



NÄRPRODUCERAT FODER TILL SVENSKA MJÖLKKOR

- miljöpåverkan från djur

Marie Liljeholm, Jan Bertilsson & Ingrid Strid

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Nutrition and Management**

**Rapport 273
Report**

Uppsala 2009

ISSN 0347-9838
ISRN SLU-HUV-R-273-SE



NÄRPRODUCERAT FODER TILL SVENSKA MJÖLKKOR

- miljöpåverkan från djur

Marie Liljeholm¹, Jan Bertilsson¹ & Ingrid Strid²

¹Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU

²Institutionen för energi och teknik, SLU

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Nutrition and Management**

**Rapport 273
Report**

Uppsala 2009

ISSN 0347-9838
ISRN SLU-HUV-R-273-SE

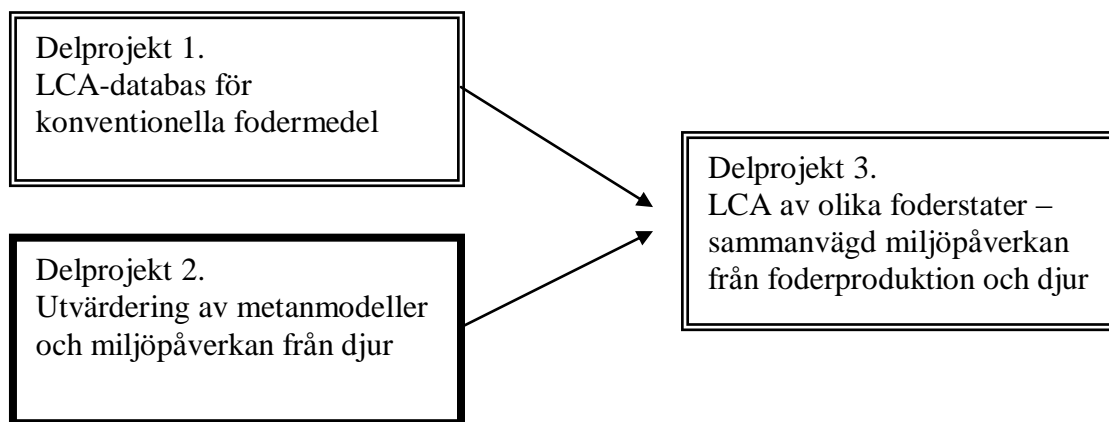
Förord

Denna rapport redovisar resultaten från delprojekt 2 inom forskningsprojektet:
Närproducerat foder till svenska mjölkkor – miljöpåverkan från foderproduktion och djur.

Projektet drivs av Sveriges Lantbruksuniversitet som ett samarbete mellan institutionerna för Energi och Teknik respektive Husdjurens utfodring och vård. Delar av projektet, främst livscykelanalysberäkningar, har utförts av Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB (SIK).

Projektet är i huvudsak finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF) och pågår 2007 – 2009. En sammanfattning av projektansökan finns på webbplatsen:
<http://www.lantbruksforskning.se/?id=6104&cid=7038&pid=H0630077>.

Figur 1 visar en skiss över projektets huvudsakliga delar. Delprojekt 1 är avslutat, se: Flysjö, A., Cederberg, C. och Strid, I., 2008. *LCA-databas för konventionella fodermedel*, SIK-rapport 772, Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB, Göteborg. Delprojekt 2 redovisas i denna rapport: Liljeholm, M., Bertilsson, J. och Strid, I., 2009. *Närproducerat foder till Svenska mjölkkor – miljöpåverkan från djur*, Rapport 273, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU och från delprojekt 3 planeras en rapport i november 2009.



Figur 1. Ingående delprojekt och deras förhållande till varandra. Delprojekt 2 redovisas i denna rapport.

Rapportens upplägg

Den här rapporten är uppdelad i två avsnitt – Del 1) metan respektive Del 2) fosfor och kväve, men delarna kan även läsas var för sig. De studerade foderstaterna beskrivs i detalj i bilaga 1.1 – 1.22 respektive 2.1 – 2.11.

Inom metanavsnittet finns dels en utvärdering av beräkningsmodeller för metanemissioner från mjölkkor och dels två fallstudier, där den första syftar till att exemplifiera ett utfall med de utvalda metanberäkningsmodellerna och den andra att ta fram värden som indata till delprojekt 3 (se beskrivning under Förord). I fallstudie 1 undersöks foderstaterna A-F och i fallstudie 2 undersöks foderstaterna G-K. Några av foderstaterna är snarlika, men skillnader finns tydligt beskrivna i texten.

Inom fosfor- och kväveavsnittet presenteras fosforbalanser och kvävebalanser för foderstaterna A-K.

Del 1 - Metan

- utvärdering av beräkningsmodeller
- fallstudie 1, metanemissioner från foderstaterna A-F som test av modellval
- fallstudie 2, metanemissioner från foderstaterna G-K som indata till LCA-studie

Del 2 – Fosfor och kväve

- fosforbalanser för foderstaterna A-F
- fosforbalanser för foderstaterna G-K, som indata till LCA-studie
- kvävebalanser för foderstaterna A-F
- kvävebalanser för foderstaterna G-K, som indata till LCA-studie

Innehållsförteckning

Förord

Rapportens upplägg

Del 1 – Metanemissioner från mjölkkor relaterat till foderstat

1. Bakgrund	7
2. Metanemission från mjölkkor	7
3. Fodervärden – indata till modellerna	8
4. Utvärdering av beräkningsmodeller	8
4.1 Beskrivning av utvalda modeller	
4.2 Test av modeller för beräkning av metanemissioner	
4.3 Resultat med tre utfodringsscenarier	
4.4 Resultat med foderstater beräknade för hög avkastning	
4.5 Utvärdering av modellerna	
5. Fallstudie av tre närproducerade foderstater	23
6. Fallstudie av foderstater till livscykelanalysstudie (V. Götaland)	24
7. Diskussion och slutsatser	26
8. Referenser	27
9. Bilagor till del 1	28
1.1-1.2 Fodervärden	
1.3-1.8 Foderstat A-F	
1.9-1.17 Urval av övriga foderstater som använts som underlag för utvärdering av metan-beräkningsmodellerna	
1.18-1.22 Foderstat G-K	

Del 2 – Fosfor och kväveutsöndring från mjölkkor relaterat till foderstat

1. Bakgrund och syfte	30
2. Problembeskrivning	30
3. Svensk utfodringsrekommendation	32
4. Beräkningar av fosforbalanser för olika foderstater	34
5. Resultat med tre närproducerade foderstater	34
6. Resultat med foderstater beräknade för hög avkastning	35
7. Fallstudie av foderstater för livscykelanalysstudie (V. Götaland)	37
8. Beräkning av kvävebalans per ko och år	39
9. Slutsatser	39
10. Referenser	40
11. Bilagor till del 2	41
2.1-2.6 Foderstat A-F	
2.7-2.11 Foderstat G-K	

Del 1:
Metanemissioner från mjölkkor
relaterat till foderstat

**Utvärdering av sju beräkningsmetoder för bestämning av
metanemissioner från mjölkkor relaterat till foderstat**

Fallstudie av några närproducerade foderstater

Denna studie ingår i forskningsprojektet (SLF H0630077):

**Närproducerat foder till svenska mjölkkor – miljöpåverkan från
foderproduktion och djur**

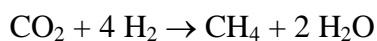
1. Bakgrund

En stor del av fodret till svenska mjölkkor utgörs av kraftfoder. I detta kraftfoder ingår ofta råvaror som sojamjöl och palmkärnexpeller som man vet ger stora miljökonsekvenser. Några exempel på miljöeffekter av dessa importerade råvaror är hög pesticidanvändning, minskad biologisk mångfald, erosionsproblem, resursuttag av fosfor och kalium, stora inflöden av kväve samt hög energikostnad för torkning och transport. Dessutom kan negativa etiska aspekter finnas i samband med odlingen. Denna problematik har ingående beskrivits i rapporten "Närproducerat foder" (Emanuelson, m.fl., 2006). Där har det undersökts om det är möjligt att övergå till mer närproducerat foder till de svenska korna. Det innebär bl.a. en ökad användning av vallfoder och lokalt producerade kraftfoderråvaror som ärter och raps, men även nyare biprodukter från energiframställning som t.ex. agrodrank. Fokus i det ovan nämnda arbetet var produktionsbiologiskt och ekonomiskt. Slutsatsen var att det finns stora möjligheter att utfodra korna med närproducerat foder och samtidigt bibehålla en hög mjölkavkastning med god kvalitet. Som en fortsättning på det arbetet behöver man även analysera miljökonsekvenserna av att övergå till mer närproducerat foder. Dels från foderframställning, som omfattar allt ifrån odling tills fodret når foderbordet. Dels fodrets väg genom djuret tills produkterna lämnar gården. Det är den senare aspekten som kommer att beskrivas i föreliggande arbete.

2. Metanemissioner från mjölkkor

Metan är en viktig växthusgas som leder till klimatförändringar. För att jämföra utsläppen av olika växthusgaser räknas de om till CO₂-ekvivalenter (CO₂-e). De totala utsläppen i Sverige beräknas till 70 miljoner ton CO₂-e. Av det står jordbruket för 9 miljoner ton och husdjuren för ca 3 miljoner ton. Metan utgjorde 2006 ca 8 % av den totala emissionen av växthusgaser där jordbrukssektorn står för den största delen (Naturvårdsverket, 2008).

Metan bildas vid nötkreaturens fodersmältning och 95 % av den metan som bildats kommer ut i luften när korna "rapar". Det är dock ingen rap i egentlig mening, utan metangasen som bildas i vommen kommer upp stötvis och blandas med utandningsluften. Varje dag avger en svensk mjölkko 140 - 575 g metan (egna beräkningar från detta arbete). Vid fermentering av fodrets näringsämnen under syrefria förhållanden i vommen bildas väte. Särskilda metanogena bakterier oxiderar vätet till vatten för att utvinna energi och samtidigt bildas metan från det frigjorda kolet och överskottet av väte. Väteöverskottet i vommen minskar då enligt formeln:



När kolhydrater bryts ned i vommen bildas de tre fettsyrorna ättiksyra, smörsyra och propionsyra. Förhållandet mellan dessa fettsyror påverkar hur mycket metan som bildas. Grovfoderrika foderstater ger en ökad andel ättiksyra och smörsyra, vilket leder till att väte avges och omvandlas till metan. Ökad kraftfoderandel leder istället till mer propionat varvid väte förbrukas och mindre metan kan bildas. Vid ökat foderintag förskjuts förjäsningen åt mer propionsyra varvid väte förbrukas och mindre metan kan bildas.

Utfodringen har alltså betydelse för hur mycket metan kon producerar. Den viktigaste faktorn är hur mycket foder kon äter, men även foderstatens sammansättning och ev tillsatser i fodret har betydelse.

För att kunna minska metanemissionen från Sveriges mjölkkor behöver kunskapen öka om vilka fodermedel och foderstater som ger hög respektive låg metanproduktion och framförallt behöver

bra modeller tas fram för att kunna beräkna förväntad metanemission vid en given utfodringssituation.

Syfte

Detta projekt syftar till att utvärdera ett antal olika modeller för beräkning av metanemissioner från högvastande mjölkkor. Ett ytterligare syfte med studien är att beräkna metanemissionen från olika närproducerade foderstater, dels som underlag för att testa modellerna och dels som underlag till en livscykelanalysstudie av foderstaterna. Modellerna avses att testas med indata/foderparametrar från svensk officiell fodervärdering som är publicerad i Fodertabell för idisslare (Spörndly, 2003).

3. Fodervärden – indata till modellerna

För att kunna testa beräkningsmodellerna behövs indata i form av mängder av olika fodermedel och deras näringsmässiga egenskaper. De olika modellerna kräver olika uppgifter om fodrets egenskaper, och samtliga fodervärden som använts i beräkningarna återfinns i bilaga 1.1 och 1.2.

Typfoderstaterna som användes vid testningen innehöll en utförlig sammanställning över vanliga foderstatskontroller som råprotein, energi, AAT, PBV, NDF m.fl. Alla fodervärden har granskats och eventuella fel har rättats till före slutlig bearbetning. Några modeller krävde ytterligare indata som t.ex. ADF, växttråd och aska.

För ADF har tabellvärden använts. För ensilagen har mängden NDF varit styrande för vilket ADF-värde ensilaget skulle få. ADF-värden har hämtats från analyser från försök på Kungsängens Forskningscentrum, SLU. För kraftfoderblandningarna har ADF beräknats som 55 % av NDF då ett genomsnitt från tillgängliga analyser för kraftfoderblandningar var det (52-59%). I några fall då svenska värden saknats har värden inhämtats från den norska officiella fodertabellen för nötkreatur.

Växttråd har tagits från Fodertabell för idisslare då det funnits och i andra hand från tillgängliga foderanalyser på råvaror.

De kommersiella kraftfoderblandningar, Unik 52 och Solid 120, som använts i beräkningarna kommer från Lantmännen. Då växttråd och aska saknats för dessa kraftfoderblandningar har en deklARATION inhämtats för Solid120 och det har sedan antagits att denna är densamma för de fyra foderblandningarna som ingår i beräkningarna.

NFE har beräknats som 1000-rp-växttråd-råfett-aska (g).

4. Utvärdering av beräkningsmodeller

4.1 Beskrivning av utvalda modeller

Det bästa är naturligtvis att mäta kornas metanproduktion. Eftersom det både är komplicerat och dyrt att genomföra så behövs en modell som med rimlig precision kan skatta metanproduktionen. Det finns två typer av modeller. Den ena typen är enkla matematiska modeller som direkt kopplar en utfodringsparameter, t.ex. foderintag med förväntad metanproduktion. Sen finns det en mer komplex modelltyp som är dynamisk och beskriver i detalj hur reaktionerna sker i vommen. I detta arbete har enbart den första typen av modeller valts ut.

Utgångspunkten var den modell, Lindgren 1980, som använts vid tidigare svenska beräkningar (Bertilsson, 2001). Sedan gjordes en litteraturgenomgång och utifrån de senast publicerade artiklarna där underlaget bedömdes som adekvat även för svenska förhållanden, valdes ytterligare sex modeller ut. Av de utvalda modellerna är sex linjära medan en av dem (Mills et al., 2003) är kurvlinjär.

De utvalda beräkningsmodellerna har testats med femton utfodringsscenarier bestående av totalt 57 stycken typfoderstater som togs fram i ett tidigare projekt som resulterade i rapporten "Närproducerat foder" (Emanuelson m.fl., 2006). Då var det främst de ekonomiska och produktionsbiologiska konsekvenserna av att övergå till närproducerat foder som analyserades. Med dessa foderstater som grund har mängden metan per ko och dag samt per ko och år beräknats. Dessutom har de olika beräkningsmodellernas förmåga att beskriva skillnaderna i foderstaternas sammansättning värderats. Foderstaterna är med några få undantag beräknade för 9000 kg ECM och man kan se foderstatens sammansättning månad för månad (10 månaders laktation följt av två sinmånader), se exempel i bilaga 1.3.

Beräkningsmodell 1 – mängd smältbara kolhydrater (Lindgren, 1980)

Denna beräkningsmodell har använts länge i Sverige och är baserad på litteraturgenomgång och statistisk bearbetning av ett stort antal försök med metanmätningar på nötkreatur och får. Underlaget omfattar ca 2500 individuella bestämningar av metan- och urinförluster vid varierande utfodring och produktion. De ekvationer som blev resultatet är dock uppdelade per djurslag och i detta projekt har de ekvationer som tagits fram för nötkreatur använts.

Metanproduktionen är främst beroende av tillförd mängd smältbara kolhydrater, men även av utfodringsnivån. Eftersom mängden smältbara kolhydrater inte redovisats i alla försök i underlaget användes istället mängden smältbar energi som mått på tillförda smältbara näringsämnen i modellen.

Vid utfodring motsvarande underhållsbehov av energi med enbart grovfoder kan man skatta metanproduktionen som 12,5 % av smältbar energi. Vid mer normala utfodringsituationer skattas metanenergin med hjälp av följande formel:

$$[\text{Ekv 1}] \quad \text{Metan \% av smältbar energi} = 15,7 - 0,030 \cdot \text{DCE} - 1,4 \cdot \text{L}$$

där DCE är smältbarhetskoefficienten för energi, i %
L är utfodringsnivån i form av multipel av underhållsbehovet.

För att få fram mängden smältbar energi beräknas en omsättbarhetsfaktor enligt:

$$\text{Omsättbarhet \% av smältbar energi} = 83,2 + 2,53 \cdot \text{L} - 0,045 \cdot \text{G} - 0,184 \cdot \text{rp}$$

där L är utfodringsnivån som ovan,
G är andelen grovfoder (% av ts)
rp är råproteinhalt (% av ts).

Med vårt underlag blev den genomsnittliga metanproduktionen 130 kg metan per ko och år, med minvärde på 128 kg och maxvärde på 134. Den dagliga metanproduktionen varierade från 178 g

under sinperioden till som mest 413 g under tidig laktation. Modellen ger inga stora skillnader mellan de olika typfoderstaterna. När liknande beräkningar gjordes 1999 (Bertilsson, 2001) beräknades metanproduktionen för en mjölkko till 130,5 kg per år inkl sinperiod, alltså väldigt lika resultatet i denna rapport.

Fördelar med modellen:

Lätt att hitta fodervärden. Rp, ME, G och L är lätta att få fram. Robust modell baserat på stort underlag.

Modellens nackdelar:

Ger inga stora skillnader mellan olika fodermedel.

Beräkningsmodell 2 – foderintag (Ellis et al., 2007)

$$[\text{Ekv 2}] \quad \text{CH}_4 \text{ (kg/dag)} = (3,23 + 0,809 * \text{kg ts/dag})/55,65$$

Flera studier har visat att foderintag (kg ts) eller mängden omsättbar energi är de bästa faktorerna för att skatta mängden metan. Mängden metan ökar när foderintaget ökar. Men ökat foderintag påverkar VFA-produktionen i våmmen genom att en högre andel propionat bildas och lägre andel acetat. Dessutom ger ett högt foderintag snabbare passagehastighet vilket sänker smältbarheten i våmmen och ökar mikrobproteinsyntesen. Därmed borde andelen metan som förloras bli mindre vid högt foderintag än vid lågt.

Underlaget till denna modell består av 89 dataset från 29 publikationer från norra USA och från Canada. Beräkningarna gav en genomsnittlig metanproduktion på 115 kg per ko och år, med minvärde 108 och maxvärde 127. Den dagliga metanproduktionen varierade från 143 g/dag under sintiden upp till 462 g/dag i tidig laktation.

Fördelar med modellen:

Lätt att räkna. Lätt att hitta underlag om foderintag.

Modellens nackdelar:

Förenklad modell. Endast en faktor påverkar.
Dataunderlag från USA och Canada.

Beräkningsmodell 3 – andelen grovfoder (Ellis et al., 2007)

Modellen är en enkel linjär ekvation baserad på andelen grovfoder i % av ts.

$$[\text{Ekv 3}] \quad \text{CH}_4 \text{ (kg/dag)} = (8,56 + 0,139 * \text{grf-andel \%})/55,65$$

Modellen gav klart lägre värden än övriga modeller. Dessutom skattar den metanproduktionen lägre i början av laktationen och högre i slutet, eftersom grovfoderandelen normalt ökar i slutet av laktationen. Samtliga andra modeller vi använt ger omvänt resultat, dvs högst metanproduktion i början av laktationen och lägst i slutet.

Underlaget till denna modell består av 89 dataset från 29 publikationer från norra USA och från Canada. Modellen gav i genomsnitt 107 kg metan per ko och år, med minvärde 99 och maxvärde

115. Den dagliga produktionen varierade från 240 g i början av laktationen till 404 g i slutet av laktationen.

Fördelar med modellen:

Lätt att räkna. Lätt att hitta underlag om grovfoderandel.

Modellens nackdelar:

Förenklad modell. Endast en faktor påverkar.
Dataunderlag från USA och Canada.

Beräkningsmodell 4 – mängd NDF (Ellis et al., 2007)

Modellen är en enkel linjär ekvation som baseras på mängden NDF i foderstaten.

$$[\text{Ekv 4}] \quad \text{CH}_4 \text{ (kg/dag)} = (3,14 + 2,11 * \text{NDF (kg/dag)}) / 55,65$$

Underlaget till denna modell består av 89 dataset från 29 publikationer från norra USA och från Canada. Modellen gav i genomsnitt 122 kg metan per ko och år, med minvärde 106 och maxvärde 132. Den dagliga mängden metan skattades från 166 g under sintiden upp till 448 g under tidig laktation.

Fördelar med modellen:

Enkelt att hitta fodervärden. Enkelt att räkna.

Modellens nackdelar:

Förenklad modell. Endast en faktor påverkar.
Dataunderlag från USA och Canada.

Beräkningsmodell 5 – foderintag och grovfoderandel (Mills, et al., 2003)

Underlaget till modellen består av 159 dataset från 11 försök som utförts med 43 kor på University of Reading i Storbritannien. Modellen är en enkel linjär ekvation som baseras på foderintaget i kg ts och grovfoderandelen i % av ts.

$$[\text{Ekv 5}] \quad \text{CH}_4 = (1,06 + 10,27 * \text{grf-andel} + 0,87 * \text{ts-intag (kg/dag)}) / 55,65$$

Resultaten gav 146 kg metan per ko och år i snitt, med minvärde 134 och maxvärde 155. Daglig metanproduktion skattades från 261 g/dag under sintid till maximalt 521 g/dag i tidig laktation.

Fördelar med modellen:

Omfattar flera faktorer som påverkar. Lätt att hitta värden. Lätt att räkna.
Brittiska utfodringsförhållanden relativt lika våra svenska.

Modellens nackdelar:

Fortfarande en förenklad modell.

Beräkningsmodell 6 – ickelinjär ekvation (Mills et al., 2003).

Modellen är kurvlinjär och baseras på en kvot mellan stärkelse och ADF samt energiintag.

$$[\text{Ekv 6}] \quad \text{CH}_4 = (45,98 - 45,98 * e^{-(-0,0011 * \text{stärk} / \text{ADF} + 0,0045) * \text{ME}}) / 55,65$$

Det är väl känt att andelen energi som förloras som metan minskar när foderintaget ökar. Alla skattningar av metanproduktionen som baseras på foderintag eller energiintag borde därför vara kurvlinjära. Denna modell tar även hänsyn till att fiberrika foderstater (høgt ADF) ökar metanproduktionen medan foderstater med hög stärkelsehalt (mycket kraftfoder) ger en lägre metanproduktion.

Underlaget till modellen består av 159 dataset från 11 försök som utförts med 43 kor på University of Reading i Storbritannien. Beräkningarna gav en genomsnittlig metanproduktion på 159 kg/ko och år med minvärde 144 och maxvärde 172. Den dagliga metanproduktionen var då 197 g som lägst (sinperioden) och 575 g som högst under tidig laktation.

Modellen gav lite lägre värden för de majsbaserade foderstaterna jämfört med övriga foderstater. Modellen gav en rätt stor differens mellan olika foderstater (diff max-min 28 kg/år).

Fördelar med modellen:

Mer komplex modell som tar bättre hänsyn till foderstatens sammansättning
Brittiska utfodringsförhållanden relativt lika våra svenska.

Modellens nackdelar:

Svårt att hitta värden på ADF, särskilt för kraftfoder. ADF inget bra mått på fiberns kvalitet.

Beräkningsmodell 7 – total mängd näring (Kirchgessner m.fl., 1995)

Enkel linjär ekvation som baseras på den totala mängden näring i foderstaten.

$$[\text{Ekv 7}] \quad \text{CH}_4 = 63 + 79 * \text{växttråd (kg/dag)} + 10 * \text{NFE (kg/dag)} + 26 * \text{rp (kg/dag)} - 212 * \text{råfett (kg/dag)}$$

Beräkningarna gav en genomsnittlig metanproduktion på 138 kg/ko och år med minvärde 103 och maxvärde 150. Den dagliga mängden metan varierade mellan 189 g/dag (sin) och 480 g/dag (tidig laktation).

Denna modell gav störst differens mellan lägsta och högsta metanproduktion per ko och år (diff max-min 47). Modellen gav klart lägre metanproduktion för de majsbaserade foderstaterna än för övriga foderstater.

I Norge har man valt att använda en kombination av denna modell och beräkningsmodell 6 i sina nationella metanberäkningar till IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), (Volden & Nes, 2007).

Fördelar med modellen:

Modellen är enkel och det är lätt att hitta fodervärden (undantag växttråd).

Modellens nackdelar:

Modellen baseras på växttråd och NFE som kan vara svårt att hitta bra värden på. Växttråd används inte längre som fibermått.

4.2 Test av modeller för beräkning av metanemissioner

Beräkningar har gjorts för hela underlaget med totalt 57 foderstater med kompletta data för hela laktationen. Resultatet av modellernas metanberäkningar sammanfattas i tabell 4.1. Störst variation i mängd metan per ko och år gav ekvation 7 (Kirchgessner). Ekvation 1 (Lindgren) gav minst variation för de olika foderstaterna.

Tabell 4.1 Beräknad metanproduktion för de sju modellerna. Medelvärden för 57 foderstater. Mängd metan anges i kg per ko och år.

	Ekv 1	Ekv 2	Ekv 3	Ekv 4	Ekv 5	Ekv 6	Ekv 7
CH ₄ , kg per ko o år	130	115	107	122	146	159	138
Min	128	108	99	106	134	144	103
Max	134	127	115	132	155	172	150
Differens, kg	6	19	16	26	21	28	47

Eftersom flertalet av foderstaterna i underlaget är väldigt lika, både vad gäller beräknad avkastningsnivå och foderstatens sammansättning, så ger det inte så mycket att titta på hela materialet samlat. Därför har tre utfodringsscenarier valts ut som bedöms som särskilt intressanta. Dessa kommer att beskrivas och analyseras mer ingående i följande avsnitt.

4.3 Resultat med tre utfodringsscenarier

Nedan beskrivs tre utfodringsscenarier Alternativ A, B och C där foderstaterna beräknats för 9000 kg ECM. Basen i foderstaterna består av vallensilage, spannmål och koncentrat. För detaljerad information om respektive foderstat hänvisas till bilagorna 1.3 - 1.5. Den första foderstaten är intressant pga att den innehåller agrodrank som ju är ett relativt nytt fodermedel till mjölkkor. Den andra foderstaten har en hög andel vallfoder och vallensilage är av extra hög kvalitet. Den tredje foderstaten innehåller majsensilage som blir allt vanligare framförallt i södra delen av Sverige.

I bilaga 1.9 till 1.17 finns ett urval med exempel från hela foderstatsunderlaget som vi gjort metanberäkningar för. Dessa kommer inte att kommenteras ytterligare i denna rapport.

Alt A. Foderstat med agrodrank (Västra Götaland)

Agrodrank är en biprodukt från tillverkningen av motorbränsle från spannmål, s.k. agroetanol. Denna foderstat är beräknad för 9000 kg ECM. I tabell 4.2. ges exempel på foderstat för 40 kg ECM och 20 kg ECM, med foderstatskontroller. Total foderåtgång per ko och år för foderstaten ses i tabell 4.3.

Tabell 4.2. Foderstat med Agrodrank (Alt A, Västra Götaland)

		kg ECM	
		40	20
<i>Fodermedel</i>			
Betfor	kg	2	
Ensilage	kg ts	8	8
Hö	kg	2	2
Spannmål	kg	6,5	1,5
Unik 52	kg	5,8	3
Agrodrank	kg	2	1,5
<i>Tot kg ts</i>		24,1	15
<i>Grf % av ts</i>		44	65
<i>MJ/kg ts</i>		12,1	11,6
<i>AAT/MJ</i>		8,1	7,8
<i>PBV g</i>		473	507
<i>Rp % av ts</i>		18	18

Tabell 4.3. Total foderåtgång per ko och år

Betfor	275	kg
Ensilage	2745	kg ts
Hö	732	Kg
Spannmål	1385	Kg
Unik 52	1202	Kg
Agrodrank	549	Kg

Alt B. Foderstat med mycket vall av bra kvalitet (Alt B) beräknad för Norrland

Denna foderstat är beräknad för 9000 kg ECM. Basen är ett ensilage med högt energiinnehåll (11,4 MJ/kg ts) och relativt hög daglig vallgiva. I tabell 4.4 ges exempel på foderstat för 40 kg ECM och 20 kg ECM, med foderstatskontroller. Tabell 4.5 anger total foderåtgång av varje fodermedel för samma foderstat.

Tabell 4.4. Foderstat med mycket vall av hög kvalitet (Alt B, Norrland)

		kg ECM	
		40	20
<i>Fodermedel</i>			
Betfor	Kg	1,5	
Ensilage	kg ts	9	10,5
Hö	Kg	1	0,5
Spannmål	Kg	8	2
Unik 52	Kg	5,7	2,2
<i>Tot kg ts</i>		23,2	14,6
<i>Grf % av ts</i>		45	75
<i>MJ/kg ts</i>		12,5	11,9
<i>AAT/MJ</i>		8,1	7,6
<i>PBV g</i>		142	252
<i>Rp % av ts</i>		17	16

Tabell 4.5. Total foderåtgång för vallfoderstat

Betfor	259	kg
Ensilage	3325	kg ts
Hö	397	kg
Spannmål	1498	kg
Unik 52	1208	kg

Alt C. Sydsvensk foderstat med majsensilage och HP-massa (Skåne)

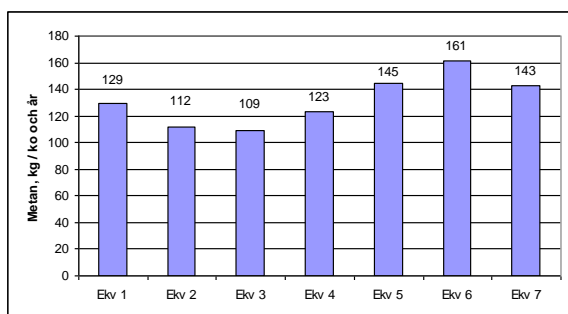
Denna foderstat är beräknad för 9000 kg ECM. Förutom majsensilage och vallensilage innehåller foderstaten även HP-massa och obehandlat sojamjöl. I tabell 4.6 ges exempel på foderstat för 40 kg ECM och 20 kg ECM, med foderstatskontroller. Tabell 4.7 visar den totala foderåtgången per ko och år med denna foderstat.

Tabell 4.6. Foderstat med majsensilage och HP-massa (Alt C, Skåne)

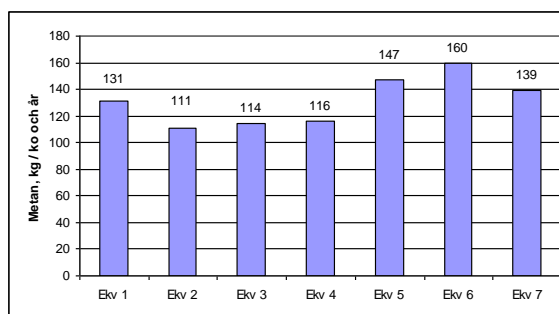
		kg ECM	
		40	20
<i>Fodermedel</i>			
HP-massa	kg ts	3	
Vallensilage	kg ts	4	7
Sojamjöl (obeh)	Kg	0,8	
Majsensilage	kg ts	3	
Spannmål	Kg	7,7	4,3
Unik 52	Kg	6,3	4
<i>Tot kg ts</i>		23	14,3
<i>Grf % av ts</i>		44	49
<i>MJ/kg ts</i>		12,4	12,1
<i>AAT/MJ</i>		8,6	8,1
<i>PBV g</i>		31	395
<i>Rp % av ts</i>		18	19

Tabell 4.7. Total foderåtgång per ko och år med sydsvensk majsfoderstat

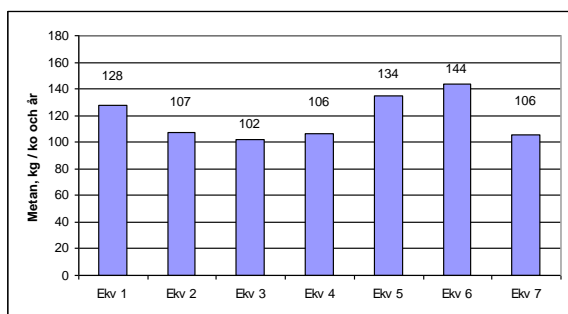
HP-massa	427	kg ts
Vallensilage	1601	kg ts
Sojamjöl (obeh)	95	kg
Majsensilage	549	kg ts
Spannmål	1912	kg
Unik 52	1604	kg



Figur 4.1. Beräknad metanproduktion för Alt A - foderstat med Agrodrank.



Figur 4.2. Beräknad metanproduktion för Alt B - norrländsk foderstat med mycket vall av hög kvalitet.

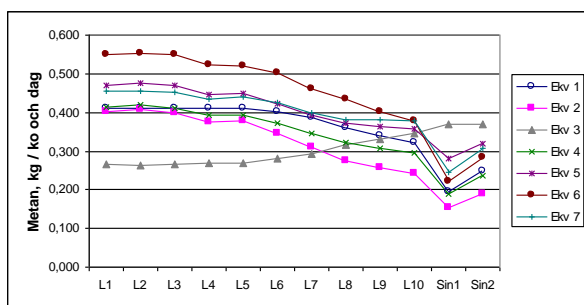


Figur 4.3. Beräknad metanproduktion för Alt C - skånsk foderstat med majsensilage och HP-massa..

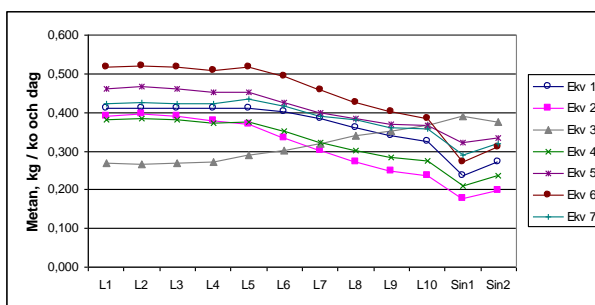
Figur 4.1 visar beräknad metanproduktion per ko och år med de olika ekvationerna. Ekv 6 (kurvlinjär) gav högst metanproduktion för foderstaten med agrodrank (Alt A), följt av ekv 5 och ekv 7. Ekvation 3 gav lägst beräknad metanproduktion. Ekvation 1 gav en skattning som låg i mitten av intervallet, med 130 kg metan per ko och år.

I figur 4.2 ses beräknad metanproduktion per ko och år för den norrländska foderstaten med mycket vall (Alt B). Denna foderstat gav högst metanproduktion med ekv 6 följt av ekv 5 och ekv 7, medan ekv 2 gav lägst. Nivån ligger väldigt lika den för foderstaten med Agrodrank. Det är bara ekv 3 och ekv 4 som avviker 5 kg eller mer jämfört med resultatet i figur 5.1.

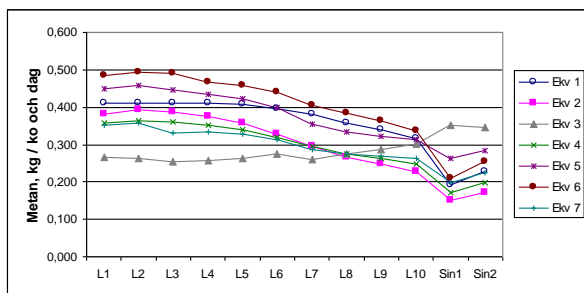
Figur 4.3 visar beräknad metanproduktion för den sydsvenska foderstaten med majsensilage och HP-massa (Alt C). Ekv 1 ligger kvar på samma nivå som för de tidigare foderstaterna. Högst metanproduktion gav ekv 6 följt av ekv 5 och ekv 1. Ekvation 3 gav lägst metanproduktion. Ekv 2, 4 och 7 gav närmast identiska värden för denna foderstat.



Figur 4.4. Beräknad metanproduktion per dag för Alt A - foderstat med Agrodrink.



Figur 4.5. Beräknad metanproduktion per dag för Alt B - foderstat med mycket vall av hög kvalitet.



Figur 4.6. Beräknad metanproduktion per dag för Alt C - foderstat med majs och HP-massa.

Figur 4.4 visar beräknad metanproduktion per dag genom laktationen för Alt A. Alla ekvationer ger liknande form på kurvan, utom ekv 3, som ju enbart är baserad på grovfoderandel. Där blir metanproduktionen högst i slutet av laktationen istället för i tidig laktation enligt de andra modellerna. Den dagliga metanproduktionen skattades från 154 g (ekv 2) upp till som högst 554 g (ekv 6) per dag.

Enligt figur 4.5 är kurvornas form väldigt lika dem i figur 5.5, men nivån är något lägre för vallfoderstaten (Alt B). Den inbördes ordningen mellan ekvationerna är lika förutom i tidig laktation för ekv 4 och ekv 6. Ekvation 1 ligger även här mitt i intervallet.

I figur 4.6 visas resultatet för den sydsvenska foderstaten med majs och HP-massa (Alt C). Sett över hela laktationen följer metankurvorna kornas laktationskurva, utom med ekvation 3, som ju enbart beror av andelen grovfoder i foderstaten. Ekvation 6 gav lägre metanproduktion för denna foderstat jämfört med t.ex. vallfoderstaten. Så gör även ekv 4 och ekv 7, medan övriga ekvationer ger relativt lika resultat som för vallfoderstaten.

4.4. Resultat med foderstater beräknade för hög avkastning

Här följer tre exempel Alternativ D, E och F, där foderstaterna är beräknade för högre mjölkavkastning, 11 000 kg ECM respektive 10 000 kg ECM. Det finns ett starkt samband mellan kons foderintag och mjölkavkastning. Som tidigare nämnts är foderintag en av de viktigaste faktorerna som påverkar metanproduktionen. För detaljerad information om foderstaterna hänvisas till bilaga 1.6, bilaga 1.7 och bilaga 1.8.

Alt D. Mellansvensk foderstat beräknad för hög avkastning (Svealand)

Denna foderstat är beräknad för 11 000 kg ECM och baseras på vall, spannmål och koncentrat. I tidigare foderstatsexempel har fodermängder från laktationsmånad 2 och 8 använts. I tabell 4.8. visas samma månader för denna foderstat som då ger 47 kg ECM (laktationsmånad 2) respektive 28 kg ECM (laktationsmånad 8). Totala foderåtgången per ko och år med denna foderstat ses i tabell 4.9.

Tabell 4.8. Foderstatsexempel för hög avkastning (Alt D, Svealand)

		kg ECM	
		47	28
<i>Fodermedel</i>			
Betfor	kg	2	
Ensilage	kg ts	8	9
Hö	kg	1	1
Spannmål	kg	9	8
Unik 52	kg	9	2,5
<i>Tot kg ts</i>		26,5	19
<i>Grf % av ts</i>		37	52
<i>MJ/kg ts</i>		12,5	11,9
<i>AAT/MJ</i>		8,4	7,5
<i>PBV g</i>		241	99
<i>Rp % av ts</i>		18	15

Tabell 4.9. Total foderåtgång per ko och år med foderstat för hög avkastning

Betfor	336	kg
Ensilage	2898	kg ts
Hö	503	kg
Spannmål	2525	kg
Unik 52	1720	kg

Alt E. Foderstat med färdigfoder beräknad för hög avkastning (Svealand)

Denna foderstat är beräknad för 11 000 kg ECM och innehåller vallensilage av medelgod kvalitet, spannmål och färdigfoder, se tabell 4.10. Total foderåtgång per ko och år anges i tabell 4.11.

Tabell 4.10 Foderstat med färdigfoder beräknad för 11 000 kg ECM (Alt E, Svealand)

		kg ECM	
		47	28
<i>Fodermedel</i>			
Ensilage	kg ts	8	9
Hö	Kg	1	1
Solid 120	Kg	20	9,5
<i>Tot kg ts</i>		26,5	18,2
<i>Grf % av ts</i>		33	54
<i>MJ/kg ts</i>		12,3	11,8
<i>AAT/MJ</i>		8,3	7,9
<i>PBV g</i>		494	347
<i>Rp % av ts</i>		18	17

Tabell 4.11 Total foderåtgång per ko/år för foderstat för Svealand med färdigfoder (11 000 kg ECM)

Ensilage	2898	kg ts
Hö	503	kg
Solid 120	4316	kg

Alt F. Foderstat med ärter och värmebehandlad rapskaka

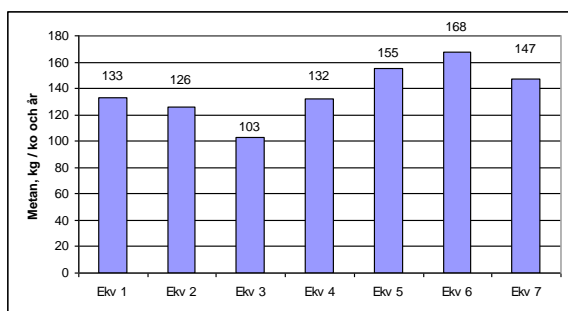
Denna foderstat är beräknad för 10 000 kg ECM och kraftfodret består av råvaror. Förutom HP-massa och vallensilage innehåller den både ärter, värmebehandlat rapsmjöl (Expro) och värmebehandlad rapskaka, (tabell 4.12). Total foderåtgång per ko och år ses i tabell 4.13.

Tabell 4.12 Exempel på foderstat med ärter och rapsprodukter (Alt F)

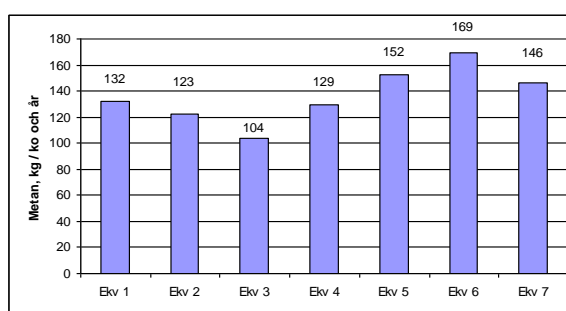
		kg ECM	
		45	25
<i>Fodermedel</i>			
HP-massa	kg ts	4	
Ensilage	kg ts	8	10
Expromjöl	Kg	1	
Spannmål	Kg	7	4,1
Ärter	Kg	4	2
Exprokaka	Kg	2,1	1
<i>Tot kg ts</i>		24,5	16,3
<i>Grf % av ts</i>		49	62
<i>MJ/kg ts</i>		11,9	11,7
<i>AAT/MJ</i>		8,4	7,1
<i>PBV g</i>		93	311
<i>Rp % av ts</i>		17	16

Tabell 4.13 Total foderåtgång per ko och år för ärtfoderstaten

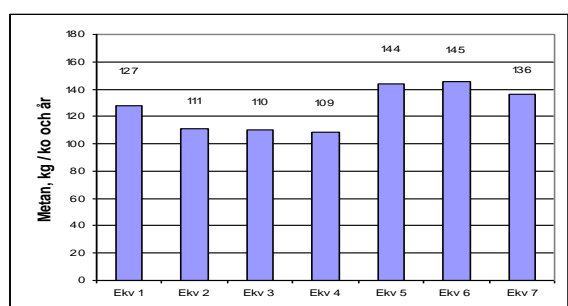
HP-massa	671	kg ts
Ensilage	2867	kg ts
Expromjöl	165	Kg
Spannmål	1534	Kg
Ärter	985	Kg
Exprokaka	458	Kg



Figur 4.7. Beräknad metanproduktion för Alt D - foderstat beräknad för hög avkastning (11 000 kg ECM).



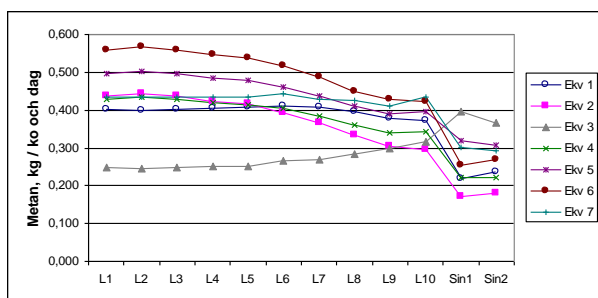
Figur 4.8. Beräknad metanproduktion för Alt E - foderstat med färdigfoder för hög avkastning (11 000 kg ECM).



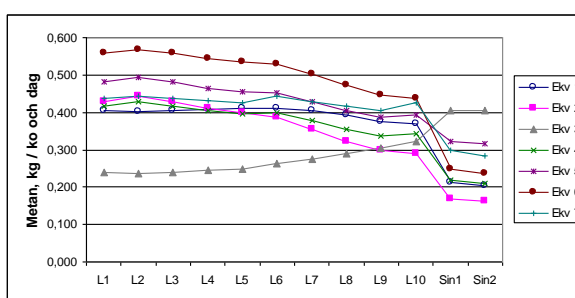
Figur 4.9. Beräknad metanproduktion för Alt F - foderstat med ärter och rapsprodukter (10 000 kg ECM).

Resultatet för den mellansvenska foderstaten beräknad för hög avkastning (Alt D) visas i figur 4.7. Alla ekvationer utom ekv 3 gav högre beräknad metanproduktion jämfört med vallfoderstaten för 9000 kg ECM (figur 4.2). Högst metanproduktion gav ekv 6 följt av ekv 5 och ekv 7, medan ekv 3 gav lägst. Störst skillnad jämfört med vallfoderstaten gav ekv 2, som ju är baserad på foderintag. I figur 4.8 ses motsvarande foderstat baserad på färdigfoder (Alt E). Resultatet för den foderstaten är väldigt lika det för foderstaten med spannmål och koncentrat.

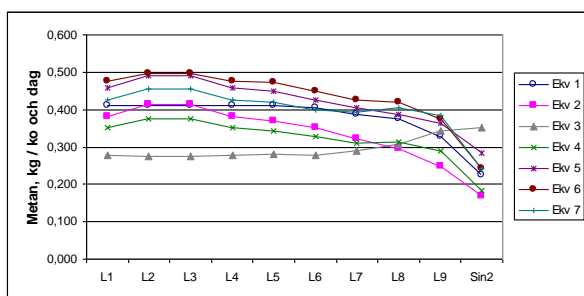
Figur 4.9 visar beräknad metanproduktion per ko och år för foderstaten med ärter och rapsprodukter (Alt F). Resultatet är jämförbart med foderstaten med agrodrank (Alt A), men ekv 4, ekv 6 och ekv 7 ger klart lägre värden för ärtfoderstaten än för foderstaten med agrodrank (figur 4.1). Notera dock att foderstaten med ärter är beräknad för 10 000 kg ECM medan foderstaten med agrodrank är beräknad för 9 000 kg ECM.



Figur 4.10. Beräknad metanproduktion per dag för Alt D - foderstat beräknad för hög avkastning (11 000 kg ECM).



Figur 4.11. Beräknad metanproduktion per dag för Alt E - foderstat med färdigfoder (11 000 kg ECM).



Figur 4.12. Beräknad metanproduktion per dag för Alt F - foderstat med ärtor och rapsprodukter (10 000 kg ECM).

För foderstaten beräknad för hög avkastning (Alt D) ses resultatet i figur 4.10. För denna foderstat blev spridningen större mellan den ekvation som skattade metanproduktionen högst och den som skattade den lägst. Ekv 5 och ekv 6 gav en något högre skattning jämfört med foderstaten med agrodrank, (figur 4.4) medan ekv 3 och ekv 7 gav lite lägre. Ekv 1,2 och 4 ger rätt lika resultat som foderstaten med agrodrank.

Figur 4.11 visar beräknad daglig metanproduktion för foderstat med färdigfoder (Alt E) som är beräknad för 11 000 kg ECM. Beräkningarna ger väldigt lika resultat som för foderstaten med spannmål och koncentrat (figur 5.8). Spridningen är lika stor och inbördes ordningen mellan ekvationerna är lika.

I figur 4.12 visas beräknad daglig metanproduktion för foderstaten med ärtor och värmebehandlade rapsprodukter (Alt F). Alla ekvationerna följer samma mönster, men spridningen är mindre än för de andra två foderstaterna. Nivån är väldigt lika den för foderstaten med majs och HP-massa (figur 4.6). Den inbördes ordningen mellan ekvationerna är i det närmaste oförändrad.

4.5 Utvärdering av modellerna

En bra beräkningsmodell skall vara tillförlitlig och skatta metanproduktionen med tillräcklig precision. Den måste baseras på parametrar som är vanligt förekommande i praktisk utfodring och som är lätta att få fram. Modellen måste också vara framtagen utifrån ett stort underlag av faktiska mätningar med stor bredd i det intervall den gäller för.

Efter omfattande beräkningar med de sju utvalda modellerna, där modelleringsutfallet redovisas ovan i avsnitt 4.2 - 4.4, kan deras egenskaper sammanfattas (tabell 4.14). Omdömet +++ kan anses som mycket bra och omdömet + anses som mindre bra för respektive egenskap.

Det allra viktigaste kriteriet vid bedömning av en beräkningsmodell är att den stämmer väl överens med faktiska mätdata under svenska förhållanden. Arbete med mätningar av metanemissioner från nötkreatur har nyligen påbörjats i Sverige och därför är dataunderlaget ännu inte tillräckligt för att vi ska kunna göra en sådan bedömning. Inom de närmaste åren kommer det finnas ett mycket bra underlag för att utvärdera beräkningsmodellerna även på denna punkt. Tills dess får vi nöja oss med att bedöma modellernas andra egenskaper (tabell 4.14).

Tabell 4.14

	Ekv. 1	Ekv. 2	Ekv 3	Ekv 4	Ekv 5	Ekv 6	Ekv 7
Lättillgänglig indata	+++	+++	+++	+++	+++	+	+
Tar hänsyn till foderstatens sammansättning	+	+	+	+	+	++	++
Stort underlag	+++	+	+	+	++	++	
Underlag som liknar svenska förhållanden	+++	+	+	+	++	++	
Tar hänsyn till kända teoretiska samband	++	+	+	+	+	+++	++

Ekvation 6 är den enda ekvationen som är kurvlinjär och teoretiskt är det den ekvation som bäst borde stämma mot verkligheten. Dock använder den ADF som fibermått, vilket man kan diskutera rimligheten i. ADF används mycket sällan i Sverige, så det finns nästan inga analyser på det. En kurvlinjär ekvation baserad på NDF hade varit mycket mer intressant. Norge har som tidigare nämnts beslutat att använda ekvation 6 i kombination med ekvation 7 för att beräkna nationell metanemission från norska nötkreatur. De har valt att beräkna ADF utifrån ett samband med växttråd (pers. medd., Volden 2008), som ju också är ett gammalt fibermått som sällan används i Sverige.

Ekvation 7 har fördelen att den räknar samman total mängd näring i foderstaten, vilket anses bättre än att t.ex. använda grovfoderandel i %. Tyvärr ingår här både växttråd och NFE som inte är särskilt bra mått på fiber respektive kolhydrater.

Av de sex foderstater som studerats mer ingående gav foderstaten med agrodrank och foderstaten beräknad för hög avkastning störst spridning mellan de olika ekvationerna. Foderstaten med majs

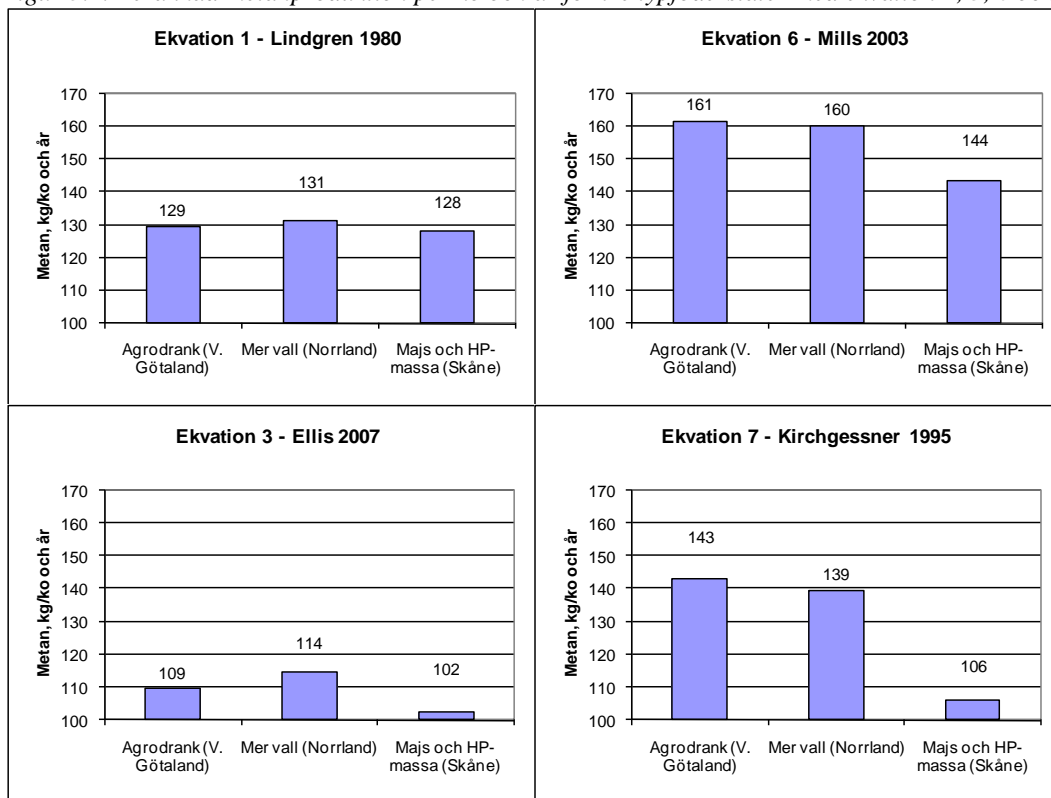
och HP-massa samt foderstaten med ärter och rapsprodukter gav minst spridning mellan ekvationerna.

Trots att ekvation 1 ger en väldigt liten variation utifrån foderstaternas sammansättning tycker vi att denna modell är den mest robusta modellen och som bäst uppfyller våra kriterier på en bra skattningsmodell. Det är lätt att ta fram indata och relativt lätt att utföra beräkningarna. Den är baserad på ett mycket stort och väl utvalt dataunderlag som kan jämföras med svenska förhållanden. Flera av de andra ekvationerna uppvisar större variation i metanproduktion, men pga svårigheten med indata till dessa modeller kan man inte göra någon riktig bedömning av dess förmåga att fånga in skillnader mellan olika foderstater. De första försök som gjorts i Sverige att verkligen mäta metanproduktionen från kor visade inga signifikanta skillnader mellan foderstater som innehöll 50, 70 eller 90 % grovfoder när korna utfodrades med vallensilage med högt energiinnehåll [11,5 MJ/kg ts] (Danielsson, 2009). Den genomsnittligt uppmätta nivån av metan låg ca 15 % under den som uppskattades med modell 1. De uppmätta värdena låg alltid under de som beräknades med modellen. Att använda denna modell verkar alltså inte innebära risk att undervärdera metanproduktionen från kor. Först när ett större antal mätningar gjorts med kor i olika laktationsstadier och varierande utfodring kan en mera underbyggd bedömning göras av om beräkningsmetoden behöver ändras.

5. Fallstudie av tre närproducerade foderstater

När ekvation 1 hade valts ut som den mest lämpade beräkningsmodellen, sammanställdes beräknad årlig metanemission enligt denna modell för de tre närproducerade foderstaterna A-C. Resultaten ses i figur 5.1.

Figur 5.1. Beräknad metanproduktion per ko och år för tre typfoderstater med ekvation 1, 3, 6 och 7.



Foderstaten med mycket vall av hög kvalitet (Alt B) fick enligt figur 5.1 något högre metanemission än foderstaten med Agrodrank (Alt A) respektive majs (Alt C). Skillnaderna var dock små. Som jämförelse visas även resultaten med ekvation 3, 6 och 7. Både ekvation 6 och ekvation 7 gav klart lägre metanproduktion för majsfoderstaten jämfört med agrodrank och foderstaten med mer vall. Ekvation 3 gav genomgående lägre värden vid beräkningarna än ekvation 1, och ekvation 6 och 7 utmärkte sig genom att genomgående ge högre värden än ekvation 1.

6. Fallstudie av foderstater i region Västra Götaland till livscykelanalys-studie

Materialet i denna rapport har även fungerat som underlag för miljösystemanalysdelen av forskningsprojektet (se delprojekt 3 i Förord). I denna del av projektet användes livscykelanalysmetodik för att beräkna och jämföra miljöeffekterna av de olika foderstaterna, både från foderproduktion och djur. Eftersom syftet med miljösystemanalysen var att utvärdera effekten av att byta en konventionell foderstat mot olika närproducerade foderstater valdes en enskild region ut, så att inte eventuella skillnader skulle kunna bero på gårdens lokalisering. Västra Götaland valdes ut, eftersom det är det län i Sverige som har flest mjölkkor (SCB, 2008), och det kan också anses vara representativt för stora delar av landet. Av liknande skäl valdes en enskild avkastningsnivå, 9000 kg ECM, så att inte skillnader i miljöeffekt från olika foderstater skulle kunna bero på avkastningsnivån.

Ett utgångsscenario, alternativ G, sattes upp och utgjordes av en vanlig enkel foderstat med ensilage, betför, spannmål och koncentrat beräknad för 9000 kg ECM. Sedan valdes fyra andra foderstater ut för att jämföras med utgångsläget, enligt tabell 6.1. Jämfört med de sex tidigare beskrivna foderstaterna (se avsnitt 4.3 - 4.4) var dessa foderstater något förenklade. Hö ersattes genom att öka mängden ensilage samt göra små justeringar på givorna av spannmål och koncentrat, eftersom säkra miljödata saknades för hö.

Foderstat H innehåller det nya fodermedlet Agrodrank. Foderstat I har en hög giva (14 kg ts) av ett högkvalitativt vallfoder. Foderstat J liknar mycket den sydsvenska foderstaten för Skåne (alt C), som beskrivs i avsnitt 4 (tabell 4.6; bilaga 1.5), men har lite mer vallfoder och lite mindre spannmål och koncentrat. Foderstat K är en foderstat utan koncentrat med klöverensilage och rapsprodukter. En sådan foderstat kan passa i ekologisk mjölkproduktion. Notera dock att odlingsdata till miljösystemanalysen även i detta alternativ avser konventionell odling. För detaljerade uppgifter om de olika foderstaterna hänvisas till bilaga 1.18 tom 1.22.

Tabell 6.1 Foderstatsscenarier för Västra Götaland, beräknade för 9000 kg ECM.

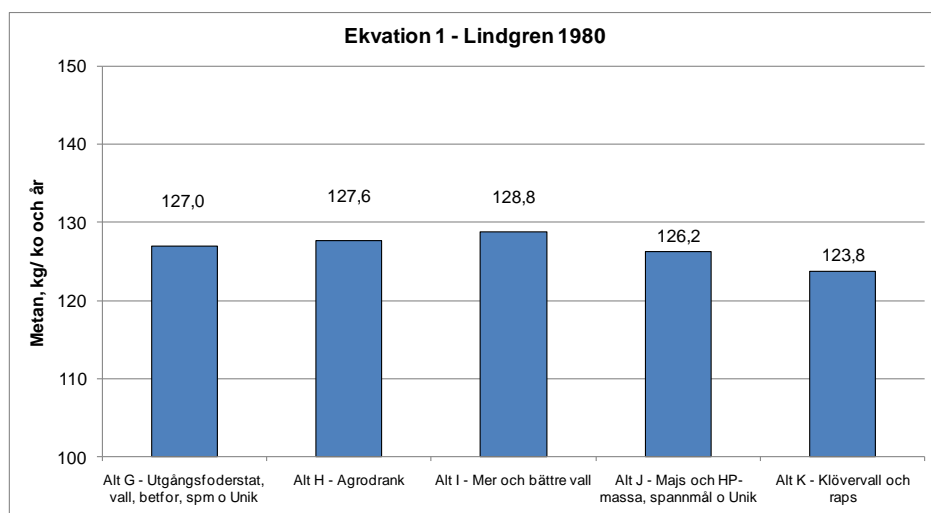
Foderstat	Innehåll	Foderdata
Alt G – Utgångsfoderstat (base case)	Ensilage, betför, spannmål, koncentrat	Bilaga 1.18
Alt H – Agrodrank	Ensilage, betför, agrodrank, spannmål, koncentrat	Bilaga 1.19
Alt I – Mer och bättre vall	Ensilage, spannmål, koncentrat	Bilaga 1.20
Alt J – Majs och HP-massa	Ensilage, HP-massa, majsensilage, sojamjöl, spannmål, koncentrat	Bilaga 1.21
Alt K – Klövervall, ärter och raps	Klöverensilage, HP-massa, värmebehandlat rapsmjöl, värmebehandlad rapskaka, ärter, spannmål	Bilaga 1.22

Tabell 6.2 Beräknad mängd metan enligt Lindgren 1980, för fem foderstatsscenarioer (9000 kg ECM) för Västra Götaland.

Foderstater	Metan enligt Lindgren kg/ko och år
Alt G – Utgångsfoderstat (base case)	127,0
Alt H – Agrodrank	127,6
Alt I – Mer och bättre vall	128,8
Alt J – Majs och HP-massa	126,2
Alt K – Klövervall, ärter och raps	123,8

Beräknad mängd metan per ko och år varierade från 123,8 kg för klöverfoderstaten till 128,8 för foderstaten med mer och bättre vall (figur 6.1 samt tabell 6.1). Att skillnaden i beräknad mängd metan blev så liten mellan foderstaterna beror i hög grad på valet av beräkningsmodell. Hade någon av de andra modellerna använts hade resultatet sannolikt varierat mer mellan alternativen.

Absolutnivån av metan per ko och år ligger strax under 130 kg. Detta kan jämföras med nivån som skulle ha blivit med IPCC:s beräkningsmetoder (IPCC, 2006). IPCC:s ena metod ”Tier 1” är en förenklad modell där ett standardvärde för metanemission används. Standardvärdet för mjölkkor är 100 kg metan per ko och år och baseras på en genomsnittlig mjölkproduktion om 4200 kg per ko och år. ”Tier2” är en mer komplex modell med landsspecifik information om husdjursproduktionen. Nötkreaturen delas upp i flera undergrupper som får egna emissionsfaktorer. Hänsyn tas till foderintag, antal djur och andel av foderenergin som omvandlas till metan. Beräkningarna baseras på nettoenergi. Vår utvalda beräkningsmodell Lindgren, 1980 är den nuvarande svenska tillämpningen av Tier2 för mjölkkor (Bertilsson, 2001).



Figur 6.1. Beräknad metanproduktion per ko och år för fem foderstatsscenarioer beräknade för Västra Götaland.

7. Diskussion och slutsatser

I detta arbete har sju olika ekvationer för att skatta kornas metanproduktion testats. Efter att ha räknat igenom hela underlaget med totalt 57 foderstater med alla ekvationer har några för- och nackdelar tydliggjorts för varje ekvation. För att göra en korrekt utvärdering av vilken ekvation som är bäst krävs dock ett helt annat underlag än det som använts i detta projekt. Då måste de skattade värdena jämföras med verkligt uppmätta värden från försök. Stor vikt måste då läggas vid valet av data att jämföra mot, eftersom djurmaterial och utfodringsförhållanden ofta skiljer sig åt mellan olika länder. Det bästa vore att jämföra med verkligt uppmätta värden från Sverige eller Norden. Under vintern 2008/09 påbörjades mätningar i Sverige med den s.k. spårgasmetoden (Danielsson, 2009). Även i Norge används denna metod. Endast preliminära resultat finns ännu tillgängliga. I Danmark har mätningar av metanemission från högvastande mjölkkor påbörjats under 2009. I många andra länder pågår också ett intensivt arbete med att hantera problematiken med växthusgaser från djurproduktionen. Inom något år kan vi förvänta oss ett helt annat underlag med nordiska data som kan användas till att skapa underbyggda modeller för beräkningar av djurens metanproduktion.

Ekvation 3 utmärker sig genom att ge en motsatt kurva jämfört med övriga ekvationer, d.v.s. högst metanproduktion i slutet av laktationen då grovfodergivan i regel är högst. I de kommande försöken blir det särskilt intressant att studera denna ekvations giltighet i praktiken. Fokus i det svenska metanförsöket är just metanemission vid utfodring med höga vallgivor.

En annan aspekt är att underlaget till detta arbete är relativt likformigt. Alla foderstaterna är med några få undantag beräknade för samma avkastning och har därför liten variation i foderintag, protein- och energinivåer. För att gå vidare med utvärdering av modellerna bör en känslighetsanalys göras, där man varierar olika indata-parametrar och ser vilket utslag i resultat man får. En sådan genomgång skulle öka kunskapen ytterligare om vilka foderstatsparametrar som är viktigast för beräknad metanproduktion för de olika modellerna. Vid en sådan analys skall underlaget uppvisa stor bredd i intervallet mellan lägsta och högsta indatavärden. Det foderstatsunderlag som använts i denna rapport ger ändå en god bild av vilka nivåer av kväve, fosfor och metan som kan förväntas med de fodermedel och utfodringsnivåer som är vanligt förekommande i Sverige.

Den första fallstudien i detta projekt visar att det med ekvation 1 blev mycket små skillnader i beräknad metanproduktion mellan de tre foderstaterna. Andra ekvationer gav större skillnader mellan olika foderstater, framförallt för majsfoderstaten, medan skillnaden mellan foderstaten med agrodrank och mer vall inte var lika stora. I dagsläget kan vi inte säga vilken ekvation som förmår skatta den förväntade metanemissionen närmast den verkliga. Vår bedömning är att det finns möjlighet att vidareutveckla ekvation 1 så att den bättre tar hänsyn till skillnader i foderstatens sammansättning.

Kunskapen om vilka utfodringsfaktorer som har betydelse för metanemissionen från våra mjölkkor finns, men att sammanväga detta till en enkel beräkningsmodell är långt ifrån enkelt. I detta arbete har vi tagit första steget mot att hitta en bra beräkningsmodell, men analysen behöver fördjupas och framförallt måste resultaten från det kommande svenska försöket med mätningar av metan inväntas och analyseras.

8. Referenser

- Bertilsson, 2001. Utvärdering av beräkningsmetodik för metanavgång från nötkreatur. Uppdrag åt Naturvårdsverket. Rapport. Inst. f husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Bertilsson, J., Cederberg, C., Emanuelson, M., Jonasson, L., Rosenqvist, H., Salomonsson, M. & Swensson, C. 2003. Närproducerat foder – möjligheter för och konsekvenser av en ökad användning av närproducerat foder till mjölkkor. Svensk Mjök. Branschintern rapport nr 1717-P.
- Danielsson, R. 2009. Metanproduktion hos mjölkkor utfodrade med hög andel grovfoder. Examensarbete 282, Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Ellis, J.L., Kebreab, E., Odongo, N.E., McBride, B.W., Okine, E.K. & France, J. 2007. Prediction of Methane production from dairy and beef cattle. *J. Dairy Sci.* 90: 3456-3467.
- Emanuelson, M., Cederberg, C., Bertilsson, J. & Rietz, H. 2006. Närodlat foder till mjölkkor – en kunskapsuppdatering. Svensk Mjök Forskning. Rapport nr 7059-P. 2006-04-10.
- IPCC, 2006. Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. In: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). The Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kirchgessner, M., Windish, W. & Muller, H.-L. 1995. Nutritional factors for the quantification of methane production. In: Engelhardt, W.V., Leonhard-Marek, S., Breves, G. & Giesecke, D. (eds.). *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Proceedings VIII International Symposium on Ruminant Physiology. Pp 333-348.
- Lindgren, E. 1980. Skattning av energiförluster i metan och urin hos idisslare. En litteraturstudie. Rapport 47. SLU. Avdelningen för husdjurens näringsfysiologi.
- Mills, J.A.N., Kebreab, E., Yates, C.M., Crompton, L.A., Camell, S.B., Dhanoa, M.S., Agnew, R.E. & France, J. 2003. Alternative approaches to predicting methane emissions from dairy cows. *J. Anim. Sci.* 81: 3141-3150.
- Naturvårdsverket. 2008. Sweden's National Inventory Report 2008. Naturvårdsverket.
- SCB, 2008. Husdjur i juni 2008. Statistiska centralbyrån, JO 20 SM 0802, Örebro.
- Spörndly, R. (red.). 2003. Fodertabell för idisslare 2003. Rapport 257. Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Volden, H. & Nes, S.K. 2007. Methane emission from enteric fermentation in Norway's cattle population. Department of Animal and Aquacultural Sciences. Norwegian University of Life Sciences.

Personliga meddelanden

Harald Volden, TINE Rådgiving, 2008-06-20.

9. Bilagor

Bilaga 1.1. Näringsinnehåll i råvaror till kraftfoder samt övriga fodermedel utom vallensilage

Bilaga 1.2. Näringsinnehåll för vallensilage som använts i beräkningarna.

Bilaga 1.3 tom 1.17. Foderstatsexempel från det underlag som använts för beräkningarna.

Bilaga 1.18 tom 1.22. Foderstatsscenarier beräknade för Västra Götaland (9000 kg ECM).

Bilaga 1.1. Näringsinnehåll i råvaror till kraftfoder samt övriga fodermedel förutom vallensilage

	Betfor	HP-massa*	Majs- ensilage *	Hö	Halm	Spannmål*	Agrodrank	Sojamjöl obeh.	Rapsmjöl obeh.	Expromjöl	Exprokaka	Ärter
Oms energi MJ/kg ts	12,5	12,8	11,0	10,3	6,6	13,1	13,6	14,6	12,4	12,1	15,5	13,9
Råprotein g/kg ts	111	108	91	140	40	123	310	510	340	384	339	239
EPD % av rp	69	61	67	80	60	78	70	64	72	35	40	80
AAT g/kg ts	97	100	82	70	46	94	107	182	112	220	171	98
PBV g/kg ts	-56	-69	-55	20	-54	-30	166	261	231	75	87	80
Stärkelse g/kg ts	0	0	223	0	0	560	0	0	13	90	0	550
NDF g/kg ts	334	445	496	560	750	246	270	95	243	100	311	100
EFD	72	74	31	50	25	53	49	72	47	46	39	46
Råfett g/kg ts	0	0	22	20	20	30	63	10	45	67	169	70
ADF g/kg ts	126	126	367	399	494	47	210	62	143	168	168	55
NFE g/kg ts	660	635	612	811	409	761	482	350	355	315	315	646
Växtråd g/kg ts	120	176	231	330	436	62	95	60	123	103	103	78
Ca g/kg ts	9,5	8,8	2,4	5,7	3,3	0,4	2,6	3,2	7,9	8	7,5	0,8
P g/kg ts	0,7	0,8	2,3	2,7	1,1	4,0	10,3	7,2	14,4	13,4	12,4	4,3
Aska, g/kg ts	86	86	44	59	59	28	50	70	77	79	62	33

* Andra näringsvärden har använts i några foderstater för dessa fodermedel, se Bilagor.

Bilaga 1.3. Alternativ A. Foderstat med Agrodrank beräknad för Västra Götaland

Avkastning, kg ECM:	8998			Grf % : 55												
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin				
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0				
kg betfor	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0				
kg ts ens	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4				
kg hö	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
kg spm	6,2	6,5	6,1	6	6,5	4,5	4	1,5	1,5	1	0,6	1				
Unik 52	5,5	5,8	5,5	4,8	4,5	3,9	3,3	3	1,5	0,8	0,4	0,4				
kg Agrodrank	2	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0				
kg mineralfoder																
Tot kg ts	23,6	24,1	23,5	21,9	22,0	19,8	17,4	15,0	13,7	12,6	6,6	8,9				
MJ/kg ts	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0	11,9	11,8	11,6	11,4	11,2	10,9	10,9				
AAT/MJ	8,0	8,1	8,0	7,9	7,9	7,8	7,8	7,8	7,4	7,1	7,0	6,9				
PBV, g	467	473	470	492	466	491	456	507	441	423	116	146				
% MJ	106	106	106	102	107	107	107	106	105	106	108	128				
% AAT	112	113	112	106	111	111	109	109	102	100	100	118				
% rp	18	18	18	18	18	18	18	18	17	17	15	14				
% grf	45	44	45	46	46	51	56	65	71	77	87	86	55%			
% stärkelse	13,6	14,0	13,4	14,1	15,1	11,8	11,8	5,6	5,7	4,1	4,6	5,6				
% Köp	28	29	29	24	22	22	17	18	10	6	5	4				
NDF, kg/dag	9,40	9,54	9,38	8,87	8,90	8,31	7,62	7,01	6,61	6,32	3,48	4,71				
% Ca	110	111	110	102	105	108	105	111	103	107	118	157				
% P	103	103	102	101	106	105	105	103	100	104	89	119				
ADF % av ts	22,1	21,8	22,2	22,8	22,5	24,3	25,7	28,9	30,1	31,7	33,5	32,9				
Totalt under året	Kvantitet					ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf		
ECM	8998							/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%		
kg betfor	275				0,91			12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50		
kg ts ens	2745				1			10,6	70	20	141	6	2,7	100		
kg hö	732				0,85			10,3	70	20	140	5,7	2,7	100		
kg spm	1385				0,87			12,6	89	-30	123	2,6	4	0		
Unik 52	1202				0,89			14	157	50	290	11,2	5,6	0		
kg Agrodrank	549				0,88			13,6	107	166	310	2,6	10,3	0		
kg mineralfoder	0				1							132	138	0		
Total kg ts	6374															
								Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,67					Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 499	
														Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	70	
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad							Antal dagar per månad	30								
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år			
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62				
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55				
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61				
Faktisk MJ	285	293	284	263	265	236	205	174	155	141	71	97				
L	4,6	4,7	4,6	4,2	4,3	3,8	3,3	2,8	2,5	2,3	1,2	1,6				
CH4% DE	7,2	7,0	7,2	7,7	7,6	8,3	9,0	9,7	10,1	10,4	12,0	11,4				
omsb.h. %	89,5	89,9	89,5	88,6	88,7	87,2	85,8	84,1	83,2	82,4	79,5	80,6				
DE (MJ)	318,8	325,5	317,8	297,2	298,7	270,0	239,1	207,1	186,7	171,2	89,9	120,4				
CH4 (MJ)	22,9	22,9	22,9	22,8	22,8	22,4	21,5	20,1	18,9	17,9	10,8	13,8			7192	
CH4 (Kg)	0,412	0,411	0,412	0,410	0,410	0,403	0,386	0,361	0,340	0,321	0,194	0,247			129,2	

Bilaga 1.4. Alternativ B. Foderstat med mer och bättre vall beräknad för Norrland

Avkastning, kg ECM:	8998		Grf % : 60										
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg betför	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	9	9	9	9	10	10	10,5	10,5	10	10	6	6	
kg hö	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	2	3	
kg spm	7,7	8	7,7	7,5	5,7	4,2	3,2	2	1	0,7	0,5	0,9	
Unik 52	5,5	5,7	5,5	4,9	4,7	4,1	3,3	2,2	2	1,3	0	0,4	
Solid 120													
kg mineralfoder													
Tot kg ts	22,8	23,2	22,8	22,1	21,4	19,1	16,6	14,6	13,1	12,2	8,1	9,7	
MJ/kg ts	12,5	12,5	12,5	12,4	12,3	12,2	12,1	11,9	11,8	11,7	11,2	11,3	
AAT/MJ	8,1	8,1	8,1	8,0	8,0	7,9	7,8	7,6	7,6	7,4	6,9	7,1	
PBV, g	141	142	141	119	177	215	270	252	260	236	93	94	
% MJ	106	106	106	106	106	106	105	106	105	107	138	144	
% AAT	112	112	112	112	112	111	108	106	105	104	126	136	
% rp	17	17	17	17	17	17	17	16	17	16	14	14	
% grf	46	45	46	48	54	59	66	75	80	86	95	88	
% stärkelse	17,3	17,6	17,3	17,3	13,7	11,5	10,0	7,2	4,2	3,2	3,0	4,7	
% Köp	42	43	42	41	38	33	26	19	17	12	3	8	
NDF, g/dag	8,53	8,65	8,53	8,33	8,39	7,76	7,05	6,50	5,98	5,73	4,06	4,73	
% Ca	121	120	121	120	127	130	129	133	136	145	178	208	
% P	89	89	89	88	86	86	85	82	79	82	102	128	
ADF% av ts	18,3	18,1	18,3	18,4	19,9	21,2	22,5	24,2	25,5	26,4	29,5	29,0	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betför	259				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	3325				1		11,4	78	20	149	8	2,7	100
kg hö	397				0,85		10,1	71	-8	114	5,7	2,7	100
kg spm	1498				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	1208				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	6275						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,69		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 256		
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	69		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad													
Lakt,mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	285	290	285	275	263	233	202	174	155	142	91	109	
L	4,6	4,7	4,6	4,4	4,2	3,8	3,3	2,8	2,5	2,3	1,5	1,8	
CH4% DE	7,2	7,1	7,2	7,4	7,7	8,4	9,1	9,7	10,1	10,4	11,6	11,2	
omsb.h. %	89,6	89,9	89,6	89,2	88,4	87,0	85,4	83,9	82,9	82,2	80,1	81,1	
DE (MJ)	317,4	323,0	317,4	308,0	297,6	267,9	236,1	207,5	186,5	173,3	114,0	135,0	
CH4 (MJ)	22,9	22,8	22,9	22,9	22,9	22,4	21,4	20,1	18,9	18,0	13,2	15,1	7305
CH4 (Kg)	0,411	0,410	0,411	0,411	0,411	0,403	0,385	0,362	0,340	0,324	0,237	0,271	131,3

Bilaga 1.6. Alternativ D. Foderstat för Mellansverige beräknad för hög avkastning (11 000 kg ECM)

Avkastning, kg ECM:	11011		Grf % : 47										
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	45	47	45	42	40	37	33	28	24	20	0	0	
kg betför	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	5	5	
kg hö	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2,5	
kg spm	9	9	9	9	9	8,5	8,5	8	6	5,5	0,3	1	
Unik 52	8,5	9	8,5	7,5	7	5,5	4,5	2,5	2	1	0	0,4	
Solid 120											0	0	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	26,1	26,5	26,1	25,2	24,7	23,1	21,3	19,0	16,9	16,4	7,8	8,4	
MJ/kg ts	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,2	12,1	11,9	11,7	11,5	10,6	10,9	
AAT/MJ	8,4	8,4	8,4	8,3	8,2	8,0	7,8	7,5	7,4	7,1	6,7	7,0	
PBV, g	218	241	218	174	152	169	175	99	129	115	143	134	
% MJ	106	104	106	107	110	107	107	106	104	107	117	113	
% AAT	116	115	116	117	118	112	110	105	101	100	103	105	
% rp	18	18	18	17	17	17	16	15	15	14	14	15	
% grf	37	37	37	39	39	45	46	52	58	65	97	85	
% stärkelse	17,9	17,7	17,9	18,4	18,7	18,8	20,2	20,9	17,7	16,6	1,9	6,0	
% Köp	36	37	36	34	33	25	19	12	11	5	0	4	
NDF, kg/dag	9,84	9,97	9,84	9,58	9,44	9,21	8,64	8,01	7,45	7,55	4,36	4,37	
% Ca	117	116	117	116	117	110	103	96	97	101	137	147	
% P	96	95	96	96	97	95	97	92	88	91	97	112	
ADF% av ts	19,4	19,3	19,4	19,5	19,5	21,0	21,6	22,4	24,4	26,2	36,2	32,9	
Totalt under året	Kvantitet					ts-halt	MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	11011						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betför	336				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	2898				1		10,6	70	20	141	6	2,7	100
kg hö	503				0,85		10,3	70	20	140	5,7	2,7	100
kg spm	2525				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	1720				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	7359						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,00			Mjök - Foder, Kr/ko per år:	0	
											Mjök - Foder, Kr/ko och dag:	0	
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad							Antal dagar per månad	30					
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	287	297	287	272	262	247	227	202	182	162	62	62	
Korr behov	305	316	305	288	277	261	238	211	188	166	55	55	
Överutf	335	348	335	317	305	287	262	232	207	183	61	61	
Faktisk MJ	325	331	325	312	306	281	257	226	197	188	83	91	
L	5,2	5,3	5,2	5,0	4,9	4,5	4,1	3,7	3,2	3,0	1,3	1,5	
CH4% DE	6,3	6,2	6,3	6,6	6,7	7,3	7,8	8,5	9,2	9,4	11,8	11,6	
omsb.h. %	91,5	91,8	91,5	91,0	90,8	89,6	88,6	87,3	85,8	85,3	79,6	80,4	
DE (MJ)	354,9	360,7	354,9	343,1	337,2	313,5	290,1	259,4	230,0	220,5	103,8	113,5	
CH4 (MJ)	22,3	22,2	22,3	22,6	22,7	22,8	22,7	22,1	21,1	20,7	12,2	13,1	7406
CH4 (Kg)	0,402	0,399	0,402	0,406	0,407	0,411	0,408	0,397	0,379	0,372	0,219	0,236	133,1

Bilaga 1.7. Alt E. Foderstat med färdigfoder beräknad för hög avkastning

Alt E - Foderstat med färdigfoder beräknad för 11 000 kg ECM													
Avkastning, kg ECM:	11011			Grf % : 47									
Lakt.mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	45	47	45	42	40	37	33	28	24	20	0	0	
kg betfor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	5	5	
kg hö	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2,5	
kg spm													
Unik 52													
Solid 120	19	20	19	17,5	16,5	14,5	12	9,5	7,5	6	0	0	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	25,6	26,5	25,6	24,3	23,4	22,6	20,4	18,2	16,5	16,0	7,6	7,1	
MJ/kg ts	12,3	12,3	12,3	12,2	12,2	12,1	11,9	11,8	11,6	11,4	10,5	10,5	
AAT/MJ	8,3	8,3	8,3	8,3	8,2	8,1	8,0	7,9	7,7	7,5	6,7	6,7	
PBV, g	478	494	478	454	438	427	387	347	316	309	151	143	
% MJ	102	102	102	102	102	104	101	101	100	103	113	93	
% AAT	112	112	112	111	111	111	106	104	102	103	99	83	
% rp	18	18	18	18	18	18	17	17	17	16	14	14	
% grf	35	33	35	36	38	44	48	54	60	67	100	100	
% stärkelse	18,6	18,9	18,6	18,0	17,6	16,0	14,7	13,0	11,4	9,4	-	-	
% Köp	65	67	65	64	62	56	52	46	40	33	0	0	
NDF, kg/dag	9,54	9,78	9,54	9,19	8,95	9,05	8,46	7,87	7,40	7,52	4,29	4,06	
% Ca	124	125	124	124	123	125	121	119	117	125	135	128	
% P	106	107	106	105	104	103	99	96	92	96	93	87	
P % av ts	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,39	0,38	0,37	0,35	0,27	0,27	
ADF % av ts	22,2	22,0	22,2	22,6	22,9	24,1	25,1	26,4	27,7	29,4	37,3	37,2	
Totalt under året	Kvantitet					ts-halt	MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	11011					/kg ts	/kg ts	/kg ts	/kg ts	/kg ts	/kg ts	/kg ts	%
kg betfor	0				0,91	12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50	
kg ts ens	2898				1	10,6	70	20	141	6	2,7	100	
kg hö	503				0,85	10,3	70	20	140	5,7	2,7	100	
kg spm	0				0,87	13,1	94	-30	123	2,6	4	0	
Unik 52	0				0,89	14	157	50	290	11,2	5,6	0	
Solid 120	4316				0,88	13,2	119	18	202	8	5,1	0	
kg mineralfoder	0				1					132	138	0	
Total kg ts	7123						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,00		Mjök - Foder, Kr/ko per år:	0		
										Mjök - Foder, Kr/ko och dag:	0		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad													
Lakt.mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	287	297	287	272	262	247	227	202	182	162	62	62	
Korr behov	305	316	305	288	277	261	238	211	188	166	55	55	
Överut	335	348	335	317	305	287	262	232	207	183	61	61	
Faktisk MJ	314	326	314	297	285	273	244	215	191	183	79	75	
L	5,1	5,3	5,1	4,8	4,6	4,4	3,9	3,5	3,1	2,9	1,3	1,2	
CH4% DE	6,5	6,3	6,5	6,9	7,2	7,5	8,1	8,8	9,3	9,5	11,8	11,9	
oms.b.h. %	91,1	91,7	91,1	90,4	89,8	89,1	87,8	86,4	85,3	84,7	79,3	79,2	
DE (MJ)	344,8	355,6	344,8	328,5	317,5	305,8	277,4	248,2	224,3	215,7	99,9	94,6	
CH4 (MJ)	22,5	22,3	22,5	22,8	22,8	22,9	22,6	21,8	20,9	20,5	11,8	11,3	7340
CH4 (Kg)	0,405	0,401	0,405	0,409	0,410	0,411	0,405	0,392	0,375	0,368	0,213	0,203	131,9

Bilaga 1.8. Alternativ F - Foderstat, med ärter och rapsprodukter (10 000 kg ECM)

Avkastning, kg ECM:	10004			Grf% : 57										
Lakt. mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin		
ECM	40	45	45	40	38	35	30	25	17	13	0	0		
kg ts HP-m	3	4	4	3	3	2	2	0	0	0	0	1		
kg ts ens	8	8	8	8	8	8	8	10	10	8	5	5		
kg ts majsen.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
beh rapsmj.	0,7	1	1	0,7	0,5	0,5	1	0	0	0	0	0		
kg spm	6	7	7	6	5,3	5,2	4,3	4,1	2	1,9	0,5	1		
kg ärter	4	4	4	4	4	4	3	2	1	1	0,5	0,8		
beh rapskaka	2	2,1	2,1	2	2	1,8	1	1	0,5	0,5	0	0		
g mineralf	75	100	100	80	70	55	105	50	65	55	15	10		
Tot kg ts	22,2	24,5	24,5	22,2	21,4	20,1	18,2	16,3	13,1	11,0	5,9	7,6		
MJ/kg ts	12,0	11,9	11,9	12,0	12,1	12,0	11,4	11,7	11,3	11,4	11,0	11,4		
AAT/MJ	8,2	8,4	8,4	8,2	8,0	8,0	8,3	7,1	6,9	7,0	6,7	7,1		
PBV, g	189	93	93	189	194	279	203	311	257	219	121	29		
% MJ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	122	163		
% AAT	104	106	106	104	104	103	104	94	92	92	107	151		
% Rp	17	17	17	17	17	17	17	16	15	15	15	14		
% grf	50	49	49	50	51	50	55	62	76	73	85	79		
% stärkelse	21,8	21,9	21,9	21,8	21,0	22,1	19,6	18,0	11,0	12,6	8,1	11,4		
efd, % ts	18,1	18,1	18,1	18,1	18,3	18,0	18,7	20,2	22,4	21,8	23,6	22,9		
NDF, kg ts/dag	7,7	8,4	8,4	7,7	7,6	7,1	6,7	6,8	6,1	5,0	2,9	3,4		
% Ca	80	82	82	80	81	78	85	86	100	95	101	125		
% P	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	101		
ADF % av ts	18,6	17,8	17,8	18,6	19,0	19,4	20,7	24,8	29,2	28,1	31,5	26,5		
Totalt under året	Kvantitet			ts-halt			MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf	
ECM	10004						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%	
kg ts HP-m	671			1			12,3	110	-99	91	7	1	100	
kg ts ens	2867			1			10,6	70	20	141	6	2,7	100	
kg ts majsen.	0			1			9,9	73	-39	97	3,6	2,4	60	
beh rapsmj.	164,7			0,9			12,1	220	75	384	8	13,4	0	
kg spm	1534,15			0,87			13,1	94	-30	123	2,6	4	0	
kg ärter	985			0,85			13,9	98	80	239	0,8	4,3	0	
beh rapskaka	458			0,94			15,5	171	87	339	7,5	12,4	0	
kg mineralfoder	24			1							132	138	0	
Total kg ts	6164			Foderkostnad, Kr/kg ECM:			0,83	Mjolk - Foder, Kr/ko per år:				21 554		
								Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:				59		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad													Antal dagar per månad	30
Lakt.mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år	
Behov	262	287	287	262	252	237	212	187	147	127	62	62		
Korr behov	277	305	305	277	266	249	222	194	150	127	55	55		
Överutf	305	335	335	305	293	274	244	213	165	140	61	61		
Faktisk MJ	266	292	292	266	259	242	208	191	148	126	65	86		
L	4,3	4,7	4,7	4,3	4,2	3,9	3,4	3,1	2,4	2,0	1,0	1,4		
CH4% DE	7,6	7,0	7,0	7,6	7,8	8,2	8,9	9,3	10,3	10,8	12,2	11,7		
omsb.h. %	88,8	89,8	89,8	88,8	88,4	87,7	86,2	85,3	83,0	82,2	79,3	80,6		
DE (MJ)	300,3	324,6	324,6	300,3	292,6	276,1	241,9	223,8	178,1	152,7	81,5	107,0		
CH4 (MJ)	22,86	22,9	22,9	22,9	22,8	22,5	21,6	20,9	18,3	16,5	9,9	12,5	7094	
CH4 (Kg)	0,411	0,411	0,411	0,411	0,410	0,405	0,388	0,375	0,329	0,296	0,178	0,225	127,5	

Bilaga 1.9. Exempel på typfoderstat, Norrland Agrodrank

Ävkastning, kg ECM:	8998		Grf % : 54										
Lakt.mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg betfor	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	8	8	8	8	9	9	9,5	9,5	9	8	6	6	
kg hö	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	2	
kg spm	7,1	7,5	7,1	7	5	4,2	3,3	2,5	2	2	0,5	0,9	
kg Unik 52	5,1	5,2	5,1	4,5	4,4	3,7	3,5	2,4	1,6	1,1	0	0,4	
kg Agrodrank	2	2	2	2	2	2	1,5	1	1	1	0	0	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	23,1	23,6	23,1	22,5	21,7	19,5	17,2	15,1	13,5	12,0	7,3	8,8	
MJ/kg ts	12,4	12,4	12,4	12,3	12,2	12,1	12,0	11,7	11,6	11,6	10,9	11,0	
AAT/MJ	8,0	8,0	8,0	7,9	7,9	7,8	7,8	7,6	7,4	7,3	6,7	7,0	
PBV, g	441	435	441	417	492	532	542	441	405	355	142	143	
% MJ	106	106	106	107	107	107	107	108	106	105	120	128	
% AAT	112	112	112	112	111	110	110	107	103	100	105	118	
% rp	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17	14	15	
% grf	42	41	42	43	50	53	58	66	70	70	94	87	
% stärkelse	15,7	16,2	15,7	15,8	11,9	11,2	10,0	8,6	7,6	8,4	3,3	5,1	
% Köp	41	41	41	39	36	31	26	21	17	15	3	8	
NDF, kg/dag	8,80	8,91	8,80	8,62	8,72	8,06	7,42	6,84	6,25	5,57	3,87	4,53	
% Ca	117	116	117	117	124	123	127	130	126	126	164	193	
% P	101	101	101	102	100	103	103	97	94	97	92	118	
ADF % av ts	19,0	18,8	19,0	19,1	20,8	21,9	23,0	24,4	25,2	25,1	29,9	29,3	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betfor	336				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	2989				1		10,8	71	27	149	8	2,7	100
kg hö	336				0,85		10,1	71	-8	114	5,7	2,7	100
kg spm	1498				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0
kg Unik 52	1129				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
kg Agrodrank	503				0,88		13,6	107	166	310	2,6	10,3	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	6330												
							Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,65		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 627		
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	70		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad	Antal dagar per månad						30						
Lakt.mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	286	292	286	278	264	235	206	177	156	139	79	79	
L	4,6	4,7	4,6	4,5	4,3	3,8	3,3	2,9	2,5	2,2	1,3	1,6	
CH4% DE	7,2	7,0	7,2	7,4	7,7	8,3	9,0	9,6	10,1	10,5	11,8	11,4	
onsb.h. %	89,7	90,0	89,7	89,4	88,5	87,1	85,7	84,3	83,3	82,6	79,6	80,6	
DE (MJ)	319,0	324,4	319,0	310,6	298,7	269,8	240,5	210,3	187,5	168,4	99,4	120,7	
CH4 (MJ)	22,9	22,8	22,9	22,9	22,9	22,5	21,6	20,2	18,9	17,7	11,8	13,8	7224
CH4 (Kg)	0,411	0,410	0,411	0,411	0,411	0,404	0,388	0,364	0,340	0,317	0,212	0,248	129,8

Bilaga 1.10. Exempel på typfoderstat, Skåne agrodrank

Avkastning, kg ECM:	8998			Grf % : 56									
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg ts HP-m	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	0	
kg ts ens	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	4	
kg halm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	2,5	2,5	
kg spm	6,1	6,5	6	6,5	5,3	3,5	3	2,5	1,5	0,7	1	1	
Unik 52	6	6	6	4,5	4,5	4	2	2,8	2,4	2	0,5	1	
kg Agrodrank	2	2	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	0	0	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	23,3	23,7	23,2	22,3	21,3	19,3	17,1	14,8	13,6	12,6	7,4	7,9	
MJ/kg ts	12,3	12,3	12,3	12,2	12,1	12,0	11,8	11,6	11,4	11,2	10,0	10,2	
AAT/MJ	8,3	8,3	8,3	8,1	8,1	8,1	7,8	7,8	7,7	7,6	7,1	7,5	
PBV, g	290	279	292	212	244	268	192	393	401	404	-39	-16	
% MJ	106	106	106	105	105	106	105	105	105	106	112	106	
% AAT	116	115	116	112	112	113	108	107	107	107	106	105	
% rp	18	18	18	17	17	17	16	17	17	17	12	13	
% grf	47	46	47	49	51	57	64	60	65	70	82	78	
% stärkelse	13,6	14,2	13,4	14,9	12,8	9,5	9,0	8,8	6,0	3,3	6,8	6,6	
% Köp	34	33	34	29	31	31	25	17	16	14	6	11	
NDF, g/dag	9,19	9,28	9,17	8,88	8,63	8,11	7,47	6,85	6,53	6,26	4,23	4,36	
% Ca	108	107	108	101	103	107	100	103	106	113	116	131	
% P	102	101	101	99	98	98	94	101	101	107	87	98	
ADF % av ts	20,8	20,6	20,9	20,8	21,6	23,1	24,3	27,0	28,7	30,4	32,3	31,4	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg ts HP-m	534				1		12,3	110	-99	91	7	1	100
kg ts ens	2684				1		10,6	70	20	141	6	2,7	100
kg halm	351				0,85		6,6	46	-54	40	3,3	1,1	100
kg spm	1330				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	1272				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
kg Agrodrank	564				0,88		13,6	107	166	310	2,6	10,3	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	6301						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,58		Mjölk - Foder, Kr/ko per år:	26 287		
										Mjölk - Foder, Kr/ko och dag:	72		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad	Antal dagar per månad												
Laktmån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	287	291	285	272	259	232	201	172	155	141	74	80	
L	4,6	4,7	4,6	4,4	4,2	3,7	3,2	2,8	2,5	2,3	1,2	1,3	
CH4% DE	7,2	7,1	7,2	7,5	7,8	8,4	9,1	9,8	10,1	10,4	12,0	11,8	
omsb.h. %	89,5	89,8	89,5	89,0	88,3	86,9	85,6	84,3	83,4	82,6	80,3	80,6	
DE (MJ)	320,1	324,3	319,0	306,1	293,0	266,9	235,4	203,6	186,2	171,0	92,2	99,6	
CH4 (MJ)	22,9	22,9	22,9	22,9	22,8	22,4	21,4	19,9	18,8	17,8	11,0	11,8	7126
CH4 (Kg)	0,412	0,411	0,412	0,411	0,410	0,402	0,384	0,357	0,339	0,321	0,198	0,211	128,1

Bilaga 1.11. Exempel på typfoderstat, Skåne majs och bättre vallensilage

Avkastning, kg ECM:	8998		Grf % : 45										
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg ts HP-m	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	
kgts vallens	5	5	5	5	5	5	8	8	8	8	5	6	
kg sojam.	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kg ts majs.	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	
kg spm	7,5	8	7,7	8	7,2	5,5	6	4,3	3,8	3	1	1	
Unik 52	6	6	7	6	5,8	5	3,8	3	2	1,5	0,5	1	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	22,3	22,7	22,4	21,8	20,9	18,7	16,6	14,4	13,1	11,9	6,3	7,8	
MJ/kg ts	12,4	12,4	12,4	12,3	12,3	12,2	12,3	12,1	11,9	11,8	11,5	11,6	
AAT/MJ	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4	8,4	8,0	8,0	7,7	7,6	7,4	7,6	
PBV, g	117	104	95	43	55	63	413	421	390	388	246	318	
% MJ	102	102	103	104	104	104	106	106	106	106	110	118	
% AAT	115	115	116	115	115	115	112	111	108	106	107	120	
% rp	18	18	18	17	17	17	19	19	18	18	18	19	
% grf	45	44	42	44	45	51	48	56	61	67	79	77	
% stärkelse	20,3	21,0	20,8	21,9	20,9	18,8	18,4	15,2	14,7	12,7	8,0	6,7	
% Köp	24	23	28	24	25	24	20	19	14	11	7	11	
NDF, kg/dag	8,14	8,25	8,23	8,03	7,80	7,23	6,58	6,01	5,64	5,33	3,03	3,70	
% Ca	99	98	103	100	101	102	101	103	99	104	113	146	
% P	89	89	91	90	90	87	92	89	85	87	89	112	
ADF % av ts	17,8	17,6	18,0	17,9	18,4	19,5	18,5	20,0	20,8	21,9	24,3	24,4	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg ts HP-m	305				1		12,3	110	-99	91	7	1	100
kgts vallens	1601				1		11	77	50	185	6	2,7	100
kg sojam.	31				0,85		14,6	182	261	510	3,2	7,2	0
kg ts majs.	549				1		9,9	73	-39	97	3,6	2,4	100
kg spm	1922				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	1452				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	5445						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,54		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:		26 638	
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:		73	
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad	Antal dagar per månad						30						
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	276	281	278	269	257	228	204	174	156	141	73	90	
L	4,4	4,5	4,5	4,3	4,2	3,7	3,3	2,8	2,5	2,3	1,2	1,4	
CH4% DE	7,4	7,3	7,3	7,6	7,8	8,5	9,0	9,7	10,1	10,4	12,0	11,6	
omsb.h. %	89,2	89,4	89,4	89,0	88,5	87,1	85,9	84,4	83,4	82,6	79,2	79,9	
DE (MJ)	309,3	314,6	311,2	302,2	291,0	262,1	237,2	206,7	187,2	170,6	91,7	112,5	
CH4 (MJ)	22,9	22,9	22,9	22,8	22,7	22,2	21,4	20,0	18,9	17,8	11,0	13,0	7160
CH4 (Kg)	0,411	0,411	0,411	0,410	0,409	0,399	0,385	0,360	0,340	0,320	0,198	0,234	128,7

Bilaga 1.12. Exempel på typfoderstat, Skåne mer och bättre vallensilage

Avkastning, kg ECM:	8998			Grf % : 61											
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin			
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0			
kg ts HP-m	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	0			
kg ts ens	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4			
kg halm	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	2,5	2,5			
kg spm	5	6,5	6,5	6	5,4	4,5	3	2,9	2,3	1,5	1	1			
Unik 52	7	7	6	5,5	5	3,5	3	2,9	2	1,5	0,5	1			
Solid 120											0	0			
kg mineralfoder															
Tot kg ts	22,5	23,8	22,9	22,0	21,1	19,0	17,2	15,0	13,6	12,5	7,4	7,9			
MJ/kg ts	12,3	12,3	12,3	12,2	12,2	12,0	11,9	11,6	11,4	11,2	10,2	10,4			
AAT/MJ	8,6	8,5	8,4	8,3	8,3	8,1	8,1	7,9	7,7	7,6	7,4	7,7			
PBV, g	91	51	7	-2	-9	-52	-35	187	163	162	-39	-16			
% MJ	103	107	104	104	104	104	106	106	106	105	115	108			
% AAT	116	119	115	114	113	111	113	110	107	105	111	110			
% rp	18	18	17	17	17	16	16	17	16	16	13	14			
% grf	53	50	52	54	57	63	69	66	72	79	82	78			61%
% stärkelse	11,9	14,3	14,7	14,1	13,3	12,2	9,1	10,1	8,7	6,3	6,8	6,6			
% Köp	39	37	34	34	33	30	30	17	13	11	6	11			
NDF, kg/dag	9,02	9,35	9,08	8,84	8,58	7,99	7,54	6,88	6,52	6,22	4,10	4,23			
% Ca	115	115	110	109	109	106	112	109	106	113	116	131			
% P	86	90	87	85	84	79	79	86	82	84	87	98			
ADF % av ts	19,1	18,3	18,4	18,7	19,1	19,9	21,2	23,3	24,4	25,8	28,5	27,8			
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf		
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%		
kg ts HP-m	534				1		12,3	110	-99	91	7	1	100		
kg ts ens	2989				1		11	77	20	160	6	2,7	100		
kg halm	350,75				0,85		6,6	46	-54	40	3,3	1,1	100		
kg spm	1391				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0		
Unik 52	1369				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0		
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0		
kg mineralfoder	0				1						132	138	0		
Total kg ts	6250						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,62			Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 883			
											Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	71			
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad							Antal dagar per månad						30		
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år		
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62			
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55			
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61			
Faktisk MJ	277	294	281	269	256	227	204	174	156	140	76	82			
L	4,5	4,7	4,5	4,3	4,1	3,7	3,3	2,8	2,5	2,3	1,2	1,3			
CH4% DE	7,4	7,0	7,3	7,5	7,8	8,5	9,0	9,7	10,1	10,5	11,9	11,8			
omsb.h. %	88,8	89,7	89,2	88,6	88,0	86,7	85,4	84,2	83,3	82,4	80,2	80,5			
DE (MJ)	311,6	327,6	315,5	304,0	291,3	262,4	238,9	206,4	187,0	170,4	94,3	101,7			
CH4 (MJ)	23,0	22,9	23,0	22,9	22,8	22,3	21,6	20,0	18,9	17,8	11,2	12,0			7154
CH4 (Kg)	0,413	0,412	0,413	0,412	0,410	0,401	0,387	0,360	0,340	0,320	0,202	0,215			128,6

Bilaga 1.13. Exempel på typfoderstat, Svealand mer och bättre vallensilage

Mellansverige, utgångsalternativ med medel vallensilage + inköpt kraftfoder													
Avkastning, kg ECM:	8998			Grf % : 59									
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg betfor	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	4	4	
kg hö	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2,5	
kg spm	7,2	7,5	7,5	7	6,7	4,5	3,6	2,3	1,5	0,6	0,3	1	
Unik 52	5,8	6	5,6	5,3	4,5	4,3	3,5	2,5	1,7	1,5	0,5	0,4	
Solid 120											0	0	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	23,1	23,5	23,2	22,5	21,5	19,5	17,1	15,1	13,7	12,7	6,4	7,4	
MJ/kg ts	12,3	12,4	12,3	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,5	11,4	11,1	11,2	
AAT/MJ	8,0	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7	7,6	7,4	7,1	7,1	6,9	6,9	
PBV, g	165	166	149	148	120	240	279	268	254	268	128	114	
% MJ	106	106	106	107	106	107	106	107	107	108	108	108	
% AAT	111	111	110	111	109	109	106	104	100	101	99	99	
% rp	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16	15	
% grf	47	46	46	48	50	58	63	72	79	85	89	83	
% stärkelse	16,0	16,4	16,6	16,0	15,9	12,0	11,0	8,0	5,8	2,7	2,5	6,8	
% Köp	30	30	29	29	27	24	18	15	11	11	7	5	
NDF, kg/dag	9,02	9,14	9,03	8,84	8,57	8,28	7,57	7,03	6,65	6,40	3,31	3,67	
% Ca	112	112	111	112	110	114	110	112	110	121	119	128	
% P	89	89	89	89	87	88	88	86	82	86	86	100	
ADF % av ts	18,6	18,5	18,5	18,8	19,0	21,3	22,7	24,4	25,9	27,3	30,0	28,6	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betfor	336				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	3142				1		11	70	20	150	6	2,7	100
kg hö	442				0,85		10,3	70	20	140	5,7	2,7	100
kg spm	1516				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	1269				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	6271												
							Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,69		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 279		
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	69		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad							Antal dagar per månad	30					
Lakt.mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	285	291	286	276	263	235	203	176	157	144	71	82	
L	4,6	4,7	4,6	4,5	4,2	3,8	3,3	2,8	2,5	2,3	1,1	1,3	
CH4% DE	7,2	7,1	7,2	7,4	7,7	8,3	9,0	9,7	10,1	10,4	12,0	11,8	
omsb.h. %	89,6	89,9	89,7	89,2	88,6	87,1	85,5	84,1	83,0	82,2	79,2	80,0	
DE (MJ)	317,9	323,5	318,7	309,7	296,6	269,9	237,8	209,5	189,1	175,4	89,8	102,8	
CH4 (MJ)	22,9	22,9	22,9	22,9	22,8	22,5	21,5	20,2	19,1	18,2	10,8	12,1	7160
CH4 (Kg)	0,411	0,411	0,411	0,411	0,410	0,404	0,386	0,363	0,343	0,327	0,194	0,217	128,7

Bilaga 1.14. Exempel på typfoderstat, Västra Götaland svensk koncentrat och spannmål (10 500 kg ECM)

Avkastning, kg ECM:	10523		Grf % : 47										
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	43	45	43	40	37	35	31	27	24	20	0	0	
kg betför	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	6	
kg hö	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
kg spm	9	9,5	9	9	8	8	7	5,7	5	5,5	0,7	0,7	
Nötkonc Sv	9	10	9,5	8	7,2	6,9	5,5	4,5	3,5	2	0,7	0,7	
Solid 120											0		
kg mineralfoder													
Tot kg ts	26,5	27,8	26,9	25,6	24,0	22,8	20,7	18,7	17,2	16,3	6,9	8,9	
MJ/kg ts	12,0	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9	11,8	11,7	11,5	11,4	10,9	10,9	
AAT/MJ	8,2	8,3	8,2	8,1	8,0	8,0	7,9	7,8	7,6	7,3	7,1	7,0	
PBV, g	229	251	246	193	191	231	207	205	188	122	121	161	
% MJ	107	109	109	110	109	108	106	105	104	105	108	121	
% AAT	116	119	118	117	115	113	110	107	104	101	101	113	
% rp	17	17	17	17	17	17	16	16	16	15	15	15	
% grf	38	37	38	40	42	43	47	52	57	60	82	86	
% stärkelse	19,7	19,9	19,5	20,0	19,0	19,8	18,9	17,1	16,0	17,6	5,8	4,5	
% Köp	34	35	35	31	31	27	24	21	18	11	9	7	
NDF, kg/dag	9,98	10,33	10,10	9,73	9,32	8,94	8,39	7,86	7,47	7,20	3,57	4,71	
% Ca	123	126	126	123	122	118	114	113	110	106	128	165	
% P	117	120	120	116	114	116	110	106	101	100	101	126	
ADF% av ts	19,9	19,5	19,8	20,0	20,7	21,1	22,2	23,6	24,7	24,9	32,3	33,2	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	10523						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betför	153				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	2745				1		10,6	70	20	141	6	2,7	100
kg hö	732				0,85		10,3	70	20	140	5,7	2,7	100
kg spm	2352				0,87		12,6	89	-30	123	2,6	4	0
Nötkonc Sv	2059				0,89		13,2	142	40	258	11,4	7,2	0
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	7384												
							Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,00			Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	0	
											Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	0	
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad											Antal dagar per månad		30
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	277	287	277	262	247	237	217	197	182	162	62	62	
Korr behov	294	305	294	277	261	249	227	205	188	166	55	55	
Överutf	323	335	323	305	287	274	250	226	207	183	61	61	
Faktisk MJ	318	335	324	306	286	271	244	218	198	186	76	97	
L	5,1	5,4	5,2	4,9	4,6	4,4	3,9	3,5	3,2	3,0	1,2	1,6	
CH4% DE	6,4	6,1	6,3	6,7	7,2	7,5	8,1	8,7	9,2	9,4	11,9	11,4	
omsb.h. %	91,3	92,1	91,6	90,8	89,9	89,3	88,0	86,8	85,8	85,4	79,8	80,6	
DE (MJ)	348,3	364,2	353,8	337,2	318,1	303,6	276,8	250,8	230,9	218,0	94,9	120,4	
CH4 (MJ)	22,5	22,1	22,3	22,6	22,8	22,8	22,5	21,9	21,1	20,5	11,3	13,8	7387
CH4 (Kg)	0,404	0,396	0,401	0,407	0,410	0,410	0,404	0,393	0,380	0,369	0,203	0,248	132,7

Bilaga 1.15. Exempel på typfoderstat, Västra Götaland konventionellt koncentrat och spannmål (10 500 kg ECM)

Avkastning, kg ECM:	10523			Grf % : 47											
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin			
ECM	43	45	43	40	37	35	31	27	24	20	0	0			
kg betfor	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0			
kg ts ens	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	6			
kg hö	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
kg spm	8,7	9	9	9	8	8	7	6	5,5	5,5	0,7	0,7			
Unik 52	8,7	9,5	8,5	7,5	7	6,5	5,5	4	3	2	0,7	0,7			
Solid 120											0				
kg mineralfoder															
Tot kg ts	25,9	26,9	26,0	25,1	23,8	22,4	20,7	18,5	17,2	16,3	6,9	8,9			
MJ/kg ts	12,2	12,3	12,2	12,2	12,1	12,1	12,0	11,8	11,7	11,5	11,0	10,9			
AAT/MJ	8,4	8,4	8,3	8,2	8,2	8,1	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,1			
PBV, g	303	331	286	242	246	274	256	215	184	139	127	167			
% MJ	107	108	107	109	110	108	108	105	105	106	108	121			
% AAT	118	120	118	118	118	115	114	108	105	103	103	114			
% rp	18	18	18	17	17	17	17	16	16	15	15	15			
% grf	39	38	39	40	43	43	47	52	57	60	82	86	47%		
% stärkelse	17,5	17,5	18,0	18,5	17,4	18,3	17,4	16,6	16,2	16,9	5,3	4,1			
% Köp	33	35	33	30	30	26	24	19	16	11	9	7			
NDF, kg/dag	10,00	10,28	10,01	9,75	9,40	8,97	8,49	7,88	7,51	7,24	3,58	4,72			
% Ca	119	121	118	118	119	113	113	108	105	106	128	164			
% P	101	102	101	102	101	102	100	95	92	95	97	121			
ADF% av ts	20,4	20,1	20,3	20,4	21,1	21,5	22,4	23,7	24,6	25,0	32,4	33,2			
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf		
ECM	10523						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%		
kg betfor	153				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50		
kg ts ens	2745				1		10,6	70	20	141	6	2,7	100		
kg hö	732				0,85		10,3	70	20	140	5,7	2,7	100		
kg spm	2352				0,87		12,6	89	-30	123	2,6	4	0		
Unik 52	1940				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0		
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0		
kg mineralfoder	0				1						132	138	0		
Total kg ts	7278														
					Foderkostnad, Kr/kg ECM:		0,66			Mjolk - Foder, Kr/ko per år:		29 898			
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:		82			
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad												Antal dagar per månad	30		
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år		
Behov	277	287	277	262	247	237	217	197	182	162	62	62			
Korr behov	294	305	294	277	261	249	227	205	188	166	55	55			
Överutf	323	335	323	305	287	274	250	226	207	183	61	61			
Faktisk MJ	317	331	318	306	289	271	248	218	200	188	76	98			
L	5,1	5,3	5,1	4,9	4,7	4,4	4,0	3,5	3,2	3,0	1,2	1,6			
CH4% DE	6,5	6,2	6,4	6,7	7,1	7,5	8,0	8,7	9,1	9,4	11,9	11,4			
omsb.h. %	91,1	91,7	91,2	90,7	89,9	89,1	88,0	86,7	85,9	85,4	79,8	80,5			
DE (MJ)	348,5	360,8	349,1	337,3	321,2	304,1	281,2	251,3	232,8	219,6	95,6	121,1			
CH4 (MJ)	22,5	22,2	22,5	22,7	22,8	22,8	22,6	21,9	21,2	20,6	11,4	13,8	7416		
CH4 (Kg)	0,405	0,400	0,404	0,408	0,410	0,410	0,406	0,393	0,381	0,371	0,205	0,249	133,3		

Bilaga 1.16. Exempel på typfoderstat, Västra Götaland mer och bättre vallensilage

Avkastning, kg ECM:	8998			Grf % : 59									
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg betför	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	4	6	
kg hö	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
kg spm	7,6	8	7,4	8	7	5,5	4	2,4	1,5	1,2	0,6	1	
Unik 52	5,8	6	5,8	5	5	4	3,5	2,4	1,5	1	0,4	0,4	
Solid 120											0	0	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	23,4	23,9	23,2	22,6	21,7	19,5	17,3	14,9	13,3	12,6	6,6	8,9	
MJ/kg ts	12,1	12,1	12,1	12,1	12,0	11,9	11,8	11,6	11,4	11,2	11,1	11,1	
AAT/MJ	8,1	8,1	8,1	8,0	8,0	7,9	7,9	7,7	7,5	7,4	7,2	7,2	
PBV, g	178	176	183	157	183	178	220	213	197	182	96	116	
% MJ	105	106	104	105	106	106	106	105	103	107	111	131	
% AAT	112	113	112	111	112	110	111	107	102	103	106	125	
% rp	17	17	17	16	17	16	16	16	15	15	15	14	
% grf	48	47	48	48	50	56	62	72	80	85	87	86	
% stärkelse	16,7	17,1	16,4	18,0	16,5	14,4	12,0	8,4	5,9	4,9	4,6	5,6	
% Köp	26	26	26	22	23	21	18	14	10	7	5	4	
NDF, kg/dag	9,28	9,41	9,23	9,00	8,78	8,20	7,59	6,96	6,53	6,33	3,35	4,51	
% Ca	110	110	109	105	108	108	110	109	106	114	118	157	
% P	92	93	91	93	92	90	90	85	79	84	89	119	
ADF % av ts	19,4	19,2	19,6	19,5	20,0	21,2	22,8	25,0	26,7	27,5	29,1	28,1	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betför	137				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	3050				1		11	77	15	141	6	2,7	100
kg hö	732				0,85		10,3	70	20	140	5,7	2,7	100
kg spm	1653				0,87		12,6	89	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	1244				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	6343						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,72		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 025		
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	69		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad	Antal dagar per månad						30						
Lakt mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	283	290	281	272	261	232	204	173	152	142	73	99	
L	4,6	4,7	4,5	4,4	4,2	3,7	3,3	2,8	2,4	2,3	1,2	1,6	
CH4% DE	7,2	7,1	7,3	7,5	7,7	8,4	9,0	9,7	10,2	10,4	12,0	11,4	
omsb.h. %	89,5	89,9	89,4	89,1	88,5	87,2	85,7	84,1	82,9	82,4	79,6	80,7	
DE (MJ)	316,6	323,1	314,5	305,5	295,0	266,6	237,9	205,4	182,8	172,4	91,8	123,2	
CH4 (MJ)	22,9	22,9	22,9	22,9	22,8	22,3	21,5	20,0	18,7	18,0	11,0	14,0	7193
CH4 (Kg)	0,411	0,411	0,411	0,411	0,410	0,402	0,386	0,359	0,335	0,323	0,198	0,252	129,3

Bilaga 1.18.

Alt G - Utgångsläge med koncentrat och spannmål (Västra Götaland)													
Avkastning, kg ECM:	8998			Grf % : 57									
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg betfö	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	5,7	7,7	
kg hö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kg spm	6,9	7,5	7,3	8	7	5,5	4,7	2,8	1,3	1	0,6	0,5	
Unik 52	5,5	5,5	5,2	4,6	4,6	3,7	3	2,5	2,4	1,8	0,4	0	
Solid 120											0	0	
kg mineralfoder													
Tot kg ts	22,4	22,9	22,5	21,7	20,8	18,7	16,5	14,4	13,0	12,2	6,6	8,1	
MJ/kg ts	12,0	12,0	12,0	12,0	11,9	11,8	11,6	11,5	11,3	11,2	10,9	10,7	
AAT/MJ	8,0	8,0	7,9	7,8	7,9	7,8	7,6	7,6	7,6	7,4	7,0	6,6	
PBV, g	157	141	133	139	165	164	205	232	267	248	116	141	
% MJ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	102	109	115	
% AAT	105	105	105	103	104	103	100	100	100	100	100	101	
% rp	17	17	16	16	16	16	16	16	16	16	15	14	
% grf	47	46	47	47	49	54	59	68	75	80	87	95	
% stärkelse	15,8	16,7	16,6	18,7	17,1	15,0	14,5	10,1	5,5	4,5	4,6	3,0	
% Köp	30	29	29	23	24	22	16	15	16	13	5	0	
NDF, kg/dag	9,10	9,22	9,10	8,79	8,58	8,02	7,36	6,82	6,47	6,25	3,50	4,52	
% Ca	109	108	107	101	104	105	101	105	110	117	120	143	
% P	86	86	85	88	87	85	86	83	81	85	89	102	
P % av ts	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,34	0,35	0,34	0,33	0,32	0,30	0,28	
ADF % av ts	21,4	21,0	21,2	21,2	21,9	23,4	25,0	27,6	30,0	31,2	32,5	34,3	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betfö	275				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	3367				1		10,6	70	20	141	6	2,7	100
kg hö	0				0,85		10,3	70	20	140	5,7	2,7	100
kg spm	1620				0,87		12,6	89	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	1196				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	6090						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,65		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 650		
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	70		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad													
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	270	276	270	259	248	221	192	165	147	136	72	87	
L	4,4	4,5	4,4	4,2	4,0	3,6	3,1	2,7	2,4	2,2	1,2	1,4	
CH4% DE	7,5	7,4	7,5	7,8	8,0	8,6	9,3	9,9	10,3	10,6	12,0	11,7	
oms.b.h. %	89,0	89,4	89,1	88,7	88,1	86,8	85,4	83,9	82,8	82,2	79,5	79,9	
DE (MJ)	303,0	309,2	303,5	292,3	281,7	254,2	224,5	196,2	177,5	165,6	90,5	109,0	
CH4 (MJ)	22,8	22,9	22,8	22,7	22,6	22,0	20,9	19,4	18,3	17,5	10,9	12,7	7066
CH4 (Kg)	0,411	0,411	0,410	0,408	0,406	0,395	0,375	0,349	0,329	0,314	0,195	0,228	127,0
Metanberäkning per ko och dag för resp lakt månad													
Ekvation 2d												Per år	
CH4=3,23 + 0,809 * kg ts/dag	0,384	0,392	0,385	0,373	0,360	0,330	0,297	0,267	0,247	0,235	0,154	0,176	108,0
Ekvation 3d												Per år	
CH4=8,56 + 0,139 * grf %	0,272	0,269	0,272	0,271	0,276	0,290	0,301	0,323	0,341	0,353	0,370	0,390	111,8
Ekvation 4d												Per år	
CH4= 3,14+2,11*NDF (kg/dag)	0,401	0,406	0,402	0,390	0,382	0,360	0,335	0,315	0,302	0,293	0,189	0,228	120,1
Ekvation Mills 4												Per år	
CH4 = 1,06 + 10,27*grf% + 0,87*ts-ir	0,457	0,463	0,458	0,444	0,434	0,411	0,385	0,368	0,360	0,356	0,282	0,321	142,2
Ekvation Mills 2003 icke-linjär												Per år	
CH4 = 45,98 - 45,98*e(-(-0,0011*stärkelse/ADF+0,0045)*ME)													
Beräkning av exp-faktor	-0,99458	-1,00156	-0,98421	-0,91526	-0,90357	-0,83685	-0,74032	-0,67488	-0,63171	-0,59130	-0,31257	-0,38360	
Beräkning av mängd metan (kg/dag)	0,521	0,523	0,517	0,495	0,492	0,468	0,432	0,405	0,387	0,369	0,222	0,263	152,8
Ekvation Kirchgessner 7:												Per år	
CH4 = (63 + 70*växträd + 10*NFE + 26*rp - 212*rafett) * 55,65													
Växträd kg/dag	3,92	3,95	3,92	3,80	3,74	3,59	3,38	3,24	3,15	3,08	1,76	2,31	
NFE kg/dag	15,08	15,48	15,22	14,84	14,18	12,82	11,40	9,93	8,90	8,45	4,71	5,93	
Rp, kg/dag	3,73	3,79	3,69	3,51	3,41	3,01	2,64	2,31	2,13	1,94	0,97	1,14	
Rafett kg/dag	0,84	0,86	0,83	0,80	0,77	0,65	0,57	0,48	0,43	0,37	0,16	0,17	
Beräkning av metan:	0,442	0,447	0,445	0,434	0,426	0,414	0,391	0,376	0,364	0,362	0,239	0,299	139,2

Bilaga 1.19

Alt H - Agrodrank, konc och spannmål (Västra Götaland)												
Avkastning, kg ECM:		8998										
				Grf% : 57								
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0
kg betför	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
kg ts ens	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	5,7	7
kg hö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kg spm	6,2	6,5	6,1	6	6,5	4,5	4	1,5	1,5	1	0,6	0,6
Unik 52	4,2	4,4	4,2	4,4	3,1	2,6	2,3	2,2	1,3	0,8	0,4	0,4
kg Agrodrank	2	2	2	2	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0
kg mineralfoder												
Tot kg ts	22,4	22,9	22,3	21,5	20,8	18,6	16,5	14,3	13,5	12,6	6,6	7,9
MJ/kg ts	12,0	12,1	12,0	12,0	11,9	11,8	11,7	11,5	11,4	11,2	10,9	10,9
AAT/MJ	7,8	7,8	7,8	7,9	7,6	7,6	7,5	7,6	7,3	7,1	7,0	6,9
PBV, g	409	410	412	474	404	433	411	472	432	423	116	142
% MJ	100	100	100	100	100	100	101	100	104	106	109	113
% AAT	103	103	103	104	101	100	100	100	100	100	100	104
% rp	17	17	17	18	17	17	17	18	17	17	15	15
% grf	47	46	48	47	49	55	59	68	72	77	87	89
% stärkelse	14,1	14,5	13,9	14,3	15,7	12,3	12,2	5,6	5,7	4,1	4,6	3,9
% Köp	25	25	25	22	18	17	12	14	9	6	5	5
NDF, kg/dag	9,08	9,20	9,06	8,78	8,55	7,99	7,38	6,82	6,58	6,34	3,50	4,25
% Ca	101	101	101	100	94	97	96	102	101	108	120	143
% P	96	96	95	99	98	97	97	97	98	104	89	104
P % av ts	0,39	0,39	0,39	0,41	0,40	0,40	0,39	0,39	0,38	0,37	0,30	0,29
ADF % av ts	22,1	21,9	22,2	22,6	22,6	24,4	25,8	29,1	29,8	31,2	32,5	33,0
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
kg betför	275				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7
kg ts ens	3346				1		10,6	70	20	141	6	2,7
kg hö	0				0,85		10,3	70	20	140	5,7	2,7
kg spm	1373				0,87		12,6	89	-30	123	2,6	4
Unik 52	924				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6
kg Agrodrank	549				0,88		13,6	107	166	310	2,6	10,3
kg mineralfoder	0				1						132	138
Total kg ts	6095											
							Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,62		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 950	
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	71	
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad												
Lakt,mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55
Överutf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61
Faktisk MJ	270	276	269	259	248	220	193	165	153	142	72	86
L	4,4	4,4	4,3	4,2	4,0	3,5	3,1	2,7	2,5	2,3	1,2	1,4
CH4% DE	7,5	7,4	7,6	7,8	8,0	8,7	9,3	9,9	10,2	10,4	12,0	11,7
omsb.h. %	88,9	89,2	88,9	88,4	88,0	86,6	85,3	83,6	83,1	82,5	79,5	80,0
DE (MJ)	303,5	309,0	302,4	292,7	281,8	253,9	226,5	196,8	184,6	171,8	90,5	107,2
CH4 (MJ)	22,9	22,9	22,9	22,8	22,6	22,0	21,0	19,5	18,8	17,9	10,9	12,5
CH4 (Kg)	0,411	0,411	0,411	0,410	0,407	0,395	0,377	0,351	0,337	0,322	0,195	0,225
Metanberäkning per ko och dag för resp lakt månad												
Ekvation 2d												Per år
CH4=3,23 + 0,809 * kg ts/dag	0,384	0,390	0,383	0,371	0,360	0,328	0,299	0,266	0,254	0,241	0,154	0,173
Ekvation 3d												Per år
CH4=8,56 + 0,139 * grf %	0,272	0,270	0,273	0,272	0,276	0,290	0,300	0,323	0,334	0,346	0,370	0,376
Ekvation 4d												Per år
CH4= 3,14+2,11*NDF (kg/dag)	0,401	0,405	0,400	0,389	0,381	0,359	0,336	0,315	0,306	0,297	0,189	0,217
Ekvation Mills 4												Per år
CH4 = 1,06 + 10,27*grf% + 0,87*ts-in	0,457	0,462	0,456	0,442	0,434	0,411	0,386	0,368	0,363	0,358	0,282	0,306
Ekvation Mills 2003 icke-linjär												Per år
CH4 = 45,98 - 45,98*e(-(-0,0011*stärkelse/ADF+0,0045)*ME)												Per år
Beräkning av exp-faktor	-1,02463	-1,03890	-1,02322	-0,98437	-0,92581	-0,86781	-0,76876	-0,70568	-0,65783	-0,61724	-0,31257	-0,37484
Beräkning av mängd metan (kg/dag)	0,530	0,534	0,529	0,517	0,499	0,479	0,443	0,418	0,398	0,381	0,222	0,258
Ekvation Kirchgessner 7:												Per år
CH4 = (63 + 70*vaxträd + 10*NFE + 26*rp - 212*råfett) * 55,65												Per år
Vaxträd kg/dag	3,94	3,98	3,94	3,84	3,76	3,61	3,41	3,27	3,19	3,13	1,76	2,14
NFE kg/dag	14,93	15,21	14,87	14,28	14,08	12,55	11,28	9,59	9,22	8,68	4,71	5,65
Rp, kg/dag	3,86	3,95	3,85	3,79	3,51	3,17	2,80	2,51	2,27	2,09	0,97	1,15
Råfett kg/dag	0,83	0,85	0,82	0,84	0,74	0,64	0,58	0,50	0,43	0,37	0,16	0,19
Beräkning av metan:	0,449	0,452	0,449	0,430	0,435	0,420	0,395	0,375	0,376	0,372	0,239	0,279

Bilaga 1.20

Alt I - Mycket vallfoder av hög kvalitet													
Avkastning, kg ECM:	8998		Grf % : 75										
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0	
kg betfor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kg ts ens	14	14	14	14	14	14	14	12	12	12	6,5	7	
kg hö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
kg spm	5,3	5,7	5,3	5,1	4,5	3	1,2	1,3	0,6	0,5	0	0,5	
Unik 52	4	4	4	3,3	3	2	1,5	1	0,3	0,2	0	0,5	
Solid 120													
kg mineralfoder													
Tot kg ts	22,2	22,5	22,2	21,4	20,6	18,4	16,4	14,0	12,8	12,6	6,5	7,9	
MJ/kg ts	12,2	12,2	12,2	12,1	12,1	11,9	11,7	11,7	11,5	11,5	11,4	11,6	
AAT/MJ	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,5	7,4	7,4	7,1	7,1	7,0	7,3	
PBV, g	320	309	320	294	296	291	315	251	238	236	130	149	
% MJ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	109	112	121	
% AAT	103	103	103	102	101	99	98	97	94	102	104	118	
% rp	17	17	17	16	16	16	16	16	15	15	15	16	
% grf	63	62	63	66	68	76	85	86	94	95	100	89	
% stärkelse	12,3	12,9	12,3	12,1	11,1	8,3	3,9	4,8	2,4	2,0	-	3,3	
% Köp	26	27	26	24	22	17	11	10	4	3	0	8	
NDF, g/dag	9,19	9,28	9,19	8,96	8,76	8,17	7,65	6,54	6,21	6,16	3,25	3,74	
% Ca	122	120	122	121	123	125	132	128	130	148	158	188	
% P	83	83	83	81	80	77	74	72	68	77	80	105	
ADF % av ts	21,5	21,2	21,5	21,8	22,3	23,8	25,8	25,6	27,1	27,3	28,3	26,3	
P % av ts	0,34	0,34	0,34	0,34	0,33	0,32	0,30	0,30	0,28	0,28	0,23	0,29	
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P	Grf
ECM	8998						/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	%
kg betfor	0				0,91		12,5	97	-56	111	9,5	0,7	50
kg ts ens	4499				1		11,4	80	20	149	8	2,7	100
kg hö	0				0,85		10,1	71	-8	114	5,7	2,7	100
kg spm	1007				0,87		13,1	94	-30	123	2,6	4	0
Unik 52	726				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6	0
Solid 120	0				0,88		13,2	119	18	202	8	5,1	0
kg mineralfoder	0				1						132	138	0
Total kg ts	6020												
							Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,68		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	25 415		
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	70		
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad													
Lakt, mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin	Per år
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62	
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55	
Överutif	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61	
Faktisk MJ	270	274	270	259	248	219	192	164	147	145	74	92	
L	4,4	4,4	4,4	4,2	4,0	3,5	3,1	2,6	2,4	2,3	1,2	1,5	
CH4% DE	7,5	7,4	7,5	7,8	8,0	8,7	9,3	9,9	10,3	10,4	12,0	11,6	
oms.b.h. %	88,3	88,6	88,3	87,8	87,3	85,8	84,3	83,2	82,2	82,1	79,0	80,1	
DE (MJ)	305,6	309,9	305,6	294,8	284,4	255,0	227,8	197,3	179,3	176,7	93,8	114,5	
CH4 (MJ)	23,0	23,0	23,0	22,9	22,8	22,2	21,2	19,6	18,5	18,3	11,2	13,2	7170
CH4 (Kg)	0,414	0,414	0,414	0,412	0,410	0,398	0,381	0,352	0,332	0,329	0,202	0,238	128,8
Metanberäkning per ko och dag för resp lakt månad													
Ekvation 2d	Per år												
CH4=3,23 + 0,809 * kg ts/dag	0,380	0,385	0,380	0,369	0,357	0,325	0,296	0,262	0,244	0,241	0,153	0,173	107,0
Ekvation 3d	Per år												
CH4=8,56 + 0,139 * grf %	0,312	0,309	0,312	0,317	0,324	0,344	0,367	0,368	0,388	0,391	0,404	0,376	126,3
Ekvation 4d	Per år												
CH4= 3,14+2,11*NDF (kg/dag)	0,405	0,408	0,405	0,396	0,388	0,366	0,347	0,304	0,292	0,290	0,180	0,198	119,4
Ekvation Mills 4	Per år												
CH4 = 1,06 + 10,27*grf% + 0,87*ts-	0,482	0,486	0,482	0,474	0,466	0,447	0,433	0,396	0,392	0,392	0,305	0,306	151,9
Ekvation Mills 2003 icke-linjär	Per år												
CH4 = 45,98 - 45,98*e^(-0,0011*stärkelse/ADF+0,0045)*ME)													
Beräkning av exp-faktor	-1,04481	-1,05073	-1,04481	-1,00579	-0,98046	-0,90010	-0,83212	-0,70484	-0,64904	-0,64087	-0,33345	-0,40010	
Beräkning av mängd metan (kg/dag)	0,536	0,537	0,536	0,524	0,516	0,490	0,467	0,418	0,394	0,391	0,234	0,272	159,5

Bilaga 1.21.

Alt J - Majs och HP-massa med vanlig vall (Västra Götaland)												
Avkastning, kg ECM:	8998					Grf %: 47						
Lakt. mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin
ECM	39	40	39	37	35	30	25	20	17	13	0	0
kg ts HP-m	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0
kgts vallens	4,5	4,5	4,5	4,5	4	4	7	7	7	7	5	6
kg sojam.	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0
kg ts majsens.	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0
kg spm	6,7	7,4	6,8	7,4	7	5,5	6	4,3	3,8	3	1	0,7
Unik 52	5,8	5,8	7,1	5,7	5,6	4,8	4,2	3,4	2,5	2,1	0,6	0,7
kg mineralfoder												
Tot kg ts	22,2	22,8	22,0	21,3	20,3	18,3	16,0	13,8	12,5	11,5	6,4	7,2
MJ/kg ts	12,2	12,2	12,2	12,1	12,1	12,0	12,1	11,9	11,7	11,6	11,2	11,1
AAT/MJ	8,6	8,5	8,6	8,4	8,5	8,4	8,0	7,9	7,7	7,6	7,2	7,2
PBV, g	58	40	102	24	6	10	359	368	341	344	236	295
% MJ	100	101	100	100	100	100	100	100	100	100	108	105
% AAT	113	113	113	111	111	112	106	104	101	101	102	100
% rp	18	17	18	17	17	17	18	18	18	18	17	18
% grf	47	46	43	45	44	49	44	51	56	61	78	83
% stärkelse	18,6	19,6	19,2	21,0	21,0	19,2	19,2	16,1	15,4	13,4	7,9	5,0
% Köp	23	23	29	24	25	23	23	22	18	16	8	9
NDF, kg/dag	8,05	8,20	8,00	7,76	7,38	6,85	6,15	5,58	5,23	4,96	3,06	3,56
% Ca	100	99	103	98	98	99	99	101	98	104	116	135
% P	86	87	89	87	87	85	91	88	85	88	91	101
P % av ts	0,36	0,36	0,37	0,36	0,36	0,35	0,38	0,37	0,36	0,35	0,31	0,31
ADF % av ts	17,7	17,3	18,0	17,8	17,7	18,7	17,8	19,3	20,0	21,0	24,2	25,4
Totalt under året	Kvantitet				ts-halt		MJ	AAT	PBV	rp	Ca	P
ECM	8998						kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
kg ts HP-m	427				1		12,3	110	-99	91	7	1
kgts vallens	1601				1		10,6	70	47	170	6	2,7
kg sojam.	85				0,85		14,6	182	261	510	3,2	7,2
kg ts majsens.	549				1		9,9	73	-39	97	3,6	2,4
kg spm	1818				0,87		12,6	89	-30	123	2,6	4
Unik 52	1473				0,89		14	157	50	290	11,2	5,6
kg mineralfoder	0				1						132	138
Total kg ts	5542						Foderkostnad, Kr/kg ECM:	0,54		Mjolk - Foder, Kr/ko per år:	26 620	
										Mjolk - Foder, Kr/ko och dag:	73	
Metanberäkningar per ko och dag för resp lakt månad												
Laktmån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	sin	sin
Behov	257	262	257	247	237	212	187	162	147	127	62	62
Korr behov	272	277	272	261	249	222	194	166	150	127	55	55
Öventuf	299	305	299	287	274	244	213	183	165	140	61	61
Faktisk MJ	270	278	269	258	247	221	192	164	147	133	71	80
L	4,4	4,5	4,3	4,2	4,0	3,6	3,1	2,6	2,4	2,1	1,2	1,3
CH4% DE	7,5	7,4	7,6	7,8	8,1	8,7	9,3	9,9	10,3	10,6	12,0	11,8
omsb.h. %	88,9	89,3	88,9	88,6	88,1	86,9	85,7	84,2	83,4	82,6	79,4	79,5
DE (MJ)	303,8	311,0	302,2	291,1	280,2	253,9	224,4	194,4	176,3	161,3	90,0	100,6
CH4 (MJ)	22,9	22,9	22,8	22,7	22,6	22,0	20,8	19,3	18,2	17,1	10,8	11,9
CH4 (Kg)	0,411	0,411	0,411	0,408	0,405	0,395	0,374	0,347	0,327	0,308	0,194	0,214
Metanberäkning per ko och dag för resp lakt månad												
Ekvation 2d												Per år
CH4=3,23 + 0,809 * kg ts/dag	0,380	0,389	0,378	0,367	0,354	0,324	0,290	0,258	0,240	0,225	0,151	0,163
Ekvation 3d												105,6
CH4=8,56 + 0,139 * grf %	0,272	0,269	0,262	0,265	0,264	0,277	0,263	0,281	0,293	0,306	0,349	0,361
Ekvation 4d												103,9
CH4 = 3,14+2,11*NDF (kg/dag)	0,361	0,367	0,360	0,351	0,336	0,316	0,290	0,268	0,255	0,244	0,172	0,191
Ekvation Mills 4												105,4
CH4 = 1,06 + 10,27*grf% + 0,87*ts-ii	0,453	0,460	0,443	0,434	0,419	0,396	0,349	0,328	0,318	0,311	0,263	0,285
Ekvation Mills 2003 icke-linjär												133,8
CH4 = 45,98 - 45,98*e(-(-0,0011*stärkelse/ADF+0,0045)*ME)												
Beräkning av exp-faktor	-0,90150	-0,90305	-0,89371	-0,82485	-0,78942	-0,74376	-0,63727	-0,58688	-0,53661	-0,50662	-0,29571	-0,34248
Beräkning av mängd metan (kg/dag)	0,491	0,491	0,488	0,464	0,451	0,434	0,389	0,367	0,343	0,328	0,212	0,240
Ekvation Kirchgessner 7:												140,9
CH4 = (63 + 70*växträd + 10*NFE + 26*rp - 212*rafett) * 55,65												
Växträd kg/dag	3,11	3,15	3,08	2,99	2,83	2,69	2,50	2,34	2,24	2,17	1,41	1,67
NFE kg/dag	12,97	13,44	12,76	12,59	12,05	10,72	8,96	7,51	6,81	6,11	3,24	3,55
Rp, kg/dag	3,89	3,96	3,93	3,63	3,48	3,11	2,92	2,53	2,24	2,05	1,11	1,28
Rafett kg/dag	0,83	0,85	0,94	0,84	0,81	0,70	0,66	0,54	0,45	0,40	0,18	0,20
Beräkning av metan:	0,363	0,369	0,336	0,342	0,326	0,314	0,287	0,274	0,271	0,264	0,198	0,221

Del 2:

Fosfor- och kväveutsöndring från mjölkkor relaterat till foderstat

Denna studie ingår i forskningsprojektet:

**Närproducerat foder till svenska mjölkkor – miljöpåverkan från
foderproduktion och djur**

1. Bakgrund och syfte

En stor del av fodret till svenska mjölkkor utgörs av kraftfoder. I detta kraftfoder ingår ofta råvaror som sojamjöl och palmkärnexpeller som man vet ger stora miljökonsekvenser. Några exempel på miljöeffekter av dessa importerade råvaror är hög pesticidanvändning, minskad biologisk mångfald, erosionsproblem, resursuttag av fosfor och kalium, stora inflöden av kväve samt hög energikostnad för torkning och transport. Dessutom kan negativa etiska aspekter finnas i samband med odlingen. Denna problematik har mer ingående beskrivits i rapporten "Närproducerat foder" (Emanuelson, m.fl., 2006). Där har det undersökts om det är möjligt att övergå till mer närproducerat foder till de svenska korna. Det innebär bl.a. en ökad användning av vallfoder och lokalt producerade kraftfoderråvaror som ärter och raps, men även nyare biprodukter från energiframställning som t.ex. agrodrank. Fokus i det ovan nämnda arbetet var produktionsbiologiskt och ekonomiskt. Slutsatsen var att det finns stora möjligheter att utfodra korna med närproducerat foder och samtidigt bibehålla en hög mjölkavkastning med god kvalitet. Som en fortsättning på det arbetet behöver man även analysera miljökonsekvenserna av att övergå till mer närproducerat foder. Dels från foderframställning, som omfattar allt ifrån odling tills fodret når foderbordet. Dels fodrets väg genom djuret tills produkterna lämnar gården. Det är den senare aspekten som kommer att beskrivas i föreliggande arbete.

I del 1 utvärderade vi beräkningsmetoder för att bestämma metanemissioner från mjölkkor. Den lämpligaste metoden användes sedan för att generera indata för de olika foderstaterna till LCA-studien i delprojekt 3 (se Förord). I denna del (del 2) beräknas utsöndringen av fosfor och kväve från korna, utifrån samma utfodringsbetingelser som i del 1. Dessa uppgifter kommer också att utgöra indata till LCA-studien i delprojekt 3.

2. Problembeskrivning

Fosfor orsakar övergödning

Övergödning (s.k. eutrofiering) är ett allvarligt miljöproblem som orsakas av överskott av näringsämnen kväve och fosfor. Övergödning leder till accelererad tillväxt hos alger och vattenväxter i sjöar, hav och vattendrag. Sammansättningen av arter förändras vilket ger problem med algbloomning, försämrat siktdjup och försämrad syresättning i bottenvattnet. Den fosfor som finns i sjöar och vattendrag kommer från många olika källor. Dels från punktkällor som reningsverk, industri, dagvatten etc. och dels från diffusa källor som luftnedfall och läckage från mark (Naturvårdsverket, 2004). Fosforläckage från åkermark sker främst vid markbearbetning (Lundström m.fl., 2009), samt via ytavrinning vid regn eller snösmältning då marken är så vattenmättad att ingen infiltrering sker. Förluster kan även uppstå via jorderosion om marken lutar kraftigt.

Områden med hög djurtäthet innebär en koncentration av fosfor på liten yta orsakad framförallt av foderimport. De svenska djurtäthetsbestämmelserna grundar sig på att Sveriges åkermark ska tillföras maximalt 22 kg P/hektar och år. Utifrån schablonvärden för gödselmängd och näringsinnehåll i gödseln har man beräknat hur många djur av olika djurslag man får ha per hektar (SJVFS 2006:66).

Överutfodring av fosfor

Fosfor förs in till mjölkgården via inköpt foder, mineralfoder, handelsgödsel och utsäde, och bortförs via mjölk, kött och vegetabilier. En stor del av fosforintaget från foder utsöndras i djurens gödsel. Kor kan inte hålla kvar mer fosfor i kroppen än vad som motsvarar deras behov. Resten utsöndras via träcken. Utsöndringen av fosfor i urinen är mycket begränsad. När kor i ett försök utfodrades med 142 g fosfor per dag utsöndrade de mer än 100 g/dag i träcken (Ekelund, 2003). På gårdar med stor mängd inköpt foder och hög djurtäthet ackumuleras ofta fosfor i åkermarken. Risken för överutfodring av fosfor är stor i besättningar som använder färdigfoder, då fodertillverkaren kan ha en hög säkerhetsmarginal för att säkert uppfylla behovet av fosfor på alla typer av gårdar (Gustafsson, 2001).

Varför behövs fosfor?

Fosfor är ett makromineral som behövs för väldigt många funktioner i kroppen, bl.a. benbildning, mjölkproduktion och energimetabolism. Fosfor ingår i nukleinsyror och fosfolipider. Brist på fosfor kan bland annat leda till försämrad fertilitet med utebliven eller oregelebunden brunst (McDonald m.fl., 1995).

Fosfor utsöndras via saliven vid idissling. Hur mycket som utsöndras beror framförallt på ts-intag och fosforintag. 80 % av fosfor i kroppen finns i skelett och tänder. Resten finns fördelat i kroppsvätskor och kroppsvävnad. Fosfor är en viktig komponent vid cellernas tillväxt och differentiering. Brist på fosfor gör att mjölkavkastningen sjunker men mineralhalten bibehålls (Underwood & Suttle, 1999).

Fosforbalansen regleras via absorption i tunntarmen, mobilisering från skelettet och utsöndring i saliven. Låga nivåer av fosfor i blodserum ökar absorptionen av fosfor från foder. Fosfor i blodet ansätts i kött, mjölk eller skelett eller utsöndras via saliven tillbaka till våmmen och sen till tunntarmen där det åter resorberas. Denna recirkulation av fosfor som idisslare har gör det svårt att fastställa deras exakta behov av fosfor.

Överskott av fosfor utsöndras huvudsakligen via träcken. Utsöndringen av fosfor i mjölk är närmast konstant, 0,9 g/kg mjölk medan utsöndringen av fosfor i urin är nära noll (Ekelund, 2003). Mjölkavkastning, fodrets struktur, pH i tunntarmen, djurets egen fosforstatus, mängden utfodrad fosfor i förhållande till behovet, fosforkällan samt djurets ålder är några av de faktorer som påverkar upptaget av fosfor hos mjölkkor. För en mer ingående beskrivning av fosforomsättningen hos mjölkkor hänvisas till Ekelund, 2003 samt boken "Mineral nutrition" (Underwood & Suttle, 1999).

Genomsnittlig gödselmängd för en ko som mjölkar 9000 kg ECM är 40 kg träck och 15 kg urin per ko och dag, medan samma siffror för en sinko är 30 kg träck och 15 kg urin per ko och dag. Detta motsvarar ca 24 ton flytgödsel per ko och år inkl. normal strömängd och vattentillskott (Steineck m.fl., 1991). I fosforförsök på Kungsängen med totaluppsamling under lång tid var genomsnittlig mängd träck 4,8-6,3 kg ts per ko och dag (motsvarar 37-48 kg färsk träck). Genomsnittlig fosforhalt i träcken var 8,9 g/kg ts (Ekelund, 2003).

Fosforbrist

Brist på fosfor kan vara svår att upptäcka. Mycket allvarlig fosforbrist visar sig i form av benskörhet, viktnedgång, allmän svaghet och sänkt mjölkavkastning. Den vanligaste följden av fosforbrist är minskat ts-intag, vilket beror på minskad fibernedbrytning p.g.a. begränsad

mikrobaktivitet, försämrade aminosyraförsörjning p.g.a. reducerad mikrobproteinsyntes och begränsad tillgång på fosfor för intermediär metabolism. Överutfodring av fosfor är generellt inte farligt, men bestående hög konsumtion av fosfor kan störa kalciumomsättningen (Ekelund, 2003). I ett långvarigt försök med tre olika nivåer av fosfor sågs inga negativa effekter på kornas fruktsamhet vid utfodring med så låg fosfornivå att både mjölkproduktion och foderintag minskade (Valk och Sebek, 1999).

Dyrt att överutfodra

Fosfor är den dyraste råvaran i typiska vitamin- och mineralfoder. I början av 2000-talet beräknades fosfor stå för ca 25 % av kostnaden för mineralfoder, d.v.s. 50 kr av totalt ca 200 kr per ko och år (Gustafsson, 2001). Detta stämmer rätt bra även idag. Fosfortilldelningen har minskat en del men fosfor har blivit betydligt dyrare. För att beräkna total kostnad för mineralfoder antas en giva på 100 g mineralfoder per dag vilket innebär 36,5 kg per ko och år à 6 kr/kg, dvs 219 kr per ko och år (Ulvne, 2009). Enligt amerikanska beräkningar kan man genom att utfodra med 0,45 % P istället för 0,55 % P spara ca 0,05 \$ per ko och dag. För 100 kor under ett år motsvarar det ca 17 600 kr (Gustafsson, 2001).

I Spanien genomfördes nyligen en studie omfattande 64 mjölkbesättningar där man noggrant registrerade foderdata och beräknade kväve- och fosforbalanser för att identifiera vilka åtgärder som har störst betydelse för att minska kväve- och fosforöverskott från mjölkgårdar (Arriaga m.fl., 2009). Enligt deras beräkningar var genomsnittligt fosforintag 84,8 g/dag, fosforutsöndringen i mjölk 26,7 g/dag och i träck 59,3 g/dag på deras 64 gårdar. Genomsnittligt kväveintag beräknades till 563 g/dag och kväveutsöndringen i mjölk 145, i urin 216 och i träck 215 g/dag. Deras slutsats var att den bästa strategin för att minska kväve- och fosforöverskotten på mjölkgårdar var att noga anpassa kväve och fosfortilldelningen efter djurens behov samt att ha en hög mjölkavkastning.

3. Svensk utfodringsrekommendation

Den svenska rekommendationen för fosfor till idisslare sänktes 2003, pga de resultat som framkommit genom Adrienne Ekelunds forskning och de diskussioner kring tillgänglighet som fördes i internationella tidskrifter (Spörndly, pers. medd. 2009). Den aktuella svenska rekommendationen för fosfor visas i tabell 3.1 nedan.

Behovet för underhåll och för dräktighet beror på djurets levande vikt (Fodertabeller för idisslare, 2003). I Sverige räknar man vanligtvis med 55 % genomsnittlig tillgänglighet på fosfor. Vilken tillgänglighet man räknar med har mycket stor betydelse för rekommenderat fosforintag. Tillgängligheten påverkas av om fosforkällan är organisk eller oorganisk. Den oorganiska formen tas upp lättare. Upptaget av fosfor påverkas även av närvaro av andra mineraler. Ett överskott av t.ex. kalcium kan försämra upptaget av fosfor liksom ett överskott av fosfor kan försämra upptaget av kalcium (Ekelund, 2003).

Tabell 3.1 Rekommenderad giva till mjölkkor av fosfor

	Fosfor, g/dag
För underhåll, per dag vid levande vikt:	
400	15
500	17
600	19
700	21
Tillägg för mjölkproduktion, per kg ECM	1,6
Tillägg för dräktighet	
7:e månaden	4/5/6/7 vid 400/500/600/700 kg levande vikt
8:e månaden	6/7/8/9 vid 400/500/600/700 kg levande vikt
9:e månaden	9/11/13/15 vid 400/500/600/700 kg levande vikt

För en mjölkko som väger 650 kg och mjölkar 40 kg ECM per dag, blir fosforbehovet $20 + 1,6 \cdot 40 = 84$ g per dag. Tillägg för dräktighet görs i slutet av dräktigheten och tillägget beror på kons vikt.

Den amerikanska NRC-rekommendationen för fosfor till mjölkkor är 0,32, 0,35, 0,36 och 0,38 % av ts för kor som mjölkar 25, 35, 45 respektive 55 kg mjölk/dag (NRC 2001). Det motsvarar 65, 83, 97 och 114 gram per dag vid levande vikt 650 kg och foderintag på 20,3, 23,6, 26,9 och 30 kg ts.

Fosforföreningar med olika löslighet

De fosforföreningar som finns i träcken hos mjölkkor har olika löslighet och uppför sig olika i marken. Oorganiska fosforföreningar med hög löslighet migrerar lättare till vattendrag och hav än organiska svårslösliga föreningar som blir kvar i marken och därför kan utnyttjas av grödan. För både nötkreatur och hästar verkar det gälla att om man utfodrar dem med mer fosfor än de har behov av så utsöndras överskottet i stor utsträckning i lättlöslig form. På institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU pågår just nu ett projekt där man undersöker huruvida hästar och mjölkkor i allmänhet överutfodras med fosfor. Träckprover kommer att analyseras för olika fraktioner av fosfor. I ett annat delprojekt kommer man att studera fosforomsättningen hos kor i ekologiska mjölkbesättningar, där raps som har ett högt fosforvärde ofta används i större utsträckning än i konventionella besättningar (Holtenius, pers. medd. 2009).

Stor skillnad i fosforinnehåll för olika fodermedel

Innehållet av fosfor varierar mycket för olika typer av fodermedel som används till mjölkkor. Högt innehåll av fosfor har t.ex. rapskaka, rapsmjöl, agrodrank och linfrökaka enligt tabell 3.2. Spannmål har fosforinnehåll jämförbart med ärter medan majs- och vallensilage har något lägre. Lågt innehåll av fosfor har bl.a. fodermedlen betfor och HP-massa (Fodertabeller för idisslare, 2003).

Tabell 3.2 Innehåll av fosfor i olika fodermedel till nötkreatur (Ur Fodertabeller för idisslare, 2003)

Fodermedel	Fosforinnehåll, g/kg ts
Rapskaka värmebehandlad	12,4
Rapsmjöl värmebehandlat	12,0
Agrodrank	10,3
Linfrökaka	8,6
Sojamjöl obehandlat	7,2
Sojamjöl värmebehandlat	6,6
Ärter	4,3
Korn kärna	4,0
Vallensilage	2,7
Majsensilage	2,3
HP-massa	0,8
Betfor	0,7

4. Beräkningsmetoder för fosforbalanser för olika foderstater

Under punkt 5 följer beräkningar av fosforintag och fosforutsöndring för elva olika foderstater. För detaljer kring foderstaternas sammansättning och fodermedlens näringsvärden hänvisas till avsnitt 4.3 och 4.4 i del 1 i denna rapport, samt bilaga 2.1-2.12. I foderstaterna har inget extra mineralfoder tillsatts. En del av foderstaterna uppfyller därför inte behovet av fosfor helt.

Fosforintag har beräknats utifrån mängden av varje fodermedel och dess innehåll av fosfor. Fosforutsöndringen i mjölk har beräknats enligt formeln $P_{mjölk} = 0,94 * \text{liter mjölk}$ (Ekelund, 2003). I våra beräkningar har vi enbart mängden mjölk uttryckt som kg ECM, så vi har använt formeln $P_{mjölk} = 0,94 * \text{kg ECM}$. Fosforutsöndringen i urin är vanligen marginell och ett konstant värde 1,5 g/dag har använts i våra beräkningar. Det var det högsta värdet som uppmättes vid fosforförsök som genomfördes på Kungsängens försöksgård (Ekelund, 2003). Fosforutsöndringen i träck, g/dag kan beräknas enligt formeln: $P_{träck} = 0,83 * P_{intag} - 9,8$. När det gjordes blev dock samtliga fosforbalanser negativa. Därför beräknades istället $P_{träck}$ som $P_{intag} - P_{mjölk} - P_{urin}$. I beräkningar per ko och år beräknades fosforutsöndringen i mjölk som $0,94 * \text{årsavkastning}$ medan utsöndringen i urin beräknades som $1,5 \text{ g/dag} * 365 \text{ dagar}$, dvs 0,5 kg/ko och år. $P_{träck}$ beräknades som restpost; $P_{intag} - P_{mjölk} - P_{urin}$.

I tabell 4.1 visas beräknade fosforkoncentrationer för sex foderstater (Alt A-F). Max-värdena motsvarar med något undantag fosfornivån i laktationsmånad 1 eller 2, medan min-värdena motsvarar fosfornivån under sinperioden. Foderstaten med färdigfoder hade högst fosforhalt i % av ts jämfört med de andra foderstaterna i tidig laktation.

Tabell 4.1. Foderstaternas innehåll av fosfor, uttryckt som % av ts.

	P % av ts	
	Max	Min
Alt A - Foderstat med Agrodrank (Västra Götaland), 9000 kg ECM	0,41	0,29
Alt B - Foderstat med mkt vall av bra kvalitet (Norrland), 9000 kg ECM	0,36	0,28
Alt C - Foderstat med majs o HP-massa (Skåne), 9000 kg ECM	0,39	0,31
Alt D - Mellansvensk foderstat beräknad för 11000 kg ECM	0,38	0,27
Alt E - Foderstat med färdigfoder beräknad för 11000 kg ECM	0,43	0,27
Alt F - Foderstat med örter och värmebeh rapskaka beräknad för 10 000 kg ECM	0,39	0,28

5. Resultat

5.1 Fosforbalanser för tre närproducerade foderstater, Alt A-C

För detaljer kring foderstater och beräkningsresultat, se bilaga 2.1-2.3.

Alt A - Foderstat med agrodrank (Västra Götaland)

Agrodrank har ett högt fosforvärde; 10,3 g per kg ts. I foderstaten ingår även hö, vallensilage, spannmål, koncentrat samt betfoder som har lågt innehåll av fosfor. I laktationsmånad 5 gav foderstaten beräknad för 35 kg ECM en fosforhalt på 0,41% av ts, vilket är för högt enligt NRC:s rekommendation (0,35 % av ts). Fosforintaget per ko och dag för en ko som mjölkar 40 kg ECM blev 97 g. Svensk norm för denna avkastningsnivå är 84 g. Utsöndrat i mjölk beräknades till 38 g och utsöndrat i urin till 1,5 g. Resterande fosfor utsöndrat i träcken

beräknades då till 57,5 g. Räknat per ko och år blev fosforintaget 25,1 kg, utsöndringen i mjölk 8,5 kg och utsöndringen i urin och träck 16,6 kg (tabell 5.1).

Alt B - Foderstat med mycket vall av bra kvalitet (Norrland)

I laktationsmånad 5 gav foderstaten beräknad för 35 kg ECM en fosforhalt på 0,41% av ts, vilket är högt enligt NRC:s rekommendation. Fosforintaget per ko och dag blev 84 g räknat på 40 kg ECM, vilket precis motsvarar svensk norm vid 650 kg levande vikt. Utsöndrat i mjölk beräknades till 38 g och utsöndrat i urin 1,5 g. Resterande fosfor som utsöndras i träcken blev då 44,5 g. Räknat per ko och år blev fosforintaget 21,3 kg, utsöndringen i mjölk 8,5 kg och utsöndringen i urin och träck 12,8 kg (tabell 5.1).

Alt C - Foderstat med majsensilage och HP-massa (Skåne)

Jämfört med motsvarande foderstat i den tidigare studien av Emanuelsson, m. fl, (2006) som innehöll ett ensilage av extra hög kvalitet, vilket kompletterar majsen och HP-massan på ett bra sätt, innehåller detta alternativ (C) ett normalt ensilage. I de kommande beräkningarna av miljökonsekvenser i delprojekt 3 behövde vi renodla de olika scenarierna, så att detta alternativ tydligt skiljer sig från alternativ B och I. Därför byttes ensilaget ut mot ett av mer ordinär kvalitet och med en lägre giva, och denna foderstat används i föreliggande arbete (bilaga 2.3).

Både majs och HP-massa har lågt innehåll av fosfor. Foderstaten innehåller obehandlat sojamjöl som har ett högt fosforinnehåll (7,2 g/kg ts). I laktationsmånad 5 (35 kg ECM) innehöll foderstaten 0,37 % av ts, vilket är lite högre än NRC:s rekommendation. Fosforintaget per ko och dag räknat på 40 kg ECM blev 84 g, vilket precis uppfyller behovet enligt svensk norm (84 g). Fosforutsöndringen i mjölk blev 38 g och i urin 1,5 g. Därmed beräknades utsöndringen i träck till 44,5 g. Räknat per ko och år blev fosforintaget 21,2 kg, utsöndringen i mjölk 8,5 kg och i träck och urin 12,7 kg (tabell 5.1).

Tabell 5.1 Beräknad fosforintag och utsöndring för foderstater beräknade för 9000 kg ECM.

	P % av ts	g/dag vid 40 kg ECM/dag			kg/ko och år				
		P intag	P mjölk	P urin	P träck	P intag	P mjölk	P urin	P träck
Alt A – Foderstat med Agrodrank	0,40	97	38	1,5	57,5	25,1	8,5	0,5	16,1
Alt B – Foderstat med mycket vall av bra kvalitet	0,36	84	38	1,5	44,5	21,3	8,5	0,5	12,3
Alt C – Foderstat med majs och HP-massa	0,37	84	38	1,5	44,5	21,2	8,5	0,5	12,2

5.2. Fosforbalanser för tre foderstater beräknade för hög avkastning, (Alt. D-F)

För detaljer kring foderstaternas sammansättning och näringsvärden hänvisas till avsnitt 4.4 tidigare i del 1 i denna rapport, samt till bilaga 2.4 – 2.6. Resultatet för samtliga tre foderstater för hög avkastning ses nedan i tabell 6.1.

Tabell 6.1. Fosforbalans per ko och dag samt per ko och år för foderstater beräknade för hög avkastning.

	g/dag					kg/ko och år			
	kg ECM/dag	P intag	P mjölk	P urin	P träck	P intag	P mjölk	P urin	P träck
Alt D - Mellansvensk foderstat (Svealand)	47	101	44	1,5	55,5	26,6	10,3	0,5	15,8
Alt E - Foderstat med färdigfoder (Svealand)	47	114	44	1,5	68,5	28,3	10,3	0,5	17,5
Alt F - Ärtor och värmebeh rapskaka	45	123	42	1,5	79,5	24,7	9,4	0,5	14,8

Alt D - Mellansvensk foderstat beräknad för 11 000 kg ECM (Svealand)

Foderstaten består av betför, vallensilage, hö, spannmål och koncentrat.

I laktationsmånad 2 (47 kg ECM) var fosforinnehållet i foderstaten 0,38 % av ts. För 45 kg ECM var det också 0,38 % vilket är lite högre än NRC:s rekommendation (0,36% av ts).

Beräknat fosforintag vid 47 kg ECM var 101 g/dag vilket är klart högre än svensk norm (95 g). Utsöndringen i mjölk beräknades till 44 g samt utsöndrat i urin 1,5 g, enligt tabell 6.1.

Resterande fosfor som utsöndras i träcken blev då 55,5 g. Räknat per ko och år blev fosforintaget 26,6 kg, medan utsöndringen i mjölk blev 10,3 och i träck och urin 16,2.

Alt E - Foderstat med färdigfoder beräknad för 11000 kg ECM

Foderstaten innehåller vallensilage av medelgod kvalitet, spannmål samt färdigfoder. I laktationsmånad 2 (47 kg ECM) var fosforinnehållet i foderstaten 0,43 % av ts, vilket är högre än övriga foderstater i tidig laktation. Även för 45 kg ECM var fosforhalten 0,43% av ts vilket kan jämföras med NRC:s rekommendation som är 0,36 % av ts för den avkastningsnivån.

Fosforintaget vid 47 kg ECM var 114 g vilket är högre än behovet enligt svensk norm (95 g). Utsöndrat i mjölk beräknades till 44 g och utsöndrat i urin 1,5 g per dag (tabell 6.1).

Resterande fosfor som utsöndras i träcken beräknades då till 68,5 g/dag. Räknat per ko och år blev fosforintaget 28,3, utsöndringen i mjölk 10,3 och utsöndringen i urin och träck 18 kg.

Alt F - Foderstat med ärtor och raps beräknad för 10 000 kg ECM

Foderstaten är beräknad för 10 000 kg ECM och består av vallensilage, HP-massa, ärtor, expromjölk och exprokaka. I laktationsmånad 6 (35 kg ECM) gav foderstaten en fosforhalt på 0,39% av ts, vilket är högt. Fosforintaget per ko och dag blev 123 g räknat på 45 kg ECM. För den avkastningsnivån är behovet 92 g enligt svensk norm. Utsöndrat i mjölk beräknades till 42 g och utsöndrat i urin 1,5 g. Resterande fosfor som utsöndras i träcken blev då 79,5 g. Räknat per ko och år blev fosforintaget 24,7 kg, utsöndringen i mjölk 9,4 kg och utsöndringen i urin och träck 15,3 kg (tabell 6.1).

I tabell 6.2 visas dagligt fosforintag och utsöndring vid avkastningsnivån 40 kg ECM för samtliga sex foderstater. Högst fosforintag gav foderstaten med ärtor och rapskaka, följt av färdigfoder och foderstaten med agrodrank. Lägst fosforutsöndring i träcken gav vallfoderstaten och majsfoderstaten. Tabell 6.3 visar fosforbalansen per ko och år för samtliga sex foderstater (alt. A-F). Inom avkastningsnivån 9000 kg ECM gav foderstaten med Agrodrank högst fosforintag. För foderstaterna beräknade för 11000 kg ECM gav foderstaten med färdigfoder högst fosforintag. Variationen i fosforintag per ko och år var alltså från 21,2 till 28,3.

Tabell 6.2. Fosforbalans per ko och dag för alla sex foderstater, vid 40 kg ECM / ko och dag

	P % av ts	^{g/dag} P intag	P mjölk	P urin	P träck
Alt A - Foderstat m Agrodrank (V. Götaland)	0,40	97	38	1,5	57,5
Alt B - Foderstat med mkt vall av bra kvalitet (Norrländ)	0,36	84	38	1,5	44,5
Alt C - Sydsvensk foderstat med majs och HP-massa (Skåne)	0,37	84	38	1,5	44,5
Alt D - Mellansvensk foderstat beräknad för hög avkastning	0,37	91	38	1,5	51,5
Alt E - Foderstat med färdigfoder (Svealand)	0,42	98	38	1,5	58,5
Alt F - Foderstat med ärtor och värmebeh rapskaka	0,38	115	38	1,5	75,5

Tabell 6.3. Fosforbalans kg per ko och år för alla sex foderstater

	kg ECM/år	^{kg/ko och år} P intag	P mjölk	P urin	P träck
Alt A - Foderstat m Agrodrank (V. Götaland)	8998	25,1	8,5	0,5	16,1
Alt B - Foderstat med mkt vall av bra kvalitet (Norrländ)	8998	21,3	8,5	0,5	12,3
Alt C - Sydsvensk foderstat med majs och HP-massa (Skåne)	8998	21,2	8,5	0,5	12,2
Alt D - Mellansvensk foderstat beräknad för hög avkastning	11001	26,6	10,3	0,5	15,8
Alt E - Foderstat med färdigfoder (Svealand)	11001	28,3	10,3	0,5	17,5
Alt F - Foderstat med ärtor och värmebeh rapskaka	10004	24,7	9,4	0,5	14,8

7. Fallstudier av foderstater till LCA-studie, Alt G-K

Materialet i denna rapport har även fungerat som underlag för miljösystemanalysdelen av forskningsprojektet (delprojekt 3, se Förord). I denna del av projektet användes livscykelanalysmetodik för att beräkna och jämföra miljöeffekterna av de olika foderstaterna, både från foderproduktion och djur. Eftersom syftet med miljösystemanalysen var att utvärdera effekten av att byta en konventionell foderstat mot olika närproducerade foderstater valdes en enskild region ut, så att inte eventuella skillnader skulle kunna bero på gårdens lokalisering. Västra Götaland valdes ut, eftersom det är det län i Sverige som har flest mjölkkor (SCB, 2008), och det kan också anses vara representativt för stora delar av landet. Av liknande skäl valdes en avkastningsnivå, 9000 kg ECM, så att inte skillnader i miljöeffekt från olika foderstater skulle kunna bero på avkastningsnivån.

Ett utgångsscenario, alt. G, sattes upp och utgjordes av en vanlig enkel foderstat med ensilage, betför, spannmål och koncentrat beräknad för 9000 kg ECM (bilaga 2.7). Sedan valdes fyra andra foderstater ut för att jämföras med utgångsläget, enligt tabell 7.1. Jämfört med de sex tidigare beskrivna foderstaterna (se avsnitt 4.3 - 4.4 i del 1) var dessa foderstater något förenklade. Eftersom säkra miljödata saknades för hö, togs hö bort ur foderstaterna och ersattes genom att öka mängden ensilage samt göra små justeringar på givorna av spannmål och koncentrat.

Foderstat H innehåller agrodrank och foderstat I innehåller en mycket hög giva vallfoder (14 kg ts) av hög kvalitet. Foderstat J (bilaga 2.10) liknar mycket majs- och HP-massa-foderstaten (alt C), som beskrivs i avsnitt 4 (tabell 4.6; bilaga 2.3), men har lite mer vallfoder och lite mindre spannmål och koncentrat. Foderstat K är en foderstat utan koncentrat med klöverensilage och rapsprodukter. En sådan foderstat kan passa i ekologisk mjölkproduktion.

Notera dock att odlingsdata till miljösystemanalysen även i detta alternativ avser konventionell odling.

För detaljerade uppgifter om samtliga elva foderstater hänvisas till bilaga 2.1 – 2.11 samt bilaga 2.12. I bilaga 2.12 finns näringsvärden för kraftfoderråvarorna som använts i foderstaterna.

Tabell 7.1 Foderstatsscenarioer för Västra Götaland, beräknade för 9000 kg ECM.

Foderstat	Innehåll	Foderdata
Alt G – Utgångsfoderstat (base case)	Ensilage, betfor, spannmål, koncentrat	Bilaga 2.7
Alt H – Agrodrank	Ensilage, betfor, agrodrank, spannmål, koncentrat	Bilaga 2.8
Alt I – Mer och bättre vall	Ensilage, spannmål, koncentrat	Bilaga 2.9
Alt J – Majs och HP-massa	Ensilage, HP-massa, majsensilage, sojamjöl, spannmål, koncentrat	Bilaga 2.10
Alt K – Klövervall, ärter och raps	Klöverensilage, HP-massa, värmebehandlat rapsmjöl (Expro), värmebehandlad rapskaka, ärter, spannmål	Bilaga 2.11

Foderstaternas innehåll av fosfor redovisas i tabell 7.2. Högst fosforhalt hade klöver/ärter/raps-foderstaten (Alt K), vilket kan förväntas när foderstaten innehåller mycket raps. Foderstaten med agrodrank (alt H) hade också en hög fosforhalt. Foderstaten med mycket vallfoder (Alt I) hade lägst fosforinnehåll i % av ts.

Tabell 7.2. Foderstaternas innehåll av fosfor, uttryckt som % av ts.

	P % av ts	
	Max	Min
Alt G – Utgångsfoderstat (base case)	0,36	0,28
Alt H – Agrodrank	0,41	0,29
Alt I – Mer och bättre vall	0,34	0,27
Alt J – Majs och HP-massa	0,38	0,31
Alt K – Klövervall, ärter och raps	0,42	0,28

I tabell 7.3 ses beräknat fosforintag per dag och per år samt beräknad fosforutsöndring per dag och per år för alt G – L. Lägst dagligt fosforintag gav foderstaten med mycket vallfoder. Högst intag av fosfor gav foderstaten med mycket rapsprodukter i. Beräknad mängd fosfor som utsöndras i träcken blev 10,3 kg per ko och år som lägst och 14,3 kg per ko och år som högst.

Tabell 7.3 Beräknat fosforintag och fosforutsöndring med foderstater beräknade för Västra Götaland (9000 kg ECM).

	P % av ts	Grovfoder % av ts	g/dag vid 40 kg ECM/dag				kg/ko och år			P träck	P utsöndrat träck+urin
			P intag	P mjölk	P urin	P träck	P intag	P mjölk	P urin		
Alt G – Utgångsfoderstat (base case)	0,35	46	81	38	1,5	41,5	20,9	8,5	0,5	11,9	12,4
Alt H – Agrodrank	0,39	46	90	38	1,5	50,5	23,6	8,5	0,5	14,6	15,1
Alt I – Mer och bättre vall	0,34	62	78	38	1,5	38,5	19,3	8,5	0,5	10,3	10,8
Alt J – Majs och HP-massa	0,36	46	82	38	1,5	42,5	20,3	8,5	0,5	11,3	11,8
Alt K – Klövervall, ärter och raps	0,41	49	93	38	1,5	53,5	23,3	8,5	0,5	14,3	14,8

8. Beräkning av kvävebalans per ko och år (alt A-K)

Mängden kväve per ko och år som hamnar ”under svans” kan skattas genom att beräkna kväveintaget via foder och sedan dra ifrån kväveansättningen i tillväxt/foster och utsöndringen i mjölk. För våra foderstater har inga tillägg för tillväxt eller dräktighet gjorts. Därmed kan kväveutsöndringen i mjölk beräknas som mängden mjölk * mjölkens proteinhalt / 6,38 som är kvävehalten i mjölkprotein. I våra beräkningar har vi satt mjölkens proteinhalt till 3,2 %. I tabell 8.1 ses beräkningar av kväve i träck och urin för samtliga elva foderstatsscenarier (A-K). Högst kväveutsöndring per ko och år gav foderstaten med färdigfoder (alt E), medan foderstaten med mycket vallfoder (alt I) gav lägst kväveutsöndring. Beräknat kväveintag per dag varierade mellan 597 och 768 g för de elva foderstaterna, vid 40 kg ECM/dag. Kvoten kväveintag (N in) genom kväve i mjölk (N mjölk) var lägst för foderstat F (3,3) följt av foderstat I och högst för foderstat A (4,0). För de foderstater som utgör indata till delprojekt 3 var det bara ökad grovfoderandel (mer vall eller majsensilage) som gav lägre kväveutsöndring än utgångsfoderstaten (alt G).

Tabell 8.1. Kvävebalans per ko och år för samtliga tolv foderstater

	kg ECM/år	kg / ko och år			
		N intag	N mjölk	N träck & urin	N in / N mjölk
Alt A - Foderstat m Agrodrank (V. Götaland)	8998	178	45	133	4,0
Alt B - Foderstat med mkt vall av bra kvalitet (Norrland)	8998	165	45	120	3,7
Alt C - Foderstat med majs och HP-massa (Skåne)	8998	163	45	118	3,6
Alt G - Utgångsfoderstat Västra Götaland (base case)	8998	158	45	113	3,5
Alt H - Agrodrank	8998	166	45	121	3,7
Alt I - Mer och bättre vall	8998	154	45	109	3,4
Alt J - Majsfoderstat (V. Götaland)	8998	156	45	111	3,5
Alt K - Klövervall, ärter och raps	8998	170	45	125	3,8
Alt D - Mellansvensk foderstat beräknad för hög avkastning	11001	195	55	140	3,5
Alt E - Foderstat med färdigfoder (Svealand)	11001	198	55	143	3,6
Alt F - Foderstat med ärter och värmebeh rapskaka	10004	165	50	115	3,3

9. Slutsatser

Enligt våra beräkningar varierade fosforintaget mellan 19 och 28 kg per ko och år för våra närproducerade foderstater. Beräknad utsöndring av fosfor med träcken varierade mellan 11 och 18 kg. Detta stämmer väl överens med andra beräkningar som gjorts (Gustafsson, 2001). Våra beräkningar av dagligt fosforintag är i nivå med fosforintaget i försök som gjordes på Kungsängens forskningscentrum (Ekelund, 2003) samt med nyligen publicerad litteratur (Arriaga m.fl., 2009).

Fosforinnehållet varierar mycket i olika typer av fodermedel. Våra beräkningar visade högst fosforintag och utsöndring för foderstater som innehöll agrodrank, färdigfoder eller rapsprodukter, vilket man också förväntat sig. Foderstaterna med hög andel grovfoder (mycket vall eller majsensilage) gav lägst beräknad utsöndring av fosfor. En hög

grovfoderandel kan därför vara en möjlig strategi för att minska på fosforutsläppen från djuren. För att minimera överutfodring av fosfor bör man ta hänsyn till foderstatens naturliga innehåll av fosfor och anpassa valet och mängden av mineralfoder därefter.

Kvävebalanserna visade att foderstaterna med ärtor och raps (alt F) och mer och bättre vall (alt I) bäst utnyttjade intaget kväve till mjölkproduktion. Högst kväveintag per ko och år gav foderstaterna med agrodrank och rapsprodukter. I svensk rådgivning har man under flera år arbetat för att förbättra mjölkornas kväveeffektivitet genom projektet Greppa näringen. När det gäller kornas fosforeffektivitet finns det mer kvar att göra. Genom den forskning som nu pågår i Sverige kring fosforomsättning hos mjölkkor borde det inom några år finnas möjligheter att genom mer precis utfodring kunna förbättra kornas fosforutnyttjande.

10. Referenser

Arriaga, H., Pinto, M., Calsamiglia, S. & P. Merino. 2009. Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. *J. Dairy sci.* 92: 204-215.

Ekelund, A. 2003. Phosphorus and the Dairy Cow. Influence of Intake Level, Source and Stage of Lactation on Apparent Digestibility and Bone Turnover. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria* 412. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala 2003.

Fodertabeller för idisslare. 2003. Spörndly (red.). Rapport 257. SLU. Institutionen för husdjurens utfodring och vård.

Gustafsson, A. 2001. Ökad effektivitet vad gäller fosfor i mjölkproduktionen. Rapport nr 4998. 2001-08-30. Svensk Mjolk Forskning.

Lundström, J, Albihn, A, Gustafson, G., Bertilsson, J, Rydhmer, L & Magnusson, U. 2009. Lantbrukets djur i en föränderlig miljö – utmaningar och kunskapsbehov. Översikt över den svenska djurhållningens beroende av och inverkan på klimat och miljö. Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap & SVA.

McDonald, Edwards, Greenhalgh, Morgan. 1995. *Animal nutrition*. 5th ed. Longman Scientific & Technical.

Naturvårdsverket. 2004. Fosforutsläpp till vatten år 2010 - delmål, åtgärder och styrmedel. Rapport 5364.

Naturvårdsverket. 2005. Fosforförluster från mark till vatten. Rapport 5507.

Nutrient Requirements of Dairy Cattle (NRC): 7th revised edition. 2001. The National Academies Press.

SJVFS 2006:66. Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring.

Steineck, S., Djurberg, L. & J. Ericsson. 1991. Stallgödsel. Sveriges Lantbruksuniversitet. Speciella skrifter 43. Uppsala.

Underwood, E.J. & Suttle, N.F. 1999. The mineral nutrition of livestock. 3rd ed. CABI Publishing.

Valk, H & Sebek, L.B.J. 1999. Influence of Long-Term Feeding of Limited Amounts of Phosphorus on Dry Matter Intake, Milk production, and Body Weight of Dairy Cows. J Dairy sci. 82: 2157-2163.

Personliga meddelanden

Kjell Holtenius, Inst. för husdjurens utfodring och vård. 2009-01-05.

Rolf Spörndly, Inst. för husdjurens utfodring och vård. 2009-04-30.

Per Ulvne, Foder Direkt AB. 2009-05-11.

11. Bilagor

Bilaga 2-1 tom 2-11. Detaljerade översikter för alternativ A-F samt G-K.

Bilaga 2-12. Näringsvärden för fodermedel som använts i beräkningarna.

Bilaga 2.12

Näringsinnehåll i råvaror till kraftfoder samt övriga fodermedel förutom vallensilage

	Betfor	HP-massa*	Majs-ensilage*	Hö	Halm	Spannmål*	Agrodrank	Sojamjöl obeh.	Rapsmjöl obeh.	Expromjöl	Exprokaka	Ärter
Oms energi MJ/kg ts	12,5	12,8	11,0	10,3	6,6	13,1	13,6	14,6	12,4	12,1	15,5	13,9
Råprotein g/kg ts	111	108	91	140	40	123	310	510	340	384	339	239
EPD % av rp	69	61	67	80	60	78	70	64	72	35	40	80
AAT g/kg ts	97	100	82	70	46	94	107	182	112	220	171	98
PBV g/kg ts	-56	-69	-55	20	-54	-30	166	261	231	75	87	80
Stärkelse g/kg ts	0	0	223	0	0	560	0	0	13	90	0	550
NDF g/kg ts	334	445	496	560	750	246	270	95	243	100	311	100
EFD	72	74	31	50	25	53	49	72	47	46	39	46
Råfett g/kg ts	0	0	22	20	20	30	63	10	45	67	169	70
ADF g/kg ts	126	126	367	399	494	47	210	62	143	168	168	55
NFE g/kg ts	660	635	612	811	409	761	482	350	355	315	315	646
Växtråd g/kg ts	120	176	231	330	436	62	95	60	123	103	103	78
Ca g/kg ts	9,5	8,8	2,4	5,7	3,3	0,4	2,6	3,2	7,9	8	7,5	0,8
P g/kg ts	0,7	0,8	2,3	2,7	1,1	4,0	10,3	7,2	14,4	13,4	12,4	4,3
Aska, g/kg ts	86	86	44	59	59	28	50	70	77	79	62	33

* Andra näringsvärden har använts i några foderstater för dessa fodermedel, se Bilagor.

SLU

Institutionen för husdjurens utfodring och vård

RAPPORTSERIE VID INSTITUTIONEN

1-271 Finns i mån av tillgång i arkiv

264. Sofie Fröberg, 2005
Studies on Restricted Suckling in Dual Purpose and Dairy Breed Cattle in Mexico
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-6855-8 LIC THESIS
265. Sara Antell, 2005
Mixed Grazing Systems with Laying Hens, Cattle and Geese
ISSN 0347-9838 ISBN 91-576-6888-4 LIC THESIS
266. Allan Simonsson, 2006
Fodermedel och näringsrekommendationer för gris
ISSN 0347-9838 ISRN SLU-HUV-R-266-SE
267. Rolf Spörndly, 2007
KungsängenDagarna 2007
ISSN 0347-9838 ISRN SLU-HUV-R-267-SE
268. Thomas Pauly, Martin Knicky, Per Lingvall, Hans Arvidsson, Rolf Spörndly, 2007
Ensilering i slang
Jämförelse mellan två ensilagepackare och mellan hackvagn och finsnittvagn
ISSN 0347-9838 ISRN SLU-HUV-R-268-SE
269. Lindberg, Jan Erik, 2008
Utfodring av unghästar med torkad vetedrank
Tillväxt, kroppsmått och blodparametrar
ISSN 0347-9838 ISRN SLU-HUV-R-269-SE
270. Lindberg, Jan Erik, 2008
Näringsvärde hos färsk vetedrank vid utfodring till grisar
ISSN 0347-9838 ISRN SLU-HUV-R-270-SE
271. Forsberg, Anne-Mari, 2008
Factors affecting cow behaviour in a barn equipped with an automatic milking system
ISSN 0347-9838 ISBN 978-91-85911-69-1 LIC THESIS
272. Connysson, Malin, 2009
Fluid Balance and Metabolic Response in Athletic Horses Fed Forage Diets
ISSN 0347-9838 ISBN 978-91-86197-16-2 LIC THESIS

I denna serie publiceras forskningsresultat vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet. Förteckning över tidigare utgivna rapporter i denna serie återfinns sist i häftet och kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

In this series research results from the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed at the end of this report and may be obtained from the department as long as supplies last.

DISTRIBUTION:
Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024
750 07 UPPSALA
Tel.018/672817
Margareta.Norinder@huv.slu.se