

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

**GÖDSELBÄDDARS VOLYMTILLVÄXT
I STALLAR FÖR NÖT, SVIN OCH HÄST**

**Lennart Bengtsson
Krister Sällvik**

**Institutionen för lantbruksteknik
Avdelningen för byggnadsvetenskap**

**Rapport 190
Report**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering
Building Design Section**

**Uppsala 1994
ISSN 0283-0086
ISRN SLU-LT-R--190--SE**

FÖRORD

Undersökningar i Sverige och utlandet har visat att stallgödselhanteringen gett upphov till betydande miljöproblem. Mål har uppställts för svenskt jordbruk att minska växtnäringsförlusterna till atmosfären och yt- och grundvatten. Riksdagen har avsatt medel för ett åtgärdsprogram för att reducera läckage av näringsämnen och ammoniakavgång vid hantering, lagring och spridning av stallgödsel. Föreliggande projekt har genomförts med finansiering från Jordbruksverkets försöks- och utvecklingsprogram för stallgödselhantering.

Ett stigande intresse för att hålla husdjur i enkla byggnader med god djurmiljö och rationella arbetstekniska lösningar har lett till ökat intresse för inhysningsformer med gödselbädd, ströbädd och djupströbädd. I dessa system produceras en form av stallgödsel som har delvis andra egenskaper än traditionell fastgödsel och flytgödsel. Det råder osäkerhet om mängden gödsel som produceras i system med gödselbädd och vilken lagringskapacitet som behövs vid mellanlagring på betongplatta utanför stallet eller i stuka i fält.

Projektet planerades i samarbete med länsstyrelsen i Skaraborgs län. Projektledare har varit Krister Sällvik. Under arbetets gång har Carl-Gustaf Pettersson vid landsbygdsenheten och Bertil Albertsson, Jordbruksverket, bidragit med värdefulla synpunkter och stöd för det praktiska genomförandet av fältarbetet i Skaraborgs län. Per-Ola Schönbeck medverkade vid urvalet av gårdar. Datainsamlingen i Skaraborg sköttes av Hushållningssällskapet och ett speciellt tack går till Lennart Lundgren vars entusiasm och noggrannhet påtagligt har bidragit till projektets resultat. Datainsamlingen i Uppsala län samt sammanställning och analys av data har utförts av Lennart Bengtsson, som också i samråd med Krister Sällvik utarbetat föreliggande rapport.

Det känns särskilt angeläget att framföra ett varmt tack till de lantbrukare i Uppsala och Skaraborgs län som välvilligt lät oss genomföra datainsamlingen under stallperioden 1992/93 och som delade med sig av sina erfarenheter. Tack också till personalen vid Hushållningssällskapet Logården, där försök med olika strömedel i boxar för dräktiga suggor genomfördes.

Institutionen för Lantbruksteknik
Avdelningen för Byggnadsvetenskap

Uppsala, Ultuna i september 1994

Lennart Bengtsson

Krister Sällvik

INNEHÅLL

Förord	2
Innehåll	3
Sammanfattning	4
Inledning	8
Mål	8
Nomenklatur	8
Litteraturöversikt	10
Tidiga erfarenheter av djupströsystem för mjölkkor	10
Gödselproduktion	13
Kompostering	15
Gödselbädd till nötkreatur	21
Ströbäddar till svin	28
Ströbädd till hästar	33
Lagar, förordningar och rekommendationer	34
Material och metoder	39
Val av studiegårdar	39
Försöksmetodik	40
Resultat	43
Djurbeläggning och utgödslingsintervall	43
Strömedelsåtgång	44
Bäddarnas höjdtillväxt	46
Bäddarnas temperatur	62
Volymvikt och växtnäringsinnehåll	64
Gödsel i stuka	69
Diskussion	73
Gödselproduktion	73
Slutsatser och rekommendationer	78
Nötkreatur	78
Ungdjursboxar djupströ med skrapad gång	80
Svin	82
Häst	86
Litteraturförteckning	87
Bilagor	91

SAMMANFATTNING

Projektet syftade primärt till att ge underlag för rekommendationer för hur stora lagringsutrymmen för olika typ av gödsel som behövs när kor och svin hålls i system med olika typer av ströad yta och gödselbädd. Beroende på system bildas enbart gödselbädd eller gödselbädd och utskrapad flytgödsel. För att kunna härleda produktionen av gödselbädd, direkt utskrapad gödsel, samt volymer i omlagrad gödsel i stuka genomfördes en omfattande datainsamling i gödselbäddar från olika djurslag och produktionssystem. Även en omfattande litteraturgenomgång genomfördes.

Nomenklatur

Gödselbädd: gödslas ut med långa intervall, nytt strömedel tillförs för att gödsel och urin skall absorberas, kan delas upp i två undergrupper.

Djupströbädd: gödslas ut med längre intervall än tre månader (svin), gödselbädd som läggs in på hösten och gödslas ut på våren (nötkreatur)

Ströbädd: gödslas ut oftare än var tredje månad/svin) eller gödselbädd som gödslas ut ett flertal gånger om året (nötkreatur).

Både ströbädd och djupströbädd kan kombineras med skrapad yta vid foderbordet eller med ätbås.

Litteratur

De flesta referenserna kommer från länder med klimat och djurhållning motsvarande den i Sverige, dvs Danmark, Norge och Skottland. Den största bristen i litteraturen är att det saknas tillförlitliga och väl underbyggda data på produktion av träck och urin, från djur av olika kategori, ålder/vikt och inflytande av utfodring. Denna brist gäller speciellt svin. Andra brister är att många försöksrapporter även saknar direkta uppgifter om produktion av gödselbädd eller andra data som möjliggör en beräkning i efterhand.

För *nötkreatur* rekommenderas 1-1,2 m² boxyta per 100 kg djur. Ytan kan delas upp så att liggytan är 2/3 av den totala. Halmtilldelningen (totalt) är för mjölkkor ca 2 kg/m² och dag. För ungdjur varierar den mellan 0,5 till 1,5 kg/m². I kobäddar med skrapad gång anges höjdtillväxten till 8-12 mm/dag. I ungdjursstallar till mellan 1-4 mm/dag oberoende om skrapad gång eller enbart gödselbädd.

För dräktiga *suggor* varierar ytan mellan 2-4 m²/djur och halmåtgången kan variera mellan 1,8-4 kg/sugga. Grisarnas naturliga beteende att skilja på ligg- och gödselingsplats gör att en viss bädd varierar mycket med avseende på ts-halt, gödselinnehåll, temperatur m m. För digivande suggor med smågrisar är halmåtgången 4-6 kg per kull och dag. För

slaktsvin är halmåtgången mellan 0,7 och 1 kg/gris och kg tillväxt. Den lägre siffran gäller framför allt om det finns skrapad yta eller spaltgolv vid utfodringsplatsen. Behovet av liggyta anges till 0,9-1,1 m²/gris. Höjdtillväxt är 1 mm/dag. För hästar finns inga referenser som anger produktion av gödselbädd.

Egen undersökning

I undersökningen studerades 77 gödselbäddar; 35 nöt, 39 gris och 1 häst. Stallarna låg i Skaraborgs eller Uppsala län. Fyra av svinbäddarna var behandlade med enzym. Studierna genomfördes stallsäsongen 92/93. För varje bädd registrerades djurbeläggning, halmtilldelning, både för etablering och daglig, höjdtillväxt på var 10:e m² och temperatur 15 cm ner var 10-15:e m² i bädden. I medeltal gjordes 3,3 mätningar per bädd. Prover för bestämning av volymvikt och växtnäringsinnehåll togs innan bäddarna gödslades ut.

Alla typer av bäddar utom enzymbehandlade för digivande suggor, har en *konstant och jämn höjdtillväxt med tiden*. Höjdtillväxten har därför beskrivits med en rät linje $y = a + bx$ och regressionsanalys ger då etableringslagrets komprimerade tjocklek i termen "a". För de flesta typer av bäddar har mycket goda korrelationer (r^2) erhållits.

För kor och ungdjur verkar 50% av gödseln falla på den skrapade ytan, om den är 30-50% av den totala. *Komposteringen* innebär en *förlust* i både ts och vätska och har skattats till 35% av ingående gödsel om bädden är äldre än 3 månader. Här krävs mer systematiska undersökningar av t ex fuktavgång från ströbädd. *Avdunstningen från skrapad yta* innebär vätskeförlust på 15-20%. Undersökningen ger inget svar på inverkan av foderslag eller avkastning på produktion av gödselbädd.

I tabellen nedan har sammanställts produktionen av gödselbädd för olika djurslag och produktionssystem. Det finns även angivet inom vilken variation av yta/djur, tilldelad halmmängd per djur och dag, minsta antal dagar en bädd måste ligga, och den dagliga höjdtillväxten som resulterar i den angivna volymen av gödselbädd per djur och månad. För nötkreatur är värdena baserade på egna resultat och litteraturuppgifter. För svin och häst är det endast egna resultat som ligger till grund för värdena.

Strömmängd, temperatur i bädden, volymvikt och ts-halt

Inom de intervall av tilldelad halm per djur och dag som studerades i försöket fanns ingen påverkan av bäddens tillväxt per dag, figur. 19-20. Bäddarnas temperatur mättes 15 cm ner i bädden. I bäddar med mjölkkor var medeltemperaturen 31°C och i suggstallar 26-30°C. För ungdjur och hästar var temperaturen lägre. Temperaturen är högst 10-30 cm under ytan, därefter sjunker den med ca 2°C/dm. Volymvikterna varierade mycket, i bäddar för svin mellan 188-998 och i bäddar för nötkreatur mellan 327 och 925 kg/m³. Torrsubstans-halten, ts-halten, varierade för svinbäddar mellan 20-70% och för nöt mellan 21-28%. Sambandet mellan ts-halt och volymvikt visar att i svinbäddar minskar volymvikten med minskande ts-halt. I nötkreaturstallar finns inget samband.

Växtnäringsinnehåll

Analys av ammoniumkväve gjordes i svinbäddar (7 prover). Innehållet var 1,6 kg/ton vilket är normalt för fastgödsel. 18 prover togs för NPK-analys. Totalkväveinnehållet var normalt både för svin- och nötbäddar. I enzymbehandlade bäddar var innehållet av totalkväve, fosfor och kalium högre än i icke behandlade bäddar. Orsakerna till detta har inte analyserats.

Volymförändring vid lagring i stuka

Den förändring i gödselvolym som sker när ströbädden kördes ut från stallet och lades i stuka studerades på 8 gårdar. För nötbäddar ökar volymen med 40% för att sedan minska med 0,6% per dag under lagringen i stuka. För svinbäddar var motsvarande siffror 12 och 0,1%.

Volym utskrapad flytgödsel och lagringsbehov av flytgödsel

Det är endast för mjölkkor som gödseln från den skrapade ytan har kunnat uppmätas i projektet. Den utskrapade mängden flytgödsel som kräver lagringskapacitet är 0,6 m³/ko och månad. Därtill skall lagringskapacitet finnas för nederbörd 0,1 m³/mån och spolning av mjölkgrup och samlingsfålla, 0,5 m³/mån. Totalt krävs 1,2 m³/ko och månad i lagringsvolym för den flytgödsel som produceras vid mjölkproduktion på ströbädd med skrapad yta.

Produktion av gödselbädd och daglig höjdtillväxt för olika djurslag och produktionssystem. Värdena gäller med givna förutsättningar för yta gödselbädd och halmtilldelning. (Egna undersökningar och litteratur).

Djur	Gödselbädd m ² /djur	Halm kg/dag	Tillväxt mm/d	Gödselbädd m ³ /månad
Nöt				
<i>Skrapad gång</i>				
Mjölkkor	5 - 6	7 - 9	8 - 10	1,4
Kvigor ¹⁾	2 - 3	1,5 - 3	3,5 - 4,5	0,45
Kvigor ²⁾	2,5 - 5	2 - 5	4,5 - 5,5	0,65
Kötttdjur ¹⁾	2,5 - 4,0	1,5 - 3	4 - 5	0,50
Kötttdjur ²⁾	3,5 - 4,5	2 - 6	4 - 6	0,75
<i>Bädd i hela boxen</i>				
Kvigor ¹⁾	2 - 4	1,5 - 3,0	5 - 7	0,6
Kvigor ²⁾	3 - 5	2,5 - 6	6 - 8	0,85
Kötttdjur ¹⁾	3 - 4	1,5 - 3,0	5 - 7	0,7
Kötttdjur ²⁾	4 - 6	2 - 5	6 - 8	1,0
Svin				
<i>Ej enzym- behandlad box</i>				
Dräktig sugga	2,4 - 3,7	1,3 - 3,5	2 - 4	0,33
Digivande sugga med smågrisar	7,0 - 10,0	2,5 - 3,5	1,5 - 3,0	1,0
<i>Tillväxtbox för smågrisar 5-13v.</i>	5-6*	1,1 - 2,1*	1,7 - 4,5*	1,0*
<i>Enzymbehandlad box</i>				
Dräktig sugga	2,4 - 3,7	1,0 - 2,0	1,7 - 2,5	0,16
Digivande sugga med smågrisar	6,5 - 9	2,5 - 3,5	1,3 - 2,5	0,5
Häst	25	0,5	1,3	1,0

1) Vikt 150-300 kg

2) Vikt 300-450 kg

* Per kull om 10 st

INLEDNING

Djurskyddslagen från 1988 föreskriver en ökad strömedelsanvändning inom djurskötseln. Kraven på djurvänligare inhysningssystem har medfört ökad inhysning av svin och nötkreatur i enkla byggnader med gödselbäddar, ofta i kombination med en skrapad gödselyta. Med ökade krav på miljövård krävs en noggrann projektering av gödselhanteringen. Projekteringsunderlaget för dimensionering av lager för den flyt-, klet- och fastgödsel som uppkommer i stallar med gödselbädd är emellertid bristfälligt både vad gäller de totala mängderna och fördelningen mellan de olika typerna av gödsel.

Riktvärden för beräkning av erforderliga lagringsvolym för gödsel och urin har fastställts i samråd mellan Statens naturvårdsverk och Lantbruksstyrelsen (nu Jordbruksverket). Värden för såväl flytgödsel- som fastgödselsystem med normala strömängder anges i de allmänna råden. Egentliga riktvärden för beräkning av gödselvolym och lagringskapacitet vid gödselbäddssystem saknas. Det finns dock en anvisning om att lagringskapaciteten utanför stallet får reduceras med gödsellagringen som sker i stallet vid gödselbäddssystem om hänsyn tas till utgödsling under vinterperioden.

Mål

Projektet syftar till att utarbeta underlag för beräkning av erforderlig lagringsvolym för olika typer av gödsel i anslutning till stallar med gödselbädd för olika typer av nötkreaturs- och svinproduktion. Anvisningarna skall medge justering av volymerna med hänsyn till stallets utformning, skötselrutiner och andra förhållanden av betydelse.

Nomenklatur

Det råder en viss förvirring beträffande benämningarna på olika typer av gödselbäddar. Nedanstående definitioner av djupströbädd och ströbädd har föreslagits av bl a Hansen (1992) och Ekelund & Dolby (1993):

Gödselbädd: Yta som gödslas ut med långa intervall och där nytt strömedel tillförs i tillräcklig mängd för att den träck och urin som djuren tillför skall absorberas i strölagret.

En fungerande gödselbädd kännetecknas också av att vätskeläckaget är obefintligt eller obetydligt och att en komposteringsprocess kommer till stånd. Gödselbäddar indelas i två typer beroende på intervallen mellan utgödslingarna.

Djupströbädd: Gödselbädd som gödslas ut med längre intervall än tre månader (svin), eller gödselbädd som läggs in på hösten och gödslas ut på våren (nötkreatur).

Ströbädd: Gödselbädd som gödslas ut oftare än var tredje månad (svin), eller, gödselbädd som gödslas ut ett flertal gånger om året (nötkreatur).

Både djupströbädd och ströbädd kan kombineras med en skrapad yta vid foderbordet eller med ätbås. I traditionella fastgödselsystem används strömedel framförallt för att ge djuren en behaglig yta att ligga på och man vill oftast undvika gödsling på den strödda ytan.

Strödd yta: Yta som gödslas ut varje dag eller flera gånger per vecka och där avsikten inte är att träcken skall bäddas in i strölagret. Urinen leds bort med urindränering i gödselgången.

LITTERATURÖVERSIKT

Tidiga erfarenheter av djupströsystem för mjölkkor

Ungdjur har sedan lång tid hållits i lösdriftssystem i Sverige, men först på 1950-talet började lösdriftssystemet användas för mjölkor. Vid denna tid var det framförallt djupströstallar som byggdes efter förebilder från USA, samt i viss mån England och Tyskland. I slutet av 50-talet hade i Sverige byggts drygt ett hundratal stallar med lösdrift för mjölkkor genom nybyggnad och omändring av äldre stallar för bundna djur. Motivet till att bygga för lösdrift var framför allt att man i stora besättningar (med över 50 kor) kunde reducera arbetsåtgången med 20 till 30 procent jämfört med bundna kor (SLA, 1963).

Renborg (1955) rekommenderade, baserat på en litteraturgenomgång och inledande försök vid Statens forskningsanstalt för lantmannabyggnader (SFL), 9 m² golvyta per mjölkko om hela ytan var djupströbädd. Då bädden kombinerades med tillgång till minst 10 m² rastplats och särskild utfodringsplats kunde liggplatsens ströbädd begränsas till cirka 7 m² per ko. Efterhand som man fick erfarenhet av lösdriftssystemet i Sverige ändrades rekommendationen beträffande ytor för djuren och Gustafsson (1963) rekommenderade 4-5 m² i ligghallen och 8-10 m² djurgård per ko.

Renborg avstod från att rekommendera hårdgjort golv under ströbädden även om betonggolv, enligt de utländska erfarenheterna, underlättade utgödsling med maskinella anordningar. Det behövs ingen dränering av djupströboxarna eftersom bädden suger upp all urin.

Utländska försök refererade av Renborg visade att mängden ströhalm som behövdes var synnerligen växlande. Halmåtgången ökade med minskad ströbäddsytta per djur, vid fuktig väderlek, i isolerade stallar och vid stor andel blöta foderslag. Halmåtgången minskade om en betongyta, som skrapades dagligen, anordnades vid utfodringsplatsen och kunde också minskas om ströningen skedde omedelbart efter mjölkningen och man dessförinnan gått runt och kastat de färska gödselkokorna till sidan. Merarbetet för detta kunde motiveras genom att mindre mängd halm hanterades. Gödseln från djupströstallar innehöll mer växtnäring, framförallt kväve, än gödsel från uppbundna kor enligt svenska analyser utförda 1950 - 51.

I mitten av 1950-talet undersöktes ströhalmåtgången på ett tjugotal svenska gårdar med lösdriftsbesättningar. Den var i medeltal 8 kg per ko och dag med en variation från 6 till 15 kg (Larsson, 1957). Många gårdar hade haft problem med den stora halmåtgången i lösdriftssystemet till följd av det dåliga skördeåret 1955. Då Gustafsson (1963) några år

senare studerade ströåtgången i lösdrifter fann han att man använde 4,3 och 5,7 kg per ko och dag i öppna respektive slutna lösdrifter. Han konstaterade att frånvaron av rastgård och därför större liggyta per djur i de slutna lösdrifterna delvis förklarade den större halmförbrukningen men att renheten trots mera halm var sämre. Det fanns ingen skillnad i förbrukningen av hel balad halm jämfört med hackad lös halm.

För att få en varmare bädd och bättre brinning rekommenderades att före installationen börja med ett tjockare lager halm eller sågspån. Användes såg- eller kutterspån kunde två olika metoder användas. Antingen ströddes med ny spån efter behov eller lades ett tjockt lager ut i början och man skrapade sedan bort ytlagret vartefter det blev nedsmutsat. Gustafsson (1963) föreslog vidare att man, för att förenkla ströningsarbetet, kunde lägga ut ganska tätt med löspressade balar varannan eller var tredje dag och sedan låta korna sköta fördelningen. Systemet uppgavs ha praktiserats med gott resultat.

Gödselbäddens maximala höjd i slutet av stallperioden beräknades bli 0,9 till 1,2 m, då den "synes tillväxa med 15 å 20 cm per månad vid en golvyta av 9 m² per ko och en strö mängd av 8 till 12 kg per ko och dag" (Rehnborg, 1955). Gödselproduktionen var följaktligen cirka 1,5 m³ djupströgödsel per ko och månad.

Den stora halmförbrukningen i lösdriftsanläggningar med ströbädd blev en stor nackdel då man började använda skördetröskning och bärgning och hemkörning av halm blev ett extra arbetsmoment. Lösdriftssystemet medförde också att man fick två slags gödsel, dels djupströgödsel och dels flytande gödsel från de skrapade ytorna, vilket fordrade två helt olika maskinuppsättningar för spridning (Hedré, 1964).

Gustafsson skrev 1963: Främst för att begränsa strömedelsförbrukningen och arbetet med ströning samt minska arbetet med halmbärgning och gödselutkörning har särskilda system för lösdrifter utarbetats, nämligen liggbås och spaltgolv. Liggbås har på allra senaste tiden prövats på några gårdar med enligt uppgift mycket gott resultat. Vid några studerade gårdar hade man ungdjuren gående på spaltgolv med mycket gott resultat...

Liggbåsstallarna sågs som ett medel att bibehålla lösdriftssystemets fördelar och samtidigt eliminera eller reducera dess nackdelar bl a. i form av stor halmförbrukning och stort ytbehov. Dessutom fick man en mindre mängd och enhetlig gödsel i stallar med liggbås och möjlighet att använda slutna byggnader med skydd mot väder och vind. I en arbetsstudie av Gustafsson (1967) konstateras att renhållningsarbetet i slutna liggbåsstallar med spaltgolv i gångarna är cirka 0,7 minut per ko och dag jämfört med drygt 1 minut per ko och dag i stallar med ströbädd.

Danmark

I Danmark hade lösdriftsstallar börjat användas 1953-54. Under vintern 1954-55 besöktes 11 lösdriftsstallar med djupströ. Samtliga stallar utom ett var i bruk första säsongen. Man konstaterade att stallarna planerats med 5 - 6 m² liggyta per ko i kombination med 3 - 4 m² skrapad betong yta per ko vid ätplatsen (Landbrugets Informationskontor, 1955). Liggytan var tillräckligt stor för att erhålla en torr ströbädd under förutsättning att man hade kraftig ventilation. Det var vanligast att ytan under ströbädden utgjordes av ett jordgolv, men man ifrågasatte om detta är tillfyllest för traktorutgödsling. Vid slutet av stallperioden hade ströbädden en höjd varierade mellan en och två meter. Liten yta per ko och stor mängd strö gav störst höjdtillväxt.

Under vintern var ströbäddens temperatur ca 25 cm under ytan mellan 20 och 50°C (Landbrugets Informationskontor, 1955). Man hade ingen egentlig förklaring till temperaturvariationen. En torr och ren yta på ströbädden kändes alltid ljum men inte obehagligt varm och korna tycktes trivas. Eftersom det produceras stora mängder fukt från ströbädden är en ordentlig ventilation väsentlig för att erhålla en torr bädd. Bädden blev upptrampad och smutsig där den var placerad så att den utsattes för mycket kotrafik. Rørbech (1965) observerade att en smal övergång från den skapade ytan till ströbädden gör att bädden blir upptrampad vid ingången och att omsättningen där avstannar med blöt och kall liggyta som resultat. Stallet skall därför utformas så att kotrafiken fördelas så jämnt som möjligt på bädden. Genomgångstrafik till mjölkningsavdelningen skall undvikas och "ingångsbredden" till bädden bör vara ca 25 cm per ko i gruppen.

Lantbrukarna framhöll den stora halmförbrukningen (ca 10 kg per ko och dag) som den största nackdelen med lösdriftssystemet, men menade att halmförbrukningen borde bli mindre ett år då kvalitén på halmen är god (Landbrugets Informationskontor, 1955). Flera lantbrukare ansåg att man skall strö mycket under hösten och starta bädden med ett 0,5 till 1 meter tjockt halmlager för att få igång omsättningen i bädden så snabbt som möjligt.

I ett stall, som detaljstuderades, uppmättes bäddens höjdtillväxt till 30 cm per månad. Tillväxten var snabbare i början av stallperioden (35-40 cm/månad) än i slutet (15-20 cm/månad). Under hösten var temperaturen i bädden jämnt stigande från 32 till 44 grader medan den under våren var jämnt fallande från 44 till 26 grader, troligen på grund av att för liten mängd strö och dålig kvalitet på halmen. I andra stallar låg bäddens temperatur i intervallet 25 till 36°C under hela stallperioden.

Vid en senare undersökning åren 1962-63 konstaterades att ströbäddens yta i de studerade besättningarna i medeltal var 6-7 m² per ko (De landbrugstekniske Undersøgelser, 1963). Studien resulterade dock i att man rekommenderade 4-5 m² liggyta per ko eftersom erfarenheterna visade att detta var tillräckligt. En mindre yta än den rekom-

menderade ansågs kunna skapa oro i stallet och problem med bäddens renhet. Vid större yta riskerades lägre temperatur och lägre omsättning i bädden. Undersökningen hade visat att bäddens temperatur i februari var 26°C i stallar med en genomsnittlig liggyta av 5,2 m² per ko och 20°C stallar med större (8,7m²) yta per ko.

Halmförbrukningen var i genomsnitt 5,4 kg per ko och dag men varierade en hel del mellan gårdarna. Inverkan av isolerad byggnad, tillgång till rastfålla utomhus och foderstatens torrsbstanshalt illustreras i tabell 1. Man kunde inte konstatera någon skillnad i halmförbrukning om halmen tilldelades hel eller hackad eller om man strödde 1 eller 2 gånger per dag. Medelavkastningen på de undersökta gårdarna var 211 kg smörfett. Djupströbäddarna gödslades för det mesta ut på hösten. Rekommendationen var att starta en ny bädd tidigt på hösten genom att lägga halmbal vid halmbal och skära banden, eller att strö rikligt den första tiden för att få igång omsättningen i bädden (De landbrugstekniske Undersøgelser, 1963).

Tabell 1. Strömedelsförbrukning i djupströstallar för mjölkkor. (De landbrugstekniske Undersøgelser, 1963).

Stalltyp	Antal stall	Halmåtgång kg/ko, dag
Sluten, isolerad lösdrift. Samlingsfålla på ströbädden.	2	7,3
Halvöppet, oisolerade stall, rastgård, torra fodermedel.	8	4,2
Oisolerat stall med betor i foderstaten.	11	6,1
Oisolerat stallar utan betor i foderstaten.	12	5,0
Slutet oisolerat stall utan rastgård.	10	6,5
Halvöppet, oisolerat stall med rastgård.	13	4,6

Gödselproduktion

Nötkreaturens produktion av träck och urin varierar starkt på grund av bl. a. djurets ålder, storlek och utfodring. För mjölkkor inverkar också mjölkproduktion och dräktighet på träckproduktionen medan urinmängden är lika stor under sin- och laktationsperioderna (Robertsson, 1977).

Svinens utfodring är mera ensartad och deras träck- och urinproduktion varierar mindre än nötkreaturens (Steineck et al, 1991). Då vätsketillförseln till svin ökas vid samma mängd torrfoder, t ex vid blötutfodring och vassleutfodring, ökar produktionen av både träck och urin. Detta beror på att gödselns torrsbstanshalt sjunker (Robertson, 1977)

En detaljerad sammanställning av standardiserade värden för husdjurens produktion av träck och urin har gjorts av Steineck, Djurberg och Ericsson (1991). Under arbetets gång fann man att det för nötkreatur, svin och höns har gjorts noggranna undersökningar under senare tid. För övriga djurslag har inte undersökningar utförts i modern tid och tillgängliga värden baseras på djurhållningssystem och produktionsnivåer som kan ha blivit inaktuella.

Tabell 2. Husdjurens produktion av träck och urin. (Steineck et al, 1991)

Djurslag	Ålder, månader	Träck- och urinproduktion	
		kg/dag	ton/år
Mjölkkko	>24	45 ¹⁾	16
variation		34-68	12-25
Diko	>24	28 ²⁾	10
Kviga	15-24	21 ²⁾	7,7
Kviga	6-15	14 ²⁾	5,1
Kalv	3-6	7	2,6
Kalv	0-3	5	1,8
	<u>Vikt, kg</u>		
Galt	160	4,9	1,8
Sugga i produktion, inkl. smågrisar och galt	170	4,9	3,6
Dräktig sugga	125	4,0	1,5
Slaktsvin	90	5,8	2,1
Slaktsvin	70	4,4 ^{3,4)}	1,6
Slaktsvin	50	3,3 ^{3,4,5)}	1,2
Smågris	30	1,9	0,7
Smågris	15	1,0	0,4
Häst	400-900	22-27	8-9,9

I andra källor ges andra tal för gödselproduktionen - några exempel:

- 1) Mjölkkko 640 kg, 55 kg träck och urin per dag (ASAE, 1991).
- 2) Köttdjur producerar 58 kg träck och urin per 1000kg djurvikt och dag (ASAE, 1991). Ett köttdjur som väger 360 kg, producerar därför 20,9 kg träck och urin per dag.
- 3) Svin 50 kg och 70 kg, 4,2 resp. 5,9 kg träck och urin per dag (ASAE, 1991).
- 4) Slaktsvins träck- och urinproduktion är 1,56 gånger foderintaget; ett svin som väger 60 kg producerar 3,96 kg träck och urin per dag med ts-halten 11% (Bruce, 1991)
- 5) Slaktsvin 50 kg, mjölnutfodring 3,3 kg träck och urin per dag, vassleutfodring 10,3 kg träck och urin per dag (Vanderholm, 1984)

Det finns många problem med att använda standardiserade värden för gödselproduktionen, bland annat förändringar i tiden och anpassning till det enskilda fallet. Flera forskare har därför utvecklat matematiska modeller för att beräkna gödselproduktionen. Några modeller, som syftar till att beräkna slaktsvinens produktionen av färsk gödsel och urin eller flytgödsel baserat på kunskap om fodersammansättning och miljöfaktorer, har beskrivits i en seminarieuppsats av Mårtensson (1994). Ingen av dessa modeller kan dock användas för att uppskatta mängden gödsel i en gödselbädd eftersom träcken blandas med stora mängder strömedel, det sker en omsättning ("brinning") i gödselbädden och urin avdunstar från bädden.

Enligt danska normaltal (Laursen, 1987) producerar mjölkkor som går på djupströbädd 15,8 ton träck och urin med ts-halten 10,4 % vid avkastningsnivån 6300 kg 4%-mjölk. För varje ökning eller minskning av avkastningen med 10 % ökar eller minskar mängden träck och urin med 4,25 %.

Baserat på erfarenhetstal för gödselproduktionen inklusive strö vid avkastningsnivåerna 6500 och 8500 kg mjölk har Hansen (1991) härlett följande samband mellan mjölkavkastning (x kg 4%-mjölk per år) och producerad torrsubstans i gödseln (y):

$$y = 1503 + 0,1315x$$

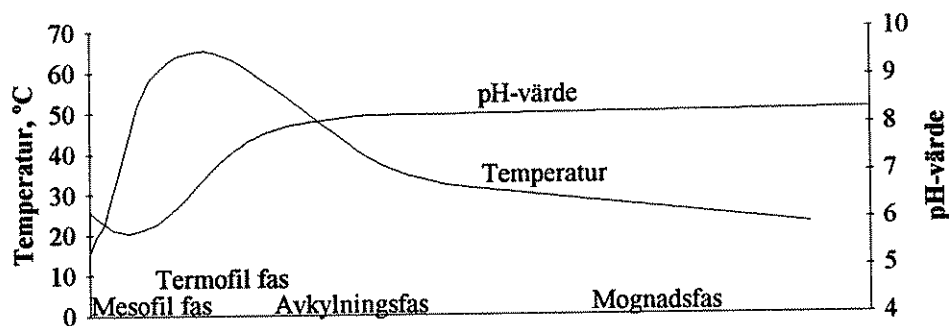
Kompostering

Kompostering i en gödselbädd är viktig inte bara för att reducera torrsubstansen och därmed bäddens höjdtillväxt men också för att avdunsta den vätska som tillförs i form av träck och urin. Komposteringen minskar även kväveavgången till luften genom att kväve binds i bakteriemassan och kväverika humusföreningar.

Kompostering är en självuppvärmande, till volymen koncentrerad, aerob process där organiskt material bryts ner. Det är en mycket komplex process vars fortskridande beror av ett stort antal faktorer. Många olika arter av mikroorganismer samverkar och avlöser varandra i processen. Då avfallet erhållit lämplig vattenhalt och det finns tillgång till luft ökar den mikrobiella nedbrytningen. Utöver fukt och syre behöver mikroorganismerna tillgång till nedbrytbara kolföreningar, näringsämnen (kväve, kalium, fosfor) och spår-element. En del av energin, som frigörs vid den biologiska nedbrytningen av kolföreningarna, används i mikrobernas ämnesomsättning men större delen avgår i form av värme. Värmeproduktionen ger upphov till den temperaturstegring som är typisk för kompostering och skiljer processen från den nedbrytning av utspritt organiskt material som annars förekommer i naturen. Se figur 1.

Nedbrytningen av stallgödsel sker ofta med begränsad tillgång till luft och därför kan, enligt Kirchman (1985), två olika processer urskiljas:

- Aerob kompostering sker vid tillgång till syre. Mullämnen bildas. Temperaturen stiger och kan nå ca 70°C. Processen fortsätter tills förrådet av nedbrytbar energi har förbrukats. En stor del av ammoniumkvävet binds i den växande mikrobmassan.
- Anaerob jäsning (förruttelse) sker vid frånvaro av syre. Kolhydratnedbrytningen hämmas. Enbart en mindre del av energin utvinns och temperaturen stiger sällan över 30°C (Henriksson & Lindell, 1988). Organiska syror bildas, pH-värdet sjunker och svavelväte kan bildas. Ingen mullbildning sker. Ammoniumkväve bildas men avdunstningen i form av ammoniak begränsas på grund av det låga pH-värdet.



Figur 1 Schematisk framställning av pH-ändringarna och det karakteristiska temperaturförloppet under komposteringen. (Kirchman, 1986)

Båda processerna äger rum i gödselstackar och gödselbäddar. Flera faktorer är av betydelse för vilken process som skall ta överhanden. Dessa inkluderar C/N-kvot, pH-värde, vattenhalt, syretillgång, temperatur och vilka typer av bakterier som finns i gödseln. I löst lagrad, halmrik stallgödsel dominerar komposteringsprocessen. Lämpligt förhållande mellan kol och kväve, uttryckt som C/N-kvot, är en viktig faktor för att främja komposteringen. Kvoten påverkas genom tillförsel av urin (som innehåller mycket kväve) och tillförsel av halm (kolhydrater). Hur mycket halm som skall tillföras per djur och dygn för att få en optimal kompostering kan dock inte anges eftersom halmens kvalitet, bäddens utformning, djurens beteende m m har betydelse. Hackad halm har större vattenuppsugningsförmåga än hel halm och utgödslingen underlättas. En bädd av hackad halm packas tätare varvid luftcirkulationen i bädden försvåras och anaeroba förhållanden uppstår lättare.

Bäddens temperatur

Värmeutvecklingen i en kompost har ett karakteristiskt förlopp. Se figur 1. En snabb uppvärmning (mesofil fas) sker inom en eller några dagar till en maximumtemperatur av ca 70°C. Denna temperatur kvarstår några dagar eller veckor (termofil fas) och följs av en långsam, kontinuerlig avkylning, som pågår i några veckor till månader. Avkylningsfasen övergår i en mognadsfas då materialet slutligt omvandlas till humus.

En brinnande gödselbädd fungerar nästan på samma sätt som en vanlig kompost. Ny gödsel och strö tillförs dock kontinuerligt till bäddens överyta. Bätten trampas dessutom av djurens klövar och därför kan luftväxlingen, särskilt längre ner i bädden än 40 cm, bli otillräcklig för att möjliggöra aerobisk nedbrytning. Gödselbäddens ytlager kyls av stalluften men temperaturen ökar snabbt med djupet och högsta temperaturen uppnås på cirka 10 cm djup (Kapuinen, 1992 och Jeppson, 1993). Temperaturen på större djup i bädden kommer att bero av mikrobiologisk aktivitetsnivå, bäddens totala volym samt isoleringsegenskaperna hos golv, väggar och bäddens överyta; dvs hur snabbt den producerade värmen förloras till omgivningen.

Kapuinen (1992) undersökte temperaturutvecklingen i ströbäddar för dikor. Strömedlet utgjordes dels av halm och dels av en blandning av halm och torv. Han fann att bäddarnas temperatur ökade snabbt för att nå ett högsta värde cirka tre veckor efter etableringen. Denna tid kunde bli kortare om man startade med ett tjockt lager strö och blandade in gödsel i bädden. Då strömedlet utgjordes av enbart halm steg temperaturen i några fall över 60°C då bädden var tre veckor gammal. Temperaturen blev därefter lägre och stabiliserades runt 40°C. Då strömedlet utgjordes av en halm/torv blandning var temperaturtoppen mindre markerad och temperaturen stabiliserades på en nivå strax under 40°C.

Strömedel

Stallgödsel innehåller två former av kväve, ammoniumkväve och organiskt bundet kväve. Ammoniumkväve bildas vid spjälkning av urinämne och kan avgå till luften i form av ammoniak vid de höga pH-värden som erhålls då fastgödsel komposteras. Kirchman (1985) fann att en extra tillsats av halm till fastgödsel kan minska kväveförlusten. Med halmtillsatsen ökar mängden nedbrytbara energirika substanser och därmed kan massan av mikroorganismer öka och mer kväve binds i organiska föreningar.

Djupströgödsel är halmrik men å andra sidan suggs all urin upp i bädden och mängden kväve i gödseln är större än vid fastgödselsystem där urinen dräneras och lagras separat. Barrträdspån och torv är relativt svårnedbrytbara och därför mindre lämpliga energikällor för mikroorganismerna i gödsel. Då Kirchman (1985) jämförde inblandning av dessa strömedel i fastgödsel med inblandning av halm blev kväveförlusten högre. Mikroorganismernas tillväxt hämmades av brist på energi från biologiskt nedbrytbart material och därmed ökade inte halten organisk bundet kväve.

I Finland undersökte Kapuinen (1992) fem ströblandningar, som innehöll halm, torv och träflis, i ett stall med djupströbädd för dikor. Där man strödde med enbart halm ökade bäddens höjd med 5,2 mm per dag medan en ströblandning av 40% halm och 60% torv resulterade i en långsammare ökning av 3,8 mm per dag. Torvinblandningen i strömedlet ökade bäddens förmåga att binda kväve och vatten. Torv kan dock inte användas som

enda strömedel då den har för liten bärförmåga och inte kan brinna ensam. Halmandelen i strömedlet bör därför inte understiga 40%. Träflisblandning i strömedlet resulterade i att bäddens höjdtillväxt ökade med ökande andel flis.

Enligt danska erfarenheter (De landbrugstekniske Undersøgelser, 1963) får man låg omsättning och därmed också låg temperatur i bäddar som strös med sågspån. Sågspånbäddar rekommenderas i första hand för ungdjur. Förbrukningen av sågspån uppskattades i undersökningen till 4 kg per vuxet djur och dag.

Etablering av en gödselbädd

En gödselbädd med initialt låg C/N-kvot (kväverik kompost) kan leda till avgång av fri ammoniak. Begränsad tillgång till energi från biologiskt nedbrytbart material innebär att inte allt kväve kan omvandlas till organiskt bunden form genom att ingå i mikrobiologiska cellstrukturer eller kväverika humusföreningar.

I ett norskt examensarbete av S. I. Refvik rapporteras, baserat på litteraturstudier och gårdsbesök, att man vid etablering av en djupströbädd för dikor bör använda ca. 40 kg torr halm av god kvalitet per kvadratmeter. Vid 4-6 m² djupströbädd per ko (1m² per 100 kg djurvikt) blir behovet ca 200 kg halm per ko. Till daglig ströning behövs sedan 5-10 kg halm per ko. På de besökta gårdarna användes mindre halmmängd än den rekommenderade. Detta resulterade i låg temperatur i bäddarna, ofta under 10°C. Bäddarna var av dålig kvalitet runt vattenkar och andra ställen med mycket djurtrafik. (Institut for tekniske fag, 1992).

Den svenska erfarenheten av halmåtgången i djupströsystemet för mjölkkor har sammanfattats i en intervju med Ekelund: "För att bädden skall fungera krävs att hela liggytan täcks med ett lager med halmbalar då bädden anläggs. Sedan måste det fyllas på med minst 5-7 kg per ko och dag. Finns det inte så mycket halm blir djupströbädden istället snabbt det sämsta alternativet. Bädden kan vara upp till 1,5 m hög vid betessläppningen. Varje ko måste ha tillgång till cirka 4,5 m² djupströbädd." (Cederberg, 1989).

Enzymbehandling

Bakterie- och enzympreparat kan tillföras en ströbädd i syfte att förbättra komposteringsprocessen och därigenom minska förbrukningen av strömedel och gödselbäddens volymtillväxt. Preparaten uppges kunna resultera i 50% reduktion av halmförbrukningen i gödselbäddssystem för svin samt att gödselbädden bara tas ut en gång per år. Enzympreparaten börjande användas i Danmark och England sedan mycket positiva erfarenheter hade rapporterats från Holland (Landbrugets Rådgivningscenter, 1992) och har senare också använts vid några gårdar i Sverige. Det danska Landsutvalget for svin

(1994) hävdar dock att komposteringsprocessen i slaktsvinsbäddar inte förbättras med sådana preparat och att de därför inte kan rekommenderas.

Volymvikten hos fastgödsel

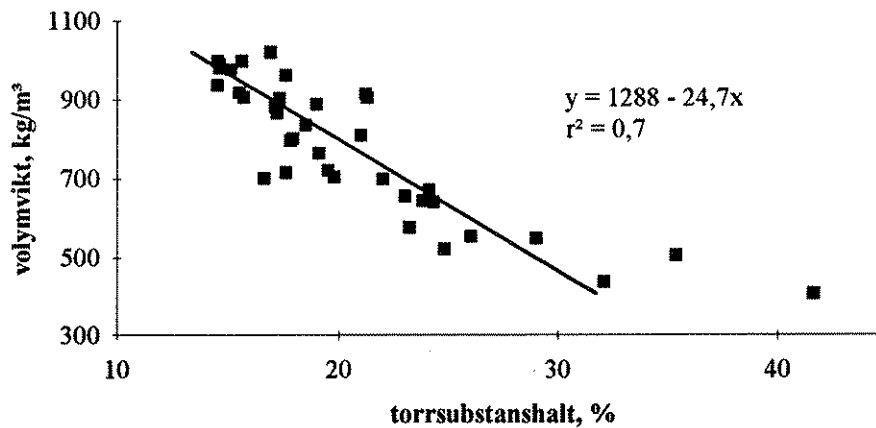
Gödselns volymvikt bestämdes i samband med en undersökning av 37 stallgödselspridare i sydöstra Sverige (Wiberg, 1987). Flertalet prov avsåg nötkreatursgödsel, som hade en torrsubstanshalt i intervallet 14 till 32%, men det togs prov även på några lass med svinggödsel (31-36% ts) och hönsgödsel (57-71% ts). Man fann att sambandet mellan volymvikt och ts-halt är rätlinjigt och kan uttryckas med ekvationen $y = 49 - 0,035x$, där x är volymvikt och y är ts-halt. Om sambandet vänds så att torrsubstanshalten blir den beroende variabeln uttrycks sambandet med ekvationen $y = 1400 - 28,6x$, där x är ts-halt och y är volymvikt.

(En kontrollräkning baserat på rapporterade data om lassvikter, volymer och ts-halt i rapporten ger emellertid sambandet $y=977-9,9x$ eller, då hönsgödseln utesluts, $y=1148-17,7x$.)

Med ledning av det av Wiberg beskrivna sambandet mellan ts-halt och volymvikt anger Andersson (1990) följande volymvikter för olika slag av stallgödsel i lager:

- kletgödsel 850 - 950 kg/m³ (12-20%ts)
- tryckutgödselad fastgödsel 750-850 kg/m³
- staplingsbar fastgödsel 600 - 750 kg /m³ (>20%ts)
- djupströgödsel 500 kg/m³ eller mindre beroende på strömmängd, djurslag, nederbördsexponering och lastningsförfarande.

I en rapport om stallgödselns fysikaliska egenskaper redovisar Jordbrukstekniska institutet värden för skrymdensitet och ts-halt för 37 fast- och flytgödselprover. Sambandet kan beskrivas med ekvationen $y = 1288 - 24,7x$ ($r^2 = 0,74$) och illustreras i figur 2.

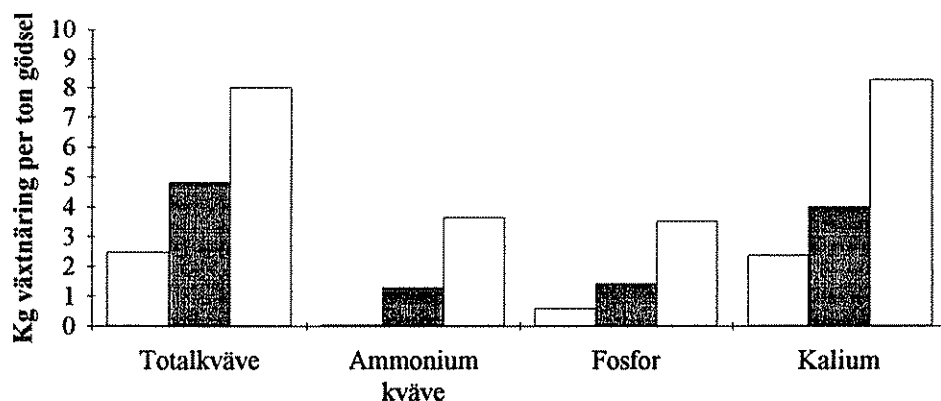


Figur 2 Sambandet mellan volymvikt och torrsubstanshalt i klet- och fastgödsel. Framställd med försöksdata från Jordbrukstekniska institutet. (Malgeryd et al, 1993)

Enligt dansk rådgivning kan ett ton djupströgödsel beräknas uppta cirka 1,7 m³, vilket motsvarar volymvikten 590 kg/m³ (Miljøgruppen, 1993). För flytgödsel, fastgödsel och urin rekommenderar man användning av volymvikten 1 ton/m³ vid beräkning av lagringskapaciteter.

Växtnäring i gödsel

Stallgödsel består av träck och urin samt varierande mängder strö- och foderrester och spillvatten. Växtnäringsinnehållet i färsk träck och urin beror bl.a. av vad djuren äter. Vid lagring och kompostering av gödsel avgår kväve i form av ammoniak. Halterna av kalium och fosfor ökar då omsättningen i gödsel gör att dess volym och vikt minskar. Detta medför att växtnäringsinnehållet, uttryckt i kg växtnäring per ton gödsel, i lagrad stallgödsel kan variera mycket kraftigt. Variationen, som illustreras i figur 3, betingas mer av hur stallgödseln hanterats inne i och utanför stallet än av djurslaget. Steineck et al (1991) har beräknat riktvärden för fastgödselns innehåll av fosfor och kalium. Enligt dessa innehåller nötkreaturgödsel 1,5 kg fosfor och 5 kg kalium per ton medan svinggödsel innehåller 3 kg fosfor och 3,5 kg kalium per ton. Från en fjärdedel till hälften av kvävet förloras till luften under hantering, lagring och spridning av fastgödsel. Vid spridning av stallgödsel på våren till stråsäd kan dess kväveverkan efter förluster antas bli ca 1,3 kg N per ton nötkreaturgödsel och 1,0 kg N per ton svinggödsel.



Figur 3 Växtnäringssinnehåll i kg per ton fast- och kletgödsel från nöt och svin. Fyllda staplar anger medeltal av 36 analyser från försök över hela landet 1978-87. Ofyllda staplar anger minsta resp. högsta värde. (Steineck et al, 1991)

Ströningsarbetet

I Finland har arbetet i djupströstillar för dikobesättningar studerats av Klemola (1992). På de studerade gårdarna användes 5 - 6 kg strö per djur och dag. Det vanligaste strömedlet var halm som hanterades som rundbalar. Tre metoder att fördela halmen registrerades: rulla ut balen på bädden 1,4 tim/ko, år; ströning och manuell fördelning av halmen med högaffel en gång per vecka 2,6 tim/ko, år; och ströning och fördelning med högaffel en gång per dag 6,5 tim/ko, år. Utgödsling av bädden en till två gånger per år och skrapning av utfodringsplatsen en gång per vecka tog i genomsnitt 2,1 tim/ko, år. I stallar med ströbädd över hela ytan och som rengjordes två gånger per år krävde utgödslingsarbetet 1,6 tim/ko, år. Observera att tiderna per diko inkluderar arbete med kalvar.

Gödselbädd till nötkreatur

Stall för mjölkkor

I Danmark undersöktes 31 djupströstillar för mjölkkor av Statens Jordbrugstekniske Forsøg (Hansen&Keller, 1991) under vintern och våren 1990. Ett av stallarna hade använts i 26 år, men över hälften hade tagits i bruk under de senaste 4 åren. Besättningsstorleken varierade från 40 till 160 kor och den genomsnittliga avkastningen var 300 kg smörfett (200-376kg). En slutsats av undersökningen är att det inte finns behov att värmeisolera liggavdelningen om dricksvattenförsörjningen kan frostsäkras. Mjölkningsstallet bör isoleras med hänsyn både till djurskötaren och mjölkningsanläggningen. Baserat på lantbrukarnas uppfattning om aktuell beläggning på ströbädden drogs slutsatsen att djupströbäddsytan skall vara minst 4 m² per ko. Till detta kommer minst 2m²

skrapad gödselgång per ko. Den skrapade ytan får gärna vara större för att minska behovet av klövvård och för att det inte skall ackumuleras för mycket gödsel mellan utgödslingarna, särskilt om man använder traktorskrapa.

Om utgödsling av gödselbädden sker en till två gånger per år måste bäddens höjd kunna bli minst 1,5 m. I ett stall, som gödslade ut endast en gång per år blev bädden 2,4 m hög. Det föreföll inte som om korna hade problem med att gå upp på en två meter hög bädd. Djupströbäddens golv låg 0,6 till 1,5 m under den skrapade ytan vid foderbordet. En stor nivåskillnad ökar byggkostnaden på grund av schaktarbeten och konstruktion av ramper för utkörning av gödseln och trappor för kotrafiken. Tidigare rekommenderades så stor övergång som möjligt (minst 25 cm/ko) mellan skrapad yta och gödselbädd. Några av de besökta stallarna hade emellertid smala passager. Bädden blev i dessa stallar upptrampad men inte mjuk, och korna släpade ut mindre halm på den skrapade ytan.

Ströbäddens höjd ökade i genomsnitt med 8 mm per dag men eftersom korna i en del stallar hade tillgång till rastfälla utomhus bör man räkna med 10 mm per dag i slutna stallar. Höjden ökade nästan lika snabbt oberoende av om djupströytan var liten eller stor per ko. Detta betyder att den producerade gödselvolymen ökar då ströbäddsytan per ko ökar. Man kunde konstatera att strömedelsförbrukningen ökade med ca 1,1 kg per ko och dag per kvadratmeter ökning av ströbäddsytan i intervallet 3 till 8 m²/ko (Hansen & Keller, 1991). Sambandet kan uttryckas med ekvationen $y = 2,3 + 1,14x$ där x är djupströbäddens yta (m²/ko) och y är ströåtgången (kg/ko, dag). Den genomsnittliga halmförbrukningen var 8,3 kg halm per ko och dag (variation 5-15 kg/ko, dag). Det tycktes som om strömedelsbehovet var ca 1,5 kg per dag lägre då halmen lagrades under tak jämfört med lagring i stack utomhus. I tidigare undersökningar hade konstaterats att strömedelsförbrukningen ökar med ökad andel foderbetor (blöta fodermedel) i foderstaten. Denna tendens bekräftas och man fann att strömedelsförbrukningen steg med 1,5 kg per 10 kg foderbetor. De föreföll inte vara någon större skillnad mellan olika halm-sorter även om lantbrukarna föredrog korn och vetehalm och inte gärna använde havrehalm i djupströstallar.

Ströbäddens temperatur var högst 10 - 20 cm under bäddens yta där den i genomsnitt var drygt 40 grader. På platser där bäddens gödselinnehåll var stort eller kotrafiken intensiv, t ex vid passagen till foderbordet, var temperaturen betydligt lägre, ofta ner till 15-20 grader (Hansen & Keller, 1991).

Resultat från svenska och utländska försök samt praktiska erfarenheter har i Sverige sammanställts i en serie systemlösningar för jordbrukets driftsbyggnader. Planeringsdata beträffande ströåtgång i nötkreatursstallar med ströbädd återges i tabell 3.

Tabell 3. Strömängder för inhysningssystem med ströbädd för mjölkkor. (Ascárd & Svala, 1992)

Inhysningssystem	Strömängd
Strödd ungdjursbox	5-8 kg halm/djur, dag
Strödd liggyta, vuxna djur	5 kg halm/djur, dag
Djupströbädd, hela ytan	8-10 kg halm/djur, dag
Djupströbädd med skrapad gång vid foderbordet	5-7 kg halm/djur, dag

Enligt danska rekommendationer (Landbrugets Rådgivningscenter, 1991) bör liggytan i ett djupströstall för mjölkkor vara avskild från foderplatsen med en vägg och ha en yta av 4-6 m² per ko (ca 1 m² per 100 kg ko). Den skrapade ytan bör vara minst 3m²/ko för att säkerställa tillräcklig motion. Stallet bör utformas så att onödigt kotrafik på ströbädden undviks för att begränsa upptrampning av bädden. Liggytan bör vara minst 6-7 m bred för att begränsa kotrafiken längs med bädden, för att skapa lugn bland djuren och för att underlätta utgödslingen. Golvet under djupströbädden bör ligga 0,8 till 1,2 m under den skrapade ytan. Man behöver strö med 6 - 10 kg halm per ko och dag beroende av använda fodermedel och djurens kroppsvikt. Vid etablering av bädden läggs småbalar sida vid sida varefter snörena skärs av så att en "tät", fast botten bildas. Eventuella skiljeväggar mellan olika grupper av kor måste kunna höjas allteftersom bädden växer. Ströhalmens kvalitet har stor betydelse för djupströbäddens funktion.

I ett försök jämförde Hansen (1993) tre typer av djupströboxar till mjölkkor för att undersöka strömedelsåtgången och gödselbäddens utveckling vid olika inhysningssystem och halmmängder. Försöken pågick under tiden 28/2 -90 till 29/5 -91. I box 1 var hela ytan täckt med djupströbädd medan det fanns en skrapad gång vid foderbordet i de båda andra boxarna. I box 3 skrapades gödseln i gången till en flytgödselbehållare medan den i box 2 lades upp på bädden. Boxytans storlek, halmåtgång, gödselproduktion och andra data från försöket redovisas i tabell 4. Korna i försöket vägde drygt 600 kg och avkastningen var ca 20 kg 4%-ig mjölk per dag. Man strödde med kornhalm. Vid start av bäddarna användes 27 kg halm per m² till etableringslager. Det fanns ingen tendens till att bäddarnas höjdtillväxt skulle avta med bäddens ålder. Bäddarnas genomsnittliga temperatur var ca 40°C på 10 till 20 cm djup och var ganska lika i de tre boxarna. Temperaturen var något högre på sommaren än på vintern och ökade med 0,26°C för varje grads ökning av stalltemperaturen. Korna i boxar med tillgång till gödselgång, uppehöll sig 65% av tiden på ströbädden och 64% av gödseln föll i bädden. Betydligt mindre än de 50%, som man normalt räknar med, föll alltså i gödselgången.

Då gödselbädden brinner minskar mängden torrsbstans och vatten avdunstar. Värdet för denna minskning beräknades baserat på uppvägd mängd utkörd gödsel, tillförd mängd halm och normalt för kornas produktion av träck och urin. Resultaten redovisas i

tabell 4. Hansen (1993) förklarar den större torrsubstansminskningen och högre volymvikten i box 1 med att utgödslingsintervallet i denna box var drygt 4 månader mot hälften så lång tid i box 2 och 3. Volymvikten för djupströgödseln i box 3 är lägst eftersom det i denna box fanns ett lager torr halm i botten av bädden vid utgödslingen.

Tabell 4. Data från ett danskt försök med djupströbädd till mjölkkor. (Hansen, 1993)

	Box 1	Box 2	Box 3	
	djupströ- bädd	djupströ- bädd	djupströ- bädd	flyt- gödsel
Yta djupströbädd, m ² /ko	7,5	5,0	5,5	
Yta skrapad gång, m ² /ko	-	2,7	2,7	
Antal försöksdagar	412	427	455	
Antal utgödslingar	3	6	6	
Halmåtgång, exkl. etableringslager, kg/ko, dag	12,8	10,5	7,5	
Halmåtgång inkl. etableringslager, kg/ko, dag	14,2	12,0	9,0	
Komprimerad höjd av etableringslager, mm	262	191	239	
Bäddens höjddökning, mm/dag (exkl. etableringslager)	6,55	12,38	7,02	
Produktion av gödsel (utkörd), m ³ /ko, månad	1,92	2,04	1,41	0,55
Volymvikt, kg/m ³	830	780	750	
Torrsubstanshalt, %	29,3	29,0	31,5	12,6
Utkörd mängd gödsel i procent av tillförd mängd träck, urin och halm	65	70	71	83
Minskning av torrsubstans, %	20	9	9	0
Minskning av vätska, %	39	36	36	19

Stall för ungnöt

Då Hedrén & Gustafsson (1977) beskrev inhysningssystem för nötköttsproduktion nämndes djupströ som en möjlighet. Systemet ansågs lämpligt för gödtjurar efter spädkalvsperioden, för ungnöt efter 6 månaders ålder samt för diko- och amko-besättningar. Med ströbädd i hela boxen får man räkna med ett behov av 8-10 kg ströhalm per djur och dag eller 5 kg/djur, dag då kombinerar ströbädden med en skrapad gödselgång intill foderbordet. I djupströstallar får man, om tillräckligt med strö används, en fast gödsel som även suger upp urinen. Ett häststall ombyggt till djupströstall för uppfostring av stutar ges som exempel. Stallet rymde 64 djur i åldrarna 4 till 24 månader och

strömedelsförbrukningen uppgavs vara 10 balar löspressad halm per dag. Om man antar att balarna väger ca 13 kg/st blir det ca 2 kg halm per djur och dag.

I ett examensarbete (Henriksson & Lindell, 1988) redovisas enkätsvar från 20 lantbrukare med ungnöt (kvingor, ungtjurar och mellankalvar) på gödselbädd. De flesta lantbrukarna hade valt ströbäddsystemet eftersom det fanns befintliga, oisolerade byggnader på gården. Knappt hälften av stallarna var inredda med gödselbädd i kombination med skrapad yta vid foderbordet. Nästan alla byggnader hade betonggolv. Korn-, vete-, eller havrehalm var de vanligaste strömedlen och man anlade ströbädden med ett lager halm på runt 10 kg per djur. För bäddens underhåll använde de flesta mindre än 4 kg hel halm per djur och dag. Det var vanligast att man strödde varje dag. Man gödslade ut 1-3 gånger per år och företrädesvis på våren. Många rapporterade att utgödslingsintervallet styrdes av bristande takhöjd i stallet.

Henriksson och Lindell (1988) redovisar också halmförbrukningen i ett försök vid Götala i en oisolerad stallbyggnad. 11 vallfodertjurar sattes in i en boxen vars yta utgjordes av 3,5 m²/djur ströbädd (0,9 m²/100kg djur) och 2,3 m²/djur skrapad gång utmed foderbordet. Tjurarna vägde vid insättningen 380 kg och 480 kg vid slakt 95 dagar senare. Tjurarna utfodrades med ensilage (5-6 kg ts/djur,dag) och kraftfoder (4-4,6 kg/djur,dag). Bädden anlades med ett halmlager motsvarande 30 kg/djur. Bädden ströddes sedan tre gånger per vecka med en mängd motsvarande 1,5 kg/djur,dag. Detta resulterade i en bädd med 34 till 47 % torrsbstanshalt. Vid utgödslingen var bäddens vikt 8600 kg. Totalt hade 2013 kg halm tillförts. Om man antar att varje djur producerade 21 kg träck och urin per dag (enligt tabell 2), och att hälften föll på gödselbädden, har bädden totalt tillförts 12986 kg träck, urin och halm. Vid utgödslingen återstod alltså 66 % av mängden tillfört material.

Bäddens temperatur cirka 20 cm under ytan varierade mellan 25 och 30°C. Den genomsnittliga temperaturen vid bäddens yta var under observationsperioden (juni-september) i stort sett lika med den genomsnittliga temperaturen på 20 cm djup i bädden. Man kunde däremot inte visa något samband mellan bäddens temperatur och lufttemperaturen i stallet. Ungdjurens gödslingsbeteende registrerades under ett dygn. Av totala antalet gödslingstillfällen skedde knappt hälften i ströbädden (Henriksson & Lindell, 1988). Samma fördelning av gödslingsplatserna erhöles då studenter i ett kursprojekt hösten 1993 observerade mjölkkor på en gård i Uppland under ett dygn.

I Norge studerade Bøe och Havrevoll (1993) spädkalvsuppfödning med mjölkutfodringsautomat i spaltgolvsboxar i en isolerad byggnad och på gödselbädd i en oisolerad byggnad. Försöken startade i september och avslutades i jan/febr, då kalvarna var 20 (år 1) och 16 (år 2) veckor gamla. Ytan per kalv var 0,96 m² i spaltgolvsboxarna och 1,75 m² på gödselbädden. Halmförbrukningen ökade med kalvarnas ålder var, år 1 och år 2, i genomsnitt 1,3 och 1,0 kg halm/kalv, dag. Gödselbädden blev 0,5 m hög första året och något lägre andra året. De 12 kalvar, som gick på gödselbädd bedömdes vara renare än

de som föddes upp på spaltgolv. Temperaturen 20 cm under ytan i gödselbädden låg första året på 30-40°C och 15-20°C andra året. Skillnaden förklaras med mindre halm-tilldelning det andra året. Relativa luftfuktigheten låg ofta runt 90% i den oisolerade byggnaden.

Jeppson (1993) bestämde kväveförlusterna från djupströbäddar till ungtjurar i ett försök vid Götala. I tre boxar anlades ströbädd med 18 kg hel råghalm per m² vilket motsvarade 40 kg per 100 kg djurvikt vid insättningen eller ett lager med tjockleken 10-20 cm. De tre boxarna ströddes sedan tre gånger per vecka med olika typ och mängd halm. Ytan per box var ca 50 m², varav 30 m² gödselbädd. Ett djur per box togs bort efter två månader av försöksperioden och beläggningen i boxarna ökade därför från 46 kg djur/m² ströbädd till 113 kg djur/m² gödselbädd. Djupströbäddarnas tjocklek ökade snabbast på liggplatserna längst bort från ingången från den skrapade gången vid foderbordet. Bäddarna gödslades ut i slutet av maj efter knappt 6 månader. Vid slutet av uppfödningssperioden var djuren renast i boxen som strötts med hel halm medan den lägre nivån ströning med hackad halm resulterade i något smutsigare djur trots att djuren i denna box lämnade en större andel av sin gödsel på den skrapade gången än djuren i de andra boxarna.

Bäddens temperatur var högre på 10 cm djup än på 20 och 40 cm djup och högre vid liggplatsen än närmast ingången från den skrapade ytan. Temperaturen medelnivå var lägst i boxen som ströades med den mindre mängden hackad halm och högst i boxen som ströades med hel halm (Jeppsson, 1993).

Tabell 5. Strömängder och djupströbäddens tillväxt i försök vid Götala (Jeppson, 1993). Bäddarnas volym och volymökning är beräknade baserat på tillgängliga data.

	Box A liten mängd halm	Box B hackad halm	Box C hel halm
Djur vid start	10 tjurar @ 140 kg	10 tjurar @ 140 kg	10 tjurar @ 140 kg
Försöksperiod	172 dagar	172 dagar	172 dagar
Djur vid utgödsling	9 tjurar @ 380 kg	9 tjurar @ 380 kg	9 tjurar @ 380 kg
Strö för underhåll av bädden	1,2 kg hackad råghalm/djur, dag	1,6 kg hackad råghalm/djur, dag	1,6 kg hel råghalm/ djur, dag
Total strömängd inkl. startlager	1,5 kg/djur, dag	1,9 kg/djur, dag	1,9 kg/djur, dag
Bäddarnas tillväxt exkl. startlager ¹⁾	1,0 mm/dag	1,3 mm/dag	2,4 mm/dag
Bäddens medel- tjocklek vid utgödslingen	23 cm	28 cm	46 cm
Bäddens volym vid utgödsling	7,1 m ³	8,5 m ³	13,9 m ³

1) Bäddarnas tillväxt inklusive etableringslager är 0,3 mm/dag högre.

I Danmark genomfördes en enkätundersökning av 27 ungdjurstallar med gödselbädd. Tolv av stallarna var nybyggda medan 15 hade inretts i existerande byggnader. Det tycktes inte finnas behov att isolera djupströstallar av hänsyn till djuren men vattnet måste frostsäkras (Hansen & Kromann, 1993). Kraftig ventilation är nödvändig för att få friska och livskraftiga djur och krävs också med hänsyn till byggnadens hållbarhet. Naturlig ventilation föredras. I stallar med ströbädd över hela boxytan måste man gödsla ut varannan eller var tredje månad för att djuren skall kunna äta bekvämt.

Både strömedelsförbrukningen och gödselmängden ökar ju oftare man gödslar ut. Ströåtgången ökar på grund av den extra mängd halm som används för att etablera en ny bädd och gödselmängden ökar på grund av högre strömedelsförbrukning samt mindre komprimering och omsättning i bädden (Hansen & Kromann, 1993). Halmförbrukningen var större i boxar för gödtjurar än i boxar för kvigor på grund av den högre utfodringsintensiteten. Det fanns en tendens till stigande strömedelsförbrukning då bäddens yta per 100 kg djur ökade.

Tabell 6. Produktion av gödselbädd inklusive etableringslager. Data från enkätundersökning av ungdjursstallar i Danmark (Hansen & Kromann, 1993).

	Gödselbädd, lång ätplats ¹⁾	Gödselbädd, kort ätplats ²⁾	Gödselbädd, spaltgolv på ätplatsen	Gödselbädd i hela boxen
Liggplatsyta, m ² /100 kg djur	0,9 (0,4-1,4)	0,73 (0,4-1,0)	0,67 (0,5-0,9)	1,24 (0,5-2,0)
Strömedelsåtgång, kg/100 kg djur, dag	0,9 (0,5-1,3)	1,7 (0,5-2,9)	0,9 (0,5-1,4)	1,4 (0,5-2,4)
Gödselproduktion, kvigor m ³ /100 kg kviga, 6 månad	1,27 (0,7-1,7)	1,76 (1,4-2,2)	1,00 (0,5-1,3)	2,03 (1,1-2,8)
Gödselproduktion, kvigor l/100 kg kviga, dag	6,94 (3,8 - 5,5)	9,62 (7,6 - 12,0)	5,46 (2,7-7,1)	11,09 6,0 - 15,3
Gödselproduktion, tjurar m ³ /100 kg tjur, 6 månader		3,05 (1,9-4,0)		3,03 (1,9-5,4)

1) Med lång ätplats förstås att den skrapade ytan utmed foderbordet är tillräckligt bred för att djur skall kunna passera bakom djur som äter.

2) Ätplatsen definieras som kort då bredden på den skrapade ytan tvingar djur som passerar bakom ätande djur att gå på gödselbädden.

I Skottland används djupströstallar främst för ungnöt och köttjur. Även om djupströ kan användas för kor föredras liggbås. Gödselproduktionen beror av strömedlets kvantitet och kvalitet, ytan per djur och klimatförhållanden (särskilt relativ fuktighet) i byggnaden. Strömedelsbehovet anges till 4,5 - 5,8 kg långhalm eller 6,8 kg hackad halm per vuxet djur och dag (Robertson, 1977).

Den totala volym stallgödsel, producerad i ett djupströstill, beräknas enligt Robertson (1977) som summan av gödselvolymen (träck + urin) och halva strömedelsvolymen. Strömedelsvolymen reduceras med 50% med hänvisning till den komprimering av halmen som sker i bädden. I system där gödselbädden kombineras med en skrapad yta vid foderbordet kommer en del av gödseln att falla på den skapade ytan och hanteras som fast- eller flytgödsel beroende på om urinen dräneras bort. Gödseln från en ätplats utomhus bör hanteras som flytgödsel eftersom den blandas med regnvatten. Gödselvolymen från den skrapade ytan beror av djurens foder och vattenintag. Dess andel av den totala produktionen är enligt Robertson proportionell mot den tid djuren vistas på ätplatsen. Synpunkter som kan läggas på denna metod är att den inte diskuterar brinning i gödselbädden. Följande beräkningsexempel ges av Robertson:

Ett hundra ungnöt går på en djupströbbädd i sex månader. Djuren ökar i vikt från 300 till 450 kg, beläggningen är 4,0 m² per djur och ett djur producerar 21 liter gödsel per dag. Man strör med 5 kg halm per djur och dag. Halmens volymvikt är 130 kg/m³. Gödselbädden höjd kommer efter 6 månader att vara:

$$\frac{180 \text{ dagar} * (0,021 \text{ m}^3 + 50\% * \left(\frac{5 \text{ kg}}{130 \text{ kg/m}^3} \right))}{4,0 \text{ m}^2} = 1,8 \text{ m}$$

Volymvikterna för olika typer av halm anges till följande värden:

lös halm	55 - 72 kg/m ³
balad halm	96 - 160 kg/m ³
hackad halm	91 - 128 kg/m ³

Ströbbäddar till svin

Svin har hållits i enkla oisolerade byggnader eller utomhus i hyddor med rastgårdar sedan lång tid i Sverige och erfarenheter finns redovisade från 50- och 60-talen. System för inhysning av gruppållna dräktiga suggor på djupströbbädd utvecklades på 70-talet. Ströbbädden gödglas ut med lastare och utfodring sker i ätbås där djuren kan stängas inne (Svendsen et al, 1990). Från Sverige och Danmark rapporteras även om olika modeller för inhysning av slaktsvin på djupströ. Intresset för enkla byggnader i svinproduktionen är stort men motsvaras inte av aktuell kunskap om byggnadsutformning, skötsel och produktionsresultat.

I en studie av Jordbruksverket (1993a) redovisas teoretiska beräkningar av gödselproduktionen i olika djurhållningssystem för svin. I beräkningarna har vikten av producerad träck och urin adderats till vikten av förbrukat strömedel och mängden spillvatten. I oisolerade byggnader med gödselbädd beräknas dräktiga suggor öka sin foderkonsumtion med 5-15% (enligt Rasp) under vinterperioden, och slaktsvin med ca 5%. Det ökade foderintaget och grisarnas konsumtion av halm ökar dessutom behovet av vätska och därmed ökar utsöndringen av både träck och urin. Av den totala vikten träck,

urin och strömedel som tillförs bädden, beräknas totalt 40% försvinna till följd av omsättningsförluster i gödselbädden och vid lagringen på gödselplatta. Jordbruksverket framhåller att underlaget för bedömning av viktminskningen till följd av komposteringsprocessen är bristfälligt. Vid omräkning till volym har antagits en volymvikt av 500 kg/m³. I tabell 7 redovisas antagen ströåtgång och de beräkningsresultat som avser stallar med gödselbädd. Gödselvolymerna har här räknats om till produktion per djurplats och månad. Vidare har ett värde för tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 veckors ålder) här räknats fram baserat på Jordbruksverkets värden för familjebox och tillväxtbox med gödselbädd i varm byggnad. Jordbruksverket har räknat med 6 kg halm per sugga med smågrisar och dag under digivningsperioden och 4,3 kg per kull och dag under tillväxtperioden.

Tabell 7. Halmåtgång och beräknad gödselproduktion i svinstallar med gödselbädd efter omsättningsförluster i stall och lager (40%). Volymvikt 500 kg/m³. (Jordbruksverket, 1993a)

	Halmåtgång, kg/djur, dag	Produktion av gödselbädd, m ³ /månad
Dräktig sugga, kall byggnad	2,2	0,39
Dräktig sugga, varm byggnad	2,0	0,36
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 veckor)	4,8	0,77
Tillväxtbox för smågrisar (6-12 veckor)	4,3 ^a)	0,71 ^a)
Slaktsvin, kall byggnad	0,9	0,25

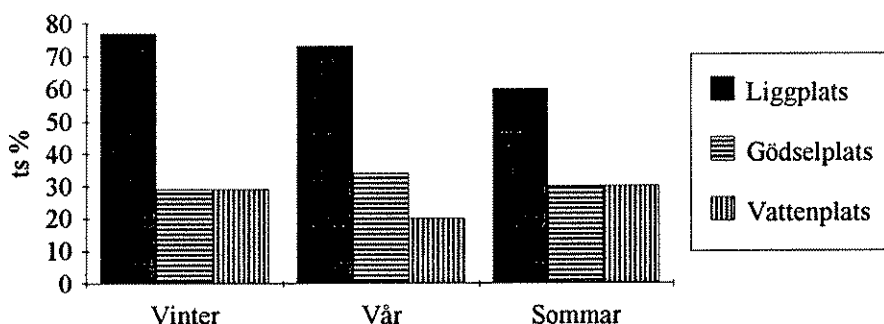
a) data per smågriskull.

Stall för dräktiga suggor

Under 1988 och 1989 genomfördes en inventering av stallar för lösgående dräktiga suggor i södra Sverige (Svendsen et al, 1990). Uppgifter samlades in från 86 gårdar och av dessa hade 75% oisolerade dräktighetsstallar. Totalytan i boxarna varierade från 2 m² till över 4 m² per sugga. I isolerade stallar var liggytan något mindre än i de oisolerade. Halmförbrukningen varierade avsevärt. Den var generellt sett högre (0,5 kg per sugga och dag) vid kall lösdrift än i isolerade stallar och ökade något med ökad yta per djur. Flertalet besättningar med kall lösdrift och gödselbädd rapporterade en halmförbrukning under 2,5 kg per sugga och dag. Riklig tillgång till halm av god kvalitet är viktig för systemet med djupströbädd och flera brukare hade haft betydande problem med att få systemet att fungera under perioder med för lite halm. Sammanfattningsvis bedömdes halmbehovet vara uppåt 1000 kg/sugga och år i system med gödselbädd mot maximalt 500 kg/sugga och år i system med ströad liggyta. Utgödslingsfrekvensen i besättningar

med gödselbädd varierade från varannan vecka till intervall på flera månader. Temperaturen i gödselbädden varierade från + 9°C till + 45°C. Några lantbrukare hade installerat urindränning i avdelningar med djupströbädd men sade att den var överflödigt eftersom det inte kom någon vätska i den. Dränning kring vattenkopparna kan dock vara motiverad, eftersom läckage och spill gör området blött och smutsigt.

I ett examensarbete undersökte Lindberg & Carlson (1991) gödselbäddar för dräktiga suggor. Hos de elva intervjuade lantbrukarna varierade boxytan mellan 2,5 och 4,2 m² per sugga. Man föredrog att strö med korn- och vetehalm och åtgången angavs till ca ett ton per sugga och år. Bädden gödslades ut sex till sju gånger per år och den var då knappt en halvmeter hög. Suggornas gödslingsbeteende resulterar i stor variation i ströbäddens torrsbstanshalt mellan olika platser i boxen. Denna variation framgår av figur 4, som också visar att skillnaderna minskar under den varma årstiden. Den högsta temperaturen (54°C) uppmättes intill en vattenkopp där bäddens ts-halt var 57%.



Figur 4 Torrsbstanshalten i olika delar av dräktiga suggors gödselbädd under olika årstider. (Lindberg & Carlson, 1991)

I ett danskt pilotförsök (Landsudvalget for svin, 1989) jämfördes traditionella galtboxar med djupströboxar. Bäddarna ströddes med i medeltal 2 kg halm per dag och gödslades ut var tredje månad. Ökat arbete med utgödslingen av djupströbäddarna uppvägdes av lättare arbete med betäckningarna. Det var ingen skillnad mellan inhysningssystemen beträffande antal levande födda smågrisar och omlöpningsprocent men parningsförhållandena var bättre i boxarna med ströbädd.

Stall för digivande suggor

På flera håll i Europa har bedrivits försök med grupphållning på ströbädd av digivande suggor. Ansatsen att arbeta med grupper av 4-6 suggor har ej varit framgångsrik. I Västergötland har lantbrukare däremot lyckats med system där 12-16 digivande suggor hålls i samma box. Två varianter har utkristalliserats, den ena med grupphållning redan från grisningen, den andra med grupphållning från det att smågrisarna är två till tre

veckor gamla. Efter avvänjning går oftast smågrisarna kvar i ströbäddsboxen till de nått förmedlingsvikt (Algers, et al, 1991). Dessutom finns gårdar där ca 10 smågriskullar efter avvänjning hålls i en gemensam tillväxtbox med ströbädd.

Före insättningen av suggor i avdelningen täcks hela ytan med halm till ett djup av 30-40 cm. Detta motsvarar ca 60-70 kg per sugga. Därefter ställs en till två storbalar in i boxen varje vecka. Daglig halmåtgång per sugga är ca 5-6 kg. På gårdar där såväl digivade suggor som dräktiga suggor hålls i grupper på djupströbädd blir den totala halmåtgången ca 2000 kg per sugga och år (Algers, et al, 1991). Suggorna utfodras med torr- eller blötfoder på en betongplatta som är upphöjd 30-40 cm över den golvnivå där ströbädden etableras. Smågrisarna utfodras i ett avskilt utrymme på foderpallen och vatten ges i nipplar eller vattenhoar. Det är viktigt att nipplarna placeras så att spillvatten och eventuellt läckage ej strömmar ut i ströbädden.

Inga svenska uppgifter har påträffats om hur utfodringen, torr eller blöt, påverkar halmåtgången.

Stall för smågrisar och slaktsvin

I Danmark fann Møller (1992) att strömedelsåtgången i allmänhet är 65 - 85 kg halm per levererat slaktsvin. Åtgången varierar kraftigt mellan djuromgångar, även utanför angivet intervall. Variationen kan eventuellt förklaras av hur kraftigt grisarna bökar i bädden. Møller beräknade också viktförhållandet mellan tillförd träck, urin och halm och utkörd mängd gödsel. Han antog att slaktsvinen i genomsnitt producerade 6 kg träck och urin per dag och fann att ca 40 % mindre massa gödslades ut, än som tillförts bädden. Skillnaden antas ha försvunnit i form av koldioxid och vattenånga på grund av komposteringsprocessen. Temperaturen på 30 cm djup i bäddarna var omkring 30°C på vintern men kunde sommartid stiga till 40-50°C i delar av bädden vars fuktighet särskilt gynnade komposteringsprocessen.

I ett tidigare försök jämfördes helpaltboxar, boxar med spalt i gödselgången och djupströboxar för slaktsvin. I djupströstallet var boxytan 0,9 m² per gris och man använde 80 kg halm per gris. Detta resulterade i en gödselbädd vars maximala höjd var en meter. Gödselns torrsbstanshalt var över 30 % men varierade kraftigt till följd av grisarnas gödslingsbeteende (Møller & Johansen, 1989). Det var svårt att ta ut representativa prover i samband med utgödslingen. Medeltalet av nio borrhärnor ur bädden visade däremot tillfredställande överensstämmelse med en teoretisk beräkning baserad på 12 % ts i flytgödsel och 88 % ts i halm. Man noterade att arbetsåtgången per levererat slaktsvin var 13,5 minuter i djupströstallet mot 6,8 minuter i stallet med spalt i gödselgångarna. Det var framförallt tidsåtgången för halmhantering och utgödsling som förklarade skillnaden.

Ströätgången i gödselbäddsstallar för slaktsvin anges i Danmark generellt till ca 1 kg halm per kg tillväxt i boxar med gödelbädd över hela ytan. Boxytan bör vara 1m² per gris (Landsutvalget for svin, 1994). Ny halm skall tilldelas minst en gång per vecka men intervallet bör styras av ströbäddens "fuktighet". Då gödselbädden kombineras med en gödselgång med spaltgolv eller skrapor kan halmbehovet reduceras med upp till 50%. Det finns emellertid risk att grisarna under sommaren lägger sig i den svalare gödselgången och använder ströbädden för att gödsla. Då gödselbädden kombineras med en rastgård utomhus tränas grisarna att gödsla i utomhusdelen genom att spärras av från inomhusdelen under de första timmarna efter insättningen och genom att foder och vatten placeras utomhus (Landsutvalget for svin, 1994).

Vid LBT har försök med djupströbäddar för slaktsvin gjorts i det sk "växthusstallet" i Alnarp. Husets väggar och tak är täckta med ljusgenomsläppligt skivmaterial utvecklat för växthusbyggnader. Boxarna var utformade med 1,2 m² ströbädd per djur och två spaltgolv på tillsammans 1,3 m² per djur. En läbildande hydda (0,54 m²/gris) hade uppförts på ströbädden i varje box. Tre slaktsvinsomgångar med 16 grisar per box studerades och man fann bl.a att djuren gödslade nästan enbart i ströbädden medan den övriga boxytan, inklusive hyddorna, hölls någorlunda rena (Gustafsson et al, 1990). Halmmängden anpassades så att ströbädden hölls någorlunda torr och givan var i medeltal 0,15 - 0,20 kg per gris och dag. Detta motsvarar en total halmåtgång på 20 - 25 kg per producerat slaktsvin.

Några år senare användes samma stall för att bestämma effekten av bakterie- och enzymbehandling på kväveförlusterna från gödselbäddar. Boxarna hade nu ströbädd på hela ytan, 28m² och man hade 25 slaktsvin i varje box (1,1 m²/gris). Bäddarna i tre boxar etablerades med ett tjockt lager långhalm (140 kg/box, 22 kg/100 kg djurvikt, 5 kg/m²). Därefter ströddes med hackad kornhalm en gång per vecka. Halmåtgången var 0,48kg/gris, dag exklusive etableringslagret (Jeppson, 1993). Mot slutet av slaktsvinsomgången ströddes varje dag på grund av den höga belastningen på bädden. Den totala halmåtgången var ca 54 kg per producerat slaktsvin, om uppfödningstiden antas vara 100 dagar.

Gödselbäddens tjocklek varierade över boxytan och med tiden. Under försöksperioden ökade bäddarnas medeltjocklek med ca 6 cm (ca 1 mm/dag). Temperaturen i bäddarna var ca 20°C vid start och steg till ca 30°C innan djurbeläggningen började minska (Jeppson, 1994). Försöksdata är ej färdiganalyserade men de preliminära resultaten tyder på obetydliga skillnader mellan de två bakterie- och enzymbehandlade bäddarna och den obehandlade bäddens temperatur och höjdtillväxt.

Ströbädd till hästar

Hästar tål kyla mycket bra och det finns därför förutsättningar att inhysa dem i oisolerade byggnader med tillgång till en rasthage. Grupphållna hästar i stallar med ströbädd kräver betydligt mindre arbete och medför lägre drifts- och investeringskostnader än hästar i spiltor eller ensamboxar. Michanek och Ventorp (1987) besökte några sådana stallar för unghästar. Det finns uppgifter om ströbäddens yta och halmåtgången från tre av stallarna och värdenas redovisas i tabell 8. Gödselbäddarna kördes ut en gång per år då hästarna hade kontinuerlig tillgång till rasthagen och två gånger per år i ett stall (stall 1 i tabell 8) där hästarna endast gick ute några timmar per dag.

Tabell 8. Data från besök i unghäststallar med gödselbädd. (Michanek&Ventorp, 1987)

	Stall 1	Stall 2	Stall 3
Antal unghästar	9 + 7	28	4
Ströbädd, m ² /djur	5,0 - 6,4	5,7	16
Halmåtgång, kg/djur, dag	3,3 - 5,7	3,1	3,8 - 6,3
kg/m ² , dag	0,7 - 0,9	0,54	0,23 - 0,4

I ett danskt stall med djupströbädd för ca 40 sporthästar används 6 kg halm per häst och dag. Gödselbäddens yta är 6,3 m² per häst och djuren har kontinuerlig tillgång till en rasthage. Bädden gödglas ut två gånger per år. Man har observerat att hästarna gärna uppehåller sig utomhus på natten, även när det är dåligt väder med snö och blåst (Landbrugets Rådgivningscenter, 1989).

I ett examensarbete studerade Söderblom (1993) hästarnas beteende i det häststall som ingår i det nu redovisade projektet. Hästarna har kontinuerlig tillgång till en rastfälla utomhus och under en studerad 24-timmarsperiod vistades i medeltal 9-10 hästar av 13 inomhus. Lägsta antalet hästar inomhus, 5 st, registrerades vid tre tillfällen på eftermiddagen medan alla hästar befann sig inomhus vid flera tillfällen på natten. I stallet ströddes med vete halm i storbalar (6-10 kg/häst, dag), som ställdes in hela på bädden och spreds ut av hästarna. Balarna skall bidra till rumsbildning så att hästarna kan undkomma i konfliktsituationer. Söderblom rapporterar att ströbädden i stallet var ca 60 cm djup vid utgödslingstillfället.

Lagar, förordningar och rekommendationer

Djurskydd

I Jordbruksverkets föreskrifter om djurhållning inom det svenska lantbruket sägs bland annat att "Djur skall hållas tillfredställande rena" och i en senare paragraf "Ströbäddar och ströade liggplatser skall hållas torra. Strömedel skall ha god hygienisk kvalitet" (SJVFS 1993:129). I kommentarer till den senare föreskriften skiljer man mellan begreppen djup ströbädd och djupströbädd. Båda typerna hålls torra genom att man kontinuerligt fyller på med strömedel, som vanligtvis är halm. En djup ströbädd gödslas ut med endast några veckors intervall medan djupströbädden gödslas ut 1-2 gånger per år. "Brinning" sker endast i den senare typen av bädd. Som rimligt krav på teknisk utrustning för fastgödselhantering vid ströbädd anges dränering vid vattenkoppar, eventuellt en urindränering och gaslås i dräneringen.

I de särskilda bestämmelserna för olika djurslag ges bland annat föreskrifter om mått för utrymmen och inredningar. I tabell 9 har föreskrifterna om boxareal i stallar med ströbädd sammanfattats.

Tabell 9. Utrymmeskrav i ströbäddsboxar." Utrymmeskrav i ströbäddsboxar (Jordbruksverket, 1993b).

	Yta i box med ströbädd i hela boxen, m ² /djur	Yta i box för rekryteringsdjur med ströbädd och gödselgång vid foderbordet. ¹⁾ , m ² /djur
Ungdjur, högst 80 kg (0-2 månader)	1,30	0,91
Ungdjur, högst 100 kg (2-3 månader)	1,50	1,05
Ungdjur, högst 150 kg (3-6 månader)	2,00	1,40
Ungdjur, högst 250 kg (7-12 månader)	2,50	1,75
Ungdjur, högst 400 kg (13-22 månader)	3,50	2,45
Ungdjur, över 400 kg	4,00	2,80
Diko	4,50	
Mjölkkko	6,00	
	Totalarea i ströbäddsbox, m ² /djur	
Digivande sugga	7	
Dräktig sugga i grupp	2,5	
Växande svin (10-130 kg)	$0,20 + \frac{\text{vikt(kg)}}{84}$	
	Gruppbox, m ² /djur	Ligghall utan utfodring inomhus, m ² /djur
Liten vuxen häst, (mankhöjd 1,49-1,60 m)	8,0	6,4
Stor vuxen häst, (mankhöjd 1,61-1,70 m)	9,0	7,2

1) I ströbäddssystem för nötkreatur med gödselgång närmast foderbordet får ströbäddsarean minskas till 70% för rekryteringsdjur och i kombinerade ligg- och utfodringshallar för utgångsdjur. Denna kolumn ger de reducerade värdena.

En gödselgång mellan foderbordet och djupströbädden skall vara minst 2,10 m bred i en box för ungdjur med vikt upp till 250 kg och minst 2,50 m då djurens vikt överstiger 250 kg. I djupströbäddningar för mjölkkor skall gångens bredd vara minst 2,80 m då djurgruppen har upp till 25 djur och 3,00 m då gruppen är större.

Lagringsutrymme för stallgödsel

I Naturvårdsverkets Allmänna råd för djurhållning från 1989 anges att lagringsutrymme för gödsel och urin skall ha en volym, som med god marginal motsvarar den längsta tid under vilken gödsel inte bör spridas. Utrymmet bör därför motsvara 6 - 10 månaders gödselproduktion. I föroreningskänsliga län och kustområden i södra Sverige samt vid företag med mer än 100 djurenheter krävs från och med 1995 lagringsutrymme motsvarande gödselproduktionen under 8 månader vid djurhållning med nöt, hästar, får och getter samt 10 månader vid annan djurhållning (t ex svin). Vid utökning av djurantalet gäller de nya bestämmelserna redan nu.

Riktvärden för beräkning av erforderliga lagringsvolymen för gödsel och urin har fastställts i samråd mellan statens naturvårdsverk och lantbruksstyrelsen (nu Jordbruksverket) och är baserade på svensk och utländsk litteratur samt anpassningar till svenska förhållanden (Naturvårdsverket, 1989). Värden för såväl flytgödsel- som fastgödsel-system med normala strömängder anges och inkluderar också ett värde för dräktig sugga på ströbädd. Därutöver finns anvisningar för hur riktvärdena kan justeras då förutsättningarna avviker beträffande avkastning, produktionsintensitet, vattenrika fodermedel, betesperiodens längd och uppsamling av regn- och rengöringsvatten. En ökning av mjölkavkastningen med 20 % utöver den antagna på 6500 kg/ko beräknas medföra att lagringsbehovet för gödsel ökar med 10 %. Justering av riktvärdena rekommenderas vid "avsevärt större strömängder än normalt". Med hänvisning till att halm och sågspån suger upp vätska motsvarande 2 gånger sin egen vikt och torv 5 gånger sin vikt rekommenderas en förskjutning mellan mängderna fastgödsel respektive urin och gödselvatten.

Vid ströbäddssystem får lagringskapaciteten utanför stallet reduceras med gödsellagringen i stallet om hänsyn tas till utgödsling under vinterperioden. Kravet på lagringskapacitet vid stall med ströbädd kan också reduceras om gödseln kan lagras i stuka i fält. Särskilt tillstånd kan dock behövas för få lagra i stuka (Naturvårdsverket, 1989). Riktvärdena med rekommendationer om justering är framförallt inriktade på beräkningar vid flyt- och fastgödselsystem. Användbara riktvärden för beräkning av gödselvolym och lagringskapacitet vid ströbäddssystem för andra djurslag än dräktiga suggor saknas.

Tabell 10 Riktvärden för lagring av fastgödsel och urin inklusive nederbörd. Utdrag ur tabell i "Miljöskydd vid djurhållning" (Naturvårdsverket, 1989).

Lagringsperiod, månader	Fastgödsel (m ³)			Urin och gödselvatten			Flytgödsel (m ³)		
	6	8	10	6	8	10	6	8	10
Mjölkkö 6500 kg mjölk, exkl. rekrytering	6,0	8,0	10,0	4,6	6,7	9,1	9,7	13,2	16,8
Köttdjur 0-2 år (intensiv uppfödning)	2,7	3,6	4,5	2,6	3,8	5,1	5,1	6,9	8,7
Kviga över ett år	1,9	2,5	3,1	2,0	2,8	3,8	3,5	4,8	6,1
Kalv, ungdjur under 1 år	1,0	1,3	1,7	0,9	1,3	1,7	1,7	2,3	3,0
Sugga i produktion exkl. rekrytering	1,7	2,2	2,8	2,1	3,0	3,9	2,7	3,7	4,6
Sugga i produktion exkl. rekrytering och dräktig sugga	1,4	1,9	2,4	1,8	2,6	3,4	2,2	2,9	3,7
Slaktsvin 2,5 omgångar/år och rekrytering	0,36	0,48	0,60	0,44	0,62	0,82	0,76	1,03	1,3
Dräktig sugga på ströbädd	1,2	1,6	2,0						
Häst	7,2	9,6	12,0						

Vid beräkning av värdena har hänsyn tagits till producerad träck och urin från djuren, normala strömmängder (1988) vid fastgödselhantering, vattenspill från vattenkoppar och nipplar, rengöringsvatten vid användning av högtrycksspruta samt viss komposteringseffekt i fastgödseln. Uppsamlad nederbörd, 300 mm/år, från gödselplatta och behållare ingår.

Danmark

I Danmark gäller generellt krav på minst 6 månaders gödsellagringskapacitet men normalt kommer från 1995 att behövas kapacitet för 9 månader vid svinproduktion och 7 månader vid nötkreaturshållning, om djuren går på bete under sommaren, för att kunna uppfylla krav beträffande bl a spridningstidpunkt, spridningsareal och växtnäringsbalans. Miljøgruppen inom Landbrugets Rådgivningscenter har utarbetat en vägledning för utformning av stallar och beräkning av strömedelsåtgång och gödselmängder. Följande riktvärden anges för stallar med djupströbädd:

Lösdriftsstall för nötkreatur med djupströbädd och skrapad yta vid foderbordet.

Liggyta: 4 - 6 m² per ko, ca 1 m² /100 kg djur.

Strö: 4 - 8 kg halm per ko och dag beroende på använda fodermedel och kornas vikt, 1 kg/100kg djur, dag. Vid etablering av bädden läggs ett lager småbalar varefter banden skärs av.

Gödsel: 50% av gödseln faller på den skrapade ytan.
 Per djurenhet*) produceras 10,1 ton djupströgödsel (ca 30 % ts) och 13,8 ton flytgödsel (ca 7 % ts) per år. Mängden inkluderar tvätt- och diskvatten, driksvattenspill och regnvatten i flytgödselbehållaren.
 *) 1 dansk djurenhet = 1 mjölkko = 3 kvigor = 2 slaktnöt till 450kg = 5 slaktnöt till 250kg.

Lösdriftsstall för nötkreatur med djupströbädd i hela boxen.

Ströbädd: 5 - 8 m² per ko, ca 1,25 m² /100 kg djur.
 Strö: 6 - 12 kg halm per ko och dag, 1,5 kg/100kg djur.
 Gödsel: Ca 25 ton djupströgödsel per djurenhet*) och år. Lite mindre mängd vid nötköttsproduktion. Oftast sker inget vätskeavlopp från bädden, men lagringsbehållare för tvätt- och diskvatten samt ensilagesaft fordras.

Slaktsvinstall med djupströbädd.

Ströbädd: 0,7 - 1,3 m² per slaktsvin.
 Strö: Ca 1 kg strö per kg tillväxt.
 Gödsel: Ca 0,31 ton djupströgödsel per producerat slaktsvin eller 9,3 ton per djurenhet**). En stor del av vätskan avdunstar.
 **) 1 dansk djurenhet = 8 årsslaktsvinsplatser (25→95kg) = 30 producerade slaktsvin

Dräktiga suggor på djupströbädd.

Ströbädd: 1,7 m²/ sugga vid omgångsproduktion och 2,3 m²/ sugga vid kontinuerlig produktion.
 Strö: Ca. 1-2 kg strö per sugga och dag.
 Gödsel: Danska erfarenhetstal saknas.
 1 dansk djurenhet = 3 årssuggor med smågrisar och rekrytering

I Danmark får kompost eller kompostliknande djupströgödsel (minst 30% ts) lagras på åkern om stukan är täckt med t ex halm eller plastfolie (lokala inskränkningar kan förekomma). Djupströgödsel som har legat i stallet i minst 3-4 månader är vanligen så kompostliknande att den kan lagras på åkern. Den mängd gödsel som lagras i stuka på åkern får räknas av från kravet på lagringskapacitet i stallet och på gödselplattan. En gödselstuka bör vara placerad på samma ställe i högst ett år och samma ställe bör inte utnyttjas igen förrän efter 5 år. (Miljøgruppen, 1993)

MATERIAL OCH METODER

Val av studiegårdar

Mätningar gjordes på 8 gårdar i Skaraborgs län och 6 gårdar i Uppsala län. På flertalet gårdar gjordes registreringar i mer än en stallavdelning. Valet av gårdar gjordes så att olika djurslag och inhysningsformer med ströbädd skulle bli representerade. Gårdarna i Uppland hade nötkreatur, medan gårdar med svin och häst finns i Västergötland. I svinstallar utgödslades mellan omgångarna, i mjölkkestallar då bädden blivit för hög. Totalt finns data från 77 ströbäddar där det gjordes 271 mätningar som fördelades på de olika djurslag och inhysningsform enligt tabell 11. Ytterligare detaljer om de studerade gödselbäddarnas storlek, djurbeläggning och utgödslingsintervall finns i en bilaga.

Tabell 11. Fördelning av studerade gödselbäddar på djurslag.

Djurslag och inhysningsform	Antal gårdar	Antal boxar	Antal bäddar	Antal mätningar	Antal mätningar per bädd
Mjölkko	4 ¹⁾	6	11	40	3,6
Ungnöt på djupströbädd	3	10	10	52	5,2
Ungnöt på ströbädd	1	6	17	32	1,9
Dräktig sugga	7	9	23 ²⁾	69	3,0
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar	5	8	15 ³⁾	58	3,9
Tillväxtbox för enbart smågrisar	1	2	4	11	2,8
Häst	1	1	1	9	9,0
Totalt	14	42	81	271	3,3

- 1) På en av gårdarna kunde endast 2 mätningar genomföras.
- 2) Fyra av bäddarna behandlades med enzym.
- 3) Sju av bäddarna behandlades med enzym.

Försöksmetodik

Gårdarna besöktes cirka en gång i månaden under stallperioden. Gårdar med svinproduktion besöktes ibland oftare då strävnan var att erhålla data från tre tillfällen per omgång djur i en stallavdelning.

Bäddens höjd

Ströbäddens höjd mättes med en sond. Den bestod av ett cirka 1,3 m långt 10 mm rundstål, som försetts med ett tvärställt handtag. För att få en noggrannare bestämning av bäddens överyta placerades en 10x15 cm stålplatta och genom ett hål i denna sköts sonden ner till golvet under bädden. Genom att mäta avståndet mellan stålplattan och sondens handtag kunde bäddens djup beräknas. Metoden gav tillförlitliga mätresultat, men förutsätter att golvet under bädden är hårt och plant, t ex ett betonggolv.

Bäddens djup mättes på flera punkter i ett ruttmönster, där varje punkt representerade 3.8 till 4.6 m² bädd. Avståndet mellan punkterna bestämdes genom att stega. Då bäddens yta var jämn glesades rutnätet ut så att varje mätpunkt kunde representera upp till 10 m².

Bäddens temperatur

Temperaturen mättes cirka 15 cm ner i gödselbädden. Temperaturregistreringen gjordes med ett termoelement som fördes ner i bädden och som avlästes genom en batteridriven digital termometer. Ruttmönstret för temperaturregistrering valdes så att varje punkt kom att representera 10 - 15 m².

Volymvikt och kemiska analyser

Prov för bestämning av volymvikt och för kemisk analys togs ut med hjälp av ett ensilageborr. Detta består av ett rostfritt rör som i en ända försetts med en knivsegg. Provtagningen fungerade utmärkt där bädden var normalt fuktig, fast och hade ett djup av 20 - 70 cm. Det var svårt att med eggen skära ut en borrhärna ur en lös, torr halmbädd och vid djupare penetration än ca 70 cm. Friktionen mot borren blev då alltför stor. Då bädden var tunn ökade osäkerheten i mätningen av borrhärnans längd och därmed i bestämningen av volymvikten. Volymvikten beräknades ur uppgifter om borrhållets diameter och längd samt borrhärnans vikt.

Prover för kemisk analys erhöles genom att blanda borrhärnor från ett flertal delar av badden. Kemiska analyser utfördes av AB AnalyCen i Lidköping och KM Lab vid Ultuna.

Djurens vikt

Det var inte möjligt att väga djuren i stallavdelningarna. De växande djurens vikt fick därför uppskattas med ledning av deras ålder och en normal tillväxtkurva. För vuxna djur användes standardvikter: 600 kg för mjölkkor, 175 kg för suggor och 550 kg för hästar.

Volym av stukor och gödselstackar

Volymen av gödselstackar på platta och stukor i fält har beräknats genom att bryta ner volymerna till enkla geometriska figurer. Lantbrukarna har därför betts att lägga dem i så regelbundna former som möjligt. Då gödseln i en stuka brinner minskar höjden på stukan medan bottenytan förblir konstant.

Strömedelsförbrukning

Det var inte möjligt att väga hela den mängd halm som tillfördes ströbäddarna. Vid de flesta gårdar kontrollvägdes några normalstora balar. Halmförbrukningen uppskattades genom att lantbrukarna rapporterade antal tillförda balar.

Beräkning av baddens höjd vid insättning av djur

Det gjordes inga mätningar av strölagrets höjd vid etableringen av gödselbadden, dvs vid insättningen av djur. Detta mått på halmlagrets höjd är inte heller relevant eftersom det kommer att variera mycket beroende på hur halmen läggs in. Djuren kommer att komprimera etableringslagret och den totala höjden av gödselbadden blir ett resultat av halmen för etableringen och senare tillförd halm och gödsel från djuren. Den komprimerade tjockleken av det halmlager som breddas ut vid etableringen av badden har därför beräknats med linjär regression baserat på baddens tjocklek vid de senare mättillfällena.

Delvis utgödsling - justerad volym

I de flesta fall skedde utgödslingen mellan omgångar svin. I några stallar gödslades en mindre del av bädden ut under en omgång djur. I dessa fall har den utgödslade ytans storlek rapporterats av lantbrukaren. Gödselns volym uppskattades genom att med linjär regression beräkna bäddens höjd på denna yta vid rapporterat utgödslingsdatum. Volymen utkörd gödsel har sedan adderats till den uppmätta volymen vid följande mättillfällen.

RESULTAT

Djurbeläggning och utgödslingsintervall

I de flesta studerade stallarna fanns en betydande variation i djurbeläggningen utöver den som beror av att smågrisar och ungdjur ökar i vikt. I stallar för dräktiga suggor kunde omlöpningar och utslaktning av suggor störa den normala produktionsrytmen. Där omgångsgrisning tillämpades kunde beläggningen i avdelningen för dräktiga suggor variera till följd av produktionsplaneringen. I tillväxtboxar kunde perioden från inflyttning av suggan med smågrisar till avvänjning avvika betydligt från den avsedda. I alla studerade suggbesättningar planerade man att flytta in djuren 2-3 veckor efter grisning, avvänja vid 5-6 veckor och flytta ut smågrisarna vid 10-12 veckors ålder. I verkligheten användes smågrisarna i enstaka fall redan några dagar efter inflyttning i tillväxtboxen. Extra smågrisar kunde flyttas in i samband med avvänjningen och de största smågrisarna flyttas ut upp till en månad innan de sista leverades.

I ett fall gick korna på bete dagtid under den första månaden av mätperioden och i flera av besättningarna togs kor in på hösten efterhand som de kalvade. Höstkalvningen medförde också att antalet ungdjur ökade allteftersom kalvarna flyttades från spädkalvsavdelningen till de studerade ungdjursboxarna men minskade då dräktiga kvigor flyttades till mjölkkoavdelningarna. I enskilda boxar varierade djurantalet också till följd av omgrupperingar av djuren. Det förekom att ungdjursboxar tillfälligt användes som kalvningsboxar eller för att inhysa sinkor. På en av gårdarna gick enbart en del av mjölkorna på djupströbädd och antalet varierade då kor flyttades mellan stallavdelningar.

Den djurbeläggning som redovisas i tabell 12 baseras på den genomsnittliga närproduktionen löpte ungefär som planerat. Den variation som redovisas är mellan besättningar och inkluderar inte tillfälliga och kortvariga förhållanden eller andra icke representativa tillfällen.

Ytan ströbädd per djur, som redovisas i tabell 12, uppfyller de krav som Jordbruksverket ställt upp utom för mjölkkor där kravet är 6 m². Värdena på beläggningen används senare i analys och vid redovisning av höjdtillväxten. Utgödslingsintervallen, dvs hur många dagar en gödselbädd får byggas upp har varit relativt lika mellan besättningarna och användes vid beräkning av genomsnittlig halmförbrukning när strö till etableringslagret skall fördelas som daglig ströåtgång.

Strömedelsåtgång

Svinstallar

I boxar för dräktiga suggor och i familjeboxar för suggor med smågrisar etablerades bädden genom att lägga ut ca 27 kg halm per dräktig sugga och ca 79 kg halm per sugga med smågriskull. Den genomsnittliga halmåtgången i stallar där bädden enzymbehandlades är lägre eftersom utgödslingsintervallen ökade och etableringslagrets halmmängd fördelas över en lägre tid. I tillväxtboxar för enbart smågrisar användes ca 30 kg halm per 10 smågrisar för att etablera bädden. I svinstallarna tilldelades halm för underhåll av bädden normalt en gång per vecka. I de flesta stallen ställdes rundbalar in i boxen och svinen fördelade halmen. Hackad halm kunde även fördelas genom att blåsa in halmen med halmhacken. I boxar för svin finns oftast en ganska tydlig gräns i bädden mellan liggyta och gödslingsyta och man försökte strö större mängd på den fuktiga gödselytan.

Tabell 12. Utgödslingsintervall och djurbeläggning i de studerade stallavdelningarna.

Djurslag och inhysningsform	Antal bäddar	Normalt utgödslingsintervall	Yta, m ² ströbädd per djur	Yta, m ² gödselgång per djur	Kg djur per m ² ströbädd
Mjölkkko	11	4 månader	4,9 (3,2 - 5,7)	2,8 (2,0-3,4)	129
Ungdjur, djupströ	10	7 månader	3,8 (2,4 - 5,0)	1,7 (1,2-2,5)	99
Ungdjur, ströbädd	14	8 veckor	4,9 (3,2 - 6,7)	-	50
Dräktig sugga, ströbädd	18	7 - 8 veckor	2,9 (2,4 - 3,7)	-	61
Dräktig sugga, enzymbehandlad ströbädd	4	16 - 18 veckor	2,9 (2,5 - 3,5)	-	60
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 v.), ströbädd	8	8 - 9 veckor	9,1 a) (7,1 - 10,3)	-	15
Dito, enzymbehandlad ströbädd	5	5 - 6 månader	7,3 a) (6,2 - 9,3)	-	23
Tillväxtbox för smågrisar (6-12 v.), ströbädd	4	8 veckor	5,3 b) (5,3 - 5,3)	-	27
Häst	1	8 månader	25 (21 - 36)	-	23

a) Avser yta per sugga med smågriskull.

b) Avser yta per 10 smågrisar.

Kostall

I stallar för kor och ungdjur etablerades djupströbädden genom att lägga ett lager småbalar eller motsvarande mängd lös halm. Halmmängden var drygt 90 kg per koplats och ca 100 kg per ungdjursplats. I stallet med ungdjur på strödd yta lades inget speciellt etableringslager men man strödde extra rikligt i början. Halm för underhåll av bädden tillfördes varje dag i mjölkkestallar och 2-3 gånger per vecka i ungdjursboxar. I samtliga nötkreatursstallar fördelades halmen jämnt över ytan genom att rulla ut rundbalar och därefter manuellt fördela med högaffel.

I ett av mjölkkestallarna användes inget etableringslager av halm efter utgödsling av djupströbädden i mitten av stallperioden. I stället sparades ca en tredjedel av den gamla bädden, som fördelades på hela ytan och fick utgöra start för bäddens fortsättning under resten av stallperioden.

Tabell 13. Strömedelsförbrukning i de studerade stallavdelningarna.

Djurslag och inhysningsform	Etableringslager		Daglig strö inkl. etablering	
	kg/m ²		kg/djur, dag	kg/m ² dag
Mjölkko	18,8 (8-32)		8,5 (6,0 - 10,0)	1,8
Ungdjur, djupströ	26,1 (20-27)		4,7 (2,8 - 7,5)	1,2
Ungdjur, ströbädd	-		1,6 (0,6 - 3,0)	0,3
Dräktig sugga, ströbädd	9,8 (4-15)		2,2 (1,2 - 3,4)	0,8
Dräktig sugga, enzym- behandlad ströbädd	4,1 (3-5)		1,6 (1,0 - 2,0)	0,5
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 veckor), ströbädd	8,8 (6-11)		4,0 ^{a)} (2,4 - 4,7)	0,5
Dito, enzymbehandlad ströbädd	9,8 (8-11)		3,8 ^{a)} (2,7 - 5,1)	0,5
Tillväxtbox för smågrisar (6-12 veckor), ströbädd	5,6		1,7 ^{b)} (1,1 - 2,1)	0,3
Häst			(11 - 12)	0,5

a) Avser yta per sugga med smågriskull.

b) Avser yta per 10 smågrisar.

Bäddarnas höjdtillväxt

I följande beräkningar av höjdtillväxten representeras en bädd enbart av dess genomsnittliga höjd vid varje mättillfälle. Den genomsnittliga höjden är det aritmetiska medelvärdet av höjden i samtliga mätpunkter i en bädd vid ett visst mättillfälle. Den genomsnittliga höjden har justerats i de fall delar av en bädd gödslats ut innan den slutliga rengöringen av boxen. Eftersom en bädds yta är konstant är dess genomsnittliga höjd proportionell mot dess volym.

Alla typer av bäddar utom enzymbehandlade gödselbäddar i boxar för digivande suggor och smågrisar, uppvisar en jämn höjdtillväxt över tiden. Höjdtillväxten som funktion av tiden, dvs det antal dagar som bädden varit i bruk, kan alltså beskrivas med en rät linje. Med linjär regressionsanalys av jämförbara mätvärden kan man anpassa en ekvation för *gödselbäddens höjd, y mm*, som funktion av bäddens ålder, x dagar efter etablering, enligt formeln:

$$y = a + bx$$

Termen a ger ett mått som visar den *komprimerade höjden av etableringslagret*, dvs sedan den halm som lagts i botten blandats med en del gödsel samt komprimerats av djur och gödeslagret som tillväxt ovanpå. Termen b ger den *dagliga höjdtillväxten, mm/dag*. Höjdtillväxten per dag hos en gödselbädd har beräknats ur försöksdata för ett visst djurslag och för en viss typ av gödselbädd.

Produktionen av gödselbädd per djur och dag beräknades med flera metoder. Värden som låg utanför normal variation uteslöts. De redovisade värdena utgör en sammanvägning och ett medeltal av värdena som räknats fram med de olika metoderna.

Metod 1. Antalet djur som vistades på bädden varje dag ackumulerades. Bäddens uppmätta totala volym vid varje mättillfälle kunde då relateras till antalet djur som bidragit till gödselproduktionen även om antalet djur varierat under den tid bädden legat. Med denna beräkningsmetod kommer emellertid den dagligen producerade volymen per djur att sjunka med stigande ålder på bädden eftersom etableringslagrets volym fördelas på ett ökande antal dagars gödselproduktion. Genom att enbart välja bäddar med normalt utgödslingintervall och bara använda det sista mättillfället före utgödsling för volymbestämning kunde dock produktionen av gödselbädd inklusive etableringslager uppskattas.

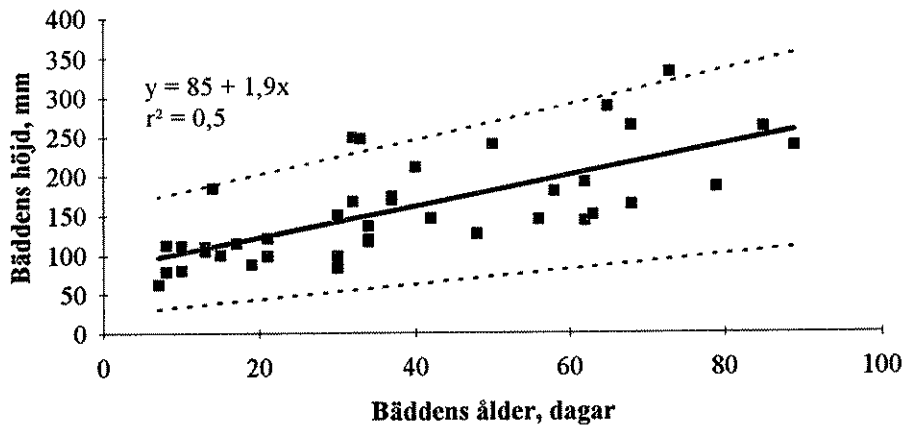
Metod 2. Den genomsnittliga höjdtillväxten över tiden (mellan mättillfällen) användes också för att beräkna produktionen av gödselbädd per djur. Med denna metod kunde inflytandet av tillfälliga variationer och mätfel i bäddens volym vid sista mättillfället före utgödsling minskas.

Metod 3. Medelvärde av höjdtillväxten enligt metod 1 och 2 i flera bäddar inom samma kategori kunde också användas för att uppskatta produktionen av gödselbädd per djur och dag. Som framgår av figur 17 och 18 kunde inget klart samband konstateras mellan djurbeläggning och gödselbäddens höjdtillväxt. Även ströätgången varierade ganska lite mellan bäddar inom samma kategori.

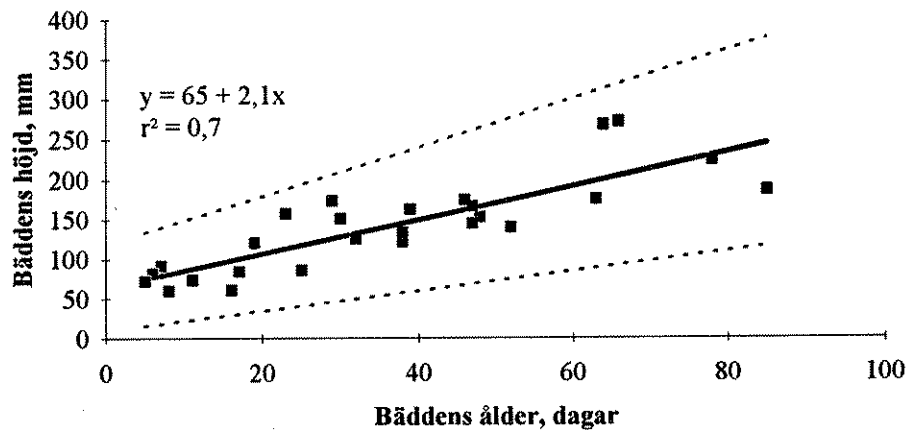
Metod 4. Etableringslagrets komprimerade höjd beräknades genom linjär regression av mätningarna i varje bädd för sig. Gödselproduktionen per djur och dag exklusive etableringslager beräknades genom att minska bäddens uppmätta volym med etableringslagrets volym. En låg variation i volymen producerad gödsel vid konstant djurbeläggning på bädden mellan två mättillfällen utgjorde ett kriterium på tillförlitlighet i mätningarna.

För kostallar var skillnaderna mellan de olika metoderna små. För ungdjursstallar och i svinstallar är skillnaderna större. Detta kan förklaras av den stora spridning i mätvärden beroende på hur bäddarna sköttes, icke planerade utgödslingar och mycket varierande djurbeläggning. Detta återspeglas i de regressionskoefficienter som redovisas senare.

I figurerna 5 - 11 redovisas datapunkter, regressionslinjer samt regressionskoefficienter för olika slag av icke enzymbehandlade gödselbäddar, i figur 12 - 14 redovisas höjdtillväxt hos enzymbehandlade gödselbäddar. Varje datapunkt anger en bädds genomsnittliga höjd vid ett visst mättillfälle och det antal dagar sedan bädden togs i bruk. Höjdtillväxten, mm/dag har sedan analyserats som funktion av tiden (dagar) genom regressionsanalys. De streckde linjerna i figurerna är regressionslinjer och illustrerar den största respektive minsta höjden hos den genomsnittliga gödselbädden vid en viss tidpunkt. I tabell 14 redovisas den samlade bedömningen av olika bäddars höjdtillväxt och som är grundad på de olika metoderna. I kommentarerna används termen/uttrycket höjdtillväxt som synonymt med daglig höjdtillväxt, dvs termen b i regressionsekvationen. Åsyftas bäddens totala höjd efter ett visst antal dagar användes höjd eller total höjdtillväxt, dvs y i regressionsekvationen.



Figur 5 Gödselbäddens höjd i boxar för dräktiga suggor. Data från 18 bäddar i 7 boxar vid 5 gårdar.



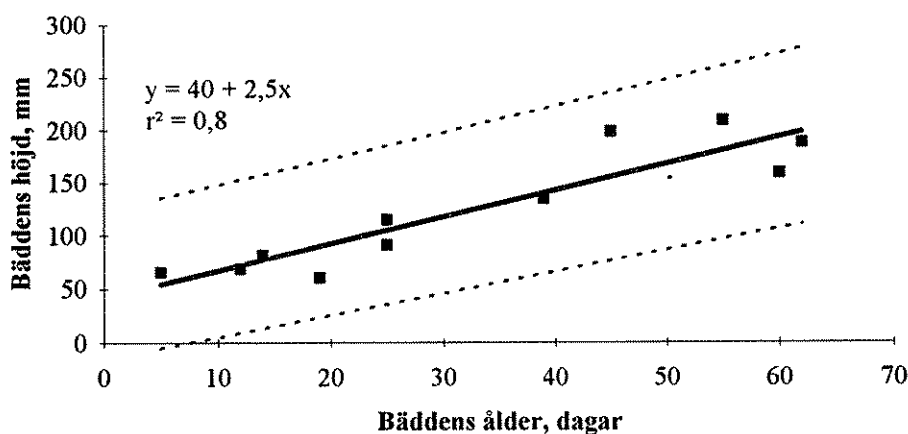
Figur 6 Gödselbäddens höjd i boxar för digivande suggor och smågrisar från ca 3 veckors ålder till leverans. Data från 8 bäddar i 4 boxar vid 3 gårdar.

Svinstallar

Vid beräkning av höjdtillväxten för obehandlade bäddar för dräktiga suggor uteslöts en bädd. Denna bädd uppgavs vara 6 månader gammal vid studiens början och gödslades ut vid drygt 11 månaders ålder. Det är inte känt hur ofta delar av bädden gödslats ut före studiens början. Under den studerade perioden var denna bädds höjdtillväxt 1,6 mm/dag jämfört med 1,9 mm/dag för övriga 18 bäddar. Värdet är justerat med hänsyn till att ca 25% av bädden kördes ut två månader före slutlig utgödsling.

I samtliga svinstallar var hela boxen täckt av halm. Således förekom ingen utskrapning av gödsel mellan utgödslingarna av ströbädden. Höjdtillväxten är ca 2 mm/dag i boxar med såväl dräktiga som digivande suggor och 2,5 mm/dag för tillväxtgrisar.

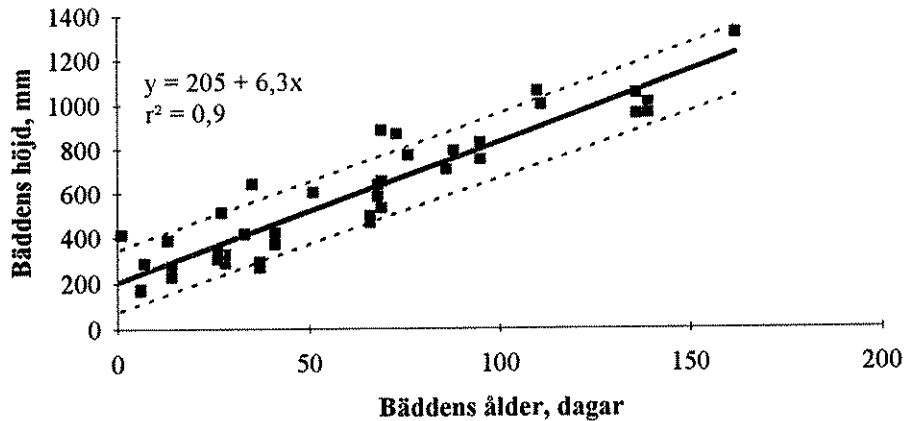
Det var stor skillnad mellan bäddens största och minsta höjd och skillnaden ökade med tiden. Detta är ett resultat av grisarna naturliga beteenden, att böka och att skilja mellan liggplats och gödselplats. I många boxar fanns även strax före utgödsling något eller några områden där golvet bara var täckt av ett tunt lager lös halm. Där svinen gödslar blir bädden mycket kompakt. På liggplatsen förblev bädden torr och lucker. För att ej överskatta volymen där användes en mätutrustning som tryckte ihop den lösa halmen på ytan. Trots många mätpunkter per bädd erhöles vid enstaka tillfällen negativa höjdtillväxter. Dessa mätningar kompenserades genom större volymökning i tidigare eller senare mätperiod. Samtliga mätningar har därför tagits med i beräkningarna.



Figur 7 Gödselbäddens höjd i boxar för smågrisar från avvänjning till leverans. Data från 4 bäddar i 2 boxar vid 1 gård.

Nötkreatursstallar

Spridningen i mätresultat var mindre i mjölkko- och ungnötsstallar eftersom halmen fördelades över ytan av djurskötaren och djurens gödsel föll jämnt fördelat på ströbädden. Detta resulterade i att bäddarnas höjd ökade relativt likformigt i olika delar. Vid ingången till bädden från den skrapade gången koncentrerades djurtrafiken och bädden blev upptrampad. Då djupströbäddens överyta låg högre än gödselgången drogs en del halm ner på gången med djurens klövar. En ganska brant sluttning ner till den skrapade gången bildades innanför öppningen till djupströbädden.

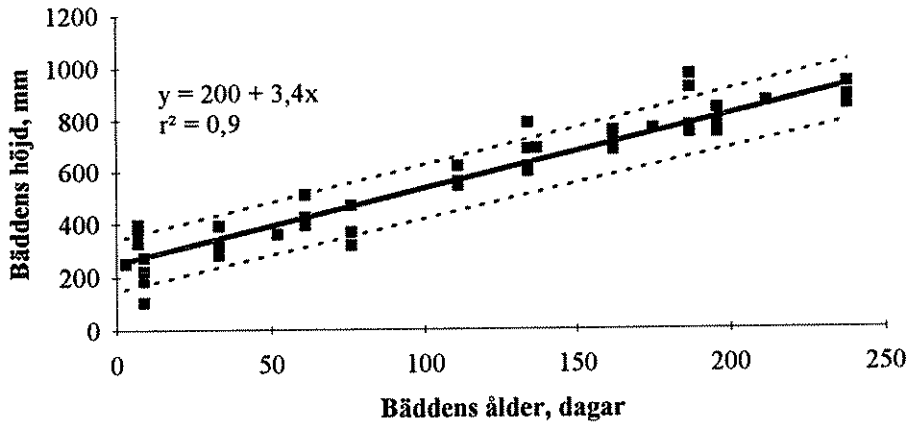


Figur 8 Djupströbäddens höjd i stallar för mjölkkor. Data från 12 bäddar i 6 stallavdelningar vid 4 gårdar.

I samtliga fyra stallar med sammanlagt 12 bäddar för mjölkkor var det djupströbädd och skrapad gång, i medeltal 4,8 respektive 3,0 m²/ko. Höjdtillväxten var 6,3 mm/dag. Höjden hos bädden var efter 5 månader 1150 mm. Den stora höjdtillväxten innebar att samtliga gårdar blev tvingade att gödsla ut under stallperioden. Detta skedde mellan den 20 dec och den 7 feb då bäddarna var 140 - 170 dagar gamla. Vid en gård blev bädden upp till 1,4 meter hög och överytan närmade sig toppen av skiljeväggen mot den skrapade gången. Vid en annan gård fanns endast ett glest staket mellan djupströbädden och gödselgången. Vid den tredje gården fanns ingen avskiljande vägg men vattenkopparnas och kraftfoderautomaternas placering gjorde att djurtrafiken koncentrerades till några få punkter. Bädden blev här upptrampad och mjuk. Gödsel trycktes uppåt utmed gångstråken och släpades ut på den skrapade ytan.

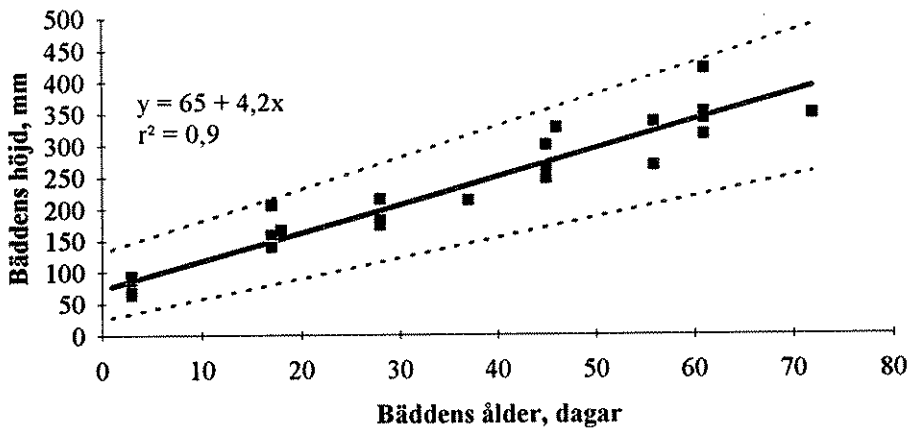
Man valde speciellt kalla dagar att gödsla ut för att begränsa markskadorna då man lade gödseln i stuka på åkern. Trots den kalla väderleken med minusgrader upplevdes inga problem att få igång brinningen i de nya bäddarna.

I ungdjursboxar med skrapad gång, figur 9, var medeltalet för liggytan 3,8 m²/djur, den skrapade gången 1,7 m²/djur och vikten 370 kg. Höjdtillväxten blev endast 3,4 mm/dag. Djupströbäddarna kunde därför ligga kvar under hela stallperioden. Detta gällde även bäddarna i en byggnad med plant golv. Bädden blev drygt en meter hög och var 0,7 m hög nära ingången från gödselgången. Trots den branta slutningen tycktes djuren inte ha problem att gå mellan gången och djupströbädden.



Figur 9 Djupströbäddens höjd i ungdjursboxar med skrapad yta utmed foderbordet. Data från 10 bäddar i 10 boxar vid 3 gårdar.

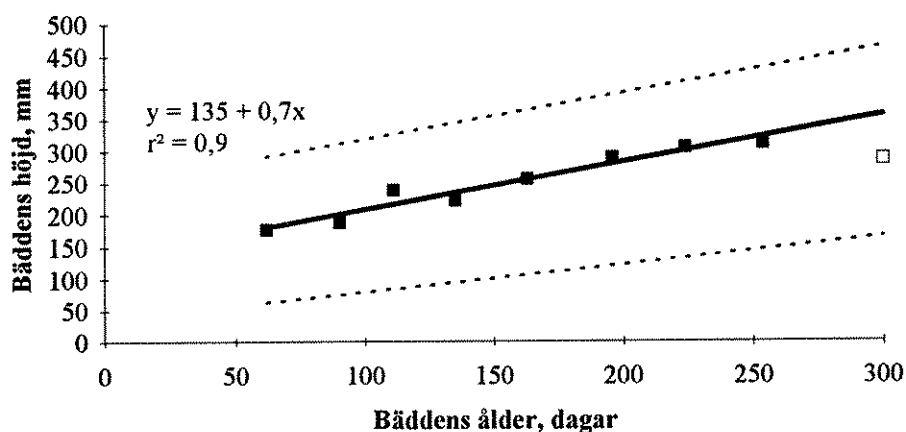
I ungdjursboxar med ströbädd, $4,9 \text{ m}^2/\text{djur}$, i hela boxen (figur 10) och som mestadels inhytte kvigor mellan 120 - 400 kg, medelvikt 220 kg, blev höjdtillväxten i medeltal $4,2 \text{ mm}/\text{dag}$. Utgödsling skedde relativt ofta för att undvika obekväma ätställning för djuren vid foderbordet. Foderkrubbarna var monterade i boxväggarna. Bädden växte långsammare vid krubbarna än i övriga delar av boxen på grund av att djuren pressade gödseln bakåt då de tryckte mot foderkrubbans avgränsning. En box användes mest för sinkor och hade låg djurbeläggning. Gödselbäddens höjd ökade betydligt långsammare i denna box än i de övriga och den finns ej medtagen i figur 10.



Figur 10 Gödselbädden höjd i ungdjursboxar med gödselbädd i hela boxen. Data från 13 bäddar i 5 boxar vid 1 gård.

Häststall

Höjdtillväxten i det enda studerade häststallet redovisas i figur 11. Bädden låg kvar in på sommaren och tillväxten kunde därför studeras under 300 dagar. Vid mätningen i maj var emellertid endast två hästar kvar i stallen, varför data från denna mätning ej finns med i beräkningarna. Ströbädden tillväxte med endast 0,7 mm/dag. Bäddens totala djup efter 250 dagar var 310 mm.



Figur 11 Gödselbäddens höjd i lösdriftsstall för hästar. Data från 1 bädd i 1 box vid 1 gård.

Tabell 14. Gödselbäddens etableringslager och dagliga höjdtillväxt.

Djurslag och inhysningsform	Antal bäddar	Etableringslagrets komprimerade tjocklek, mm	Bäddens tillväxt, mm/dag
Mjölkkor	11	205	6,3
Ungdjur, djupströ	5	200	3,4
Ungdjur, ströbädd	14	65	4,2
Dräktig sugga, ströbädd	18	85	1,9
Dräktig sugga, enzymbehandlad ströbädd	4	70	1,6
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 v.), ströbädd	8	65	2,1
Dito, enzymbehandlad ströbädd	5	100	först 2,1 senare 1,1
Tillväxtbox för smågrisar (6-12 v.), ströbädd	4	40	2,5
Häst	1	135	0,7

Tabell 15. Uppmätt produktion av gödselbädd vid utgödslingsintervall enligt tabell 12.

Djurslag och inhysningsform	Antal bäddar	Uppmätt produktion av gödselbädd per djur.			
		exkl. etableringslager liter/dag	m ³ /månad	inkl. etableringslager liter/dag	m ³ /månad
Mjölkkor ^{a)}	12	33,4	1,002	45,2	1,356
Ungdjur, djupströ ^{a)} (per 100 kg djurvikt)	5	13,0 (3,3)	0,39 (0,100)	18,5 (4,6)	0,555 (0,139)
Ungdjur, ströbädd (per 100 kg djurvikt)	14	21,6 (8,6)	0,648 (0,258)	28,9 (10,7)	0,867 (0,321)
Dräktig sugga, ströbädd	12	4,9	0,147	10,2	0,307
Dräktig sugga, enzymbehandlad ströbädd	5	5,1	0,153	6,4	0,192
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 v.), ströbädd ^{b)}	8	20,7	0,621	29,2	0,877
Dito, enzymbehandlad ströbädd ^{b)}	5	11,0	0,330	13,5	0,405
Tillväxtbox för smågrisar ^{c)} (6-12 v.), ströbädd	4	15,0	0,450	18,5	0,555
Häst ^{d)}	1	15,3	0,459	30,4	0,914

a) Inkluderar ej gödsel från skrapad yta vid foderbordet.

b) Avser data per sugga med smågriskull.

c) Avser data per 10 smågrisar.

d) Inkluderar ej gödsel som faller i rastfälla.

Enzymbehandlade bäddar - dräktiga suggor

Enzymbehandling av gödselbäddar genomfördes på sammanlagt 10 bäddar på två gårdar med svin. Såväl gödselbäddar för dräktiga suggor som familjeböboxar för digivande suggor med smågrisar enzymbehandlades. Höjdtillväxten följdes på bäddar som var upp till 250 dagar gamla. När gödselbädden blev så gammal ökade inte längre höjden linjärt med tiden. Det bästa uttrycket för höjdtillväxt som funktion av bäddens ålder blev i dessa båda typer av boxar en regressionsekvation av andra graden som för dräktiga suggor förbättrade regressionskoefficienten från 0,71 till 0,80 och för familjeböboxar från 0,71 till 0,73 jämfört med en rak regression. Ekvationerna är presenterade i figur 12 och 13.

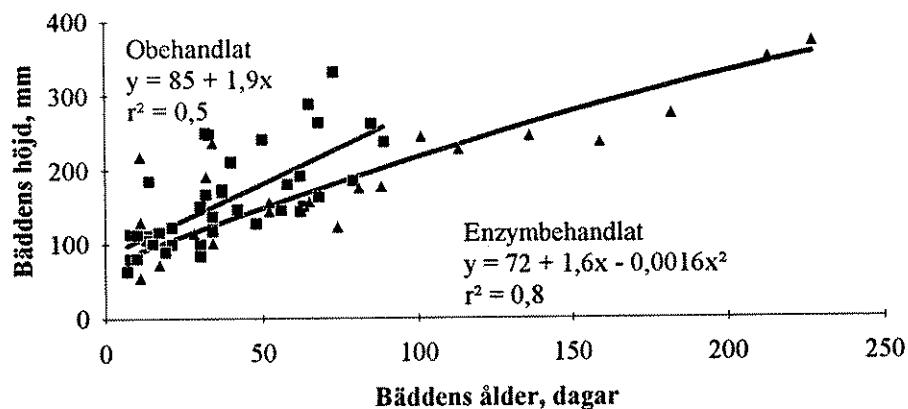
Vid 90 dagar är en obehandlad gödselbädd 256 mm hög och en enzymbehandlad 229 mm. När den enzymbehandlade bädden är 5 månader gammal växer den med 1,1 mm/dag. Med enzymbehandling sjönk halmåtgång för etablering av gödselbädden till

hälften, 0,25 kg/sugga, dag jämfört 0,5 kg/sugga, dag utan enzymbehandling. Den dagliga strötilförseeln minskade med 0,1 kg/sugga. En stor besparing gjordes även genom att utgödslingsintervallet fördubblades till ca 17 veckor genom enzymbehandlingen. I de enzymbehandlade boxarna var ytan per djur ca 10% större än i boxarna utan enzymbehandling.

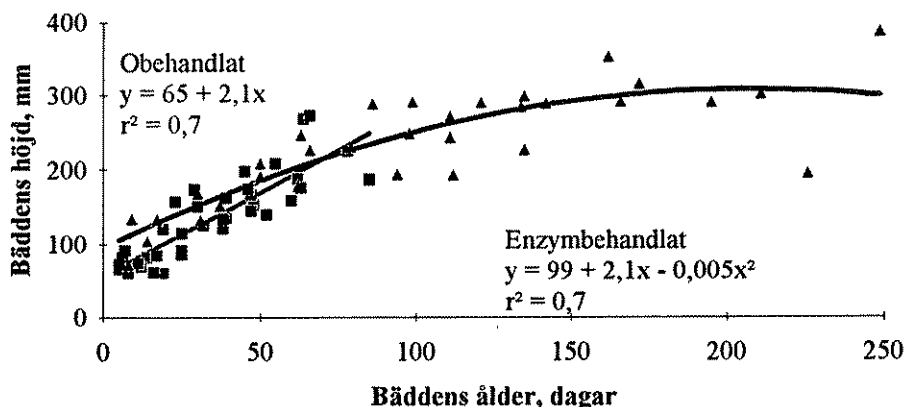
I familjebboxar för digivande suggor med smågrisar användes samma enzymbehandlade ströbädd för två, och i något fall fler, omgångar innan den gödslades ut, figur 13. Det normala utgödslingsintervallet var 5 - 6 månader. Utan enzymbehandling gödslades normalt ut mellan varje omgång grisar, vilket ger ett utgödslingsintervall på 8 - 9 veckor. De enzymbehandlade bäddarnas volym ökade markant långsammare då andra omgången suggor och smågrisar vistades i boxen.

En behandlad bädd ökar med 2,1 mm/dag under den första omgången grisar, dvs samma som en obehandlad bädd. Under den andra omgången grisar på samma bädd är höjdtillväxten endast 1,1 mm/dag. Figur 12 visar att det inte är någon skillnad i höjd på enzymbehandlad och en icke behandlad efter den första omgången grisar. Åtgången av strö inklusive etablering är 0,2 kg mindre per sugga och dag vid enzymbehandling trots att ytan per djur är 1,8 m² mindre. Värden från två enzymbehandlade bäddar som betraktades som misslyckade av djurskötarna och som gödslades ut efter kort tid har uteslutits från beräkningarna av höjdtillväxten.

Det var utanför ramen för detta projekt att jämföra produktionsresultat och hälsoläge mellan de två systemen.



Figur 12 Inverkan av enzymbehandling på ströbäddens tillväxt i boxar för dräktiga suggor.



Figurur 13 Inverkan av enzymbehandling på ströbäddens tillväxt i boxar för digivande suggor och smågrisar.

Jämförelse hel och hackad halm samt enzymbehandling

För att kunna jämföra ströbäddar för dräktiga suggor med hel, hackad samt enzymbehandlad hackad halm genomfördes ett försök på Skaraborgs läns hushållningssällskaps gård Logården.

Denna är navet i Logårdens gyltring som har 350 suggor och en årlig produktion av 2300 livdjur. Efter betäckning går suggorna kvar två veckor i betäckningsavdelningarna. Därefter flyttas de till storboxar i dräktighetsavdelningen, där de går 11 veckor innan de transporteras till någon av satellitgårdarna för att grisa. Storboxarna rymmer 30 suggor och är 15 x 7 m. 75 m² är gödselbädd resterande 30m² upptas av 2 meter djupa foderbås.

Tre alternativa strömedel studerades:

- hackad halm, bädd 1 93.01.20 - 93.03.17 bädd 2 93.03.17 - 93.04.16,
- hel långhalm, bädd 3 93.03.30 - 93.06.21 del av bädden utgödslad 93.05.18 och
- enzymbehandlad hackad halm, bädd 4 93.04.30 - 93.08.02.

Av olika orsaker kunde tyvärr inte alla bäddar anläggas samtidigt. På grund av olika årstider var utomhustemperaturen olika då första och sista bädd studerades. Temperaturen inomhus varierade mindre, från 11-14 °C under vintern till 15 - 16 °C under våren och en stor del av sommaren. Halmen (vetehalm) förvarades i en lada.

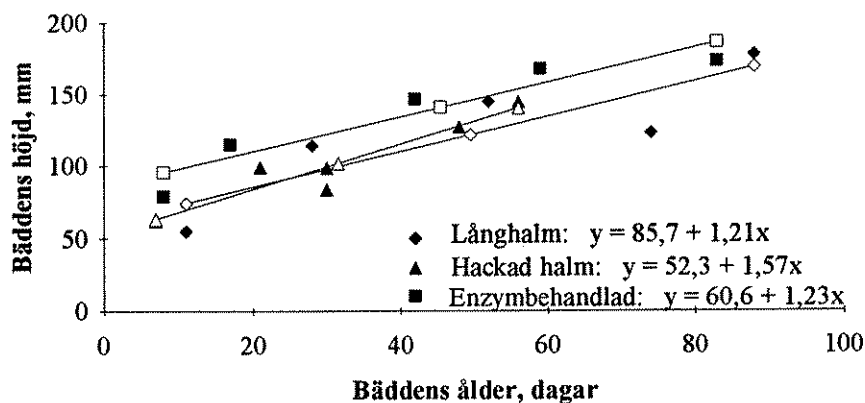
Till bädd 2 tillfördes all halm under de tre första veckorna. Under den sista veckan ströddes ej och bäddens volym minskade från 7,43 m³ till 6,3 m³, dvs med 1,3 m³.

Tabell 16. Data om försök med olika strömedel till dräktiga suggor.

	Bädd 1	Bädd 2	Bädd 3	Bädd 4
Strömedel	Hackad halm	Hackad halm	Hel halm	Enzym-behandlad
Antal suggor	30	30	25-30	24-28
Bäddens ålder vid utgödsling, dagar	56	30	82	94
Total halmåtgång, kg	3145	1300	3630	4535
Halmåtgång inkl. etableringslager, kg/sugga, dag	1,84	1,40	1,57	1,90
Producerad gödsel, m ³	10,88	6,30	ca 13 ^{a)}	13,35
Etableringslagrets komprimerade höjd, mm	50	54	86	61
Genomsnittlig höjdoökning, mm/dag	1,7	1,4	1,2	1,2
Gödselprod. inkl. etablering liter/sugga, dag	6,5	7,0	5,6	5,9
Gödselprod. exkl. etablering liter/sugga, dag	3,7	2,5	3,1	4,1
Bäddens medeltemperatur, °C	21,1	20,8	23,6	27,9

a) Den delutgödslade volymen har uppskattats. Gödseln kördes direkt ut på åkern och kunde ej mätas.

De slutsatser man kan dra från det jämförande försöket är att enzymbehandling inte givit någon minskning av hur mycket gödselbädd som produceras per sugga och dag oavsett om man tar hänsyn till etableringslagret eller ej. Jämfört med andra enzym-behandlade bäddar respektive icke behandlade har försöken på Logården haft en mindre höjdtillväxt och produktion av gödselbädd, 15 resp 35%.

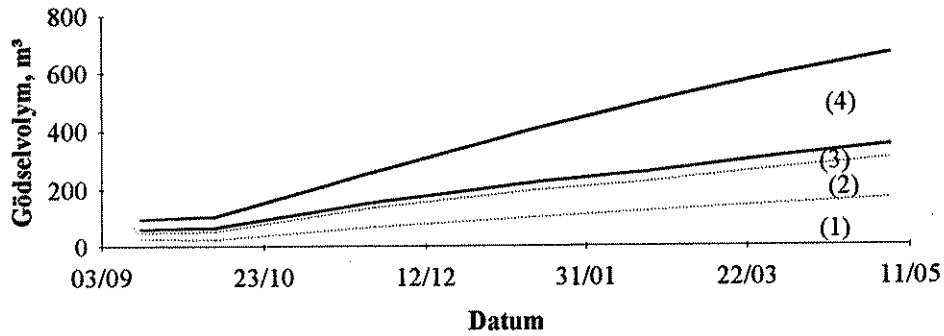


Figur 14 Resultat av försök med olika strömedel till dräktiga suggor.

Kostall - fördelning av gödsel på bädd respektive skrapad yta

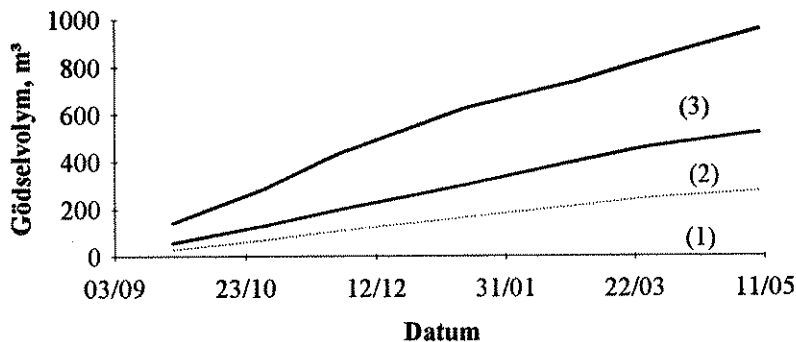
I två stall (A resp B) med mjölkkor lagrades den gödsel som härrörde från de skrapade ytorna vid foderbordet på sådant sätt att dess mängd/volym kunde mätas. Av den totala ytan var gödselbädden 65% respektive 50%. Enligt andra studier som gjorts, bör då hälften av träck och urin hamna i gödselbädden. Tillgängliga försöksdata medger en analys av hur brinning har påverkat mängden gödselbädd och hur stor del av djurens träck och urinproduktion som hamnat på gödselbädd respektive skrapad yta..

Stall A. Mjölkcor och rekrytering gick i samma byggnad och gödseln från alla gödselgångarna skrapades till en fastgödselplatta. Kornas avkastningsnivå var 6500 kg KRAV-mjölk. Djupströbäddarnas yta var $2 \times 97 \text{ m}^2$ för mjölkorna och 50 m^2 för rekryteringsdjuren, dvs totalt 244 m^2 . Den skrapade gödselgångens yta var $2 \times 57 \text{ m}^2$ för mjölkorna och 18 m^2 för rekryteringsdjuren, dvs totalt 132 m^2 . Cirka 47 % av den producerade stallgödselvolymen skrapades till fastgödselplattan.



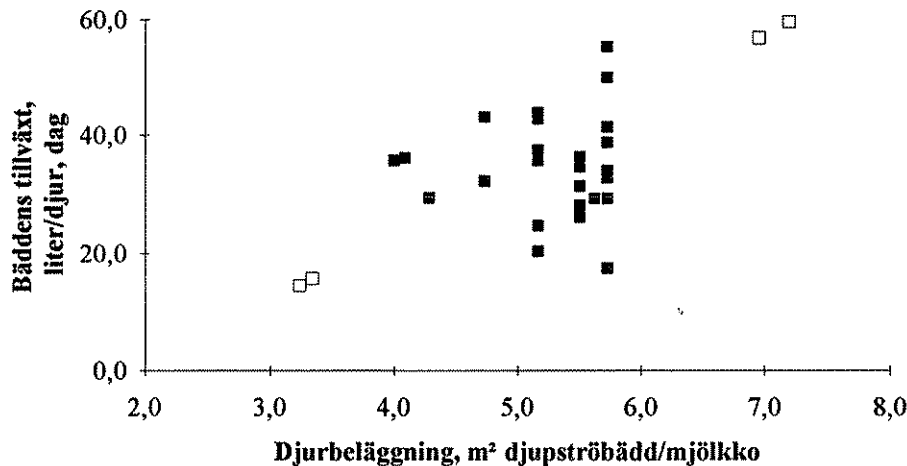
Figur 15 Ackumulerad gödselproduktion (m^3) i en mjölkbesättning (34 kor och rekrytering). Den totala volymen är uppdelad i djupströgödsel från mjölkkoavdelning I (1), mjölkkoavdelning II (2) och rekryteringsavdelning (3) samt gödsel som skrapats till en fastgödselplatta (4).

I stall B samlades den gödsel som skrapades dagligen från mjölkornas samlingsfälla och fodergång i en flytgödselbehållare. Kornas avkastningsnivå var ca 8800 kg mjölk. Djupströgödsel samlades på 330 m^2 och flytgödsel samlades från ca 335 m^2 , varav ca 160 m^2 utan tak. Under observationstiden föll 260 mm nederbörd på den skrapade ytan utan tak och volymen i flytgödselbehållaren har reducerats med denna mängd vatten. Observera att nederbörden som föll direkt i behållaren ingår i den totala mängden flytgödsel. Rekryteringsdjuren gick i boxar med ströbädd på hela ytan och deras gödsel ingår därför inte i denna sammanställning. Volymen i flytgödselbehållaren utgjorde 50% av den totala volymen gödsel producerad av mjölkorna.



Figur 16 Ackumulerad gödselproduktion (m^3) i en mjölkbesättning (62 kor). Den totala volymen är uppdelad i djupströgödsel från mjölkkoavdelning I-högmjolkare (1) och mjölkkoavdelning II-lågmjolkare (2) samt gödsel som skrapats till flytgödselbehållare (3).

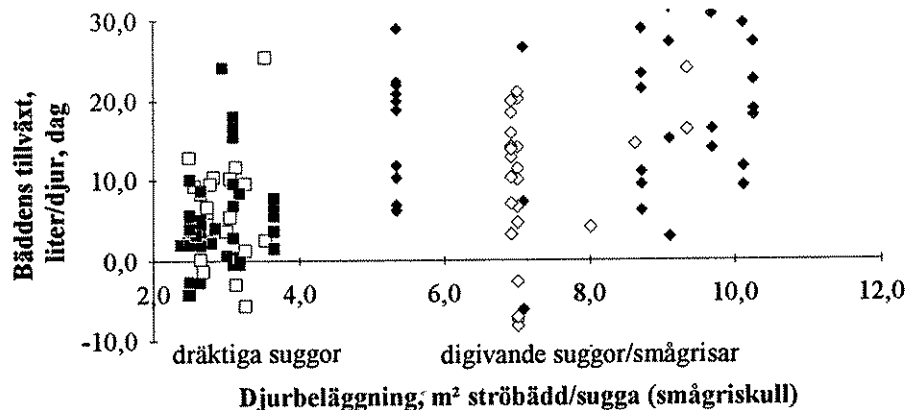
Gödselproduktion vid olika beläggning och mjölkavkastning



Figur 17 Ströbäddens tillväxt beroende på ströbäddens yta per mjölko.

Datamaterialet för en analys av hur beläggningen påverkar produktionen av gödselbädd i mjölkstallar är begränsat till 4 till 6 m² bädd per ko. Två observationer med 7 m² per ko tillkom då djurbeläggningen var låg strax före installning och bädden onormalt lucker (etableringslagret ej komprimerat). Två observationer vid beläggning 3,3 m²/ko finns från en bädd som rengjordes från mockor dagligen. Utesluts dessa observationer finns inget samband mellan kobeläggning och bäddens volymtillväxt, figur 17.

I figur 18 visas gödselbäddens volymtillväxt som funktion av yta ströbädd per sugga. För dräktiga suggor varierar bäddyten mellan 2,2 till 3,8 m². och för digivande suggor med smågrisar 5,5 till 10,5 m². Spridningen i bäddarnas volymtillväxt är stor och något samband med beläggningen kan inte påvisas.



Figur 18 Ströbäddens tillväxt per sugga respektive kull smågrisar beroende på yta per djur. Ofyllda datapunkter avser enzymbehandlade gödselbäddar.

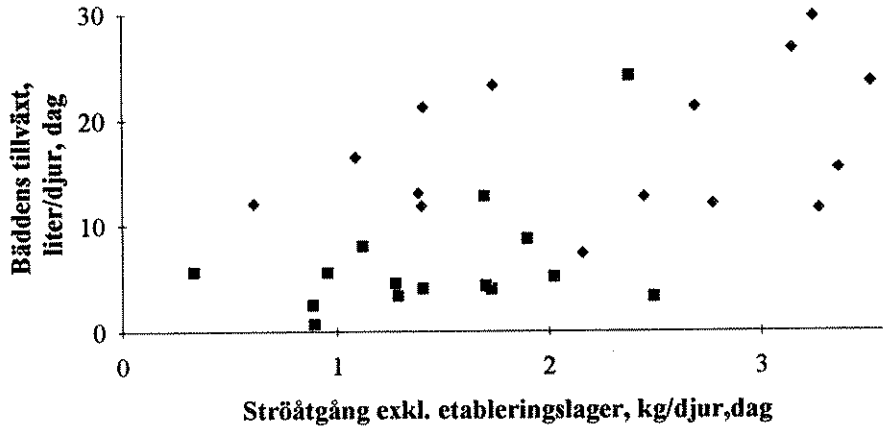
Mjölkkavkastningens inverkan på produktionen av djupströgödsel kunde också studeras. En av gårdarna producerade KRAV-mjolk och här var avkastningsnivån 6500 kg mjölk/ko, år medan två andra besättningar hade avkastningsnivå runt 8500 kg mjölk/ko, år. Djupströbäddens höjdtillväxt var 6,2 mm/dag i besättningen med den lägre avkastningen, vilket var obetydligt lägre än de två övriga besättningarna där bäddens höjd ökade med 6,3 mm/dag. Djupströbäddsytan per djur var 5,7 m² respektive 5,1 m². Inflytande av mjölkkavkastning på producerad gödselbädd är svår att urskilja i tillgängliga data.

Produktion av gödselbädd beroende av strö mängd

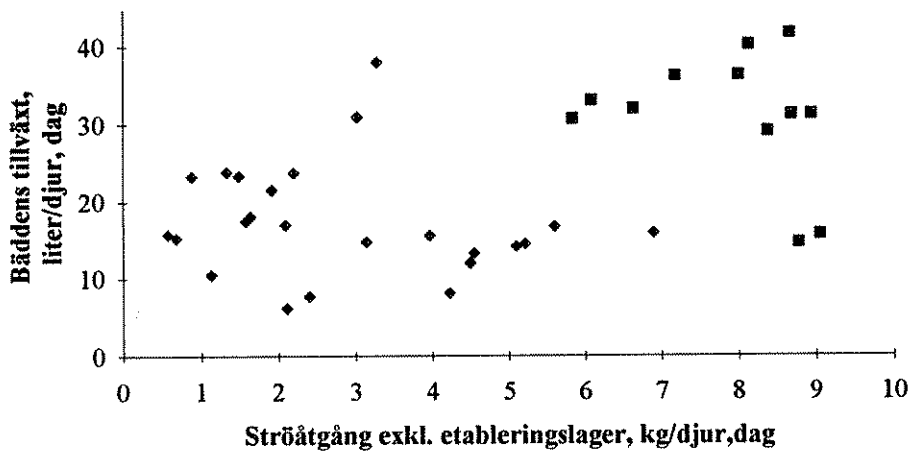
Lantbrukarna försökte begränsa halmåtgången. Detta resulterade i att gödselbädden kunde bli fuktig och smutsig, speciellt gödslingsytan i svinboxar och i kostallar strax innan nytt strö tillfördes. I samtliga studerade stallar var dock tilldelningen av ströhalm tillräcklig för att hålla djuren rena.

Analyser har genomförts av hur gödselbäddens tillväxt per dag påverkas av tillförd strö mängd, såväl inklusive som exklusive etableringslagret. Analyserna omfattar följande djurkategorier: dräktiga suggor, digivande suggor med smågrisar, ungdjursboxar samt mjölkkooavdelningar. Datapunkter visas i figurerna 19 och 20. I svinstallar och ungdjursboxar var hela boxytan täckt av gödselbädd. Tillförseln av strö per djur inklusive etableringslagret varierade för dräktiga suggor mellan 1,0 till 3,4 kg, för digivande suggor 0,8 till 3,5 kg, i ungdjursboxar mellan 0,6 till 7 kg och i kostallarna mellan 6 och 10 kg. Inom det intervall av strö mängd som försöken medgav fanns ingen påverkan av bäddens tillväxt per dag. Regressionskoefficienten för sambandet ströåtgång - gödselproduktion blev i ungdjurs och kostallar under 0,1, i boxar med dräktiga suggor 0,2 och i boxar med digivande suggor 0,13.

Den dagliga produktionen av gödselbädd kan beräknas med den dagliga tillväxten av ströbädden enligt figurerna 5 och 6 resp 8 -10, multiplicerat med ytan per djur enligt tabell 12. Dessa beräkningar stämmer tämligen väl med datapunkterna i figurerna 19 och 20, utom för dräktiga suggor.



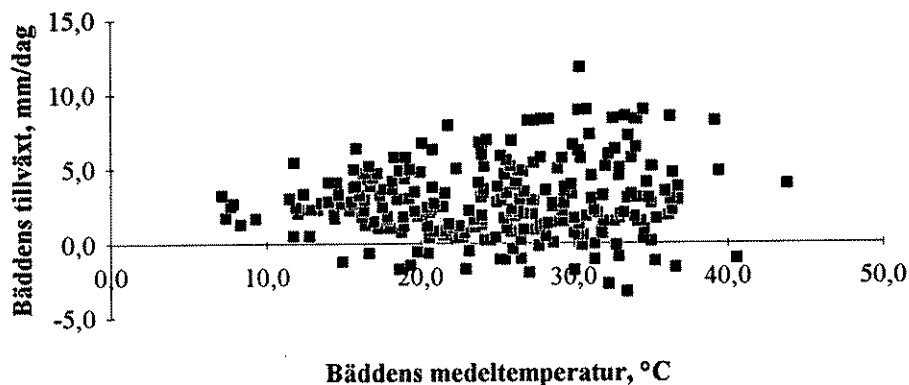
Figur 19 Bäddens tillväxt i boxar för dräktiga suggor (■) och digivande suggor med smågrisar (♦) som funktion av ströåtgången per sugga.



Figur 20 Bäddens tillväxt i mjölkoavdelningar (■) och ungdjursboxar (♦) som funktion av ströåtgången per djur.

Gödselbäddens volymtillväxt som funktion av bäddens medeltemperatur

Temperaturen i gödselbädden är en god indikation på hur pass intensivt komposteringsprocessen pågår och därmed på hur stora förlusterna av vätska och material från bädden är. Detta skeende bör då återspeglas i att volymtillväxt hos bädden i ett stort material som detta med 250 datapunkter skulle sjunka med ökad temperatur i bädden. En plott enligt denna hypotes visas i figur 21. Något samband enligt hypotesen kan inte konstateras. Detta gäller både då bäddar för varje kategori djur studeras separat och då alla bäddar studeras tillsammans.



Figur 21 Bäddarnas tillväxt som funktion av medeltemperaturen i bädden.

Bäddarnas temperatur

Temperaturen mättes 15 cm ner i gödselbädden och på så många punkter vid varje mättillfälle att varje mätpunkt kom att representera 10 - 15 m². Mätningar genomfördes under samtliga årstider. Någon registrering av utemperaturen gjordes inte. Medeltemperaturen beräknades för varje mättillfälle i en viss bädd och max- och min-temperaturerna noterades. Temperaturmätningarna för olika djurslag och inhysningsformer finns redovisade i tabell 17. Högst max temperatur, 52 °C uppmättes i svinstall medan lägst max temperatur 32 °C registrerades i en ströbädd för ungdjur. Någon väsentlig skillnad i medeltemperatur mellan jämförbara enzymbehandlade och icke enzymbehandlade bäddar kan inte utläsas. I bäddar för mjölkkor är medeltemperaturen 31 °C och i suggstallar med icke enzymbehandlade bäddar 26 - 30 °C. Dessa temperaturer speglar att det pågår en komposteringsprocess 10 - 30 cm ner i bädden. I häststallet är medeltemperaturen 20 °C och då sker ingen större mikrobiell aktivitet i ströbädden.

Under hösten och vintern varierade bäddarnas temperatur slumpmässigt. I nötkreaturstallar uppmättes de lägsta temperaturena där bädden var upptrampad, t ex vid ingången till bädden från en skrapad gödselgång. Bäddens temperatur blev i dessa områden särskilt

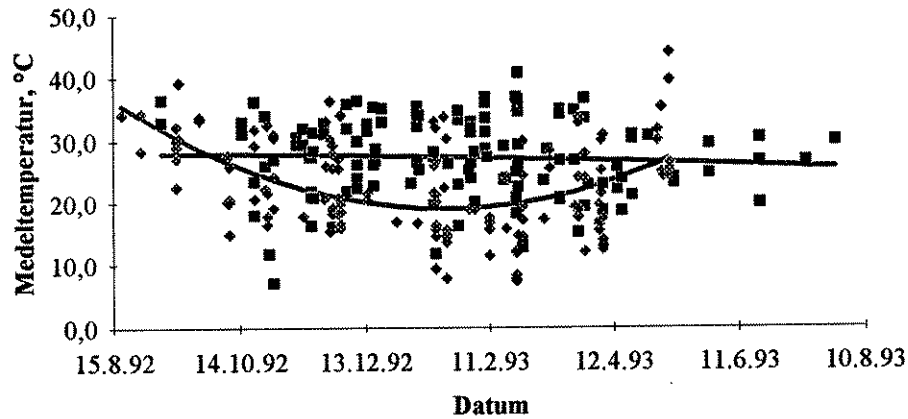
låg vid kall väderlek. I svinboxar var bäddens temperatur oftast några grader lägre i gödslingsytan än i liggytan. De lägsta temperaturena uppmättes dock där bädden blivit våt på grund av vattenspill eller läckage från vatteninstallationer. De högsta temperaturerna noterades oftast under andra eller tredje månaden efter bädden startats, oavsett om detta skedde under vintern. I april/maj, då en period med sommarvärme inföll, observerades en upptorkning av bäddar i oisolerade byggnader och den åtföljdes av högre min. temperaturer.

Liten spridning i halmanvändning mellan gårdarna och försöksuppläggnigen gör att det ur detta material inte går att läsa ut någon inverkan på bäddens temperatur av mängden strö, som tillförts för underhåll av bädden. Möjligen kan låga min. temperaturer undvikas genom att öka mängden strö.

Tabell 17. Temperatur cirka 15 cm under bäddens yta.

Djurslag och inhysningsform	Antal mättillfällen	Medeltemperatur (variation)	Maximum temperaturens variation	Minimum temperaturens variation
Dräktig sugga, ströbädd	47	26,2 (14,7 - 35,1)	21,8 - 52,7	1,5 - 30,6
Dräktig sugga, enzymbehandlad ströbädd	22	23,5 (16,9 - 30,4)	24,9 - 38,1	7,4 - 23,8
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 veckor), ströbädd	26	29,8 20,9 - 36,8	24,1 - 52,0	11,5 - 30,0
Dito, enzymbehandlad ströbädd	32	32,0 (18,0 - 40,6)	20,5 - 46,8	14,7 - 36,8
Tillväxtbox för smågrisar (6-12 veckor, ströbädd	11	21,2 11,8 - 28,2	13,5 - 40,0	7,5 - 15,0
Mjölkkö	40	31,2 (21,2 - 43,9)	27,4 - 46,4	7,7 - 35,2
Ungdjur, djupströ	48	17,3 (7,4 - 32,3)	9,8 - 44,8	0,2 - 25,5
Ungdjur, ströbädd	31	18,5 (7,1 - 26,5)	8,3 - 32,2	5,4 - 26,1
Häst	9	20,2 (16,7 - 24,2)	19,9 - 35,5	11,1 - 17,0

I samband med utgödsling av en djupströbädd för mjölkkö i januari kunde konstateras att temperaturen i bädden når ett maximum 10 till 30 cm under ytan. Temperaturen var här 25-28°C. Vid större djup i bädden uppmättes lägre temperatur och ca 80 cm under ytan (20 cm över golvet) var den 18-20 °C. Lufttemperaturen inomhus och utomhus var cirka noll grader.



Figur 22 Medeltemperatur i gödselbäddar i oisolerade (◆) och isolerade (■) stallbyggnader under olika årstider.

Lufttemperaturen sjönk under vintern tidvis under noll grader. Under denna tid minskade gödselbäddarnas medeltemperatur något i oisolerade stallavdelningar (regressionslinje: $19 - 0,008x + 0,0007x^2$, där x = antal dagar från 15/1; $r^2 = 0,23$). Detta är delvis ett resultat av att temperaturen i blöta och upptrampade delar av bädden sjunker då lufttemperaturen sjunker. I isolerade stallbyggnader (representeras enbart av svinstallar) tycks utomhustemperaturen inte inverka på ströbäddens temperatur.

Volymvikt och växtnäringsinnehåll

Sammanlagt togs 45 prov för bestämning av volymvikt, 26 i nötkreatursbäddar och 19 bäddar i svinstallar. Proverna togs strax innan bäddarna skulle gödslas ut. Torrsubstanshalten bestämdes i 15 nötkreatursbäddar och i 30 svinbäddar. Vid flertalet provtagningar i gödselbäddar för nötkreatur bestämdes volymvikten för varje enskild borrhärna, medan ts-bestämningen gjordes på ett hopblandat prov. Många av proven från såväl bäddar för dräktiga sugor som stukor med gödsel från dessa avdelningar togs i samband med försöken med olika strömedel på Logården. En sammanställning av resultaten finns i tabell 18.

Vid samma provtagningstillfällen togs 18 prover för bestämning av gödselns växtnäringsinnehåll. Innehållet av totalt kväve, fosfor och kalium bestämdes i samtliga prov medan innehållet av ammoniumkväve analyserades för 9 prov från gödselbäddar för svin. En sammanställning av resultaten finns i tabell 19.

Volymvikt och torrsubstansinnehåll i gödselbädden - svinstallar

Som tidigare omtalats i samband med bäddarnas höjdtillväxt varierar gödselbäddens konsistens avsevärt i svinstallar beroende på svinens naturliga beteende att skilja på gödslings- och liggplats. Variationen i volymvikten är mycket stor, från 188 till 998 kg/m³. Än mer anmärkningsvärd är variationen i ts-halterna, 22 - 72 %.

Medeltalet för volymvikten hos samtliga bäddar är 600 kg/m³ med motsvarande värde på ts-halten 38 %. Den lägsta volymvikten 190 kg/m³ (72 % ts) uppmättes i liggytan i en box för digivande suggor. I samma box var volymvikten hos bädden i gödslingsytan 600 kg/m³ (39 % ts).

I fyra bäddar för dräktiga suggor togs prov i både ligg- och gödslingsyta. I gödslingsytorna respektive liggytorna bestämdes volymvikterna till 803/790, 838/896, 697/610, och 353/290 kg/m³ i boxar som ströddes med rörflen, hackad halm, hel halm respektive enzymbehandlad hackad halm. Tillhörande ts-halter var 27/28, 22/25, 30/62 och 35/43 %. Resultaten visar att skillnaden i volymvikt respektive ts-halt mellan gödslings- och liggyta är liten, undantaget provet med 62 % ts för hel halm i liggytan.

Enzymbehandling medförde att man fick en fast och ganska kompakt bädd i en stor del av boxen under andra omgången av suggor med diande grisar. En 5 månader gammal bädd som enzymbehandlats hade volymvikten 1000 kg/m³ (24 % ts) i gödslingsytan. Motsvarande värden i liggyta och övrig yta var 425 (54 % ts) respektive 470 (33 % ts).

I figur 24 har sambandet mellan ts-halt och volymvikt plottats. För gödselbäddar för svin har ts-halten varierat från 20 till 70 % och sambandet enligt regressionslinjen $y = 1018 - 10,7 x$ ($r^2 = 0,46$) innebär att volymvikten minskar när ts-halten sjunker.

Volymvikt och torrsubstansinnehåll i gödselbädden - nötkreatursstallar

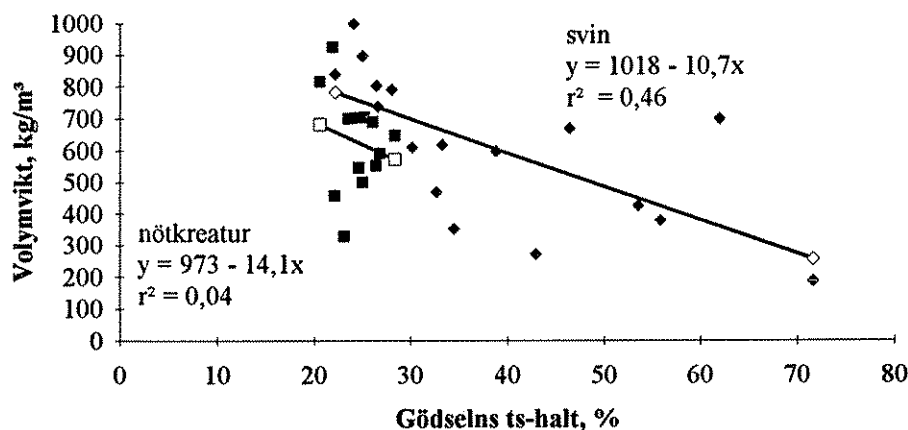
Nötkreaturens gödslar över hela bädden. Torrsubstanshalten varierade endast i intervallet 21 till 28 %. Trots detta varierade volymvikten hos gödselbädden avsevärt inom samma bädd, speciellt för mjölkkor. I hela nötkreatursmaterialet är spridningen mellan 327 till 925 kg/m³. Anledningen till den stora variationen i volymvikten är bl. a. hur planlösningen varit och hur den styrt djurtrafiken. I en djupströbbädd för kor var volymvikten 820 kg/m³ (28 % ts) vid ingången till bädden från den skrapade ytan och där bädden var "vältrampad". Mitt i liggytan på samma bädd, där den högsta temperaturen registrerats, var volymvikten 675 kg/m³ (21 % ts). I en annan bädd var volymvikten närmast ingången från den skrapade ytan 590 kg/m³ (27 % ts). Längre bak i bädden bestämdes volymvikterna 690 och 500 kg/m³ (26 och 25 % ts). Att bilda

ett ovägt medeltal på de mätningar som gjorts i en viss bädd ger troligtvis inte ett sant värde på bäddens genomsnittliga volymvikt.

Sambandet mellan ts-halt och volymvikt i gödselbäddar från nötkreaturstallar kan bara analyseras i intervallet mellan 21 och 28 %, fig 24. Något samband kan inte påvisas.

Tabell 18. Volymvikt och torrsubstanshalt i gödsel från ströbäddar strax före utgödsling och i stukor efter cirka en månads lagring.

Typ av gödsel	Antal gårdar/bäddar	Antal densitetsprov	Volymvikt kg/m ³	Antal ts-prov	Torrsubstanshalt, %
Mjölkkö, djupströbädd av halm	3/4	17	597 (327-925)	9	24,5 (20,6-28,4)
Ungnöt, djupströbädd	1/3	3	649	3	24,2
Ungnöt, ströbädd	1/5	6	705	1	25,2
Alla ungnöts bäddar	2/8	9	686 (547-838)	4	24,5 (23,6-25,2)
Samtliga prov från nötkreatursbäddar	4/12	26	628 (327-925)	15	24,5 (20,6-28,4)
Dräktig sugga, ströbädd av hackad halm	1/1	2	867	3	25,0
Dräktig sugga, ströbädd av enzymbehandlad hackad halm	1/1	3	431	4	39,7
Dräktig sugga, ströbädd av långhalm	2/2	4	606	5	41,2
Dräktig sugga, ströbädd av rörfen	1/1	2	796	3	28,1
Dräktig sugga, samtliga typer av bäddar	3/5	11	637 (272-896)	15	34,1 (22,2-62)
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2-12 veckor), ströbädd	1/2	3	468	5	50,6
Dito, enzymbehandlad ströbädd	1/1	3	630	4	35,3
Samtliga tillväxtboxar	2/3	6	549 (188-998)	9	43,8 (24,1-71,7)
Samtliga prov från svingödselbäddar	4/8	19	604 (188-998)	30	37,9 (22,2-71,7)



Figur 24 Sambandet mellan gödsels volymvikt och torrs substanshalt i gödselbäddar för nötkreatur(■) och svin (◆).

Resultat av växtnäringsanalyser

Prov för växtnäringsanalys togs ut vid samma tillfällen dvs strax före utkörning av bädden som då bäddens volymvikt och torrs substanshalt bestämdes. Delprover togs jämnt fördelat över bädden och blandades. I svinboxar ingick gödel både från ligg- och gödselytan i provet. Delprovernas volym justerades däremot inte för att representera bäddens volym på dessa ytor. Gödselprovernas innehåll av ammoniumkväve bestämdes bara för svingödselbäddar i Skaraborgs län. Resultatet redovisas i tabell 19.

I gödselbäddar från nötkreatursstallar är innehållet av fosfor, 0,8 kg/ton, lägre än riktvärdet, 1,5 kg/ton för fastgödsel, enligt Steineck et al (1991) och kaliuminnehållet, 6,2 kg/ton, ligger över riktvärdet, 5 kg/ton.

I gödseln från svinstallar är både fosfor och kaliuminnehållet 4,0 respektive 7,7 kg/ton högre än riktvärdena 3 respektive 3,5 kg/ton. Totalkvävet i gödselbädden är högt för både nöt och svin. Svingödsels innehåll ammoniumkväve 1,6 kg/ton är normalt.

Det är värt att notera att innehållet av totalkväve, fosfor och kalium i enzym-behandlade bäddar är högre än i icke behandlade bäddar. Det ingår inte i projektets målsättning att närmare analysera orsakerna till växtnäringsinnehållet.

Tabell 19. Växtnäringsinnehåll i gödsel från ströbäddar strax före utgödsling.

Typ av gödsel	Ammoniumkväve		NPK Antal prov	Total kväve kg/ton	Fosfor kg/ton	Kalium kg/ton
	Antal prov	kg/ton				
Mjölkkko, djupströbädd av halm			7	8,0 (5,8-8,9)	0,9 (0,5-1,2)	6,0 (5,4-6,9)
Ungnöt, djupströbädd			1	7,4	0,7	5,8
Ungnöt, ströbädd			1	6,8	0,7	7,9
Alla ungnöts bäddar			2	7,1 (6,8-7,4)	0,7 (0,7-0,7)	6,9 (5,8-7,9)
Samtliga nötkreaturs- bäddar			9	7,8 (5,8-8,9)	0,8 (0,5-1,2)	6,2 (5,3-7,9)
Dräktig sugga, ströbädd av hackad halm	1	1,0	1	6,7	4,7	6,3
Dräktig sugga, ströbädd av enzymbehandlad hackad halm	1	0,6	1	12,0	4,1	9,9
Dräktig sugga, ströbädd av långhalm	1	2,0	3	7,9	3,0	5,0
Dräktig sugga, ströbädd av rörflen	1	2,6	1	7,9	2,9	5,1
Dräktig sugga, samtliga typer av bäddar	4	1,6 (0,6-2,6)	6	8,4 (6,2-12)	3,4 (1,8-4,7)	6,1 (2,7-9,9)
Tillväxtbox för digivande sugga med smågrisar (2- 12 veckor), ströbädd	2	1,2	2	10,7	4,9	10,3
Dito, enzymbehandlad ströbädd	1	2,3	1	8,4	5,7	12,5
Samtliga tillväxtboxar	3	1,6 (1,0-2,3)	3	9,9 (8,3-13)	5,2 (3,7-6,1)	11,0 (9,0-12,5)
Samtliga bäddar med svingödsel	7	1,6 (0,6-2,6)	9	8,9 (6,2-13)	4,0 (1,8-6,1)	7,7 (2,7-12,5)

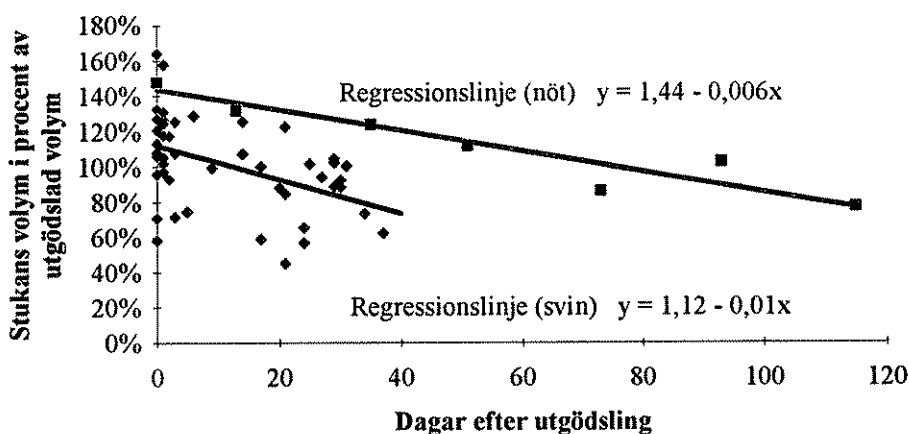
Gödsel i stuka

Volymförändring av gödsel lagrad i stuka

När bäddarna i stallet gödslades ut lades gödseln i en stuka på en åker eller i anslutning till stallet. Den förändring som då skedde av gödselns volym studerades vid 8 gårdar. Volymen av stukan mättes några dagar efter utgödsling samt efter 3-5 veckors lagring i stukan. Detta gjordes för 12 bäddar i boxar för dräktiga suggor, 11 bäddar i familjeboxar och 4 bäddar i tillväxtboxar för smågrisar. Sju av stukorna kunde inte mätas vid andra tillfället pga att de blandats med annan gödsel.

Vid en gård med mjölkkor kördes bäddarna i två stallavdelningar ut i jan/febr med några veckors mellanrum och lagrades i separata stukor. Gödselns volymförändring i dessa stukor följdes i drygt tre månader. Vid utgödslingen ökade gödselns volym till 150 %. Den stora volymökningen förklaras av att gödseln lades luckert på stukan med en gödselspridare. Volymen minskade linjärt med tiden och var efter 3 månaders lagring i stuka samma som den varit i ströbädden, figur 25. Vid övriga gårdar med nötkreatur lades gödseln ej i en separat stuka per utgödslad bädd.

Vid utgödsling av gödselbädd från svinstallar lades stukan med hjälp av lastare. Volymförändringen varierade högst avsevärt från 60 till 160 %. Den längsta tiden en stuka låg var 40 dagar och regressionslinjen i figur 25, visar att förväntad volym då kan vara 72 % av gödselbäddens i stallet före utgödslingen. Volymen minskar lika snabbt stukor med gödsel från dräktiga suggor som för gödseln från digivande suggor med smågrisar. Stukor med enzymbehandlad gödsel hade en tendens till snabbare minskning av volymen än stukor med obehandlad gödsel.

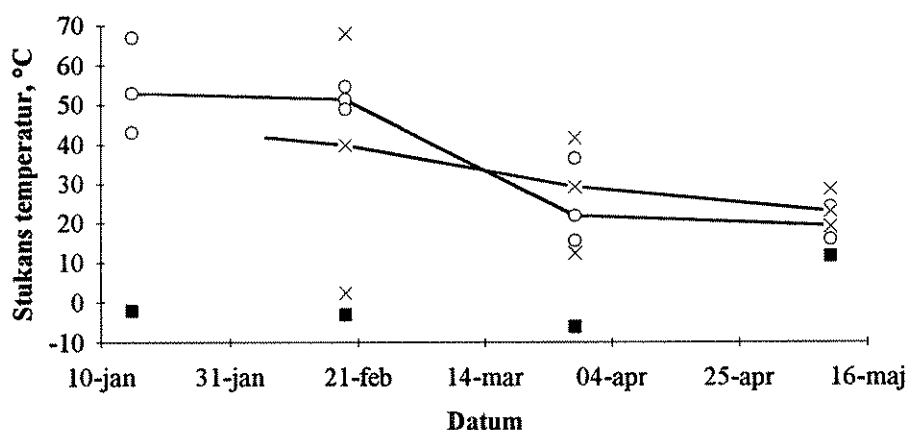


Figur 25 Gödselns volymändring efter utgödsling och lagring i stuka. Mjölkogödseln (■) lades luckert på stukan med en gödselspridare medan svingödseln (◆) lades på stukan med lastare.

Bädden i häststallet kördes bort utan möjlighet att mäta volymen i en stuka. Traktorförarens uppskattning av utkörd mängden var ca 2,5 gånger den volym som mättes i stallet strax före utgödsling. Badden var mycket hård under ett löst halmlager på ytan men det förefaller ändå som om volymökningen vid utgödsling överskattats.

Temperatur i gödselstuka

Temperaturen i en stuka indikerar på samma sätt som temperaturen i ströbädd hur kraftig den mikrobiella aktiviteten/brinningen är. Temperaturen registrerades endast i de två stukorna med gödsel från djupströbäddar för mjölkkor, jämför figur 25. Temperaturen mättes 30 cm in i stukan och i 3-9 punkter. Trots yttre temperaturer runt 0 °C var det över 50°C i stuka 1. I stuka 2 var temperaturen lägre, ca 35 °C under de första 5 - 6 veckorna. När stukorna bröts i mitten av maj var temperaturen 20 °C. Den omblandning som skedde genom att stukorna lades med hjälp av gödselspridare var mycket gynnsam för syretillförsel och därigenom brinning. I figur 25 visas också hur volymen minskat som följd av detta. Som framgår av mätning den 21 febr finns punkter då brinning ej förekommer.



Figur 26 Temperatur i två stukor med djupströgödsel från mjölkkor. Max- och min-temperaturer samt lufttemperaturen (■) vid mätillfällena har markerats.

Volymvikt, torrsubstans och växtnäringsinnehåll i gödselstuka

Gödselels volymvikt kunde bestämmas i två stukor med gödsel från bäddar för dräktiga suggor. Med rörflen som strö och utgödsling i februari var volymvikten strax före utgödsling 800 kg/m³. En månad senare var den 860 kg/m³. Ts-halten minskade på samma tid från 28 till 24%. Från ströförsöken på Logården finns följande observationer:

Med hel halm som strö och utgödsling i juni minskade (!) volymvikten från 650 till 450 kg/m³ samtidigt som ts-halten sjönk från 41 till 35 %.

Med hackad, enzymbehandlad, utgödsling i juli ökade volymvikten från 310 till 670 kg/m³ och likaledes ts-halten från 38 till 39 %.

Med hackad halm, utgödsling i mars förändrades inte ts-halten.

I de två stukorna med gödsel från mjölkobäddarna registrerades inte volymvikterna, däremot ts-halterna som efter 2 månaders lagring ändrades från 22 till 24 % respektive från 25 till 20 %. Resultaten är motstridiga både för stukor med ko och svingödsel. Brinningen förväntas höja ts-halten. Tidigare data har visat på sambandet att högre ts-halt ger lägre volymvikt.

Vid lagring och kompostering av gödsel avgår kväve i form av ammoniak. Halterna av kalium och fosfor ökar då omsättningen i gödseln och gör att dess volym och vikt minskar. Enligt tabell 20 sker i mjölkostallar en anrikning av totalkväve, fosfor och kalium på 1,22, 1,70 respektive 1,43. Att totalkväve relativt ökat mindre än fosfor och kalium är logiskt. Detta har skett efter 60 dagar och enligt figur 25 har då stukan samma volym som den utgödslade bädden. Förändringen av växtnäringsinnehållet strax före utgödsling och efter 60 dagars lagring i stuka är svårförklarad eftersom växtnäringsinnehållet ökar trots att ts-halterna är konstanta. Antalet analyser är dock mycket få.

Analyserna av växtnäringsinnehållet i 30 dagar gamla stukor med svingödsel och förändringen jämfört med motsvarande värden i bädden före utgödsling är vare sig helt logiska eller lätta att förklara. Man förväntar sig att innehållet av det lättflyktiga ammoniumkvävet skulle vara lägre efter omlagringen i stukan. Resultaten visar enbart en stuka där så skett. I de tre andra stukorna är innehållet av ammoniumkväve högre i stukan än i bädden i stallet. Det totala kväveinnehållet är konstant eller minskar något. Räknar man om växtnäringsinnehållet till gram per kg ts och sätter förändringen av fosforinnehållet till 100 blir relativtalen för totalkväve och kalium 68 resp 90 för svingödsel och 72 resp 84 för kogödsel. Dessa inbördes förhållanden synes logiska.

Tabell 20. Växtnäringsinnehåll i gödselbädd och gödselstuka efter cirka en (sugga) eller två (ko) månaders lagring.

Djurslag och strömedel	Före utgödsling, kg/ton				I gödselstuka, kg/ton			
	a-N ^{a)}	t-N ^{b)}	P	K	a-N ^{a)}	t-N ^{b)}	P	K
<u>Mjolkko</u>								
hel halm		5,8	0,47	5,4		7,1	0,8	7,7
<u>Dräktig sugga</u>								
rörflen	2,6	7,9	2,9	5,1	2,9	6,5	3,3	4,6
hel halm	2,0	7,9	3,6	7,1	0,2	6,9	4,1	6,3
hackad halm	1,0	6,7	4,7	6,3	2,2	4,8	4,0	4,4
enzymbehandlad hackad halm	0,6	12,0	4,1	9,9	5,0	8,6	6,4	18,0

a) Ammoniumkväve

b) Totalkväve

DISKUSSION

Volymen gödselbädd som produceras av ett djur under en viss tid beror på tillförseln träck och urin på bädden, hur mycket strömedel som tillförs - både för etablering av ströbädden och dagligen samt eventuellt vattenläckage minskat med de vätske- och substansförluster som komposteringsprocessen med höga temperaturer i bädden ger upphov till, samt den packning av bädden som djur och komposteringen ger upphov till. Den sista faktorn beskrivs genom volymvikten hos gödselbädden. Gödselbädden skall tas ur stallet och eventuellt omlagras i stuka eller på gödselplatta. Den mängd gödsel som skrapas ut är dels gödsel och urin dels eventuell halm samt vatten läckage. Denna "flyt-" eller "kletgödsel" minskar i volym = vikt genom avdunstning. För att kunna beräkna reduktionen av volym resp massa pga kompostering resp avdunstning måste man ha vederhäftiga data på dels själva djurens gödselproduktion (kg eller liter per tidsenhet), tillförsel av halm (kg/tidsenhet), eventuell extra vätsketillförsel samt gödselbäddens volymvikt vid uttagningen. En annan mycket viktig faktor är att kunna ange fördelningen av den gödsel/urin som faller på ströbädden respektive den skrapade ytan.

Gödselproduktion

Uppgifterna om produktion av träck och urin skall kunna relateras till djurens vikt, avkastning och utfodring. Gödselproduktionen finns angiven i ett antal olika källor. Kommentarer till varför produktionen för ett visst djurslag kan variera, är ofta mycket allmänt hållna och mycket få originalförsök har påträffats. Sålunda är Naturvårdsverkets (1989) riktvärden för lagringsvolym för fastgödsel och urin resp flytgödsel en skattning där mängd t.ex av diskvatten, spolvatten, läckande vattenkoppar ej är specificerade. Korrektionen av gödselproduktionen pga högre mjölkavkastning är inte underbyggd. För svin finns t.ex ingen anmärkning vad vasslebaserad utfodring innebär för produktionen av gödsel och urin. Enligt Vanderholm (1984) produceras då 2,5 ggr så mycket flytgödsel jämfört med då grisen får torrfoder, se tabell 2. Vi har därför avstått ifrån SNV:s värden när vi försökt att teoretiskt beräkna djurens gödselproduktion. För kor har vi utgått från danska källor (Laurson 1987 och Hansen 1993) och för ungnöt ASAE (1991) För svin finns tyvärr inga källor som verkar helt tillförlitliga. Vi har därför valt att utgå ifrån egna skattningar baserade på uppgifter i tabell 2.

Ts-halt - volymvikt

För gödselbäddar för nötkreatur varierade volymvikten i försöket från 300 till 900 kg/m³ vid 21 - 23 % ts och något samband mellan ts och volymvikt fanns inte. Sambandet

mellan ts-halt och volymvikt från prover med ts-halter mellan 14 till 36 % av Wiberg (1987) är logiskt:

$$y = 977 - 9,9 x$$

Med $x = 0$, dvs vatten, bör volymvikten bli ca 1000 kg/m^3 . Detta behöver i sig inte hindra att volymvikten vid ts-halter mellan 5 och 15 % inte kan vara över 1000 kg/m^3 . Insätts värdet på ts-halten från våra försök, 22 %, i ekvationen ovan, skulle volymvikten bli 759 kg/m^3 vilket syns helt realistiskt. Den rekommendation på 500 kg/m^3 som Andersson (1990) givit för volymvikt i gödselbäddar med över 20 % ts synes vara i underkant. Det samband som tagits fram av JTI;

$$y = 1288 - 24,7 x$$

är baserat på både ko och svingödsel och av gödsel med ts-halter mellan 12 och 42 %. Antager man ts-halten till 22 % blir volymvikten 745 kg/m^3 .

I våra försök har ts-halterna för svinbäddar varierat betydligt mer än för kor. För gödselbäddar med svingödsel var sambandet mellan ts-halt och volymvikt,

$$y = 1018 - 10,7 x$$

Detta är i väl överensstämmelse med Wiberg (1987). Medelvärdet av ts-halter respektive volymvikter baserat på samtliga gödselbäddar med svin i försöket, är 38 %, resp 604 kg/m^3 . Enligt JTI:s ekvation skulle då volymvikten bara bli 350 kg/m^3 . Man måste dock komma ihåg att skillnaderna inom en och samma box kan vara betydande.

Fördelning av gödsel mellan bädd och skrapad yta

Frågeställningen var djuren gödslar och urinerar när de har tillgång till en skrapad yta har i vår undersökning bara varit adekvat i nötkreatursstall. Studier har kunnat genomföras i endast en besättning. Resultaten styrker de uppgifter i litteraturen (Hansen, 1993) som säger att om den skrapade ytan är 30 - 50% av den totala hamnar 50% av gödseln där. Detta resultat ligger till grund för såväl teoretiska beräkningar av komposteringsförluster som i rekommendationerna.

Reducering av gödselvolym pga kompostering och/eller avdunstning

Komposteringsprocessen leder till både vikt- och volymminskning. Jordbruksverket säger i sin rapport nr 20:1993 "Underlaget för att ange omfattningen på denna minskning är för närvarande bristfälligt". Kirchman 1985 har angivet hur ts-mängden minskar med tiden i

en kompost, för halmrik gödsel återstår 67 och 52% efter 69 resp 132 dagar. Med utgångspunkt från andras och egna försök har vi beräknat skillnad mellan tillförd och bortförd gödsel. Skillnaden i procent av den tillförda gödseln är komposteringsförlusten. Tabell 21 och 22. Tillfört till gödselbädden är djurens träck och urin enligt tidigare angivna källor med hänsyn tagen till hur stor andel som hamnar i bädden, samt halm-tilldelning. Bortfört är uppmätt höjdtillväxt gånger bäddens yta omvandlat till massa genom uppmätt eller antagen volymvikt, alternativt uppmätt massa vid utgödslingen. Motsvarande beräkning är gjord av bl.a. Hansen (1993) där han i en kommentar påpekar att talen på förlusterna bör tas med stor försiktighet med hänsyn till stor osäkerhet i de värden som ligger till grund för beräkningarna.

Fuktavgivningen från ströbädden (sinsuggor) är uppmätt av Olsson (1993). Stor skillnad föreligger mellan uppmätt och teoretisk beräkning, 33 resp 8 g/m², h. Användes dessa data på Hansens försök med kor på enbart djupströbädd med 132 dagars lagringstid blir de teoretiska respektive Hansens värde: ts-förlust 20/34 och vätskeförlust (33 g/m², h) 10/39. Hansen fick en total komposteringsförlust på 35 %, medan våra teoretiska beräkningar endast gav 15%. Troligen är avdunstningen större än den av oss antagna. En beräkning på Hansens data visar att avdunstningen från gödselbädden är mellan 110 och 180 g H₂O/m², h. Fuktavgivningen från ströbädden är alltså i samma storleksordning som från korna själva.

I våra beräkningar har vi ibland måst anta vissa värden t.ex. volymvikt. I tabell 21 och 22 framgår att förlusterna varierar mellan 25 och 75%. Denna stora variation återspeglar troligen verkligheten eftersom så många faktorer påverkar hur komposteringsprocessen kommer igång, hur den fortgår och hur bäddarna sköts. Som en generell slutsats verkar man dock kunna säga att **bäddar äldre än 3 månader har förluster på minst 30 %**. För den gödsel som faller på den yta som skrapas blir reduktionen pga avdunstning 17 % enligt Hansen (1993). I vår undersökning fick vi samma storleksordning.

Tabell 21. Beräknad komposteringsförlust i gödselbäddar för nötkreatur som procent av tillförd gödsel och halm. Egna beräkningar baserade på olika litteraturkällor, se nedan.

Djur Ref	Tillfört gödselbädd (kg) per djur och dag			Bortförd/Uppmätt gödselbädd kg per djur och dag					Komposterings- förlust, % av tillfört	
	Halm	Gödsel	På bädd %	Totalt	Bädd m ² / djur	Tillväxt mm/d	Volymvikt kg/m ³	Ålder dagar		Totalt
Kor	14	65	100	79	7,5	8,6	830	130	53	33
A		Enl. A		81	Uppmätt vikt				53	35
Kor	12	65	100	77	5	15,1	780	70	59	23
A		Enl. A		76	Uppmätt vikt				53	30
Kor	9	65	65	51	5,9	10,2	750	75	38	25
A		Enl. A		49	Uppmätt vikt				35	29
Kötttdjur 380-480 kg	2	25	60 ^{*)}	17	3,5		Uppmätt	90	8,7	50
B	2	25	50 ^{*)}	14,5	3,5		Uppmätt	90	8,7	40
Kötttdjur 140-380 kg	1,5	15	60 ^{*)}	10,5	3,3	1,0	750 ^{*)}	172	2,5	75
	1,7	15	60 ^{*)}	10,9	3,3	2,4	750 ^{*)}	172	3,2	70
C	1,9	15	60 ^{*)}	10,9	3,3	2,4	600 ^{*)}	172	4,8	56
	1,5	15	50	9,0	3,3	1,0	750 ^{*)}	172	2,5	72
	1,7	15	50	9,2	3,3	1,3	750 ^{*)}	172	3,2	65
	1,9	15	50	9,4	3,3	2,4	600 ^{*)}	172	4,8	49
Kalvar 140-180 kg D	1,15	7	100	7,2	1,75	3,2	750 ^{*)}	140	4,2	40

- A) Hansen, 1993
 B) Henriksson & Lindell, 1988
 C) Jeppsson, 1993
 D) Böe & Hansevoll, 1993
 *) Antaget värde

Tabell 22. Beräknad komposteringsförlust i gödselbäddar för nötkreatur som procent av tillförd gödsel och halm. Beräkningar grundade på egna undersökningar.

Djur Ref	Tillfört (kg) djur och dag				Bortfört/Uppmätt					Komposteringsförlust %
	Halm	Gödsel	På bädd %	Totalt	Bädd m ² /djur	Tillväxt mm/d	Volymvikt kg/m ³	Ålder dagar	Totalt kg/d	
Gård 1 Kor	7,8	61	50	38,3	4,05	9,2	500	90	18,6	50
Gård 2	6,8	54,6	50	34,2	5,7	7,3	720	200	30	12
Kor					Uppmätt volym		720		27	21
	6,8	54,6	61 ^{*)}	40,1	5,7	7,3	720	200	30	25
					Uppmätt volym		720		27	33
Gård 3	9	61,6	50	39,8	5,2	7,2	600	230	22,5	44
Kor					Uppmätt volym		600		19,5	50
3:b	10,4	61,6	50	41,2	5,2	8,7	600	87	27	34
					Uppmätt volym		600		27,4	34
3:c	8,9	60	50	38,9	5,2	7,8	600	140	24,2	38
					Uppmätt volym		600		26,3	32
3:d	7,8	60	50	37,8	5,2	6,3	600	44	19,6	48
					Uppmätt volym		600		13,9	73
Gård 3 Kvigor 220 kg	1,6	14	100	15,6	4,4	5,3	600	60	14,0	10
Kvigor 370 kg	4,7	21	50	15,2	3,8	4,2	650	240	10,4	31

^{*)} Proportionerligt mot ytorna

SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Nötkreatur

Avsikten är att ge anvisningar på lagringsvolymen för gödselbäddar i stallet och för utskrapad gödsel. För gödselbäddar för nötkreatur har sammanvägts resultaten från egna försök och litteraturuppgifter. Samma volym kan erhållas med olika kombinationer av yta per djur och daglig höjdtillväxt. I tabell 23 har sammanställts dessa förutsättningar tillsammans med den variation i daglig halmtillförsel som förekommer. Värdena i "Gödselbädd per månad" i tabell 23 är således baserade på både resultat i denna undersökning och uppgifter i litteraturen. Vid stora skilljaktigheter mellan egna resultat och litteraturen har ett påslag på ca 20% av den producerade gödselbädden m³/månad och djur gjorts. Andra förutsättningar som gäller är för nötkreatur:

- * skrapad gång 30-50% av totala ytan
- * Inget vattenspill på gödselbädden
- * Ensilagebaserad foderstat
- * Mjölproduktion 7000-9000 kg/ko och år

Kor

Höjdtillväxten i gödselbädd för kor blev enligt ekvationen i figur 8,

$$y = 205 + 6,3x \text{ (mm/dag)}$$

där x = gödselbäddens ålder i dagar

vid 120 dagars utgödslingsintervall blir medeltillväxten 8 mm/d.

Uttrycket för höjdtillväxt är mycket likt det som Hansen (1993) kommit fram till då gödselbäddsytan var 5,0 m² och skrapade ytan 35 % av den totala och 9 kg halm per ko och dag i genomsnitt under 75 dagar, nämligen

$$y = 240 + 7,0 x \text{ (mm/dag)}$$

Hansens regressionsekvation ger sålunda en produktion av gödselbädd av 1,53 m³/mån i gödselproduktion, vilket ger 18,4 m³/ko och år. Detta stämmer väl med danska rekommendationer som är 17,2 m³/ko. I Danmark har man räknat om gödselproduktionen

från massa till volym med volymvikten 588 kg/m³. I våra undersökningar var den i genomsnitt 597 kg/m³.

Tabell 23. Volym av producerad gödselbädd per månad vid olika produktionssystem för nötkreatur

Djurslag, system	Yta gödselbädd m ² /djur	Höjdtillväxt mm/dag	Bäddens ålder, dagar	Halmtilldelning, kg/djur och dag	Gödselbädd m ³ /månad och djur
Mjölkkor, skrapad gång	5-6	8-10	120	7-9	1,4
Kvigor, 150-300 kg, skrapad gång	2-3	3,5-4,5	200	1,5-3	0,45
Kvigor, 300-450 kg, skrapad gång	2,5-5	4,5-5,5	200	2-5	0,65
Kötttdjur 150-300 kg, skrapad gång	2,5-4,0	4-5	210	1,5-3	0,50
Kötttdjur 300-450 kg, skrapad gång	3,5-4,5	4-6	200	2-6	0,75
Kvigor 150-300 kg, gödselbädd i hela boxen	2-4	5-7	90	1,5-3,0	0,6
Kvigor 300-450 kg, gödselbädd i hela boxen	3-5	6-8	90	2,5-6	0,85
Kötttdjur 150-300 kg, gödselbädd i hela boxen	3-4	5-7	90	1,5-3,0	0,7
Kötttdjur 300-450 kg, gödselbädd i hela boxen	4-6	6-8	90	2-5	1,0

Hansen & Kromann (1993), ger möjlighet att "extrapolera" gödselproduktion för rekryteringsdjur på gödselbädd med skrapad gång och som väger 600 kg, vilket blir 1,27 m³/mån. En mjölkko med samma vikt bör producera något mer ströbädd.

Enligt Hansen (1993), produceras 1,92 m³ hel gödselbädd per ko och månad när djuren enbart går på gödselbädd. Då krävs 7,5m²/ko om bädden tillåts bli 1,6 m hög och om gödseln skall kunna lagras under 6 månader. De danska miljörekommendationerna anger

årsproduktionen av ströbädd till 25 ton vilket omräknat till volym enligt $1 \text{ ton} = 1,7 \text{ m}^3$ innebär $42,5 \text{ m}^3/\text{ko}$ och år. En rekommendation som således verkar mycket väl tilltagen om man jämför den med resultaten från våra och Hansens försök. SNV i Sverige anger lagringsbehovet för fastgödsel, dvs exkl urin och gödselvatten, till $1 \text{ m}^3/\text{mån}$.

Rekommendationen blir att produktion av gödselbädd från kor med tillgång till skrapad gång är $1,4 \text{ m}^3/\text{ko}$ och mån, motsvarande $16,8 \text{ m}^3/\text{ko}$ och år.

Flytgödsel

Volymen av den skrapade gödseln har för en gård uppmätts till $0,76 \text{ m}^3/\text{ko}$ och månad inklusive den nederbörd som uppsamlats i själva behållaren som var $0,15 \text{ m}^3/\text{ko}$ och månad samt spolvatten från rengöring av samlingsfälla som uppskattas till $0,06 \text{ m}^3/\text{ko}$ och månad. Kornas produktion av flytgödsel (efter avdunstning ca 17%) stämmer helt överens med vad Hansen (1993) anger, $0,55 \text{ m}^3/\text{ko}$ och mån.

SNV anger lagringsbehovet för flytgödsel från mjölkkor till $9,7 \text{ m}^3/\text{ko}$ och 6 månader. Vid avsevärt högre mjölkproduktion än $6500 \text{ kg}/\text{år}$ ökar lagringsbehovet med 10 % när produktionen ökar med 20 %. I den angivna volymen ingår förutom träck och urin från djuren även uppsamlad nederbörd $300 \text{ mm}/\text{år}$ (resten av årsnederbörden förutsätts avdunsta). För diskvatten för mjölkkningsanläggning och spolvatten från rengöring av samlingsfällan skall göras tillägg på $0,35$ resp $0,25 \text{ m}^3/\text{ko}$ och månad. Tillägget för diskningen kan troligen minskas vid mjölkning i mjölkningsgrop.

För en ko som mjölkar $8800 \text{ kg}/\text{år}$ och där hälften av träck och urin faller på skrapad yta blir behovet av lagringsvolym enl SNV $0,95 \text{ m}^3/\text{mån}$. Danska rekommendationer (Miljögruppen, 1993) anger $13,8 \text{ m}^3/\text{ko}$ och år för lagring av utskrapad gödsel i samband med gödselbädd. Volymen inkluderar påslag för regn, vatten från disk mm. Den danska rekommendationen går alltså helt att jämföra med vårt förslag på $14,4 \text{ m}^3/\text{ko}$ och år.

Rekommendationen blir att dimensionera lager för den utskrapade gödseln med $1,2 \text{ m}^3/\text{ko}$ och månad, varav $0,1 \text{ m}^3$ är uppsamlad nederbörd och $0,5 \text{ m}^3$ härrör från diskning av mjölkkningsutrustning samt spolning av mjölkgrop och samlingsfälla.

Ungdjursboxar - djupströ med skrapad gång

Höjdtillväxten och volymtillväxten i djupströbädd för ungdjur med skrapade gångar blev enligt ekvationen i figur 9,

$$y = 200 + 3,3x \text{ (mm/dag)}$$

där x = gödselbäddens ålder i dagar

Vid 7 månaders stallperiod innebär detta en medeltillväxt av 4,3 mm/dag och en produktion av 0,5m³/djur och månad.

Några direkt jämförbara data för rekryteringsdjur finns inte. I en enkätundersökning av Hansen & Kromann (1993) anges produktionen av ströbädd vid skrapad gång för kvigor med en medelvikt av 225 respektive 400 kg till 0,42 respektive 0,85 m³/mån.

Hansen (1994) har i ett försök med kvigor (medelvikt ca 300 kg) erhållit en bäddproduktion av 0,7 m³/mån. Någon utskrapning av gödsel behövde inte företagas. Gödselbäddsproduktion skall med andra ord ses som enbart gödselbädd.

I jämförbara boxar (kort ätplats) blir det 75% mer ströbädd med tjurar än med kvigor. I boxar med enbart djupströ producerade tjurar 50% mer ströbädd. En annan, mer osäker observation, gäller en box med tjurar på slutgödning och här var produktionen av gödselbädd ca 1 m³/djur och månad. Samma värde finns även i materialet från Henriksson & Lindell (1988). Produktionen av djupströbädd kan beräknas om volymvikten hos den utgödslade bädden antas till 450/kg/m³, vilket är rimligt med hänsyn till den relativt höga ts-halten 34 - 47%. Kött djuren växte från 380 till 480 kg på 3 månader och produktionen av djupströbädd blir 0,58 m³/mån. I försöken av Jeppsson (1994) med kött djur mellan 140 till 380 kg blev produktionen gödselbädd efter 172 dagar mellan 0,14 och 0,27 m³/djur och månad beroende på vilken sorts halm som användes, se tabell 4. Variationerna i produktion av gödselbädd när djuren har tillgång till skrapad gång är mycket stora. Kött djur bör producera mer ströbädd än kvigor. Med hänsyn till detta samt den produktion av gödselbädd som angivits för mjölkkor synes det vara logiskt att föreslå följande:

Rekryteringsdjur

150 - 300 kg 0,45m³/mån

300 - 450 kg 0,65 m³/mån

Kött djur

150 -300 kg 0,50 m³/mån

300 -450 kg 0.75 m³/mån

Ungdjur med gödselbädd i hela boxen

Dessa bäddar ligger normalt endast upp till 3 månader. De egna undersökningarna när djuren i medeltal vägde 220 kg gav enligt figur 10,

$$y = 65 + 4,2x \text{ (mm)}$$

Vid 90 dagars utgödslingsintervall blir medeltillväxten 5mm/dag.

Jämförelse kan göras med Hansen & Kromann, 1993. Med antagande att djuren väger 250 kg blir produktionen av ströbädd 0,85 m³/mån. Antas att djuren väger 375 kg blir produktionen av gödselbädd 1,25 m³/djur och månad. Antas djurvikten till 600 kg blir produktionen 2,03 m³/mån, vilket är i överensstämmelse med kor på enbart djupströ.

Rekommendationen blir

Rekryteringsdjur

150 - 300 kg 0,6 m³/mån

300 - 450 kg 0,85 m³/mån

Köttdjur

150 - 300 kg 0,7 m³/mån

300 - 450 kg 1,0 m³/mån

Svin

För samtliga ströbäddar för svin i undersökningen gäller att all träck och urin hamnat i ströbädden. Läckage från vattenkoppar har också hamnat i ströbädden. Rekommendationerna för svin grundar sig enbart på de egna resultaten och finns sammanställda i tabell 24.

Tabell 24. Volym av producerad gödselbädd per månad vid olika produktionssystem för svin

Djurslag, system	Yta gödselbädd m ² /djur	Höjdtillväxt mm/dag	Bäddens ålder, min tid, dagar	Halmtilldelning kg/djur och dag	Gödselbädd m ³ /månad
Dräktig sugga	2,4-3,7	2-4	80	1,3-3,5	0,33
Dräktig sugga, enzymbehandlad ströbädd	2,4-3,7	1,7-2,5	120	1,0-2,0	0,16
Digivande sugga med smågrisar	7,0-10,0	1,5-3,0	60	2,5-3,5	1,0
Digivande sugga, enzymbehandlad ströbädd	6,5-9	1,3-2,5	175	2,5-3,5	0,5
Tillväxtbox för smågrisar 5-13v.	5-6*	1,7-4,5*	60	1,1-2,1*	1,0*

* Per kull om 10 st

Dräktiga suggor (icke enzymbehandlad ströbädd)

Gödselbäddens tillväxt för dräktiga suggor varierade mellan 1 och 3 mm/dag, se figur 5. I figur 5 representerar de streckade linjerna regressionslinjerna för de vid varje mättillfälle registrerade max resp minvärdet av höjden hos bädden. Punkterna i figuren är medelvärden av höjden hos en bädd vid ett tillfälle. I de 18 bäddarna som studerades var medeltal respektive (variation)

* ytan per djur 2,9 m² (2,4 - 3,7)

* etableringslagret varierar från 5 till 15 cm

* halm för etablering 9,8 kg (3,5 - 15,3)

* daglig halmtillförsel 2,2 kg (1,2 - 3,4)

Medelvärde för höjdtillväxten hos samtliga bäddar med dräktiga suggor ges med ekvationen:

$$y = 85 + 1,9x \text{ (mm) där } x \text{ är bäddens ålder i dagar.}$$

Den producerade volymen gödselbädd blir 0,26 m³/sugga och månad, förutsatt att bädden ligger 80 dagar, att ytan per sugga är 2,9 m² och att strömängden är 2,2 kg/sugga och dag inkl etableringslager.

Om man tar bort bäddar med rörflen (2 bäddar), kortare liggtid än 4 veckor, samt 3 bäddar som anlagts före studiens början återstår 8 bäddar. Bland dessa 8 bäddar varierar volymtillväxten från mellan 0,21 och 0,38 m³/sugga och månad och medeltalet är 0,29 m³/sugga och månad, 7 av 8 bäddar ligger under 0,33 m³/sugga och månad.

Rekommendationen blir att produktion av icke enzymbehandlad gödselbädd från dräktiga suggor är 0,33 m³/sugga och månad när ströbädden ligger mellan 1 och 3 månader. Strös med rörflen är produktionen av gödselbädd 50% högre.

Dräktiga suggor (enzymbehandlad ströbädd)

Tillväxten av ströbädden studerades i 3 bäddar. Tiden bäddarna låg var 88, 136 och 227 dagar, i medeltal 150 dagar. Bäddytan per sugga var lika som i icke behandlad bädd, 2,9 m², strömängden var mindre 1,6 kg/dag. Den gödselbädd som produceras per månad baserad på tillväxtdata i figur 12 samt yta och tid enligt tidigare blir 0,16 m³/sugga och månad. Enzymbehandlade bäddar ligger inte alltid 5 månader utan ibland 4 månader. Analyseras de tre bäddarna enligt dessa förutsättningar täcks lagringsbehovet av följande rekommendation.

Rekommendationen blir att produktion av enzymbehandlad gödselbädd från dräktiga suggor är 0,16 m³/sugga och månad när ströbädden ligger minst 120 dagar och strömängden (inkl etablering) är 1,6 kg/sugga och dag.

Digivande suggor och smågrisar i familjebox (icke enzymbehandlad gödselbädd)

Resultaten från de 8 studerade bäddarna visas i figur 6. Höjden, y, på gödselbädden med avseende på bäddens ålder i dagar, x, skattas genom sambandet:

$$y = 65 + 2,1x \text{ (mm)}$$

Bäddytan per sugga/kull är 9,1 m² och den genomsnittliga tiden bädden ligger är 63 dagar. Användes dessa värden blir produktionen av gödselbädd 0,88 m³/sugga och månad.

Produktionen av gödselbädd varierar från 0,61 till 1,14 m³/sugga och månad. Orsakerna till dessa stora skillnader är svåra att finna. Den lägsta respektive högsta produktion av gödselbädd fanns på gårdar med blötutfodring. På samma gård och i grisomgångar efter varandra i samma box var bäddproduktionen 0,81 respektive 1,10 m³/sugga och månad trots att djurbeläggning och strö mängder var lägst vid en högsta produktionen av gödselbädd. En förklaring kan vara att volymvikten hos bäddarna skilde. I boxen med högst producerad gödselvolym var den 190 (mycket lågt) i liggytan och i gödslingsytan 600 kg/m³. Volymvikten hos gödselbädden i boxen som producerade 0,8 m³/sugga och månad i genomsnitt var 620 kg/m³. Det kan alltså förekomma stora variationer i volymtillväxt hos ströbädden i familjebboxar för suggor och smågrisar som bör täckas in i en rekommendation för produktion av gödselbädd.

Rekommendationen blir att produktion av icke enzymbehandlad gödselbädd från digivande suggor med smågrisar i familjebboxar är 1,0 m³/sugga + 10 smågrisar och månad, när bädden ligger 1 kull dvs ca 60-65 dagar. Strötilldelning (inkl etableringslager) är 2,5 - 3,5 kg/kull och dag

Digivande suggor och smågrisar i familjebbox (enzymbehandlad gödselbädd)

Resultaten från de 6 studerade bäddarna visas i figur 13. Höjden, y, på gödselbädden med avseende på bäddens ålder i dagar, x, skattas genom sambandet:

$$y = 0,99 + 2,1x - 0,005x^2$$

Bäddytan per sugga/kull är 7,3 m² (minkrav enligt SJVFS är 7,0 m²) och den genomsnittliga tiden som bädden ligger är 175 dagar (121 - 249) Bäddarna användes till 2 till 4 omgångar suggor med smågrisar. Om etableringslagret slås ut på två kullar, 160 dagar, blir produktionen av gödselbädd 0,43 m³/sugga och månad om bäddytan är 7,3 m²/kull.

Produktionen av gödselbädd hos de undersökta bäddarna varierar från 0,29 till 0,58 m³/sugga och månad. Bädden med det högsta värdet hade bara legat 121 dagar. För att uppnå en rekommendation som med rimliga marginaler täcker in variationer i hur volymtillväxten blir, föreslås ett 10 %-igt påslag och en "avrundning" till 0,5 m³/sugga och månad.

Rekommendationen blir att produktion av enzymbehandlad gödselbädd från digivande suggor med smågrisar i familjeboxar är 0,50 m³/sugga + 10 smågrisar och månad, när bädden ligger minst 2 kullar ca 150 dagar. Halmtilldelning (inkl etableringslager) är 2,5 - 3,5 kg/kull och dag.

Tillväxtboxar för smågrisar

Dessa boxar användes från avvänjning till leverans eller flyttning till slaktsvinstall. I undersökningen varade användningen 60 dagar, varav 49 dagar med full beläggning och då växte bädden i genomsnitt 3,2 mm/dag när boxytan per kull var 5,3 m² och halmtilldelningen i genomsnitt var 1,7 kg/kull och dag, figur 7. Gödselvolymen blir med dessa förutsättningar 1 m³/kull. Med hänsyn till den långa tiden, 60 dagar, torde en rekommendation enligt detta ge god marginal.

Rekommendationen blir att en kull (10 st) tillväxtgrisar (5 - 13 veckor) producerar 1m³ gödselbädd.

Häst

Det finns inga uppgifter i litteraturen angående produktion av gödselbädd från häst. I den egna undersökningen har endast ett stall studerats under 250 dagar. Den dagliga tillväxten och etableringslagret hos gödselbädden redovisas i ekvationen i figur 11.

$$g = 135 + 0,7 x$$

där x = bäddens ålder, dagar

Ligger bädden i 8 månader blir den genomsnittliga tillväxten 1,3 mm. Boxytan per häst var 25 m². Hästarna i försöket hade tillgång till yttre rasthage. Halmtilldelningen per m², 0,5 kg, är densamma som i rapport av Michanek & Ventorp (1987). Rekommendationen blir att hästar på djupströ och som har tillgång till yttre rasthage producerar 1 m³ gödselbädd per månad.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Algers, B., Bergström G., och Gert Löfstedt M., 1991, Digivande sugor i grupp - En presentation av västgötamodellen, Svensk Veterinärtidning v. 43(7) s. 309-311.
- Andersson, Ö., 1990, Handledning för spridning av stallgödsel, Jordbrukstekniska Institutet, meddelande 428, Uppsala
- ASAE, 1991, ASAE Standards 1991, Standards, engineering practices and data adopted by the American Society of Agricultural Engineers, D384.1, St. Joseph.
- Ascárd, K., Svala C., 1992, Systemlösningar för jordbrukets driftsbyggnader. Ombyggnadshandbok, Stallar för mjölkproduktion. LT:s förlag, Stockholm.
- Bruce, J.M., 1991, Characteristics of waste from Straw-Flow, Farm Building Progress 106, 15-20.
- Bøe, K., Havrevoll Ø., 1993, Cold housing and computer-controlled milk feeding for dairy calves: behavior and performance. *Animal Production* 57:183-191
- Cederberg, L-G., 1989, Djupströ eller liggbås bäst vid nybyggnad. *Lantmannen* 18, s. 13
- De landbrugstekniske Undersøgelser, 1963, Observationer over Løsdriftstalder 1962-63, Otterup.
- Ekelund, K., Dolby C-M., 1993, Om- och tillbyggnad av båsladugårdar till lösdrift. Inst f lantbrukets byggnadsteknik. Specialmeddelande 196. Lund
- Gustafsson, B., 1967, Arbetet i lösdriftstallar med liggbås, SFL meddelande 205, Lund.
- Gustafsson, G., Svendsen J., Håkansson J., 1990, Slaktsvin i enkla byggnader - klimattekniska undersökningar och produktionsresultat i ett växthusstall. SLU, Inst f lantbrukets byggnadsteknik Rapport 67, Lund
- Hansen, K., 1992, Strøede stalde til køer og opdræt. NJF seminarium 212.
- Hansen, K., 1993, Dybstrøelse til malkekøer. Tre forskellige typer. Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Orientering nr. 79, Horsens.
- Hansen, K., 1994, Cows and young stock in different types of deep litter system. AgEng Milano, Report N. 94-C-090.
- Hansen, K., Keller P., 1991, Løsdriftstalder med dybstrøelse til malkekøer, Spørgeundersøgelse, Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Orientering nr. 75, Horsens.
- Hansen, K., Kromann H., 1993, Ungkvægstalder med dybstrøelse eller strøelseslag, Spørgeundersøgelse, Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Orientering nr 80, Horsens.

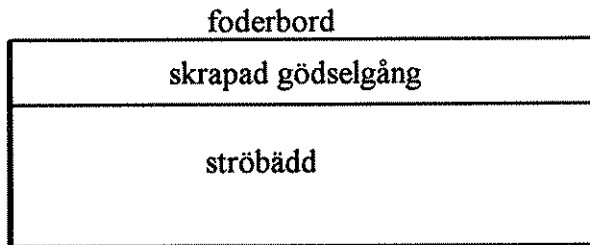
- Hedré, A., 1964, Liggbåsstallar. Allmänna riktlinjer. Statens lantbruksbyggnadsförsök. Förhandsmeddelande nr 301. Lund
- Hedré, A., Gustafsson B., 1977, Stallar för nötköttsproduktion 2. Specialiserad kalvuppfödning - riktlinjer och principer, Aktuellt från Lantbrukshögskolan nr 241, Uppsala.
- Henriksson, K., Lindell L., 1988, Djupströbädd till ungnöt. SLU, Inst f husdjurens utfödning och vård. Rapport 169. Uppsala
- Institutt for tekniske fag, 1992, Sammendrag av hovedoppgaver 1992. Norges Landbrukshögskole, Institutt for tekniske fag rapport 38/92, Ås.
- Jeppson, K-H., 1993, Försök med djupströbädd till ungnöt. Opublicerad, SLU, Inst f lantbrukets byggnadsteknik. Lund.
- Jeppson, K-H, 1994, Försök med djupströbädd till slaktsvin. Opublicerad, SLU, Inst f jordbrukets biosystem och teknologi. Lund.
- Jordbruksverket, 1993a, Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet i olika djurhållningssystem för svin, Rapport 1993:20, Jönköping.
- Jordbruksverket, 1993b, Statens Jordbruksverks föreskrifter om djurhållning inom lantbruket m.m. SJVFS 1993:129, Jönköping.
- Kapainen, P. 1992, Djupströbäddens egenskaper och funktion i kött djursstall. NJF seminarium 212.
- Kirchmann, H., 1985, Fast stallgödselns kväveförluster vid lagring, SLU Fakta Markväxter nr 28/85. Uppsala.
- Kirchmann, H., 1986, Komposteringsprocessen, SLU Fakta Markväxter nr 14/86. Uppsala.
- Klemola, E. 1992, Work methods and labour consumption in beef production. NJF seminarium 212.
- Landbrugets Informationskontor, 1955, Foreløbige observationer i løsdriftstalder for malkekøer, Köpenhamn.
- Landbrugets Rådgivningscenter, 1989, Nyhedsbrev nr 49, Byggetjenesten, Århus.
- Landbrugets Rådgivningscenter, 1991, Indretning af stalder til kvæg. Danske anbefalinger, Tværfaglig rapport, Århus.
- Landsudvalget for svin, 1989, Dybstrøelse i ornestier, Den rullende afprøvning af stalde og produktionssystemer, meddelelse nr 161. Köpenhamn.
- Landsudvalget for svin, 1994, Slagtesvinstien med strøelse. Primærproduktion - Forsøg og Udvikling. Köpenhamn.
- Larsson, K-E., 1957, Lösdrift för mjölkkor. Erfarenheter från några gårdar i södra och mellersta Sverige. Statens forskningsanstalt för lantmannabyggnader. Förhandsmeddelande 34. Lund.

- Laursen, B., 1987, Normtal for husdyrgødning, Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, Rapport nr 28, Köpenhamn.
- Lindberg, N., Carlson T., 1991, Djupströbädd till svin. Mikrobiologiska studier och övriga erfarenheter från djupströhållning. SLU, Inst f Husdjurens utfodring och vård, Examensarbete 38. Uppsala.
- Malgeryd, J., Wetterberg C., Rodhe L., 1993, Stallgödselels fysikaliska egenskaper. Jordbrukstekniska institutet, JTI-rapport 166, Uppsala.
- Michanek, P., Ventorp M., 1987, Grupphållna unghästar i lösdrift. SLU, Inst f lantbrukets byggnadsteknik, Lund.
- Miljøgruppen, 1993, Landbrugets vejledning om erhvervsmæssigt dyrehold, m.v., Landbrugets Rådgivningscenter, Århus.
- Mårtensson, B-G., 1993, Fodrets inverkan på svinens gödselproduktion. Seminarieuppsats, SLU, Inst f Lantbruksteknik, Uppsala.
- Møller, F., 1992, Slagtesvin på dybstrøelse, NJF seminarium 212.
- Møller, F., Johansen P., 1989, Undersøgelse af slaktesvinestalde med delvist drænert gulv, fuldt drænert gulv og dybstrøelse, Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Orientering nr.66, Horsens.
- Naturvårdsverket, 1989, Miljöskydd vid djurhållning, Allmänna råd 89:6, Stockholm
- Renborg, U., 1955, Lösdriftssystemet för mjölkkor. En litteraturgenomgång. Statens forskningsanstalt för lantmannabyggnader. Meddelande 27. Lund.
- Robertson, A.M., 1977, Farm wastes handbook, Scottish farm building investigation unit, Aberdeen.
- Rørbech, N., 1965, Lösdriftstalde. Särtryck från Landbrugets Byggebog.
- SLA, 1963, Arbetet i lösdriftsladugårdar. Resultat från arbetsstudier 1959-62. Svenska Lantarbetsgivareföreningens arbetsstudieavdelning, meddelande nr 5. Bromma.
- Steineck, S., Djurberg L., Ericsson J., 1991, Stallgödsel. SLU, Speciella skrifter 43, Uppsala.
- Svendsen, J., Andersson M., Olsson A-C., Rantzer D., Lundqvist P., 1990, Grupphållning av suggor i isolerade och oisolerade stallar. En beskrivning av resultat från enkätundersökningar, gårdsbesök och grupperingsförsök, SLU, Inst f lantbrukets byggnadsteknik Rapport 66, Lund.
- Söderblom, J., 1993, Grupphållna avelsston i ligghall med utfodringsspiltor. En fallstudie av funktion och beteende. SLU, Inst f lantbrukets byggnadsteknik. Examensarbete 81, Uppsala.
- Vanderholm, D.H., 1984, Agricultural waste manual, NZAEI project report no. 32, New Zealand Agricultural Engineering Institute, Lincoln College, Canterbury.

Wiberg, B., 1987, Projekt fast stallgödsel 1987, F, G, H, K län, Lantbruksnämnden,
Växjö.

Bilagor

Studerade gödselbäddar för mjölkkor



Figur 27 Djupströ stall för mjölkkor.

Gård 1: Utfodring med fullfoder. Vattenkoppar i foderbodskanten. Produktion ca 8000 kg mjölk per ko och år. Halvöppen byggnad. Gödselgång skrapas till flytgödselbehållare, som är gemensam med ungdjursstall. Vägg mellan gödselgång och djupströbädd har 2,5 m breda öppningar var sjätte meter. Nivåskillnad mellan gödselgång och golv under djupströbädd är 0,8 m.

Boxyta: $6,0 \times 60 \text{ m} = 360 \text{ m}^2$ djupströbädd och $3,0 \times 60 \text{ m} = 180 \text{ m}^2$ skrapad gödselgång utmed foderbordet.

Bädd 1 50 kor som ökade till 75 efter en månad och till 92 kor strax före utgödsling då bädden legat i 170 dagar.

Bädd 2 88 - 90 mjölkkor; ca 90 dagar.

Gård 2: Utfodring med ensilage, hö och kraftfoder. Vattenkoppar i foderbodskanten. Produktion ca 6000 kg KRAV-mjölk per ko och år. Två djupströbäddar för mjölkkor med gemensamt foderbord. Gödselgångar skrapas till fastgödselplatta, som är gemensam med ungdjursavdelning. Vägg mellan gödselgång och djupströbädd har två öppningar som är 3 m breda. Nivåskillnad mellan gödselgång och golv under djupströbädd är 0,7 m. Växthusmaterial i ena takhalvan.

Boxyta: $5,2 \times 18,8 \text{ m} = 97,4 \text{ m}^2$ djupströbädd och $3,0 \times 18,8 \text{ m} = 57,3 \text{ m}^2$ skrapad gödselgång utmed foderbordet.

Box 1 Bädd 1 14 mjölkkor som ökade till 17 inom en månad; utgödsling efter 158 dagar.

Bädd 2 17 mjölkkor; ca 90 dagar.

Box 2 Bädd 1 9 mjölkkor som ökade till 17 inom en månad; utgödsling efter 138 dagar.

Bädd 2 17 mjölkkor; ca 115 dagar.

Gård 3: Utfodring med ensilage, hö och kraftfoder. Kraftfoderautomater och vattenkar placerade vid övergången från gödselgång till djupströbädd. Produktion ca 8800 kg mjölk per ko och år. Halvöppen byggnad. Djupströbädden delad i två avdelningar. Gödselgången ligger delvis utomhus och skrapas till flytgödselbehållare. Nivåskillnad mellan gödselgång och golv under djupströbädd är 0,6 m.

Boxyta: $11,2 \times 14,8 \text{ m} = 165,3 \text{ m}^2$ djupströbädd och $6,6 \times 14,8 \text{ m} = 97,4 \text{ m}^2$ skrapad gödselgång utmed foderbordet. Ca 78 m^2 av den skrapade gången är ej under tak.

Avd. 1 Bädd 1 ca 32 högmjölkkande kor; utgödsling efter 91 dagar.

Bädd 2 ca 32 högmjölkkande kor; ca 140 dagar.

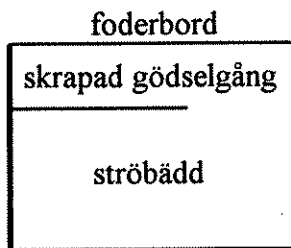
Avd. 2 Bädd 1 ca 30 lågmjölkkande kor; utgödsling efter 91 dagar.

Bädd 2 ca 30 lågmjölkkande kor; ca 140 dagar.

Gård 4: Utfodring med ensilage, hö och kraftfoder. Vattenkar i en gavelända och vattenkoppar i foderbodskanten. Produktion ca 9500 kg mjölk per ko och år. Korna går i en grupp och det finns två djupströbäddar på ömse sidor om foderbordet. Före utgödsling kastas gödselmockor från bädden till den skrapade ytan. Gödselgångarna skrapas till kletgödselbehållare. Nivåskillnad mellan gödselgång och golv under djupströbädd är 0,5 m.

Boxyta: Två djupströbäddar vardera $3,2 \times 33,4 \text{ m} = 106,9 \text{ m}^2$ och två skrapade gödselgångar $2,4 \times 33,4 \text{ m} = 80,2 \text{ m}^2$ utmed foderbordet.
65 kor, datainsamlingen avbröts efter två mättillfällen.

Studerade gödselbäddar för ungnöt



Figur 28 Djupströbox för ungdjur.

Gård 1: Vattenkoppar i foderbodskanten. Halvöppen byggnad. Gödselgång skrapas till flytgödselbehållare, som är gemensam med mjölkkostall. Väggen mellan gödselgång och djupströbädd har en 3,5 m bred öppning. Gödselgång och golv under djupströbädd i samma nivå.

Boxyta: $7,4 \times 10,9 \text{ m} = 80,7 \text{ m}^2$ djupströbädd och $3,8 \times 10,9 \text{ m} = 41,4 \text{ m}^2$ skrapad gödselgång utmed foderbordet.

Box 1 17 - 20 ungtjurar; utgödsling efter ca 200 dagar.

Box 2 23 - 34 mindre kalvar; utgödsling efter ca 200 dagar.

Box 3 19 - 22 dräktiga kvigor; utgödsling efter ca 200 dagar.

Box 4 20 - 24 kvigkalvar; utgödsling efter ca 200 dagar.

Gård 2: Vattenkoppar i foderbodskanten. Halvöppen byggnad. Gödselgång skrapas till flytgödselbehållare, som är gemensam med ligghall för mjölkkor. Väggen mellan gödselgång och djupströbädd har en 2,5 m bred öppning. Nivåskillnad mellan gödselgång och golv under djupströbädd är 0,8 m.

Boxyta: $6,0 \times 6,0 \text{ m} = 36,0 \text{ m}^2$ djupströbädd och $3,0 \times 6,0 \text{ m} = 18,0 \text{ m}^2$ skrapad gödselgång utmed foderbordet.

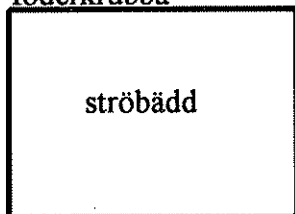
- Box 1 6 ungtjurar, därefter 7-9 kvigor och i sista månaden 6 sinkor; utgödsling efter ca 240 dagar.
- Box 2 3-5 dräktiga kvigor, 7-9 sinkor och 11 kvigkalvar i olika perioder; utgödsling efter ca 205 dagar.
- Box 3 3-6 dräktiga kvigor, 5-9 sinkor i olika perioder; utgödsling efter ca 240 dagar.
- Box 4 7-9 dräktiga kvigor, 2-9 sinkor i olika perioder; utgödsling efter ca 240 dagar.
- Box 5 7 dräktiga kvigor, 2kor med kalvar, 4-9 sinkor i olika perioder; utgödsling efter ca 240 dagar.

Gård 3: Vattenkoppar i foderbodskanten. Gödselgång skrapas till fastgödselplatta, som är gemensam med mjölkkoavdelning. Väggen mellan gödselgång och djupströbädd har en 3 m bred öppning. Nivåskillnad mellan gödselgång och golv under djupströbädd är 0,7 m.

Boxyta: $5,2 \times 9,6 \text{ m} = 50 \text{ m}^2$ djupströbädd och $3,0 \times 6,0 \text{ m} = 18 \text{ m}^2$ skrapad gödselgång utmed foderbordet.

- Box 1 10 - 12 ungdjur över ett årsålder; utgödsling efter ca 210 dagar.

foderkrubba

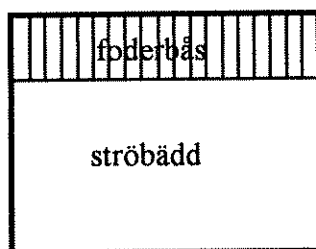


Figur 29 Box för ungdjur med gödselbädd i hela boxen.

Gård 1:

- Box 1: Yta $6,2 \times 14,0 \text{ m} = 86,8 \text{ m}^2$ gödselbädd.
 - Bädd 1 13 - 14 dräktiga kvigor; utgödsling efter 69 dagar.
 - Bädd 2 14 dräktiga kvigor; utgödsling efter 78 dagar.
 - Bädd 3 13 dräktiga kvigor; utgödsling efter 72 dagar.
- Box 2: Yta $6,2 \times 6,1 \text{ m} = 37,8 \text{ m}^2$ gödselbädd.
 - Bädd 1 7 kvigkalvar; utgödsling efter 102 dagar.
 - Bädd 2 6 kvigkalvar; utgödsling efter 56 dagar.
 - Bädd 3 8 kvigkalvar; utgödsling efter 62 dagar.
- Box 3: Yta $3,6 \times 6,2 \text{ m} = 22,3 \text{ m}^2$ gödselbädd.
 - Bädd 1 6 kvigkalvar; utgödsling efter 56 dagar.
 - Bädd 2 6 kvigkalvar; utgödsling efter 62 dagar.
- Box 4: Yta $4,8 \times 6,2 \text{ m} = 29,8 \text{ m}^2$ gödselbädd.
 - Bädd 1 9 kvigkalvar; utgödsling efter 58 dagar.
 - Bädd 2 6 kvigkalvar; utgödsling efter 55 dagar.
 - Bädd 3 6 kvigkalvar; utgödsling efter 62 dagar.
- Box 5: Yta $3,5 \times 8,2 \text{ m} = 28,7 \text{ m}^2$ gödselbädd.
 - Bädd 1 9 kvigkalvar; utgödsling efter 56 dagar.
 - Bädd 2 9 kvigkalvar; utgödsling efter 62 dagar.
- Box 6: Yta $3,6 \times 13,2 \text{ m} = 47,5 \text{ m}^2$ gödselbädd.
 - Bädd 1 4 sinkor; utgödsling efter 71 dagar.
 - Bädd 2 4 sinkor; utgödsling efter 56 dagar.
 - Bädd 3 3 - 4 sinkor; utgödsling efter 62 dagar.

Studerade gödselbäddar för dräktiga suggor



Figur 30 Box med gödselbädd för dräktiga suggor. Foderbåsen är 2 m djupa utom vid gård 2 där man hade en 1,2 m djup foderpall. Foderbåsens golv ligger ca 30 cm över golvet under gödselbädden. Gård 1: Boxyta: $7,5 \times 14 \text{ m} = 105 \text{ m}^2$ ströbädd (133 m^2 total boxyta)

Bädd 1 33 - 34 suggor; utgödsling efter 50 dagar

Bädd 2 33 - 34 suggor; utgödsling efter 78 dagar

Gård 2: Boxyta: $6,0 \times 10,3 \text{ m} = 61,8 \text{ m}^2$ ströbädd ($74,2 \text{ m}^2$ total boxyta).

Ströddes med rörflen större delen av tiden.

Bädd 1 21 suggor; utgödsling efter 45 dagar

Bädd 2 20 suggor; utgödsling efter 72 dagar

Gård 3: Boxyta: $6,3 \times 15,2 \text{ m} = 95,8 \text{ m}^2$ ströbädd ($126,2 \text{ m}^2$ total boxyta)

Bädd 1 22 - 30 suggor; utgödsling efter 348 dagar, men med ett flertal utgödslingar av ytan två meter bakom foderbåsen.

Gård 4: Boxyta: $5,0 \times 15,6 \text{ m} = 77,8 \text{ m}^2$ ströbädd ($108,9 \text{ m}^2$ total boxyta).

Bädd 1 29 - 30 suggor; utgödsling efter 228 dagar. Bådden enzymbehandlades, inledningsvis varje vecka och senare en gång per månad.

Bädd 2 26 - 31 suggor; utgödsling efter 85 dagar. Bådden enzymbehandlades.

Gård 5: Boxyta: $5,5 \times 7,7 \text{ m} = 42,4 \text{ m}^2$ ströbädd ($57,8 \text{ m}^2$ total boxyta). Box i betäckningsavdelningen.

Bädd 1 12 - 17 suggor; utgödsling efter ca 160 dagar. Bådden enzymbehandlades.

Bädd 2 13 - 17 suggor; utgödsling efter 136 dagar. Bådden enzymbehandlades.

Gård 6: Boxyta: $5,0 \times 15,0 \text{ m} = 75,0 \text{ m}^2$ ströbädd ($105,0 \text{ m}^2$ total boxyta).

Suggpool. Försök med olika strömedel.

Box 1 Bädd 1 30 suggor; utgödsling efter 56 dagar. Hackad halm.

Bädd 2 30 suggor; utgödsling efter 39 dagar. Hackad halm.

Box 2 Bädd 1 29 - 30 suggor; utgödsling efter 49 dagar. Hel halm.

Bädd 2 25 suggor; utgödsling efter 38 dagar. Hel halm.

Box 3 Bädd 1 24 - 28 suggor; utgödsling efter 94 dagar. Enzymbehandlad hackad halm.

Gård 7: Boxyta: $5,1 \times 22,3 \text{ m} = 113,7 \text{ m}^2$ ströbädd ($158,3 \text{ m}^2$ total boxyta).

Bädd 1 ca 43 suggor; utgödsling efter 54 dagar

Bädd 2 ca 43 suggor; utgödsling efter 73 dagar

Bädd 3 ca 43 suggor; utgödsling efter 43 dagar

Bädd 4 ca 43 suggor; utgödsling efter 91 dagar

Boxyta: $5,0 \times 9,5 \text{ m} = 47,5 \text{ m}^2$ ströbädd ($66,5 \text{ m}^2$ total boxyta).

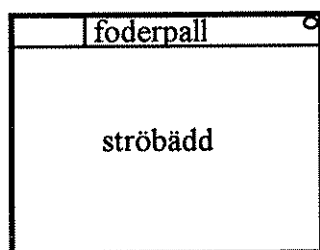
Bädd 1 ca 18 suggor; utgödsling efter 33 dagar

Bädd 2 ca 18 suggor; utgödsling efter 93 dagar

Bädd 3 ca 19 suggor; utgödsling efter 46 dagar

Bädd 4 ca 19 suggor; utgödsling efter 81 dagar

Studerade gödselbäddar för digivande suggor och smågrisar



Figur 31 Tillväxtbox med gödselbädd för sugga med smågrisar (familjebox). Foderpallens golv ligger ca 30 cm över golvet under gödselbädden.

Gård 1: Djuren flyttas in 3 veckor efter grisning. Smågrisarna avväns vid 5 veckors ålder och går kvar i boxen till 11 veckors ålder.

Boxyta: $9,7 \times 12,2 \text{ m} = 118,3 \text{ m}^2$ ströbädd ($130,5 \text{ m}^2$ total boxyta)

Box 1	Bädd 1	13 suggor och 131 smågrisar; 68 dagar
	Bädd 2	13 suggor och 142 smågrisar; 66 dagar

Gård 2: Djuren flyttas in ca 4 veckor efter grisning. Smågrisarna avväns vid 4-5 veckors ålder och går kvar i boxen till 11 veckors ålder.

Boxyta: $9,8 \times 17,8 \text{ m} = 174,4 \text{ m}^2$ ströbädd ($195,8 \text{ m}^2$ total boxyta)

Box 1	Bädd 1	17 suggor och 188 smågrisar; 64 dagar
	Bädd 2	20 suggor och 222 smågrisar; 51 dagar
Box 2	Bädd 1	20 suggor och 202 smågrisar; 50 dagar
	Bädd 2	18 suggor och 182 smågrisar; 44 dagar.

Gård 3: Djuren flyttas in 2 veckor efter grisning. Smågrisarna avväns vid 6 veckors ålder och går kvar i boxen till 12 veckors ålder.

Boxyta: $8,7 \times 9,2 \text{ m} = 79,8 \text{ m}^2$ ströbädd (80 m^2 total boxyta)

Box 1	Bädd 1	7 suggor och 76 smågrisar; 72 dagar
	Bädd 2	10 suggor och 111 smågrisar; 77 dagar

Gård 4: Djuren flyttas in ca 2 veckor efter grisning. Smågrisarna avväns vid 5-6 veckors ålder och går kvar i boxen till 12 veckors ålder. Ströbädden enzymbehandlas och två omgångar grisar går på bädden mellan utgödslingarna.

Boxyta: $6,0 \times 15,0 \text{ m} = 90,0 \text{ m}^2$ ströbädd (105 m^2 total boxyta)

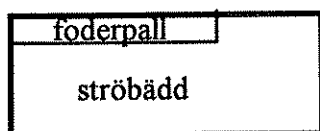
Box 1	Bädd 1	djuromgång 1 ej registrerad
	Omgång 2	11 suggor och 93 smågrisar, ytterligare 32 smågrisar flyttades in vid avvänjning. bädden gödslades ut efter 169 dagar.
Box 2	Omgång 1	13 suggor och 116 smågrisar, ytterligare 30 smågrisar flyttades in vid avvänjning.
	Omgång 2	13 suggor och 104 smågrisar, ytterligare 42 smågrisar flyttades in vid avvänjning. bädden gödslades ut efter 156 dagar.

Gård 5: Djuren flyttas in 2-3 veckor efter grisning. Smågrisarna avväns vid 5-6 veckors ålder och går kvar i boxen till 12 veckors ålder. Ströbädden enzymbehandlas och flera omgångar grisar går på bädden mellan utgödslingarna.

Boxyta: $7,1 \times 15,8 \text{ m} = 112,2 \text{ m}^2$ ströbädd (128 m^2 total boxyta)

Box 1	Bädd 1	djuromgångarna under de första 5 månaderna ej registrerade
	Omgång 2	16 suggor och 136 smågrisar
	Omgång 3	16 suggor och 159 smågrisar utgödsling då bädden legat i ca 220 dagar (2 veckor efter inflyttning av djur)
	Bädd 2	fortsättning med djuromgång enligt ovan
	Omgång 2	16 suggor och 165 smågrisar
	Omgång 3	16 suggor och 159 smågrisar
	Omgång 4	14 suggor och 149 smågrisar
		bädden gödslades ut efter 141 dagar.
Box 2	Bädd 1	djuromgångarna under de första 7 månaderna ej registrerade.
	Omgång	16 suggor och 152 smågrisar
		bädden gödslades ut efter 250 dagar.
	Bädd 2	bädden misslyckad och utkörd efter 1 månad
	Bädd 3	
	Omgång 1	16 suggor och 155 smågrisar
	Omgång 2	16 suggor och 138 smågrisar
	Omgång 3	12 suggor och 133 smågrisar
	Omgång 4	13 suggor och 140 smågrisar
		bädden gödslades ut efter 120 dagar.

Studerade gödselbäddar för smågrisar



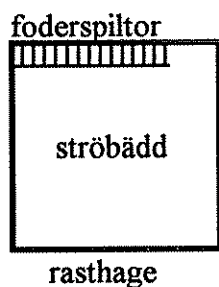
Figur 32 Tillväxtbox med gödselbädd för smågrisar.

Gård 1: Smågrisar flyttas efter avvänjning och går kvar i boxen i 6 - 7 veckor.

Boxyta: $4,0 \times 10,0 \text{ m} = 40,0 \text{ m}^2$ varav 32 m^2 är ströbädd.

Box 1	Bädd 1	59 smågrisar; 61 dagar
	Bädd 2	58 smågrisar; 48 dagar
Box 2	Bädd 1	60 smågrisar; 55 dagar
	Bädd 2	60 smågrisar; 59 dagar

Studerad gödselbädd för häst



Figur 33 Gruppbox för hästar.

Gård 1: Djupströbädd i hela boxen. Hästarna har ständig tillgång till rast hage utomhus. Utfodring i individuella spiltor.

Box 1: Yta $17,1 \times 16 \text{ m} = 273,6 \text{ m}^2$ djupströbädd (total boxyta 310 m^2)

Bädd 1 10 - 13 hästar; utgödsling efter ca 300 dagar.