det var högre totalvikt vid brytningen av högarna än då de lades upp, men p.g.a. den lägre

ts-halten efter lagringen (nederbördsrik sommar) så uppmättes en förlust i kg ts på ca hälften av den inlagrade mängden.

Tabell 11. Vikt på högarna före och efter lagring, kg.

Strömedel	Totalvikt, kg		Ts-halt, %		Ts-vikt, kg ts		Skillnad, kg ts
	IN	UT	IN	UT	IN	UT	
Halm	5745	6020	47,4	21,7	2721	1306	1415
Rörflen	5886	6140	50,6	26,2	2976	1596	1380

I den totala ströbäddsvikten före lagring ingår strömedel, träck, urin samt eventuella foderrester. Kondensvatten och eventuellt regnvatten eller snö som kommit in i stallet i samband med kraftig vind kan bidra med mindre mängder. Det hände också att djuren puttade omkull sina vattenhinkar. Det var dock inte ofta, och i huvudsak var hinkarna då tomma. Det fanns inget synligt läckage från ströbäddarna ut i gången, så inget vatten försvann den vägen.

Kemisk sammansättning av djupströgödsel från gödselhögarna

I tabell 12 visas medelvärden på analysresultaten vid de olika provtagningarna. I medelvärdena före lagring ingår även de samlingsprover som togs när boxarna gödslades ut. De provtagningar som användes vid beräkning av växtnäringsbalanserna anges i fotnoten.

Innehållet i djupströgödseln förändrades under lagringen i hög. Ts-halt och askhalt sjönk eftersom mellanlagringen skedde under en regnig sommar. Även C/N-kvoten minskade under lagringen. Kol omsätts till energi av mikroorganismerna och avges som CO₂. Förluster av kväve sker till luft framförallt som NH₃ samt utlakas som NH₄-N och nitrat. Alla näringsämnen ökade under lagringen uttryckt i mängd per kg ts (tabell 12), eftersom djupströgödseln omsätts och därmed minskar mängden ts. Mängden NH₄-N per kg ts var däremot lägre efter lagring vilket tyder på en förlust av kväve. Djupströgödseln med rörflen hade lägre innehåll av kalium vilket är en avspeglning av det lägre innehållet i rörflen jämfört med halm.

För praktisk användning är innehållet per ton gödsel intressant. Ett ton gödsel innehöll i medeltal för de två provtagningarna i slutet av lagringen ute 7,0 kg totalkväve, 0,8 kg ammoniumkväve, 1,6 kg fosfor och 12 kg kalium.

Avrinningsvatten

Prov av avrinningsvattnet från varje gödselhög togs vid tio tillfällen varav 6 prover analyserades. Volymen i hinken mättes och prov togs ut efter omrörning. Provtagningsburken ”sköljdes” igenom med vattnet tre gånger innan själva provet togs. Proven samlades i plastburkar med skruvlock och lades i frys samma dag som de samlats. Hinkarna tömdes oftast en gång per vecka och mängden avrinningsvatten mättes. Sommaren var regnig vilket medförde att hinkarnas volym inte räckte till. De var nästan alltid fulla vilket innebar att stora mängder troligen rann utanför. Uppgifter på den totala mängden avrinningsvatten saknas därför.

Mängden total-N och NH₄-N var högre de tre första veckorna av lagringsperioden men minskade därefter och var konstant de två sista månaderna. Innehållet av P ökade under lagringsperioden medan innehållet av K var ganska konstant. Tabell 13 visar medelvärdet av analysresultaten för avrinningsvatten från gödselhögarna med halm respektive rörflen.

Tabell 12. Medelvärden samt min- och maxvärden på växtnäringens innehåll i djupströgsödseln vid start av lagringsperiod i gödselhögar efter stallperiod 1, efter 1 månads lagring, efter 4,8 månader samt efter lagringsperiodens slut (drygt 5 månader).

	pH	ts	aska	C/N-kvot	Tot-N	NH₄-N	Tot-P	K	Ca	Mg	Na	S
		%	%		g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
<i>Djupströgsödsel med halm som strömedel</i>												
Start av lagring ^{a)}	9,3 (9,2-9,3)	42,5 (38,9-48,7)	5,9 (5,4-6,8)	16,3 (16,0-17,0)	26,5 (25,3-27,1)	7,7 (6,0-9,8)	5,0 (3,3-6,2)	33,5 (26,7-41,1)	9,9 (8,0-11,8)	3,7 (2,3-4,6)	3,0 (2,3-3,3)	3,5 (2,9-4,1)
1 mån. lagring ^{b)}	9,0 (8,9-9,0)	32,8 (25,2-46,5)	4,8 (3,7-6,4)	15,7 (14,0-18,0)	27,6 (24,1-30,3)	4,2 (3,7-4,5)	4,4 (4,1-5,2)	41,4 (33,6-47,6)	11,6 (10,8-12,3)	3,6 (3,2-3,9)	3,4 (2,8-3,7)	3,6 (3,1-4,0)
4,8 mån. lagring ^{c)}	9,0 (8,9-9,2)	24,1 (20,6-26,6)	5,5 (4,1-6,5)	12,0 (11,0-13,0)	33,0 (29,9-34,6)	3,1 (2,4-3,7)	7,1 (5,8-7,7)	56,7 (53,4-60,7)	19,6 (15,5-24,6)	6,0 (4,9-7,0)	4,5 (4,4-4,7)	5,0 (4,4-5,7)
Slut av lagring ^{d)}	9,1 (9,0-9,1)	18,7 (18,2-19,5)	4,3 (4,1-4,6)	13,7 (13,0-15,0)	29,1 (26,4-30,8)	3,6 (3,1-4,4)	6,6 (6,0-7,1)	45,5 (44,1-47,3)	19,6 (18,5-20,7)	5,6 (5,3-6,2)	3,8 (3,7-4,0)	5,5 (5,4-5,6)
<i>Djupströgsödsel med rörflen som strömedel</i>												
Start av lagring ^{a)}	9,2 (9,2-9,3)	49,4 (45,2-54,1)	5,6 (5,1-6,9)	22,7 (21,0-26,0)	19,3 (17,3-21,3)	4,6 (3,9-5,7)	3,3 (2,7-4,1)	21,2 (18,8-22,5)	6,8 (6,0-7,6)	2,9 (2,2-3,5)	1,9 (1,7-2,3)	2,3 (1,9-2,7)
1 mån. lagring ^{b)}	8,8 (8,7-8,8)	38,4 (35,0-43,6)	5,1 (4,8-5,3)	16,3 (14,0-18,0)	26,5 (24,5-29,4)	3,1 (2,8-3,4)	3,8 (3,0-4,9)	31,2 (21,1-38,4)	9,6 (6,9-13,4)	3,6 (2,5-4,6)	2,7 (1,8-3,4)	2,9 (2,1-3,4)
4,8 mån. lagring ^{c)}	8,9 (8,8-9,0)	29,8 (21,5-43,4)	5,4 (4,1-6,4)	13,9 (9,7-19,0)	31,2 (23,0-39,9)	3,5 (2,8-4,5)	6,6 (6,0-7,0)	30,4 (29,3-32,0)	19,8 (15,3-23,0)	7,0 (5,6-9,0)	2,8 (2,6-3,2)	4,2 (4,0-4,5)
Slut av lagring ^{d)}	9,0 (9,0-9,0)	22,6 (19,5-25,4)	4,5 (4,3-4,7)	12,1 (9,2-14,0)	33,9 (29,3-42,2)	3,9 (3,1-4,7)	6,0 (5,5-6,7)	34,2 (32,8-35,8)	16,2 (13,0-19,5)	5,3 (5,1-5,6)	3,2 (2,8-3,4)	4,2 (3,9-4,4)

^{a)} Medelvärden samt min- och maxvärden av 3 analyser från gödselhögarna vid start av lagringen.

^{b)} Medelvärden samt min- och maxvärden av 3 analyser från gödselhögarna efter 1 månads lagring.

^{c)} Medelvärden samt min- och maxvärden av 3 analyser från gödselhögarna 2 veckor före avslut av lagringen.

^{d)} Medelvärden samt min- och maxvärden av 3 analyser vid brytning av gödselhögarna. Dessa användes till växtnäringens balanserna.

Tabell 13. Analysresultat på växtnäring i avrinningsvattnet från gödselhögar efter stallperiod 1. Medelvärden samt min- och maxvärden från sex provtagningstillfällena under mellanlagringen.

	ts	Tot-N	NH4-N	Tot-P	K	Ca	Mg	Na	S
	%	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
Gödselhög halm	2,8 (0,8-3,8)	38,1 (24,3-63,3)	23,0 (10,5-50,0)	5,4 (4,6-6,6)	216 (181-250)	5,6 (3,8-6,8)	3,8 (2,5-5,3)	17,8 (15,0-21,3)	8,5 (6,8-11,3)
Gödselhög rörflen	1,9 (0,8-2,6)	42,6 (25,2-81,1)	28,7 (15,4-50,0)	6,7 (3,8-10,0)	200 (162-239)	7,5 (3,8-8,9)	5,4 (2,5-8,4)	18,0 (12,5-22,2)	7,8 (6,2-10,6)

Beräkning av växtnäringsbalanser

Växtnäringsbalans för stallperiod 1

Växtnäringsbalanser för kväve, fosfor och kalium beräknades per strömedel för båda stallperioderna (tabell 14). Växtnäringsinnehållet i de olika posterna räknades först ut per box.

Näringsinnehållet i djurkroppar har använts för att beräkna innehållet i tillväxten hos lamm. Uppgifterna har hämtats från litteraturen: enligt Wishmeyer m.fl. (1996) är vattenhalten i helkroppar av lamm 56,8 % och proteinhalten 15,9 %. För fosforhalten hittade vi ingen specifik siffra för lamm, men för nötkreatur och får används 0,74 % P i en mall för växtnäringsbalanser (KRAV, 2014). För kalium kunde vi inte hitta värden för hela djur och vi fick nöja oss med en siffra för lammkött (0,21 % K, Damgaard Poulsen och Friis Kristensen, 1997). In- och ut-värdena för varje strömedel är beräknade per box, vilket innebär att vikt och analysvärden är specifika för varje box. Särskilt mängden näringsämne varierade mycket mellan olika boxar eftersom det var stor variation mellan analysvärden i olika prover av djupströgsedel.

Tabell 14. Växtnäringsbalanser för stallperiod 1 och efterföljande mellanlagring i hög. Negativ balans eller förlust indikerar en ökning av mängden näringsämnen under lagring. Medelvärde \pm standardavvikelse för tre boxar per strömedel.

		Ts	N	P	K
		kg per djur			
Halm					
In stall	Foder-rester	218 \pm 14	3,87 \pm 0,23	0,56 \pm 0,03	3,36 \pm 0,20
	Strömedel	65,6 \pm 1,6	0,56 \pm 0,01	0,063 \pm 0,02	1,25 \pm 0,03
Ut stall	Djupströbädd	167 \pm 29	3,69 \pm 0,64	0,48 \pm 0,05	6,04 \pm 1,72
	Tillväxt lamm	2,75 \pm 0,14	0,16 \pm 0,01	0,05 \pm 0,002	0,01 \pm 0,001
Balans In stall -Ut stall		114	0,58	0,09	-1,45
Förlust i stall % av In stall		40 %	13 %	15 %	-31 %
Ut hög		63	1,82	0,41	2,84
Balans Ut djupströbädd-Ut hög		104	1,87	0,07	3,20
Förlust i hög % av Ut djupströbädd		62 %	51 %	15 %	53 %
Förlust totalt % av In stall		77 %	55 %	26 %	38 %
Rörflen					
In	Foder- rester	220 \pm 12	3,95 \pm 0,21	0,57 \pm 0,02	3,43 \pm 0,18
	Strömedel	74 \pm 1,4	0,46 \pm 0,01	0,051 \pm 0,001	0,134 \pm 0,002
Ut	Djupströbädd	170 \pm 21	3,96 \pm 0,88	0,55 \pm 0,07	4,13 \pm 0,52
	Tillväxt lamm	2,95 \pm 0,19	0,17 \pm 0,01	0,05 \pm 0,003	0,01 \pm 0,001
Balans In stall -Ut stall		121	0,28	0,02	-0,57
Förlust i stall som andel av In stall		41 %	6,3 %	4,0 %	-16 %
Ut hög		77	2,57	0,45	2,64
Balans Ut djupströbädd-Ut hög		93	1,39	0,10	1,49
Förlust i hög % av Ut djupströbädd		55 %	35 %	18 %	36 %
Förlust totalt % av In stall		73 %	38 %	19 %	26 %

Balans In-Ut stall för ts och N visar hur stora torrsubstans- och kväveförlusterna var under stallperioden. För fosfor och kalium är skillnader mellan mängden in och mängden ut från boxarna ett mått på noggrannheten i växtnäringsbalanserna då det inte borde vara några förluster av dessa näringsämnen inomhus. Att förlusterna ändå varierar från -31 % till 4,2 % visar på svårigheten att ta representativa prover.

Balans In djupströbädd-Ut hög visar hur stora torrsubstans- och växtnäringsförlusterna var under lagringsperioden utomhus. För fosfor gäller även här att det kan vara ett mått på precisionen i mätningarna eftersom huvudparten av P är bundet till det fasta materialet och inte borde utlakas. Kalium är däremot mycket lättlösligt och de mycket höga K-halterna i avrinningsvattnet visar att det troligen skett en signifikant utlakning, så de stora kaliumförlusterna som balanserna i högarna visar är troligen reella.

Växtnäringsbalans för stallperiod 2

Eftersom djupströbäddarna låg kvar och mellanlagrades i stallet efter stallperiod 2 finns inte värden på gödselmängderna i boxarna vid betessläpp. Växtnäringsbalansen har därför beräknats för hela stallperioden inklusive lagring i stallet under sommaren (tabell 15). Eftersom bara vuxna tackor användes detta år och dessa i medeltal inte förändrade sin vikt nämnvärt under stallperioden antas tackorna ha samma näringsinnehåll då de kom till stallet som när de lämnade stallet.

Tabell 15. Växtnäringsbalans för stallperiod 2 och efterföljande mellanlagring i stall. Medelvärden \pm standardavvikelse för tre boxar per strömedel. Två prover av djupströgödseln analyserades från varje box. Negativ balans eller förlust indikerar en ökning av mängden näringsämnen under lagring.

		Ts	N	P	K
		kg per djur			
<i>Halm</i>					
In	Foder- rester	238 \pm 17	3,61 \pm 0,24	0,55 \pm 0,03	4,04 \pm 0,29
	Strömedel	59 \pm 4	0,55 \pm 0,03	0,071 \pm 0,003	0,95 \pm 0,06
Ut	Djupströbädd	137 \pm 45	3,70 \pm 0,97	0,73 \pm 0,26	6,26 \pm 1,22
Balans In -Ut stall		161	0,46	-0,11	-1,28
Förlust som andel av In		54 %	11 %	-17 %	-26 %
<i>Rörflen</i>					
In	Foder- rester	247 \pm 17	3,74 \pm 0,23	0,57 \pm 0,04	4,20 \pm 0,29
	Strömedel	70 \pm 4	0,38 \pm 0,2	0,043 \pm 0,002	0,091 \pm 0,005
Ut	Djupströbädd	161 \pm 2	3,63 \pm 0,63	0,69 \pm 0,19	4,80 \pm 1,0
Balans In -Ut stall		156	0,49	-0,07	-0,52
Förlust som andel av In		49 %	12 %	-12 %	-12 %

Ökningen av mängden P och K kan tyckas anmärkningsvärd. Den är dock mindre än eller lika med standardavvikelsen för innehållet av P och K i djupströbäddarna. Den stora standardavvikelsen och den negativa balansen kan båda förklaras med att det var svårt att ta representativa prov från bäddarna på grund av det inhomogena materialet både avseende halten av strömedel, graden av nedbrytning och vattenhalten. Variationen var större detta år än det föregående. För N visar balansen en liten förlust som dock är mindre

än standardavvikelsen för innehållet av N i djupströbäddarna. Innehållet av torrsbstans har dock minskat signifikant. En stor del av detta är naturligtvis omsättningen i djuren, men de förhöjda temperaturerna i djupströbäddarna jämfört med lufttemperaturen i stallet visar att det skett en nedbrytning av strömedel och gödsel i bäddarna, främst så länge djuren var kvar.

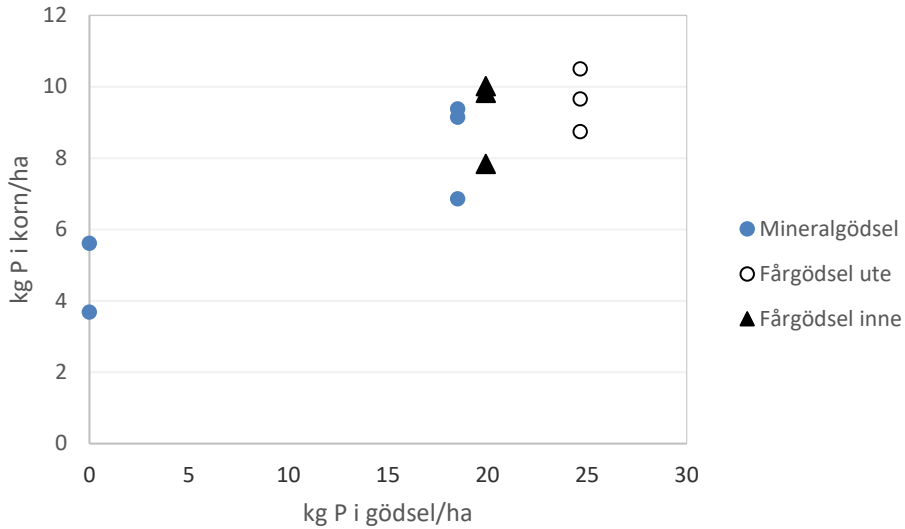
Generellt var kväve och kaliumförlusterna lägre under stallperiod 1 och stallperiod 2+ mellanlagring i stall än under mellanlagring i hög utomhus. De höga kväveförlusterna utomhus bekräftas också av att ammoniumhalterna minskade under lagringen i hög utomhus (Tabell 12).

Växthusstudie

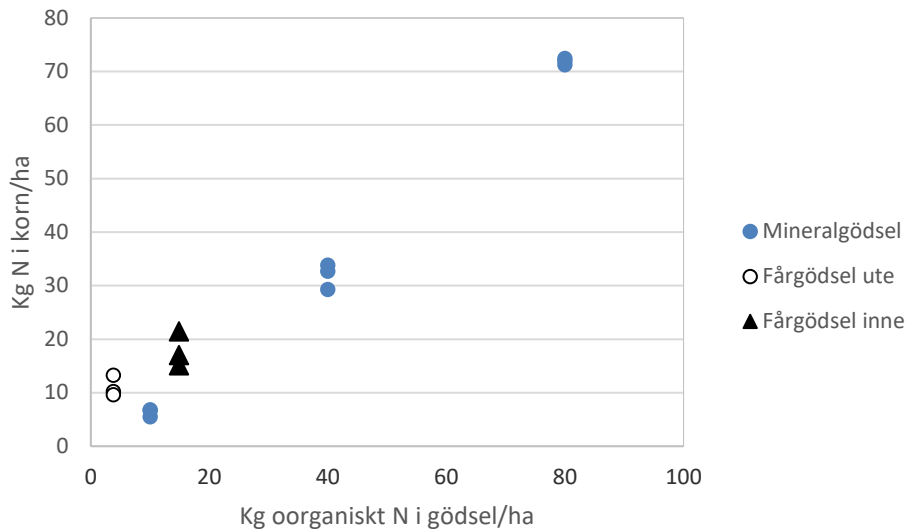
Korn odlades i växthus under 93 dagar mars-juni 2017. Två olika substrat användes. Det ena var mulljord från ett fält med låg tillgänglighet på fosfor. Det andra var en 50/50 volymprocent blandning av sand och vermikulit. Tre reservprover av fårgödsel från de två sista slutprovtagningarna av högen med kornhalm och tre reservprover från halmboxarna efter mellanlagring i stall slogs ihop till ett prov från lagring utomhus (Fårgödsel ute) respektive ett prov från lagring inomhus (Fårgödsel inne). Förutom fårgödsel som tillfördes i en mängd motsvarande ca 120 kg N/ha fanns också behandlingar utan gödsling och med gödselmängder av oorganiskt kväve och fosfor. Korn och strå från varje kruka analyserades på totalt innehåll av kväve och fosfor hos ALS Global. Gödseln analyserades på innehåll av både totalt och vattenlösligt P samt ammonium-N, nitrat-N och total-N.

Mulljorden användes för att bestämma tillgängligheten hos fosfor i gödselmedlen. Fårgödseln hade ungefär samma fosfortillgänglighet för korn som superfosfat (figur 15) eftersom fosforupptaget i korn har ungefär samma linjära samband till mängden fosfor i gödseln oavsett gödselmedel. Upptaget av fosfor påverkades inte signifikant av lagring inom- eller utomhus.

Sand/vermikulit användes för att bestämma tillgängligheten hos kvävet i gödselmedlen. Tillgängligheten av kväve i fårgödseln för korn motsvarade något mer än innehållet av oorganiskt kväve i gödseln (figur 16) eftersom krukorna som fått fårgödsel hade större kväveupptag än vid motsvarande gödsling med ammoniumnitrat. En del av det organiska kvävet i gödseln hade därför troligen mineraliserats under växthusstudien. Efter mellanlagring inomhus innehöll gödseln högre halter ammoniumkväve som togs upp av kornet och gav större tillväxt än efter mellanlagring utomhus. Kornplantorna som gödslats med fårgödsel växte mycket bättre i mulljorden än i sand/vermikulit, troligen på grund av kvävemineralisering från jorden.



Figur 15. Upptag av fosfor i korn och halm hos kornplantor som växt i mulljord. Fårgödsel ute är gödslad med djupströgödsel med kornhalm från slutet av mellanlagringen i hög 2015. Fårgödsel inne är gödslad med djupströgödsel med kornhalm från slutet av mellanlagringen på stall 2016.



Figur 16. Upptag av kväve i korn och halm hos kornplantor som växt i sand/vermikulit. Fårgödsel ute är gödslad med djupströgödsel med kornhalm från slutet av mellanlagringen i hög 2015. Fårgödsel inne är gödslad med djupströgödsel med kornhalm från slutet av mellanlagringen på stall 2016.

Fältstudie

Syftet med den fältstudie som gjordes var att samla in gödselprov för att få värden på växtnäringssinnehållet i djupströgödsel från gårdar med lammproduktion, samt att få data som jämförelse till våra försöksresultat. Åtta gårdar med lammproduktion besöktes, fyra i Skåne och fyra i Västerbotten. Gårdarna har mellan 40 och 700 tackor. Foderstaterna baseras på ensilage, på de flesta gårdar kompletterat med kraftfoder. Tre av gårdarna har ekologisk produktion.

Byggnaderna är av varierande typ; fyra är oisolerade byggnader, två är ombyggda ladugårdar (stall med höskulle) och två är ombyggda isolerade grisstallar. Samtliga byggnader har naturlig ventilation. På fem av gårdarna består boxgolven av betong, två har grusbotten och en har packad jord. Den beräknade tillgängliga ströbäddsytan per tacka varierade mellan 2,1 och 3,6 m².

Som strömedel använde alla gårdar halm, främst av korn. Man ströade mellan en gång per dag till en gång i veckan. Åtgången av halm varierade mellan 1 kg per tacka och dag till 1 kg per tacka och vecka. Gården med lägst åtgång har ett stall med en utvändig skrapgång där foderbordet är placerat, vilket minskar behovet av halm eftersom en del gödsel hamnar i skrapgången och liggytan är mindre. Utomhusytan skrapas en gång i veckan och därefter strör man ut kalksand som halkbekämpning.

Stallperioden på de västerbottniska gårdarna är 7-8 månader och på de skånska ca 6 månader. Ströbädden på en av de västerbottniska gårdarna kan bli uppemot 60 cm tjock, medan den skånska gård som har skrapgång bara hinner få en 30 cm tjock bädd.

På ett par av gårdarna körs ströbädden ut inom ett par veckor efter att djuren släppts på bete, på två gårdar gödslar man ut under sommaren och på de övriga sker utgödslingen på hösten, strax innan fåren ska stallas in igen. Mellanlagring sker därefter nära gården på tre av gårdarna, varav två har betongplatta. De övriga lagrar gödseln i högar på vallar som ska plöjas upp. Gödseln sprids på våren innan plöjning på alla gårdar utom på två skånska gårdar där man sprider redan på hösten. Tiden från utgödsling till spridning varierar mellan 1 och 12 månader på de olika gårdarna.

Gödselprover från fältstudien

På varje gård togs tre representativa samlingsprover för analys. Provtagningen gjordes i början av maj på tre av gårdarna i Västerbotten, d.v.s. på fjolårets gödsel som då legat ca 8 månader i högar. På den fjärde gården gjordes provtagningen 1 juni, både i en hög från fjolåret och i årets ströbädd som just höll på att köras ut. Den senare provtogs även på hösten, efter ca 4 månaders lagring i fält. Provtagningen i Skåne gjordes i mitten av september av gödsel som hade legat 2-4 månader i hög, utom på en gård där provtagningen gjordes av bädden som fortfarande låg kvar i fårhuset. Totalt togs alltså prov från gödselhögar på sju gårdar och från bäddar på två gårdar.

Proven grävdes fram med trädgårdsspade eller grep. Materialet till varje samlingsprov blandades om och ett representativt prov togs ut och lades i en plastpåse märkt med strötyp och datum. Proven lades i frys samma dag som de tagits. De skickades sedan till Eurofins för analys (bilaga 2).

Resultaten av de kemiska analyserna finns i tabell 16. Generellt för alla prov är att C/N-kvoten är låg, i medeltal mellan 10,9 – 13,2, vilket har betydelse för hur mycket kväve som binds av mikroorganismerna. En låg C/N-kvot ger högre kväveförluster via ammoniakemission samt utlakning. Mängden total-N i djupströgödseln efter mellanlagring i gödselhögar var i medeltal 30,5 g/kg ts vilket motsvarar ca 9 kg/ton gödsel. Mängden NH₄-N var i medeltal 5,3 g/kg ts vilket utgör ca 17 % av total-N. I djupströbäddarna före mellanlagring var såväl total-N, NH₄-N som andelen NH₄-N högre.

De tre nedersta raderna i tabell 16 är från djupströgödseln från den gård där prover togs i stall direkt efter stallperiod, efter ca 4 månaders lagring i gödselhög samt efter ca 12 månaders lagring i gödselhög. Även om djupströgödseln som var lagrad i ca 12 månader var från föregående stallperiod så indikerar resultaten en minskning av total-N och NH₄-N med ökad lagringstid. Andelen NH₄-N minskar också från ca 46 % i djupströbädden direkt efter stallperioden till ca 17 % efter ca 4 månaders lagring och sedan ca 14 % efter ca 12 månaders lagring.

Innehållet av fosfor i gödselhögarna från sju gårdar var i medeltal 5,3 g/kg ts och innehållet av kalium var i medeltal 46,6 g/kg ts vilket motsvarar 2,5 kg P/ton gödsel respektive 14 kg K/ton gödsel.

Tabell 16. Växtnäringsinnehåll i djupströgödsel från 8 gårdar i Västerbotten och Skåne. Samlingsprover tagna i gödselhögar samt i djupströbäddar i stall. Resultaten anges som medelvärde samt min- och maxvärden.

pH	ts	aska	C/N-kvot	Tot-N	NH4-N	Tot-P	K	Ca	Mg	Na	S
	%	%		g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
<i>Växtnäringsinnehåll i djupströgödsel från 2 gårdar, djupströbäddar direkt efter betessläpp respektive efter 4 månaders lagring i stallet (2 x 3 samlingsprov)</i>											
-	33,6	5,1	13,2	33,3	14,2	6,4	45,3	-	4,6	5,2	4,6
-	(29,5-40,1)	(4,8-5,9)	(11,0-15,0)	(27,9-39,4)	(7,1-18,6)	(3,8-10,7)	(38,3-52,8)	-	(2,5-7,7)	(1,8-8,7)	(4,0-5,5)
<i>Växtnäringsinnehåll i djupströgödsel från 7 gårdar med gödselhögar och olika lagringstider (7 x 3 samlingsprov)</i>											
-	30,7	6,2 ^{a)}	12,7	30,5	5,3	8,7	46,6	-	7,0	4,4	6,2
-	(20,7-61,3)	(4,0-11,5)	(7,8-17,0)	(18,7-39,5)	(1,7-12,5)	(4,9-13,6)	(30,3-85,1)	-	(3,6-11,2)	(0,9-9,1)	(4,1-8,8)
<i>Växtnäringsinnehåll i djupströgödsel från samma djurstall direkt efter stallperiod (övre raden), efter lagring i gödselhög ca 4 månader (mellanraden) samt efter ca 12 månader^{b)}(undre raden) (3 samlingsprov per tillfälle)</i>											
-	30,9	4,9	12,3	35,2	16,3	5,1	45,3	-	4,3	2,1	4,3
-	(29,5-32,3)	(4,8-5,0)	(11,0-13,0)	(32,9-39,4)	(14,6-17,7)	(4,7-5,5)	(43,3-48,4)	-	(4,0-4,5)	(1,8-2,4)	(4,0-4,8)
-	28,0	7,8	10,9	34,3	6,0	8,8	58,2	-	8,2	5,4	6,3
-	(27,1-28,5)	(4,0-11,5)	(7,8-13,0)	(31,6-38,4)	(4,9-7,0)	(8,1-9,2)	(51,7-66,7)	-	(7,4-8,8)	(3,4-6,6)	(5,5-6,7)
-	24,5	5,4	12,0	33,2	4,7	10,5	43,1	-	9,2	2,8	8,1
-	(22,8-26,4)	(4,9-5,6)	(10,0-13,0)	(29,8-39,5)	(3,9,-5,3)	(7,5-13,6)	(41,2-45,5)	-	(8,3-10,7)	(2,6-2,9)	(7,6-8,8)

^{a)} Prov från gården med skrapgång och sandning ej medtaget

^{b)} Från samma stall men djupströgödseln som lagrats i ca 12 månader är från föregående stallperiod dvs. ej från samma gödselhög.

Övergripande diskussion

Försöksupplägg och mätmetoder

I detta projekt har vi beräknat växtnäringsbalanser för att uppskatta växtnäringsförlusterna under stallperiod och mellanlagring av djupströbäddar för får. Kväve från gödsel i stall avges till luft och en alternativ metod kunde vara att mäta ammoniakemission från stallet. Dock är fårstallar i de flesta fall oisolerade och har naturlig ventilation vilket innebär att det är mycket svårt att bestämma luftflödet genom stallet och därmed ammoniakemissionen. Vaxtnäringsförluster från mellanlagring i gödselhögar sker dels i form av kväveförluster till luft men även via utlakning till marken. Metoder finns för att uppskatta ammoniakavgivningen till luften exempelvis med master och passiva fluxprovtagare (Jeppsson m.fl., 1997) men växtnäringsbalanser behövs för att uppskatta förluster av växtnäring till marken. Vaxtnäringsbalanser har tidigare använts av Olsson m.fl. (2014) för att bestämma kväveförlusterna från ett ekologiskt slaktgrisstall.

En påtaglig svårighet i denna typ av studie är att ta representativa prov av gödseln. Det gäller både vid själva provtagningen och också när provet skickats till laboratoriet. Även om materialet blandas om innan provet som ska frysas tas ut så kommer olika delar av provet att ha olika vattenhalt och halter av näringsämnen. Ett sätt att hantera detta är att göra många analyser. Ett annat är att ha upprepningar, som vi har haft med tre olika boxar för varje strömedel. Därigenom har man större möjligheter att se vilka förändringar som är signifikanta och inte.

Efter stallperiod 1 och stallperiod 2 (inkl. lagring i stallet) togs två samlingsprover per box. Standardavvikelserna för växtnäringsämnena (tabell 14) är ganska hög och för att få bättre noggrannhet borde vi ha tagit fler samlingsprov. Före och efter mellanlagringen i gödselhögar togs ett samlingsprov för respektive gödselhög (halm respektive rörflen). Vi valde att slå ihop gödseln till en hög för varje strömedel för att högarna skulle få en storlek, och därmed näringsomsättning, som inte skiljer sig alltför mycket från praktiken. Därigenom miste vi styrkan i att ha upprepade behandlingar. Istället gjorde vi upprepade provtagningar under lagringen och kunde därigenom bekräfta de förluster av kväve och kalium som beräknades i växtnäringsbalanserna.

I experimenten användes tackor som inte var dräktiga, detta för att undvika en arbetskrävande lammingsperiod. Djuren fick dessutom foder som var sent skördat. I producerande djurbesättningar är förhållandena annorlunda och detta skulle kunna påverka resultaten. Vi kände därför behov av att skaffa ett jämförelsematerial genom provtagning på gårdar med producerande djur. Eftersom analysresultaten av gödsel från experimenten i projektet och gödsel från gårdarna är mycket lika och samma skillnader finns mellan gödsel inne och ute i båda studierna kan vi konstatera att vårt experiment har fått resultat som är relevanta för fårgårdar i praktiken.

Strömedel

Ströförbrukningen var relativt låg för både halm och rörflen. Förutom foderstat påverkas ströförbrukningen av belägningsgrad och inhysningssystem men även av ströets kvalitet och klimatet i stallet. De mängder som användes i försöken var ca 80 kg per tacka för hela stallsäsongen (tabell 5), vilket är en rimlig åtgång för icke producerande djur i jämförelse med tidigare uppgifter från praktiska besättningar (Meiner m.fl., 2009; Bernes och Jeppsson, 2015).

Rörflen visade sig fungera bra som strömedel. Materialet kan damma lite mer vid hantering och vi observerade även att fåren på rörflenbäddarna hostade lite mer i samband med ströningen jämfört med fåren som gick på halmbäddarna. Uppenbarligen tyckte fåren att halmen var mer smaklig eftersom de åt mer av den i samband med ströningen. Behovet av strö till boxarna bedömdes okulärt. Djuren och djupströbäddarna var generellt mycket rena. Ströåtgången för rörflen var ca 10 % högre än för kornhalm; speciellt under den första tiden efter installning behövdes det mer rörflen än halm. Detta kan bland annat förklaras av att rörflen har något sämre förmåga att binda vatten, ca 2,3 kg vatten per kg ts jämfört med halm som binder mellan 3,0–4,0 kg vatten per kg ts (Holmström, 2014). I områden med brist på halm och efter år med liten tillgång på halm är rörflen ett bra alternativ som strömedel.

Djupströbäddarna i stallet

Medeltemperaturen i bäddarna var mellan 10–40°C vilket är samma temperaturintervall som i ett försök med djupströbädd för ungnöt (Jeppsson, 1999). Med tanke på värmeförseln från komposteringsprocessen är det ganska låg temperatur, vilket visar att det generellt var ganska låg omsättningsgrad i bäddarna. Komposteringsprocessen har förmodligen varit mest aktiv i mitten i boxarna vid ca 0,1 m djup där temperaturen var högst. Lägre ts-halt djupare ned i bäddarna (tabell 8) innebär förmodligen att det är mindre syre där, vilket stryker komposteringen. Därmed alstras mindre värme och bädden får lägre temperatur. Med tanke på djupströbäddens funktion och ströförbrukning är det bra att den ”brinner”. Samtidigt kan högre temperatur ge större ammoniakavgivning (Jeppsson & Gustafsson, 2009). Efter att djuren flyttades bort från djupströbäddarna sjönk temperaturen i bäddarna och följde under lagringstiden lufttemperaturen i stallet.

Mängden gödsel vid utkörning av bäddarna var ca 325 kg per tacka och stallperiod båda åren. Enligt ”Rekommendationer för gödsling och kalkning 2018” (SJV, 2017) bidrar ett får med 0,8 m³ djupströgödsel på 6 månaders stallperiod. Med en beräknad vikt på 500 kg/m³ innebär det 400 kg. En något lägre siffra för oss är rimligt eftersom djuren var i sin och foderkonsumtionen var relativt låg.

Utrymmet per djur i boxarna var större än vad djurskyddsföreskrifterna kräver. I praktiken ute på gårdar är det också vanligt med större utrymme per djur än minimikraven. Storleken på ytan som avger ammoniak har stor betydelse för ammoniakförlusterna (Jeppsson & Gustafsson, 2009). Samtidigt ger en större yta per djur även en tunnare bädd vilket kan påverka komposteringen i bädden negativt. Djupströbäddarna under stallperiod 1 och 2 blev mellan 0,3–0,4 m vilket kan jämföras med mellan 0,3–0,6 m i gårdsstudien. Att försöksboxarna var relativt små kan göra att det var större andel kallare kantzoner jämfört med bäddar i praktiken.

Kväveförlusterna från djupströbäddarna under stallperiod 1 var i medeltal 10 % med reservation för noggrannheten i växtnärbalanserna. Under stallperiod 2 inklusive efterföljande mellanlagring i stallet blev kväveförlusterna ca 12 %. Detta indikerar att kväveförlusterna under lagring i stall efter stallperioden är små. Resultaten är jämförbara med djupströbäddar för nötkreatur där kväveförlusterna kan vara mellan 4–10% (Jeppsson, 2009).

Analysresultaten av djupströgödseln vid utgödslingen visar att C/N-kvoten var mellan 15,0–26,0 och ts-halten mellan 36,8–63,3 %. För att ha optimala förhållanden för kompostering med låga kväveförluster bör C/N-kvoten vara ca 30 och ts-halten omkring 60 %. Eventuellt skulle mer strö till boxarna minska kväveförlusterna men det skulle också innebära en högre kostnad.

Djupströgödsel vid mellanlagring i gödselhög

När de två gödselhögarna hade lagts upp steg temperaturen snabbt till 70–75 °C i mitten av högarna. Komposteringsprocessen kom igång direkt efter att materialet omblandats och syre tillförts. Temperaturen sjönk därefter under lagringsperioden. Den höga temperaturen tyder på en kraftig omsättning vilket också bekräftas av att ts-mängden minskade med ca 60 %.

Från gödselhögar sker förluster av kväve både till luft och via utlakning till mark. De totala kväveförlusterna från gödselhögarna i denna studie var i medeltal ca 40 % med reservation för noggrannheten i växtnäringsbalanserna. Perioden när gödselhögarna mellanlagrades var nederbördsrik och tyvärr var det inte möjligt att samla upp och provta allt avrinningsvattnet. Fördelningen mellan kväveförluster till luft och till mark går inte att uppskatta. Förmodligen har regnet ökat kväveförlusterna till mark och minskat förlusterna till luft. I ett försök med mellanlagring av djupströgödsel (långhalm) från ungnöt var de totala kväveförlusterna till luft och mark ca 30 % (Jeppsson m.fl., 1997).

Förlusterna av kalium under mellanlagringen i gödselhögar var också höga vilket bekräftas av höga koncentrationer av kalium i avrinningsvattnet. I medeltal var förlusterna av kalium ca 40 %.

Växtnäringsinnehåll i djupströgödsel

Kväveinnehållet i djupströgödseln efter mellanlagring i gödselhögarna var ca 32 g tot-N/kg ts eller omräknat ca 7,0 kg tot-N per ton gödsel. Gårdsstudien visade något högre värden, i medeltal 9,1 kg tot-N per ton gödsel. Jordbruksverkets uppgift för djupströgödsel från får är 9,5 kg per ton gödsel vilket stämmer bra med gårdsstudien (SJV, 2017). Efter mellanlagring i stall var kväveinnehållet något högre, 11,2 kg tot-N per ton gödsel vilket också stämmer överens med värdena från gårdsstudien.

Det var mycket stor variation i växtnäringsinnehållet mellan gårdarna vilket visar på att lantbrukare som vill ha precision i växtnäringsplaneringen bör analysera sin gödsel.

Ekonomi

För att på bästa sätt utnyttja gårdens gödsel i växtodlingen bör man veta vad den innehåller. Våra resultat ger en uppfattning om detta, och därmed även om gödselns ekonomiska värde. Räknat på innehållet av N (8 kr/kg), P (18 kr/kg) och K (8 kr/kg) (SJV, 2016) blir värdet ca 59 kr för gödseln från varje djur på halmbädd och 56 kr på rörlensbädd efter mellanlagring i hög. Omräknat blir detta ungefär 180 kr per ton gödsel.

För att få ett nollresultat i kalkylen (*värde på mängden NPK i gödseln*) - (*mängd strömedel * pris på strömedel*) behöver priset på halm vara så lågt som 0,77 kr/kg, och på rörlens 0,65 kr/kg. Ett sätt att förbättra kalkylen är att minska ströbehovet, t ex genom att ha en skrapad gång närmast foderbordet.

Mellanlagring av djupströgödsel i hög under längre tid medför stora förluster av både kväve och kalium. Undersökningen visade att förlusterna kan vara i storleksordningen 40 % för båda växtnäringsämnen. Ett pris för både N och K på 8 kr/kg medför att förlusterna i växtnäringsämnen under mellanlagringen kostar ungefär 100 kr per ton gödsel. Det är emellertid ofta svårt att sprida långsträig djupströgödsel och i många fall krävs en viss tids mellanlagring i gödselhög för att gödseln ska kunna spridas. Metodutveckling för lagring i stall och spridning av obrunnen gödsel behövs för att lösa detta problem.

Slutsatser

Både rörflen och kornhalm fungerar bra som strömedel till får både vad gäller bäddens renhet och nedbrytning av bädden. Det går åt något mer strömedel för rörflen för samma renhet och rörflen dammar också något mer. Fårgödsel i djupströbäddar med kornhalm eller rörflen förlorar inte några större mängder kväve under stallperiod och lagring inomhus. Däremot försvinner en stor del av ammoniumkvävet under lagring utomhus i högar. Detta gör att kvävet tillgänglighet minskar drastiskt i gödseln.

Vi kan konstatera att halm och rörflen är någorlunda likvärdiga som strömedel, förutom att det går åt ca 10 % mer av rörflen. Det var inga skillnader vad gäller kompostering eller växtnäring förluster.

Litteraturförteckning

- Bailey, C.B. 1964. Effect of environmental temperature on feed digestion, water metabolism, body temperature and certain blood characteristics of sheep. *Canadian Journal of Animal Science* 44, 68-75.
- Bernes, G. & Jeppsson, K-H. 2015. Vinterlamning i oisolerade fårstallar. Rapport 2015:2. Inst. för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU.
- Damgaard Poulsen, H. & Friis Kristensen, V. 1997. Normtal för hudrygödning. En revurdering af danske normtal for hudrygödningens indhold af kvaelstof, fosfor og kalium. Nr 736.
- Helander, C. 2009. Utfodring av torr eller stöpt hel kärna av korn, raps, åkerböna och ärt - effekt på träckegenskaper hos ickeproducerande tackor. Studentarbete 217. Inst. för husdj. miljö och hälsa, SLU.
- Henriksen, K., Olesen, T. & Rom, H.B. 2000. Omsætning af kulstof og kvælstofprocesser i kvægdybstrøelsemåtter [Transformations of carbon and nitrogen processes in deep litter for cattle]. In *Husdyrgødning og kompost [Animal manure and compost]* (eds. S.G. Sommer & J. Eriksen), 29-34. Danish Research Centre for Organic Farming, Foulum, Danmark.
- Hess, E.A. 1963. Effect of low environmental temperature on certain physiological responses of sheep. *Canadian Journal of Animal Science* 43, 39-46.
- Holmström, L. 2014. Rörflen som strömedel i djupströbäddar för nötkreatur. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU, Alnarp.
- Jeppsson, K.-H. 2009. Emission av ammoniak, lustgas och metan från gödselbäddar i stall för nötkreatur och grisar – litteraturgenomgång. SLU, Landskap Trädgård Jordbruk: rapportserie 2009:3.
- Jeppsson, K-H. 1996. Djupströbädd - etablering och skötsel. Stiftelsen Sydsvensk Jordbruksforskning, Info nr 2, Alnarp.
- Jeppsson, K-H. 1999. Volatilization of ammonia in deep-litter systems with different bedding materials for young cattle. *J. Agric. Engng Res.* 73: 49-57.
- Jeppsson, K.-H. & Gustafsson, G. 2009. Byggnadstekniska åtgärder för lägre ammoniak-emission från djurstallar. Sveriges Lantbruksuniversitet, Landskap Trädgård Jordbruk: rapportserie 2009:12.
- Jeppsson, K-H., Karlsson, S., Svensson, L., Beck-Friis, B., Bergsten, C. & Bergström, J. 1997. Djupströbädd för ungnöt och slaktsvin - analys avseende teknik, miljö, djurhälsa och ekonomi. Rapport 110, Inst f jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp.
- Jordbruksverket 2017. Rekommendationer för gödsling och kalkning 2018. *Jordbruksinformation* 4:2017.
- Karlsson, A-M. 2015. 22 % av allt får-och lammkött är ekologiskt. *Jordbruket i siffror* [blogg]

<https://jordbruketisiffror.wordpress.com/2015/10/29/22-av-allt-far-och-lammkott-ar-ekologiskt/> [2017-05-31]

Karlsson, S. & Torstensson, G. 2003. Strängkompostering av hästgödsel. JTI-rapport, lantbruk & industri, 313. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

Kirchmann, H. 1985a. "Losses, Plant Uptake and Utilisation of Manure Nitrogen during a Production Cycle." *Acta Agriculturae Scandinavica, Supplementum* 24: 1-77.

Kirchmann, H. 1985b. Fast stallgödsels kväveförluster vid lagring. Fakta – Mark/växter nr 28, SLU, Uppsala.

Kirchmann, H. 1986. Komposteringsprocessen. Fakta – Mark/växter nr 14, SLU, Uppsala.

KRAV, 2014. Enkel fosforbalans 14 april 2014.

www.krav.se/sites/default/files/enkel_p_balans_14_april2014.xls. Nedladdat i april 2018

Meiner, M., Thomsson, A., Bernes, G., Ascárd, K. & Jeppsson, K-H. 2009. Byggnader och inhysningssystem för lammproduktion. Sveriges Lantbruksuniversitet, Landskap Trädgård Jordbruk : rapportserie 2009:10.

Melin, L. 1975. Vatten till får. Aktuellt från Lantbrukshögskolan nr 221. Teknik 31.

Nilsson, D., Bernesson, S. & Hansson, P.A. 2011. Pellet production from agricultural raw materials – A systems study. *Biomass and Bioenergy* 35(1), 679-689.

Olsson, A.-C., Jeppsson, K.-H., Botermans, J., von Wachenfelt, H., Andersson, M., Bergsten, C. & Svendsen, J. 2014. Pen hygiene, N, P and K budgets and calculated nitrogen emissions for organic growing-finishing pigs in two different housing systems with and without pasture access. *Livestock Science* 165, 138-146.

SCB, 2018. Jordbruksstatistisk sammanställning 2018.

SJV, 2016. Rekommendationer för gödsling och kalkning 2017. Jordbruksinformation 4, 2016 Jönköping.

SJV, 2017. Rekommendationer för gödsling och kalkning 2018. Jordbruksinformation 4, 2017 Jönköping.

Shiga, A. 1986. The effect of drinking water temperature in winter on water, magnesium and calcium metabolism in ewes. *Japanese Journal of Veterinary Science* 48 (5), 893-899.

SJVFS 2010:15. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om djurhållning inom lantbruket m.m. Saknr L 100, Jönköping.

Smith, K.A. & Frost, J.P. 2000. Nitrogen excretion by farm livestock with respect to land spreading requirements and controlling nitrogen losses to ground and surface waters. Part I: cattle and sheep. *Bioresource Technology* 71, 173-181.

SMHI, 2018. Öppna data, mätplats Röbbäcksdalen och mätplats Umeå Airport. <https://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/?parameter=3>. Nedladdat i april 2018.

Sommer, S. G. & Dahl, P. 1999. Nutrient and carbon balance during the composting of deep litter. *Journal of Agricultural Engineering Research* 74(2): 145-153.

Sommer, S.G. & Møller, H.B. 2000. Emission of greenhouse gases during composting of deep litter from pig production - effect of straw content. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 134, 327-335.

Velasco-Velasco, J., Parkinson, R. & Kuri, V. 2011. Ammonia emissions during vermicomposting of sheep manure. *Bioresource Technology* 102(23), 10959-10964.

Wishmeyer, D., Snowden, G., Clark, D. & Cockett, N., 1996. Prediction of Live Lamb Chemical Composition Utilizing Electromagnetic Scanning (ToBEC™). *Journal of Anim. Science* 74(8):1864-1872

Bilaga 1 – Näringsämnen i mineralfodret

Effekt Får utan Cu

Beskrivning

Granulerat mineralfoder utan koppar för får och getter. Vissa fårraser behöver koppar, till dessa lämpar sig Effekt Får med koppar. Godkänd att använda i KRAV-certifierad produktion.

Utfodringsrekommendation

Förutsättningen för en korrekt utfodring av mineralfoder är att grovfodrets mineralinnehåll är analyserat på kalcium, fosfor, magnesium och kalium. För att inte överskrida högsta tillåtna halter av fodertillsatser får Effekt Får utan koppar utfodras med högst 1,25 % per kg i foderstaten. Felaktig dosering av mineralfoder som innehåller selen kan medföra förgiftning. Nedanstående rekommendationer ska ses som generella.

Lamm och killingar - 10 g/dag

Får och getter - 10-25 g/dag

Specifikation:

Artikelnr:	401196, 401251, 401252
-------------------	------------------------

Näringsämnen	
Aska, %	92.5
Vattenhalt, %	1.2
Makromineraler	
Kalcium, g	135
Fosfor, g	62
Magnesium, g	71
Kalium, g	1.3
Natrium, g	111
Svavel, g	6.0
Vitaminer	
Vitamin A Premix, IE	300000
Vitamin D3, IE	80100
Vitamin E Premix, mg	5000

Spårelement	
Cu (CuSO ₄), mg	0
Mn (MnO), mg	1500
Zn (ZnO), mg	-
I (Ca(IO ₃) ₂), mg	150
Se (Na ₂ SeO ₃), mg	30
Zn (ZnSO ₄), mg	5010
Co (CoCO ₃), mg	50
Ca/P -kvot	2,2

Artikelinformation	
Eko-godkänd	Ja

Utförande och hållbarhet:

"Bäst-före" anges på förpackningen. Gäller under förutsättning att fodret förvaras torrt, mörkt och ej över normal rumstemperatur. Storsäcken har 4 stroppar och en tömningsstrut i botten.

Tillverkas av

Lantmännen Lantbruk, 205 03 Malmö, Telefonnummer: 0771-111 222

Bilaga 2 Hantering och analys av prover på foder, strömedel och djupströgsödsel

Strömedel, ensilage och foderrester torkades i torkskåp vid 60°C och lagrades därefter torrt. Djupströgsödsel samt avrinningsvatten frystes ned till < -18 °C samma dag som proverna togs, förvarades i frysk och transporterades i fryslåda till analys.

Samtliga prover av strömedel, ensilage, foderrester, djupströgsödsel och avrinningsvatten har analyserats hos Eurofins. I tabellen nedan anges de analyser som utfördes av de olika proverna. För ensilage och rester användes analyspaketet Näring komplett (NIR) med tillägg av Lilla mineralpaketet samt kemisk analys av aska och råprotein (Kjeldahl). Strömedlen analyserades kemiskt på ts och växttråd och dessutom med Lilla mineralpaketet samt kemisk analys av aska och råprotein (Kjeldahl). För stallgödsel och avrinningsvatten användes Grundpaket kemisk samt kemisk analys av pH. Stallgödseln hade ett tillägg för analys av C/N-kvot och aska.

Tabell. Metoder/referenser för analyserna av strömedel, ensilage, djupströgsödsel och avrinningsvatten. Om både NIR- och kemisk analys har gjorts anges här den kemiska metoden, då det är de resultaten som har använts i våra beräkningar.

	Strömedel	Ensilage	Foderrester	Djupströgsödsel	Avrinningsvatten
Torrsubstans	restvatten vid 103 °C	restvatten vid 103 °C	restvatten vid 103 °C	Ej angett metod	Ej angett metod
Råprotein	Ej angett metod	(EG) nr 152/2009	(EG) nr 152/2009		
Totalkväve				EU 152/2009 mod.	EU 152/2009 mod.
Ammoniumkväve		Beräknat	Beräknat	EU 152/2009 mod.	EU 152/2009 mod.
C/N-kvot				Beräknat	
Råaska, askhalt	EU 152/2009	EU 152/2009	EU 152/2009	EU 152/2009	
Växttråd	Ankom technology 05/03				
NDF	Ankom technology 05/03, ISO 16472:2006	NIR	NIR		
Omsättbar energi	Beräknat	Beräknat	Beräknat		
Socker		NIR	NIR		
pH		NIR	NIR	Ej angett metod	
Fosfor	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	SS EN ISO 11885	SS EN ISO 11885
Kalium	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	SS EN ISO 11885	SS EN ISO 11885
Magnesium	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	SS EN ISO 11885	SS EN ISO 11885
Svavel	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	SS EN ISO 11885	SS EN ISO 11885
Natrium	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	SS EN ISO 11885	SS EN ISO 11885
Kalcium	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	DS ISO 11885m:2009	SS EN ISO 11885 ¹⁾	SS EN ISO 11885

¹⁾Ej analyserat i djupströgsödsel efter stallperiod 2 och efter mellanlagring i stall

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
901 83 UMEÅ

www.slu.se/njv
