



Förutsättningar för en minskning av växthusgasutsläppen från jordbruket

Förutsättningar för en minskning av växthusgasutsläppen från jordbruket

Referens
Johan Wahlander

2003-12-10

Regeringskansliet
Jordbruksdepartementet
103 33 STOCKHOLM

Uppdrag att utreda förutsättningarna för att minska utsläppen av växthusgaser, främst metan och lustgas, från jordbruket.

Regeringen beslutade den 11 april 2002 att ge Jordbruksverket i uppdrag att utreda förutsättningarna för att minska utsläppen av växthusgaser från jordbruket. Verket skall ange vilka åtgärder som är möjliga att vidta för att minska växthusgasutsläppen. Åtgärdernas effekter, potential för utsläppsminskningar och kostnader skall redovisas. I uppdraget ingår även att Jordbruksverket skall belysa vilken positiv eller negativ inverkan åtgärder som vidtas för att uppnå andra miljö kvalitetsmål samt för att förbättra djurhälsan eller djuromsorgen har för att minska utsläppen av växthusgaser. De målkonflikter som kan uppstå skall klarläggas. Slutligen skall verket peka ut inom vilka områden rörande jordbrukets utsläpp av växthusgaser det finns kunskapsbrister samt identifiera behoven av forskning och teknikutveckling. Uppdraget skall redovisas senast den 31 december 2003.

I bifogad rapport lämnar Jordbruksverket förslag på vad som bör göras. Effekterna på växthusgasemissionerna av åtgärder för att uppnå andra mål redovisas. Jordbruksverket pekar även på relativt stora kunskapsbrister och forskningsbehov.

Innehållet i bifogad rapport har utarbetats i den arbetsgrupp Jordbruksverket bildat för att genomföra uppdraget. I arbetsgruppen har utöver representanter från Jordbruksverket också representanter från Naturvårdsverket och Lantbrukarnas riksförbund ingått. Jordbruksverket har därutöver samrått med Naturvårdsverket och Lantbrukarnas riksförbund.

I detta ärende har generaldirektören Mats Persson beslutat. Handläggaren Johan Wahlander har varit föredragande. I den slutliga handläggningen har också avdelningschefen Carl-Johan Lidén, enhetschefen Evert Jonsson juristerna Torkel Fagerlund och Conny Öhman samt handläggaren Göte Frid deltagit.

Mats Persson

Johan Wahlander

Innehåll

1	Sammanfattning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Åtgärder mot metangasemissioner	6
1.2.1	Metan bildat genom husdjurens foderspjäлкning	6
1.2.2	Metan från gödselhantering.....	6
1.3	Åtgärder mot lustgasemissioner	7
1.3.1	Lustgas från gödselhantering	7
1.3.2	Lustgas från jordbruksmark	7
1.4	Åtgärder mot koldioxidemissioner	7
1.5	Möjliga åtgärder	8
2	Uppdraget	9
2.1	Uppdrag att utreda förutsättningarna för att minska utsläppen av växthusgaser från jordbruket	9
2.2	Arbetets genomförande	10
2.3	Rapportens utformning	10
2.4	Avgränsningar	11
3	Utsläpp och utsläppskällor	13
3.1	Sveriges klimatstrategi	13
3.2	Sveriges tredje nationalrapport till Klimatkonventionen	14
3.3	Nya beräkningar över utsläppen av metan och lustgas till 2010 ¹⁷	15
3.3.1	Förutsättningar för utsläppsprojektioner till år 2010.....	15
3.4	Sammanställning av emissioner från jordbruket.....	17
3.5	Jordbrukets utsläpp av metan	18
3.5.1	Metan bildat genom husdjurens foderspjäлкning	18
3.5.2	Metanavgång orsakad av gödselhantering.	21
3.6	Jordbrukets utsläpp av lustgas.....	26
3.6.1	Lustgasemissioner orsakade av gödselhantering.....	26
3.6.2	Lustgasemissioner från jordbruksmark	30
3.7	Jordbrukets utsläpp av koldioxid.....	35
3.7.1	Koldioxidemissioner som ett resultat av odling.....	36
3.7.2	Kalkning	37
3.7.3	Drivmedel och bränslen	38
3.7.4	Bioenergi	38

4	Möjliga åtgärder för att minska växthusgasutsläppen.....	39
4.1	Av metan	40
4.1.1	Från husdjurens foderspjäлкning	40
4.1.2	Från stallgödselhantering	43
4.2	Av lustgas.....	48
4.2.1	Från stallgödselhantering	48
4.2.2	Från jordbruksmark	48
4.3	Av koldioxid.....	50
4.3.1	Från bortodling av organiskt material.	50
4.3.2	Jordbruksmarken som kolsänka.	51
4.3.3	Från kalkning av jordbruksmark	52
4.3.4	Från drivmedel och bränslen	53
4.3.5	Ersätta fossila bränslen med bioenergi.....	53
4.4	En miljöorienterad produktpolitik.....	54
5	Effekter på växthusgasemissioner av åtgärder inom jordbruksområdet för att uppnå andra mål för miljö kvalitet m.m.....	55
5.1	Åtgärdsprogrammet för att minska växt närings-förluster från jordbruket ⁶	55
5.1.1	Åtgärder.....	55
5.1.2	Ekonomiska styrmedel	56
5.1.3	Rådgivning och information.....	56
5.1.4	Effekter av programmet mot växt näringsförluster	56
5.2	”Greppa Näringen”.....	57
5.3	Handlingsprogram för användningen av bekämpnings-medel i jordbruket och trädgårdsnäringen.	57
5.4	Ekologiska jordbruksprodukter och livsmedel – Aktionsplan 2005	58
5.5	Den pågående ”Våtmarksutredningen”	58
5.6	Program för att förbättra djurhälsan eller djuromsorgen. ³⁴	59
5.7	Kampanjen ”Levande Landskap”. ⁶	59
6	Kunskapsbrister, behov av forskning och teknikutveckling.....	61
6.1	Metan.....	61
6.1.1	Metan bildat genom husdjurens foderspjäлкning	61
6.1.2	Metan från gödselhantering.....	62
6.2	Lustgas	63
6.2.1	Lustgas från gödselhantering	63
6.2.2	Lustgas från jordbruksmark	64
6.3	Koldioxid från mark.	64

6.4	Övrigt	65
7	Förslag	67
7.1	Överväganden.....	67
7.2	Åtgärdsförslag	68
7.2.1	Åtgärder mot metanemissioner	68
7.2.2	Åtgärder mot lustgasemissioner	68
7.2.3	Åtgärder mot koldioxidemissioner	69
7.3	Slutord	70
8	Referenser	71

Bilaga: utdrag ur arbetsrapporten från JTI, ”Täckning av flytgödselbehållare med gastäta membran – effekter på emission av metan och lustgas”

1 Sammanfattning

1.1 Bakgrund

Regeringen har i ett regeringsbeslut 2002-04-11 gett Statens jordbruksverk i uppdrag att, efter samråd med Naturvårdsverket och andra berörda myndigheter och organisationer, utreda förutsättningarna för att minska utsläppen av växthusgaser, främst metan och lustgas, från jordbruket. Detta arbete redovisas i denna rapport.

Avgången av metan och lustgas från jordbruket står för ca 12% av Sveriges samlade växthusgasutsläpp. Dessa utsläpp från jordbruket motsvarar ca 9 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år. Om man även inkluderar utsläppen från jordbrukets primära energianvändning tillkommer ytterligare 1000 kton/år samt ca 4 000 kton/år från odling av organogena jordar och kalkning. Utsläppen från de organogena jordarna och från kalkning bokförs dock i statistiken under sektorn markanvändning och skogsbruk, och ingår inte i de svenska bruttoutsäppen. Det finns en betydande osäkerhet om utsläppens storlek, och i många fall även om vad som styr utsläppen. Detta är en stor komplikation när man diskuterar vilka åtgärder som behöver genomföras för att minska utsläppen.

Grovt sett kan man se tre källor till utsläpp av växthusgaser i jordbruket; husdjuren (främst idisslarna), kväveanvändning i odlingen och bortodlingen av mull. Utvecklingen är för dessa källor, sett enbart ur växthusgassynpunkt, på det hela taget positiv för att inte säga mycket positiv. Antalet nötkreatur minskar kraftigt, de stora insatser som görs för att minska övergödningen av våra vattendrag innebär även minskad kväveanvändning, och delar av mulljordarna tas ur produktion när den odlade arealen minskar. Allt detta gör att utvecklingen inom sektorn ”Jordbruk” troligen kommer att överträffa det mål som i Klimatstrategin²⁰ sätts upp för hela landets utsläpp, nämligen att utsläppen av växthusgaser som ett medelvärde under perioden 2008 – 2012 skall vara minst 4 % lägre än utsläppen år 1990.

Den sammantagna bedömningen är att någon förändring av riktningen på denna utveckling inte är nära förestående, men eftersom dessa emissionsminskningar beror på strukturella förändringar, kommer de inte att fortsätta i samma takt om förändringstakten i omvandlingen av jordbrukets struktur ändras.

Ett antal källor till växthusgaser har studerats och utifrån dem har ett antal tänkbara åtgärder för att minska emissionerna från dessa granskats.

1.2 Åtgärder mot metangasemissioner

1.2.1 Metan bildat genom husdjurens foderspjäлкning

Åtgärd	Bedömning	Läs i
Minskat antal idisslare	Antalet mjölkkor minskar sedan länge med ca 2% per år vilket motsvarar produktivitetsförbättringen. En ytterligare minskning av antalet mjölkkor leder till en ökad import av mjölk och även en ökad import av kött. Importerade livsmedel orsakar växthusgasemissioner i andra länder och minskar därför inte problemen globalt. Ett tillräckligt stort antal betande djur är en förutsättning för miljömålet ”Ett rikt odlingslandskap”. Både bestånden av mjölkkor (indirekt) och köttaskor påverkar antalet betande djur.	3.5.1.1 4.1.1.2 4.4
Mindre utsläpp/foderenhet	Att i ytterligare omfattning byta ut grovfoder mot kraftfoder för att minska metanemissionerna är inte att rekommendera av djurhälsoskäl och utifrån vallens positiva betydelse för miljön.	3.5.1 4.1.1.3 6.1.1
Förbättra djurens produktivitet	Åtgärder som bygger på att förändra kons foderomsättning genom olika tillsatser är olämpliga ur djurskyddssynpunkt. Att förlänga kons produktiva period (högre slaktålder) kan ge en minskning av metanemissionerna.	4.1.1.4 4.4
Ändrade konsumtionsmönster	Stora möjligheter till förändringar genom att möjliggöra medvetna val av livsmedel. Ändrade konsumtionsmönster kan få omfattande konsekvenser även på andra områden än växthusgasproblematiken.	4.4 6.4

Utvecklingen går mot en minskning av de totala metanemissionerna från husdjurens foderomsättning. Det främsta skälet till detta är det minskande antalet mjölkkor. Mjölkorna är viktiga för miljömålet ”Ett rikt odlingslandskap”.

Åtgärder för att minska idisslarnas metanemissioner genom att förändra deras foderomsättning bör inte ske på bekostnad av djurens hälsotillstånd eller välbefinnande i övrigt. Åtgärder för produktivitetsökning pågår sedan lång tid tillbaka. Potentialen att åstadkomma några omfattande emissionsminskningar genom åtgärder inom detta område förefaller begränsade.

För att en minskning av antalet idisslare i Sverige skall minska metanemissionerna, globalt sett, krävs dessutom att den minskade produktionen inte ersätts med import.

Det är därför inte lämpligt att föreslå åtgärder som ytterligare minskar antalet idisslare.

1.2.2 Metan från gödselhantering

Eftersom kunskapen om de verkliga emissionerna av metan från gödsel under svenska förhållanden är liten så är det också svårt att fastställa effekter av åtgärder.

Åtgärd	Bedömning	Läs i
Biogasanläggningar	Många olika miljöfördelar. Om dessa kombineras på ett optimalt sätt kan troligen god lönsamhet fås för olika enskilda anläggningar.	4.1.2.3 6.1.2.2
Kompostering	Osäker effekt på växthusgasemissionerna. Den kan förmodligen bli negativ.	4.1.2.4 6.1.2.2
Kort lagringstid	Mindre tillämpligt för svenska förhållanden.	4.1.2.5 6.1.2.2
Gastät täckning av gödselbehållare	Medför att metangasbildningen stimuleras. Denna metangas måste tas omhand och utnyttjas eller facklas. Tekniken att utföra detta behöver utvecklas annars kommer denna teknik att leda till ökade utsläpp.	4.1.2.2 6.1.2.2

Biogasanläggningar, antingen centrala eller på gårdsnivå, kan vara åtgärder med positiva miljöeffekter. Ur växthusgassynpunkt gäller det att, förutom att den producerade biogasen kan ersätta fossila bränslen, växthusgasemissionerna från gödselbehållarna samlas upp och inte kommer ut i atmosfären. Mer teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad om hur en biogasanläggning för gödsel bör vara utformad behövs innan man kan förespråka en storskalig utbyggnad. Tillräcklig kunskap finns emellertid för att man, ur växthusgassynpunkt, skall kunna ha en positiv grundsyn till biogasanläggningar med gödsel som rötningssubstrat.

1.3 Åtgärder mot lustgasemissioner

1.3.1 Lustgas från gödselhantering

Det som sagts ovan om biogasanläggningar och om det begränsade dataunderlaget för de verkliga emissionerna av metan från gödsel under svenska förhållanden, gäller i ännu högre grad för lustgasemissioner. Mer om dessa osäkerheter i 6.2.1.2.

1.3.2 Lustgas från jordbruksmark

Åtgärd	Bedömning	Läs i
Tillföra mindre kväve	Idag finns redan ett åtgärdsprogram för ett bättre växtnäringssutnyttjande. Om kunskapen hur lustgasavgången kan styras blir bättre så bör den ökade kunskapen tas till vara i växtnäringssprogrammet.	4.2.2.2 5.1 6.2.2.2
Minska arealen odlade organogena jordar.	Förmodligen stor potential till minskning. Men också stora osäkerheter om hur åtgärder bör utformas för att bästa effekt skall uppnås.	3.6.2 4.2.2.3 6.2.2.2

Det svenska åtgärdsprogrammet för att minska växtnäringssförluster från jordbruket påverkar både de till IPCC rapporterade och de verkliga utsläppen. Kunskapen om lustgasemissioner är inte tillräckligt känd för att det skall vara möjligt att föreslå väl underbyggda åtgärder för att uppnå en lustgasreduktion. Eftersom lustgasemissionerna från jordbruksmark är en stor emissionskälla är det motiverat att satsa på kunskapsuppbyggnad inom detta område. När sådan kunskap finns bör den tas med i nya åtgärdsprogram för att minska växtnäringssförluster från jordbruket.

1.4 Åtgärder mot koldioxidemissioner

Åtgärd	Bedömning	Läs i
Jordbruksmarken som kolsänka	Okänd potential. Kräver att genomförda förändringar i brukandet bibehålls.	3.7.1 4.3.2.2 6.3
Ändra odlingsform på organogena jordar samt minska arealen.	Stor potential till minskning. Överföring till vall och betesmark effektivt, men stora osäkerheter om nyttan med skogsplantering och återskapande av våtmark.	3.7.1 4.3.1.2 6.3
Minskad kalkning	Osäker effekt, ev. kan lustgasemissioner påverkas. Risk för ökat kadmiumupptag i grödorna.	3.7.2 4.3.3
Minskad användning av fossila drivmedel och bränslen	Begränsad potential. Starka incitament att hålla nere användningen av fossila drivmedel finns redan.	3.7.3 4.3.4
Odling av bioenergi	Stor potential. Nuvarande odling har liten omfattning. Halvtidsöversynen av CAP kommer troligen att förbättra förutsättningarna för energigrödor.	3.7.4 4.3.5

Organogena jordar är en stor källa till koldioxid, och här finns sannolikt en betydande reduktionspotential. Uppskattningen av hur stor den är försvåras av bristande kunskap om arealer, markanvändning och de organogena jordarnas djup och kvalitet. En ökad kunskapsinhämtning kring dessa frågor är därför angelägen.

Kunskap finns däremot om att bioenergi kan användas för att minska växthusgasemissioner. Överenskommelsen i slutet av juni mellan EU:s jordbruksministrar om den framtida jordbrukspolitiken innebär tämligen goda förutsättningar för att odling av energigrödor skall kunna öka.

1.5 Möjliga åtgärder

Den positiva utveckling för växthusgasemissionerna från jordbruket som skett sedan 1990 har skett utan att några särskilda åtgärder vidtagits med det direkta målet att åstadkomma en reduktion av växthusgaserna. Drivkraften bakom förändringarna är istället antingen företagsekonomiska och/eller så är de resultatet av åtgärder för att uppnå andra miljömål och/eller förbättringar i djurhälsa och djuromsorg.

De förändringar som sker i jordbruksproduktionen, har således stor betydelse för utsläppen av växthusgaser men skulle kunna få ännu större betydelse om olika åtgärdsprogram på olika sätt kopplade till andra miljömål och till produktionsmål även utarbetades med hänsyn till växthusgasemissionerna. Detta har, i de flesta fall, inte varit möjligt eftersom den bakomliggande kunskapen är för liten och ofta inte är generellt användbar.

Att föreslå omfattande och välgrundade nya åtgärder mot emissionerna från metan- och lustgas med de osäkerheter som finns är inte möjligt. Däremot bör åtgärder vidtas för att komma till rätta med de kunskapsbrister som finns. När nya åtgärdsprogram och förslag på enskilda åtgärder i jordbruksnäringen utarbetas kan dessa då ta hänsyn till det rådande kunskapsläget om vilka effekter åtgärderna innebär på emissionerna av växthusgaser. Den sammanvägda effekten på olika miljömål bör vara vägledande i prioriteringen i detta arbete.

Eftersom den nuvarande minskningstakten för växthusgasemissioner från jordbruket till stor del beror på en minskad omfattning och rationalisering av driften kan det bli ännu viktigare att ha dessa kvalitativa åtgärder i beredskap om en ytterligare minskad omfattning bedöms som olämplig. Dessutom skulle konsumenternas möjligheter att påverka utvecklingen genom sina inköpsbeslut förbättras om bättre underlag för bedömningen av klimatkonsekvenserna av inköpet fanns.

2 Uppdraget

I detta kapitel beskrivs utgångspunkterna för utredningen.

Jordbruksverket fick 2002-04-30 följande uppdrag från Jordbruksdepartementet (Dnr 23 2506/02).

2.1 Uppdrag att utreda förutsättningarna för att minska utsläppen av växthusgaser från jordbruket

Regeringens beslut

Regeringen har i ett regeringsbeslut 2002-04-11 gett Statens jordbruksverk i uppdrag att, efter samråd med Naturvårdsverket och andra berörda myndigheter och organisationer, utreda förutsättningarna för att minska utsläppen av växthusgaser, främst metan och lustgas, från jordbruket. Verket skall ange vilka åtgärder som är möjliga att vidta för att minska växthusgasutsläppen. Åtgärdernas effekter, potential för utsläppsminskningar och kostnader skall redovisas. Verket bör vidare särskilt belysa vilken positiv eller negativ inverkan åtgärder som vidtas för att uppnå andra miljö kvalitetsmål samt för att förbättra djurhälsan eller djuromsorgen har för att minska utsläppen av växthusgaser. De målkonflikter som kan uppstå skall klarläggas. Slutligen bör verket peka ut inom vilka områden rörande jordbrukets utsläpp av växthusgaser det finns kunskapsbrister samt identifiera behoven av forskning och teknikutveckling.

Jordbruksverket skall i utredningen beakta vad som framkommer vid utvecklingen av beräkningsmetoder för utsläpp av växthusgaser från jordbruket inom ramen för utsläpp av växthusgaser från jordbruket inom ramen för Kyotoprotokollet samt Naturvårdsverkets översyn.

Uppdraget skall redovisas senast den 31 december 2003.

Bakgrund

Regeringen konstaterar i propositionen Sveriges klimatstrategi (prop. 2001/02:55, bet. 2001/02: MJU10, rskr. 2001/02:163) att det svenska jordbrukets utsläpp av metan och lustgas utgjorde ca 12% av de totala utsläppen av växthusgaser år 1990 såväl som år 1997. Utsläppen av metan härrör i huvudsak från idisslare och lagring av gödsel. Däremot härrör utsläppen av lustgas främst från jordbruksmarken.

För att minska metanutsläppen anges åtgärder såsom minskat antal idisslare men också ändrad fodersammansättning och gastät täckning av flytgödselbehållare. För åtgärden minskat antal djur understryks dock att dessa kan medföra minskade möjligheter att uppnå andra miljö kvalitetsmål såsom "*Ett rikt odlingslandskap*" (prop. 2001/02:130, bet. 2001/02 :MJU3, rskr. 2001/02:36). Ändrad fodersammansättning kan inverka negativt på djurhälsan. För gastät lagring framhålls att tekniken behöver utvecklas och anpassas och att kostnaderna i förhållande till möjliga intäkter och miljöeffekter behöver utredas. I fråga om åtgärder för att minska lustgasutsläppen betonas det bristande kunskapsläget men också att åtgärder som vidtas i anslutning till miljö kvalitetsmålet *Ingen övergödning* även kan minska utsläppen av lustgas.

Regeringen påpekar i klimatpropositionen att utsläppen av koldioxid från jordbruksmarken främst sker vid odling av organogena jordar men att arealen organogen åkermark är osäker.

2.2 Arbetets genomförande

Jordbruksverkets växtnäringssenhet har haft huvudansvaret för uppdragets genomförande. Utredningen har utförts av en arbetsgrupp bestående av:

- Evert Jonsson, Växtavdelningen SJV. Ordförande.
- Johan Wahlander, Växtavdelningen SJV. Sekreterare.
- Göte Frid, Djuravdelningen SJV.
- Sven Hogfors, LRF.
- Håkan Staaf, Naturvårdsverket.

Jordbruksverket har köpt in ett underuppdrag ”Täckning av flytgödselbehållare med gastäta membran – effekter på emission av metan och lustgas” av Institutet för Jordbruks och miljöteknik, JTI.

Arbetsgruppen är enig om rapportens redovisningar och förslag. Jordbruksverket har även samrått med Naturvårdsverket och LRF. LRF ställer sig bakom rapporten.

2.3 Rapportens utformning

I punktform innebär uppdraget att Jordbruksverket ska:

1. ange vilka åtgärder som är möjliga att vidta för att minska växthusgasutsläppen,
2. åtgärdernas effekter,
3. åtgärdernas potential för utsläppsminskningar,
4. kostnader för dessa åtgärder,
5. särskilt belysa vilken positiv eller negativ inverkan åtgärder som vidtas för att uppnå andra miljö kvalitetsmål får,
6. belysa vilken positiv eller negativ inverkan åtgärder för att förbättra djurhälsan eller djuruomsorgen har för utsläppen av växthusgaser,
7. målkonflikter som kan uppstå skall klarläggas,
8. peka ut inom vilka områden rörande jordbrukets utsläpp av växthusgaser det finns kunskapsbrister samt identifiera behoven av forskning och teknikutveckling.

Pkt 1-4 gäller åtgärder, pkt 5-7 är synergieffekter respektive målkonflikter i samband med arbetet med klimatfrågorna och pkt 8 behov av ytterligare kunskap för ett framgångsrikt arbete med dessa frågor.

I kapitel 3 om ”Utsläpp och utsläppskällor” redovisas vilka källor som ger utsläpp av växthusgaser.

I kapitel 4 om ”Möjliga åtgärder för att minska växthusgasutsläppen” behandlas idéer till åtgärder genom att.

- Åtgärden beskrivs
- Konsekvenser och effekter redovisas.
- Vad som eventuellt mera behövs för att effektiva åtgärder skall kunna övervägas och genomföras.

- För åtgärder som beräknas vara möjliga att genomföra beräknas kostnaderna för åtgärden.

Frågor om positiva synergieffekter och ev. målkonflikter behandlas i kapitel 5 ”Effekter på växthusgasemissioner av åtgärder inom jordbruksområdet för att uppnå andra mål för miljö kvalitet m.m.”.

De områden där utredningen stött på kunskapsbrister beskrivas i kapitel 6 ”Kunskapsbrister, behov av forskning och teknikutveckling”.

Slutligen har materialet i detta arbete värderats och bearbetats till ett förslag som redovisas i kapitel 7.

Det bör observeras att i några fall kan i rapporten redovisade värden vara angivna med en större noggrannhet än vad säkerheten i underlagsmaterialet berättigar till.

2.4 Avgränsningar

Uppdraget avser utsläpp av växthusgaserna metan (CH_4), lustgas (=dikväveoxid, N_2O) och koldioxid (CO_2) från jordbruk. Med jordbruk avses i regel i klimatsammanhang de aktiviteter som redovisas till UNFCCC under rubriken "Agriculture", och relevanta delar av "Land use change and forestry".

Tyngdpunkten ligger på metangas och lustgas. För koldioxid är det viktigast att identifiera brister i kunskapsläget.

Utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser på grund av primär energianvändning, dvs. användning av el, diesel och andra bränslen liksom användning och produktion av biobränslen, behandlas endast översiktligt. Processutsläpp i samband med produktion av handelsgödsel och andra insatsmedel som används inom jordbruket berörs inte alls.

3 Utsläpp och utsläppskällor

I detta kapitel anges jordbrukets utsläpp av växthusgaser och vad som orsakar dessa. En projektion av utsläppen till 2010, under specificerade förutsättningar som inte innebär några större förändringar av nuvarande trender, beskrivs. Inledningsvis beskrivs mycket kortfattat svenskt klimatarbete och jordbrukets roll i detta.

Svensk klimatrapporering sker med tre direkta avnämare EU, Klimatkonventionen (UNFCCC), och regeringen genom ”miljömålsrådet”.

Naturvårdsverket är ansvarig svensk myndighet när det gäller officiell statistik över utsläpp av växthusgaser och andra substanser till luft. Ett konsortium, SMED, bestående av SCB, IVL och SMHI producerar årligen denna statistik inom ramen för ett nationellt datavärdskap på uppdrag av Naturvårdsverket. Metodiken för utsläppsinventeringen revideras successivt för att passa behoven för den internationella rapporteringen och retroaktiva omräkningar av utsläppsnivåerna sker därför då och då.²⁴

Sverige lämnar sedan 1994 årligen en rapport till UNFCCC innehållande utsläppsdata, åtgärder, styrmedel, prognoser samt indikatorer. En rapport lämnas även till EU-kommissionen som underlag till motsvarande rapportering från EU som part till konventionen.⁷

Klimatkonventionen kräver även djupare redovisningar av parternas klimatpolitik, s.k. Nationalrapporter, som lämnas till UNFCCC med 3-5 års mellanrum. Hittills har dessa lämnats 1994, 1997 och 2001.⁷

Sveriges riksdag har antagit 15 miljökvalitetsmål. Ett av dessa är ”Begränsad klimatpåverkan”. Ansvarig för miljökvalitetsmålet ”Begränsad klimatpåverkan” är Naturvårdsverket. Miljökvalitetsmålen följs upp av ett särskilt miljömålsråd, dels årligen och dels i form av en fördjupad utvärdering vart fjärde år. Som ansvarig rapporterar Naturvårdsverket till Miljömålsrådet de uppföljningar, utvärderingar, prognoser/scenarios samt åtgärdsförslag med konsekvensanalys man gör inom klimatområdet.⁷

3.1 Sveriges klimatstrategi

Miljökvalitetsmålet ”begränsad klimatpåverkan” antogs av riksdagen genom 2002 års klimatpolitiska beslut baserat på proposition 2001/02:55 ”Sveriges klimatstrategi”. Till grund för propositionen har en parlamentarisk kommitté, ”Klimatkommittén”, utarbetat ett förslag till svensk klimatstrategi (SOU 2000:23).⁷

I Klimatstrategin sätts målet för de svenska utsläppen av växthusgaser till att de som ett medelvärde under perioden 2008-2012 skall vara minst fyra % lägre än utsläppen år 1990. Målet skall omfatta sex växthusgaser och uppnås utan kompensation för upptag i kolsänkor eller med flexibla mekanismer.²⁰ Klimatarbetet liksom målet skall kontinuerligt följas upp och om åtgärder inte ger förväntad effekt, kan regeringen föreslå en omprövning av målet. Hänsyn skall tas till konsekvenser för svensk industri och dess konkurrenskraft. I Klimatstrategin anges att jordbrukets sammantagna utsläpp antas minska med ca 3 % i klimatkommitténs grundscenario*. I riksdagens klimatpolitiska beslut år 1993 betonas att klimatpolitiken bör utformas i ett internationellt perspektiv och i jämförelse med faktiskt vidtagna åtgärder i andra länder för att undvika att Sverige påtar sig en väsentligt större börda än våra

* Nyare siffror finns i kap 3.4

konkurrentländer.²⁰

Den övergripande inriktningen av klimatpolitiken bör enligt regeringens bedömning vara att Sverige bör bedriva en aktiv och kostnadseffektiv klimatpolitik som syftar till att minska utsläppen av växthusgaser både nationellt och internationellt. Klimatarbetet bör integreras i samhällets verksamheter och var och en bör ta sin del av ansvaret. Olika former för klimatarbete såsom användning av miljöledningssystem, miljövarudeklarationer, miljömärkning, utveckling av miljöteknik, miljöinriktad upphandling och dialog mellan olika aktörer bör utvecklas och fördjupas. Detta kan ske bl.a. inom ramen för en miljöinriktad produktpolitik.²⁰

Det svenska jordbrukets utsläpp av metan och lustgas utgjorde enligt klimatkommittén ca 12 % av de totala utsläppen av växthusgaser, räknat som koldioxidekvivalenter, såväl 1990 som 1997. Enligt Klimatkommittén kan utsläppen av lustgas och metan 2010 komma att ligga på samma nivå som 1990.²⁰ Det finns enligt Klimatkommitténs bedömning möjligheter att minska utsläppen av växthusgaser från jordbruket. Potentialer och kostnader behöver dock klarläggas ytterligare.

De minskningar som skett i inom jordbrukssektorn (ej markanvändning) och från avfallsdeponier under perioden 1990 och 2001, är i absoluta tal de näst största efter minskningen i utsläppen från energiproduktion i bostäder och servicesektorn. Jordbrukets utsläpp har minskat med cirka sju procent mellan 1990 och 2001. De minskade utsläppen av metan beror på en minskad djurhållning och minskningen av dikväveoxid sedan 1990 beror på att användningen av såväl handelsgödsel som stallgödsel har minskat.³⁸

3.2 Sveriges tredje nationalrapport till Klimatkonventionen

Den tredje svenska nationalrapporten om klimatförändringar (NC3) överlämnades till Klimatkonventionen år 2001. Enligt denna rapport uppgick de totala svenska utsläppen av primära växthusgaser (Koldioxid, metan, lustgas, ofullständigt fluorerade kolväten, fluorkarboner och svavelhexafluorid) år 1999, exklusive koldioxid från markanvändning och skogsbruk samt emissioner från bunkring av internationell luft- och sjöfart, till 70,5 milj. ton koldioxidekvivalenter. Koldioxidens bidrag var 80 %, metan 9 %, lustgas 10 % och övriga gaser ca 1 %. Utsläppen bedömdes ha ökat marginellt under 1990-talet - med 0,1 % under perioden 1990-1999.¹

Nyare statistik visar att det egentligen har rört sig om sänkningar i utsläppsnivåerna. Enligt statistiken som rapporterades till klimatkonventionen 2003, har utsläppen av växthusgaser i Sverige räknat som koldioxidekvivalenter minskat med 3% eller 2300 ton mellan 1990 och 2001. Mellan 1990 och 2000 var minskningen 5% räknat som faktiska utsläpp, dvs. inte normalårskorrigerade.³⁸

Koldioxid från markanvändning härstammar framförallt från odling av organogena jordar som innehåller mycket material av organiskt ursprung. Därmed innehåller de också mycket kol. Vid odling av dessa jordar frigörs koldioxid. Dessa emissioner redovisas emellertid inte under sektorn jordbruk i nationalrapporten utan under sektorn ”markanvändning och skogsbruk” som innehåller både källor och sänkor för koldioxid. Jordbruket i Sverige kan därmed sägas ansvara för ytterligare 3,8 Mton CO₂-ekvivalenter.

Om utsläppen av koldioxid från jordbrukets primära energianvändning adderas till utsläppen av metan, lustgas och koldioxid från organogena jordar så uppgår jordbrukssektorns växthusgasutsläpp till ca 12,5 Mton CO₂-ekvivalenter, eller ca 18 % av landets utsläpp. Räknas koldioxidemissionerna från odling av organogena jordar bort så blir emissionerna med jordbruket som källa 8,7 Mton CO₂-ekvivalenter eller ca 12% av landets utsläpp.¹

3.3 Nya beräkningar över utsläppen av metan och lustgas till 2010¹⁷

Sedan arbetet med NC3 har nya beräkningar över utsläppen av metan och lustgas genomförts. Dessutom har en ny projektion över jordbrukets utsläpp till 2010 gjorts av Naturvårdsverket. Projektionen har använts som underlag i den fördjupade utvärderingen av miljökvallietsmålet ”Begränsad klimatpåverkan”. De nya uppgifterna har förändrat bedömningarna av utsläppen nu och i framtiden något jämfört med de uppgifter som Klimatkommittén hade tillgång till samt vad som rapporterades i NC3.

De nya beräkningarna följer den förändrade metodik som föreslogs i det nyligen redovisade regeringsuppdraget om metodik för beräkning av växthusgasutsläpp från jordbruk¹. Detta uppdrag redovisades till Miljödepartementet under våren 2002. Metodiken har sedan använts för den utsläppsinventering för åren 1990 - 2001 som har rapporterats till Klimatkonventionen våren 2003. Alla data för 1990 och 2000 härrör från SCB:s beräkningar inom ramen för SMED:s inventeringsuppdrag för Naturvårdsverket.

Naturvårdsverkets projektion tas med i detta uppdrag för att ge en bild av framtida emissioner (under de givna förutsättningarna).

Jämfört med den metodik som användes för NC3 har följande förändringar införts vid beräkningar av utsläppen från jordbrukssektorn:

- nya emissionsfaktorer för metanavgång från mjölkkor, dikor, övriga nötkreatur och renar
- nytt parametervärde för beräkning av nedbrytbar andel av träck (VS)
- djupströ införd som ny gödselhanteringskategori
- nya emissionsfaktorer (återgång till IPCC:s standardmetodik) för indirekta emissioner av lustgas från mark
- ny emissionsfaktor (återgång till IPCC:s standardmetodik) för lustgas från odling av organogena jordar

De nya emissionsfaktorerna har ändrat beräkningarna på ett stort antal punkter. För metan har utsläppen från mjölkornas foderspjäлкning minskat, medan de ökat för övriga nötkreatur. Införandet av gödselkategorin djupströ har ökat utsläppen av metan något, eftersom djupströ har en hög emissionsfaktor. De nya emissionsfaktorerna för lustgas har ökat emissionerna från organogena jordar samt från utlakat kväve och förluster av ammoniak till atmosfären.

De beräknade samlade utsläppen för jordbrukssektorn, uttryckt som koldioxidekvivalenter, har ökat med ca 15% på grund av metodikförändringarna. Lustgasens andel av de totala utsläppen har också ökat, för år 2000 från ca 55% till 63%.

3.3.1 Förutsättningar för utsläppsprojektioner till år 2010

3.3.1.1 Avgränsningar

Projektionen avser utsläpp av metan och lustgas (dikväveoxid) från jordbruk, d.v.s. utsläpp från djur, gödsel och mark samt för lustgas även från vatten. Utsläppen anges för tre år: 1990, 2000 och år 2010. Utsläpp och aktivitetsdata för 1990 och 2000 är de som anges i Naturvårdsverkets fördjupade utvärdering av miljömålet ”Begränsad klimatpåverkan” och som överensstämmer med de data som rapporterades till Klimatkonventionen 2003 för perioden 1990 - 2001.

3.3.1.2 Jordbrukets utveckling till 2010

Utvecklingen av djurhållningen i Sverige antas ske enligt EU-kommissionen rapport om växthusgasutsläpp från jordbruket till 2010³. I denna rapport finns ett basscenario för jordbrukets utveckling som bl.a. baseras på trender för djurantal mellan 1990 och 1998 samt analyser av de ekonomiska utsikterna för olika jordbruksgrenar (EU-kommissionen 1999), inklusive effekter av Agenda 2000, extrapolerade till 2010. För varje land i EU-15 finns uppgift om uppskattat djurantal år 2010. För denna projektion har data använts för antalet mjölkkor, övriga nötkreatur, svin, får och fjäderfä i Sverige 1990-2010. För övriga djurslag antas oförändrade populationsstorlekar mellan 2000 och 2010.

Naturvårdsverkets projektion till 2010 bygger på EU-kommissionens basscenario. När det gäller förändringar i djurantal har följande antaganden gjorts:

- antalet mjölkkor minskar med 34% jämfört med 1990
- övriga nötkreatur minskar med 6% jämfört med 1990
- antalet svin ökar med 10% jämfört med 1990
- antalet slaktkycklingar ökar med 52% jämfört med 1990
- antalet får minskar med 4% jämfört med 1990
- antalet renar hästar och getter är oförändrat jämfört med år 2000.

I Sverige har Jordbruksverket (SJV 1999, 2000) utnyttjat en ekonomisk modell (SASM) för att analysera de ekonomiska incitamenten för förändringar av Agenda 2000 och det nya LBU-programmet 2000 - 2006. En slutsats av analyserna är att djurbidragen ökar lönsamheten för köttproduktion jämfört med år 1998, speciellt för stutar. Lönsamheten för mjölkproduktion förblir i stort oförändrad. I Jordbruksverkets rapporter görs emellertid inga prognoser över antalet djur eller andra variabler som behövs för att beräkna utsläpp av växthusgaser. Jordbruksverkets bedömning att nötköttproduktionen gynnas av Agenda 2000 behöver inte motsäga prognosen att det sker en minskning av övriga nötkreatur mellan 1990 och 2010. Antalet djur begränsas idag av att det finns en bidragskvot för handjur och dikor samt att mjölkproduktionen är kvoterad. Här antas att antalet av dessa djurslag stabiliseras på den nuvarande kvoten. Eftersom antalet mjölkkor reduceras så minskar antalet rekryteringsdjur till mjölkbesättningarna.

Den 26 juni 2003 beslutade EU: s jordbruksministrar om ett reformpaket med omfattande förändringar i CAP. Eftersom effekterna av beslutet den 26 juni ännu inte är klara har de inte inkluderas i projektionen, men även om det är för tidigt att uttala sig säkert om effekterna pekar det mesta på att nötkreaturen kan komma att minska som en följd av beslutet^{*,36}.

3.3.1.3 Växtodling och gödselproduktion/användning

Växtodlingens förändring inverkar också på beräkningarna av växthusgasavgången. Grödval och arealen av olika grödor påverkar med nuvarande beräkningsmetodik avgången av lustgas via användningen av gödselmedel samt via kväveläckage, kvarlämnade växtrester, kvävefixering i vallar och av kvävefixerande grödor.

* Antalet djur framöver kommer på grund av frikoppling inte på samma sätt som idag att begränsas av kvoter. Tvärtom kommer marknadskrafterna att få större genomslag än idag. Möjligheterna att bedriva nötköttproduktion framöver kommer att i hög grad bero på samhällets ambitioner att stimulera via politiska styrmedel, t.ex. via LBU-programmet.

Arealen jordbruksmark som odlas har direkt betydelse för beräkningarna, eftersom en viss avgång av lustgas antas för varje hektar odlad åkermark. En fortsatt långsam minskning av åkerarealen förväntas. År 2010 antas arealen åkermark ha minskat med 60 000 ha jämfört med situationen år 2000. Arealen blir då 2 400 000 ha, varav 225 000 ha organogena jordar. Arealen betesmark antas oförändrad. Betesmarken kommer endast in beräkningarna genom dikväveavgång från betesgödsel som styrs av antalet betande djur och hur betet fördelas mellan naturbetesmark och betesvall.

För mjölkkor antas en fortsatt produktivitetsökning. Gödselproduktionen per djur ökar med 10% jämfört med år 2000, men en ökad kväveeffektivitet i mjölkproduktionen gör att kvävemängden i träck och urin förblir oförändrad. För övriga djurslag antas ingen intensifiering av produktionen. Stallgödselmängderna för dessa djurslag ändras därför i proportion till djurantalet, eftersom gödselmängden per djur antas vara oförändrad jämfört med år 2000.

Den totala mängden kväve som tillförs åkermarken med stallgödsel blir i det närmaste oförändrad jämfört med år 2000; förlusterna genom ammoniakavgång och läckage sjunker något i enlighet med uppsatta miljömål. Kvävegivorna per hektar minskar något på grund av rådgivning och ekonomiskt stöd för extensivering, vilket gör att den totala användningen av handelsgödselkväve antas minska med 15% mellan 2000 och 2010.

3.4 Sammanställning av emissioner från jordbruket.

Lustgas och metan är betydligt kraftfullare växthusgaser än koldioxid. För att spegla detta brukar man räkna om utsläppen till GWP (Global Warming Potential) genom att multiplicera emissionerna med en omräkningsfaktor (koldioxid = 1, metan = 21, lustgas = 310). Emissionerna uttrycks därefter som koldioxidekvivalenter.

I nedanstående tabell I ges en översikt av hur utsläppen från olika aktiviteter i k ton CO₂-ekvivalenter inom det svenska jordbruket förändrats 1990-2000 samt en prognos för 2010 (enligt 3.3).

Kategori	Referens	1990	2000	2010
Metan från husdjurens foderspjäлкning	SNV ¹⁷	3030	2906	2621
Metan från gödselhantering	SNV ¹⁷	336	364	412
Lustgasemissioner från jordbruksmark	SNV ¹⁷	5425	4991	4771
Lustgas från gödselhantering	SNV ¹⁷	741	589	462
Summa lustgas och metan		9532	8850	8266
Koldioxid från organogena jordar	SNV ⁵⁰	3808	3794	
Kalkning	SNV ⁵⁰	170	156	
Primärenergi användning	SCB/LRF	1110 ^{år1996}	1110 ^{år1996}	
Summa		14620	13910	

På Naturvårdsverkets hemsida anges jordbrukets utsläpp av lustgas och metan, år 2001 (den senaste statistiken, rapporterad till klimatkonventionen 2003) vara 8868 k ton CO₂-ekvivalenter.⁴⁶

3.5 Jordbrukets utsläpp av metan

Jordbrukets utsläpp av metan och lustgas motsvarar ca 10 % av de totala svenska utsläppen av växthusgaser, exklusive markanvändning och internationell bunkring. För båda dessa gaser står jordbruket för något mer än hälften av de nationella utsläppen; för metan 55 %.¹

Den absoluta mängden metan som avgår från jordbruket är betydligt större än för lustgas, men uttryckt som koldioxidekvivalenter så är utsläppen av metan och lustgas av samma storleksordning. Av tabell II framgår att metanavgång från idisslande djur är den största källan till metanemissioner. Storleksordningen på metanemissionerna från gödselhantering är ungefär en tiondel av denna.¹

Tabell II. Utsläpp av metan från det svenska jordbruket år 2000. Källa: Naturvårdsverket

Kategori	Metan CH ₄	
	kton CH ₄	kton CO ₂ -ekv
Djur	138,4	2 906
Gödselhantering	17,33	364
Totalt	155,73	3 270

3.5.1 Metan bildat genom husdjurens foderspjäлкning

Metan bildas vid husdjurens foderomsättning genom anaerob nedbrytning av växtfödan i mag-tarmkanalen. Idisslare, för svensk del främst nötkreatur och får, producerar speciellt mycket metan som en följd av att de har förutsättningar att effektivare bryta ner växtmassan i fodret än vad andra s.k. enkelmagade djur som hästar och grisar har. I idisslarnas våm sker en mikrobiologisk process där olika bakteriegrupper, svampar och protozoer angriper det organiska materialet och bryter ned det. Denna anaeroba nedbrytningsprocess brukar förenklat indelas i två steg, där det första steget sker med hjälp av hydrolyserande (spjälkande) bakterier. Cellulosa, hemicellulosa, protein och fett bryts där ned till enkla sockerarter, aminosyror och längre fettsyror. Nedbrytningen fortsätter sedan till lösliga fettsyror, koldioxid och metan, med hjälp av de metanbildande bakterierna.²

De lösliga fettsyrorna tas upp genom våmväggen till cirkulationssystemet för att lagras upp i levern. De svarar på detta sätt för en stor del av idisslarnas energibehov. Lösliga fettsyror kan även syntetiseras om av idisslarna till byggstenar för cellbyggnad. Koldioxid och metan avsöndras genom att idisslarna rapar upp gaserna eller också avgår de i djurets andra ände. En liten mängd av metanet tas emellertid upp av djurens blod och avsöndras genom lungorna. Mikroorganismernas tillväxt och det cellprotein som dessa bygger upp är också en viktig proteinkälla för idisslarna.³

Effektiviteten på processen i våmmen och därmed metanemissionen bestäms till största delen av foderstaten. En extensiv foderstat består av mycket bete och stråfoder medan en mer intensiv djurproduktion bedrivs med en mindre del stråfoder och en stor del mer koncentrerade näringsrika fodermedel. Sammansättning på bakteriestammen i idisslarnas våm ställer in sig efter vilken växtmassa (dvs. foder) som tillförs. Olika stammar av bakterier ger också olika slutresultat i nedbrytningen, vilket då även kan påverka mängden metan som bildas i processen.³

Metanbildningen är således en naturlig process, men djurhållningen som sådan räknas givetvis som en mänsklig aktivitet.¹

3.5.1.1 Utsläppsberäkningar.

De samlade emissionerna av metan från husdjurens foderspjäлкning under ett år beräknas som antalet djur av varje djurslag multiplicerat med en specifik emissionsfaktor. Emissionsfaktorn har sorten kg metan/djur år. Emissionsfaktorer och andra data för år 1990 och 2000 kommer från SCB/SMED:s inventering av växthusgasemissioner för 1990-2001.

För nötkreatur och renar används nationella emissionsfaktorer och för övriga djurgrupper utnyttjas standardvärden enligt Revised IPCC Guidelines (IPCC 1997). Uppgifter om djurantal inhämtas för flertalet djurgrupper från officiell svensk jordbruksstatistik. Antalet nötkreatur, svin, får, höns och getter fås från Lantbruksregistret (LBR) vid SCB. Antalet hästar erhålls också från LBR kompletterad med en specialstudie gjord vid SCB. För slaktkycklingar inhämtas data från Svensk Fågel och antalet renar erhålls från Sametinget.

Djurantal

I tabell III redovisas det faktiska antalet djur inom jordbruket 1990 och 2000 samt prognostiserat antal för år 2010 (se 3.3). Bedömningarna för 2010 följer EU-kommissionens rapport, utom för hästar, getter och renar där antalet antas vara oförändrat från och med 2000. För fjäderfä avser prognosen 52 % ökning av antalet slaktkycklingar, som utgör knappt 50 % av totala antalet fjäderfä. Om antalet värphöns antas förbli konstant mellan 2000 och 2010 får man en ökning med ca 30% av totala antalet fjäderfä. Siffran har avrundats uppåt till 20 miljoner djur.¹⁷

Tabell III. Antal husdjur inom svenskt jordbruk 1990, 2000 och 2010. Data för 1990 och 2000 kommer från SCB. Data för 2010 kommer från EU-kommissionens rapport.³

	Antal djur (1000-tal)	Antal djur (1000-tal)	Antal djur (1000-tal)
	1990	2000	2010
Mjölkkor	576	428	380
Am o dikor	75	167	155
Övriga nötkreatur	1 067	1 089	920
<i>Nöt totalt</i>	<i>1 718</i>	<i>1 684</i>	<i>1 455</i>
Svin	2 264	1 918	2 490
Fjäderfä	15 200	16 900	20 000
Får	406	432	390
Getter	4	5	5
Hästar	300	300	300
Renar	271	221	220

Den viktigaste djurgruppen ur metanproduktionssynpunkt är nötkreatur, som står för ca 90 % av metanutsläppen från husdjur. Särskilda bedömningar görs därför separat för mjölkkor, am-/dikor och övriga nötkreatur (kvigor, tjuvar, stutar, kalvar), eftersom dessa grupper har olika emissionsfaktorer för metan.

Antalet mjölkkor styrs idag av den mjölkkvot på 3,3 miljoner mjölk per år som Sverige fick vid inträdet i EU år 1995. Mjölproduktionen har sedan dess legat ganska konstant, men antalet mjölkkor har minskat i takt med att mjölkavkastningen per djur har stigit. Mellan 1995

och 2001 har antalet mjölkcor minskat med i genomsnitt drygt 10 000 kor per år. Om den takten fortsätter är antalet mjölkcor nere i 330 000 mjölkcor år 2010. I SNV: s prognos har dock EU-kommissionens bedömning 380 000 djur behållits.¹⁷

Övriga nötkreatur, utöver mjölkcor, förväntas minska med 6% till 1 075 000 djur år 2010. För dikor antas att antalet sjunker till 155 000, vilket motsvarar det antal bidragsrätter för denna djurgrupp som Sverige har idag. Den resterande gruppen, dvs. stutar, tjurar, kvigor och kalvar, omfattar således 920 000 djur år 2010. En viss omfördelning mellan olika djurslag inom denna senare grupp kan komma att ske, men det påverkar inte den beräknade totala metanemissionen eftersom emissionsfaktorn är densamma för alla undergrupper.¹⁷

Emissionsfaktorer

De emissionsfaktorer som använts anges i tabell IV. De är konstanta över tiden för alla djurslag utom för mjölkcor. Den beräknade emissionsfaktorn för mjölkcor har ökat från 120 till 125 kg metan per djur och år under 1990-talet och denna trend antas hålla i sig till 2010. Ökningen förklaras av ökat energibehov för den ökande mjölkproduktionen. Ingen hänsyn till ev. förändrad foderkvalitet har gjorts. Under de senaste 20 åren har andelen kraftfoder i foderstaten ökat något, vilket har begränsat ökningen av mjölkornas metangasproduktion. Ökningen av metangasproduktionen har också begränsats av en ökad användning av ensilage vilket förbättrat kvalitén på grovfodret.^{17,45}

Tabell IV. Emissionsfaktorer för beräkning av metanavgång från husdjur

	kg CH ₄ /djur o år		
	1990	2000	2010
Mjölkcor	120,3	125,4	130
Am- o dikor	98	98	98
Övriga nötkreatur	50	50	50
Svin	1,6	1,6	1,6
Fjäderfän	0	0	0
Får	8	8	8
Getter	5	5	5
Hästar	18	18	18
Renar	7,7	7,7	7,7

Emissioner

De beräknade metanemissionerna från djurens foderspjälkning anges i tabell V. Emissionerna har minskat mellan 1990 och 2000 och minskningen förstärks fram till 2010, främst på grund av det minskande antalet mjölkcor. Minskningen mellan 1990 - 2010 utgör drygt 13%.¹⁷

Tabell V. Totala utsläpp av metan från husdjurens foderspjäлкning 1990, 2000 och 2010. Data avseende 1990 och 2000 kommer från SCB.

	kton CH ₄		
	1990	2000	2010
Mjölkkor	69,3	53,7	49,4
Am- o dikor	7,4	13,0	15,2
Övriga nötkreatur	53,4	54,5	46,0
Svin	3,4	3,1	4,0
Fjäderfän	-	-	-
Får	3,3	3,5	3,1
Getter	0,02	0,03	0,03
Hästar	5,4	5,4	5,4
Renar	2,1	1,7	1,7
Totalt:	144,3	138,4	124,8

3.5.1.2 Brister i underlaget.

Antalet djur är väl känt även om indelningen i olika kategorier kan orsaka mindre problem. Inte heller produktionen ställer till några problem. Däremot finns inga tillförlitliga uppgifter om nötkreaturens verkliga konsumtion av olika fodermedel. Den del av fodermedlen som säljs via foderhandeln i form av kraftfoderblandningar, går att få totalsiffror på via Jordbruksverkets statistik. Detta svarar dock uppskattningsvis för mindre än hälften av de svenska nötkreaturens konsumtion av foder. En del av mjölkkobesättningarna deltar i Svensk Mjölks rådgivningsservice "IndividRam". Där följs fodermängder och kvaliteter upp noggrant. Statistik från 887 besättningar (nästan 10 % av totalantalet mjölkkobesättningar) finns tillgänglig för 2002. Från denna kan uppgifter om mjölkornas foderförbrukning hämtas både för andelen grovfoder och kraftfoder och använda mängder av ett antal fodermedel (hö, ensilage, bete, grönmassa, spannmål, koncentrat, färdigfoder m.m.). År 2002 är det första året denna typ av statistik finns framme. Inga beräkningar av metanemissionerna med detta material som grund finns ännu.⁴⁵ Större säkerhet skulle också kunna nås vad gäller skillnader i emissioner mellan olika fodermedel.²⁴

Av nämnda skäl är kan det idag bara göras mer eller mindre välgrundade bedömningar av djurens foderkonsumtion och fodrets sammansättning.⁹ Detta kan orsaka problem vid uppdateringen av emissionsfaktorerna.¹

3.5.2 Metanavgång orsakad av gödselhantering.

Stallgödselhanteringen ger upphov till emissioner av metan, men inte i samma omfattning som djurens foderspjäлкning. Gödsel från nötkreatur och svin står för ca 85 % av avgången¹.

När en idisslare betar ute hamnar gödseln någorlunda tunt utspritt på marken och detta innebär oftast att nedbrytningsprocessen sker i närvaro av syre. Gödsel innehåller relativt komplicerade byggstenar som kolhydrater och proteiner som bryts ner av bakterier. Närvaro av bakterier som kräver syre resulterar i att kolet bryts ner till koldioxid, finns det inget syre blir resultatet att kolet omvandlas till metan. I intensiv husdjursskötsel, där djuren långa tider

hålls inomhus, är gödselkoncentrationen högre och gödsel lagras dessutom ofta i tankar eller laguner under anaeroba förhållanden vilket leder till att metan bildas.³

De största emissionerna av metan sker från flytgödselhantering, vilket är naturligt med tanke på att metanet bildas under anaeroba förhållanden. Emissionsfaktorerna avspeglar detta. För flytgödsel är emissionsfaktorn 10 ggr högre än för fastgödsel.¹ I Sverige visar SCB: s gödselmedelsundersökningar, som genomförs vartannat år, att en ökande andel av gödseln hanteras i flytgödselsystem, tabell VI. Flytgödselteknik ger bättre möjligheter att minska förlusterna av kväve under lagring och vid spridning på åkern och har därför ansetts vara att föredra före fastgödsel.

Tabell VI. Hanteringssätt för stallgödsel 1997–2001. % av djurenheterna.³⁷

År	Fastgödsel		Kletgödsel	Flytgödsel behållare		Djupströ	Annan	Uppgift saknas
	Platta med stödmur	Platta utan stödmur		Med täckning	Utan täckning			
1997	42	6	4	27	9	8	1	4
1999	41	5	3	30	10	8	1	3
2001	35	4	3	39	4	12	1	1

Olikheten i gödselns sammansättning är stor mellan olika djurslag. I vommen hos idisslare sker som tidigare nämnts en anaerob nedbrytning i två steg där vissa av de flyktiga fettsyror ur vomnehållet som skulle kunna ombildas till metan absorberas av vomväggen. Detta sker inte hos enkelmagade djur. Gödsel från idisslare innehåller därför mindre ämnen som kan brytas ned till metan än gödsel från enkelmagade djur.²

Fast gödsel från svin har dessutom sannolikt högre metanemissioner än nötgödsel på grund av sina komposteringssegenskaper som ger högre temperaturer. Det finns dock alltför litet dataunderlag för svenska förhållanden för att av detta skäl differentiera mellan gödseltyperna.¹

Även sammansättningen hos gödsel från ett och samma djurslag varierar i hög grad beroende på olika utfodring och varierande mängder av olika strömedel och foderrester.²⁶

Resultaten av studier av metanemissioner visar att dessa påverkas av lagringstid, lagrens storlek och form, halminblandning och temperatur. Mycket av informationen om metanbildning kommer från biogasundersökningar med blandade substrat. De uppmätta värdena uppvisar en betydande variation beroende på djurens foderstater och graden av halminblandning.¹ Regn på redan utspridd gödsel kan dessutom påverka metanemissionerna genom att öka andelen anaerob nedbrytning.³

Förmodligen är metanemissionerna under svenska förhållanden lägre än de flesta andra länders. Förutom att klimatet medför låga temperaturer som sannolikt håller ned metanproduktionen i gödseln, så medför den i Sverige omfattande täckningen av flytgödselbehållare, vanligen med s.k. svämtäcke, troligen en betydande reduktion av metanavgången, eftersom metan oxideras i täckande porösa skikt.¹

3.5.2.1 Utsläppsberäkningar.

Beräkningsmetodik

Utsläppen beräknas som $\Sigma EF \cdot \text{djurantal}$, där summering sker över djurgrupper för att få den årliga metanavgången.

Emissionsfaktorn (EF) för stallgödsel från nöt och svin beräknas enligt formeln:

$EF = VS \cdot \text{stallperiod} \cdot B_o \cdot k \cdot MCF$, där

EF = kg CH₄ per djur/ år av aktuellt djurslag

VS = gödselproduktion; kg VS (volatile solids)/djur o dag

Stallperiod = antal dagar/år

B_o = maximal metanproduktion; m³ CH₄ / kg

VSk = konstant (0,67 kg/m³)

MCF = metankonverteringsfaktor (flytgödsel/fastgödsel/djupströ)

Uppgifter om gödselproduktionen för 1990 och 2000 hos nötkreatur och svin kommer från Jordbruksverket och för stallperiod och gödselhanteringssystem från SCB:s gödselmedelsundersökning. För övriga djurslag och övriga koefficienter används IPCC:s standardvärden.

Beräkningarna görs separat för olika gödselhanteringssystem, flytgödsel respektive fast/klet/betesgödsel och summeras sedan för varje djurslag. För nötkreatur används samma djurkategorier som vid beräkning av metan från djurens foderspjäлкning. De beräknade emissionerna avser de samlade förlusterna från stall, gödsellagring och gödselspridning samt dessutom gödsel från betande djur. För betesgödsel används samma emissionsfaktor som för fastgödsel.

Emissionsfaktorer och parametrar

Emissionsfaktorn EF beror dels på gödselproduktionen, på fördelningen mellan olika stallgödselhanteringssystem och på stallperiodens längd. Stallperiodens längd avgör fördelningen mellan gödsel i stall och på bete. Tabell VII anger den förväntade utvecklingen av olika stallgödselhanteringssystem.

En fortsatt övergång till flytgödselhantering kan förväntas för mjölkkor och svin, eftersom dessa produktionsgrenar alltmer koncentreras till större enheter. För övriga nötkreatur avgörs utvecklingen av lönsamheten för köttproduktion samt miljökrav. Trenden under 1990 - 2000 mot extensifiering för delar av nötköttsproduktionen antas fortsätta; en fortsatt lång betessäsong och mer ekologisk djurhållning är sannolikt. Endast smärre förändringar jämfört med situationen år 2000 antas dock ske.

Tabell VII. Fördelning av stallgödselhanteringssystem för olika djurslag 1990, 2000 och 2010. Data för 1990 och 2000 från SCB. (Observera att siffrorna för 1990 och 2000 är avrundade. Exakta värden har använts för att beräkna emissionsfaktorerna tabell VIII, vilka därför kan avvika något från de som beräknas med nedanstående siffror).

	Stallgödselhantering (% av gödselmängd)											
	1990				2000				2010			
	bete	fast	flyt	djup	bete	fast	flyt	djup	bete	fast	flyt	djup
Mjölkkor	31	48	21	1	36	31	33	1	35	19	45	1
Övr. nöt	31	38	21	10	46	32	14	9	50	20	20	10
Svin		51	44	5		31	67	3		10	80	10
Fjäderfä		55	25	20		55	25	20		55	25	20
Får	50	50			50	50			50	50		
Hästar	50	48		2	50	48		2	50	48		2

För 2010 (se 3.3) har följande antaganden gjorts¹⁷:

Mjölkkor: betesperioden ligger kvar på nivån för år 2000; andelen flytgödsel ökar i samma takt som under 1990-talet. Fastgödselhanteringen minskar till under 20%.

Övriga nötkreatur. Betesperioden ökar ytterligare något jämfört med år 2000.

Svin. Flytgödselhanteringen ökar något långsammare än under perioden 1990 - 2000. Något ökad djupströgödselhantering.

Övriga djurslag. Här antas all gödsel vara fastgödsel eller betesgödsel.

För parametern Bo, dvs. maximal metanproduktion, används IPCC: s standardvärden:

0,24 m³/kg VS för mjölkkor

0,17 m³/kg VS för övriga nötkreatur

0,45 m³/kg VS för svin

0,19 m³/kg VS för får

0,12 m³/kg VS för får

1,39 m³/kg VS för hästar

0,078 m³/kg VS för fjäderfä

För parametern VS, används värdet 87% av TS för alla gödselslag (Dustan 2002)

För parametern MCF (Methane Conversion Factor) används följande värden:

Betesgödsel: 1 %

Fastgödsel: 1 %

Flytgödsel 10 %

Djupströ: 39 %

I tabell VIII redovisas de data på gödselproduktion för olika djurslag som använts i beräkningarna. EF är den samlade emissionsfaktorn beräknad enligt ekvation 1, viktad med avseende proportionen mellan olika djurslag.

Tabell VIII. Gödselproduktion uttryckt som kg VS/djur och år för olika djurslag, samt den faktiska emissionsfaktorn 1990-2010. Data för 1990 och 2010 kommer från SCB.

	kg VS/djur och år			EF (kg CH ₄ /djur och år)		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010
Mjölkkor	1708	1 870	2050	8,61	11,95	16,12
Övriga nötkreatur	584	644	650	4,44	4,24	4,89
Svin	91	114	120	1,89	2,64	2,49
Får	146	146	146	0,19	0,19	0,19
Getter	102	102	102	0,12	0,12	0,12
Hästar	628	628	628	1,40	1,40	1,40
Fjäderfä	37	37	37	0,078	0,078	0,078

För mjölkkor har gödselmängden per djur ökat med ca 10 % mellan 1990 och 2000. En fortsatt ökning med samma hastighet antas ske mellan 2000 och 2010. Gödselmängden per djur för andra djurslag har antagits vara oförändrad fram till 2010, men siffrorna har avrundats i några fall. Gödseln från renar anses inte ge upphov till metanavgång.¹⁷

Emissioner

I tabell IX redovisas de samlade utsläppen av metan från stallgödselhantering för 1990, 2000 och 2010. Utsläppen har ökat över tiden. Detta är främst ett resultat av en successiv övergång från fastgödsel till flytgödsel för mjölkkor och svin samt i viss mån till djupströ för andra nötkreatur. Det minskande antalet djur har endast delvis motverkat denna förändring. Jämfört med situationen år 1990 beräknas emissionerna 2010 ha stigit med ca 25 %.¹⁷

Tabell IX. Samlade utsläpp av metan från gödselhantering av olika djurslag 1990, 2000 och 2010.

	kton CH ₄ /år		
	1990	2000	2010
Mjölkkor	4,96	5,11	6,13
Övriga nötkreatur	5,07	5,33	5,26
Svin	4,27	5,07	6,20
Får	0,08	0,08	0,07
Getter	0,00	0,00	0,00
Hästar	0,42	0,42	0,42
Fjäderfän	1,19	1,32	1,56
Totalt:	15,98	17,33	19,64

3.5.2.2 Brister i underlaget

Det saknas kunskap om emission av metan från stallgödsel under de förhållanden som råder i Sverige eftersom det inte finns några svenska studier. Inga säkra nationella emissionsfaktorer går därför att ange. Det finns även alltför litet dataunderlag för att differentiera mellan gödseltyper.

Mycket av informationen om metanbildning kommer från biogasundersökningar med blandade substrat. För djupströ finns mycket få undersökningar. Halmens betydelse för metanbildningen innebär betydande osäkerheter i resultaten.¹

3.6 Jordbrukets utsläpp av lustgas

Jordbrukets utsläpp av metan och lustgas motsvarar ca 10 % av de totala svenska utsläppen av växthusgaser, exklusive markanvändning och internationell bunkring. Jordbruket står för något mer än hälften (58 %) av de nationella utsläppen av lustgas. Utsläppskällor till lustgas från jordbruket framgår av tabell X.¹

Tabell X. Utsläpp av lustgas från det svenska jordbruket år 2000. Källa: Naturvårdsverket

Kategori	Lustgas N ₂ O	
	kton N ₂ O	kton CO ₂ -ekv
Gödselhantering	1,9	589
Jordbruksmark	16,1	4991
Totalt	18,0	5580

Den absoluta mängden metan som avgår från jordbruket är betydligt större än för lustgas, men omräknat till GWP (Global Warming Potential) och uttryckt som koldioxidekvivalenter så är utsläppen av metan och lustgas av samma storleksordning.¹

En viktig skillnad mellan metan och lustgas är att metan bildas under anaeroba förhållanden, medan lustgasbildningen gynnas av växling mellan aeroba och anaeroba förhållanden. Under permanent anaeroba förhållanden är lustgasbildningen låg. Ökad temperatur ökar bildningen av både metan och lustgas.¹

3.6.1 Lustgasemissioner orsakade av gödselhantering

Omräknat till koldioxidekvivalenter motsvarar förlusterna av lustgas från stallgödselhantering ungefär dubbla mängden jämfört med metan från samma källa. Fastgödsel ger de största emissionerna av lustgas, d.v.s. helt motsatt situation till vad som är fallet för metan. Betesgödseln har därför betydligt större betydelse för lustgas än för metan, och det är därför angeläget med fältundersökningar.¹

Gödsel innehåller kväve i form av olika föreningar. Om gödseln sprids på land, kommer detta kväve in i kvävetets kretslopp och olika bakterier i marken börjar bryta ner dessa föreningar. Under vissa förutsättningar kan detta leda till att lustgas utvecklas. Lustgas har en betydligt högre GWP-faktor än metan. Det är därför viktigt att alla åtgärder för att reducera metanavgången från gödsel noga anpassas så att lustgasavgången inte ökar.³

Lustgasavgången påverkas av kvävetillgång, markfuktighet och temperatur.³

Som en del av Naturvårdsverkets uppdrag att utarbeta en metodik att kvantifiera jordbrukets utsläpp av växthusgaser genomfördes en litteraturstudie. Följande slutsatser kan dras av litteraturgenomgången¹⁶.

- Flytgödselhantering ger normalt små emissioner av lustgas på grund av att lagringen sker under anaeroba förhållande.
- Vissa resultat tyder på att ett svämtäcke eller annan porös täckning av flytgödselbehållare ger ökad avgång av lustgas, speciellt under sommarhalvåret. Så länge det saknas svenska undersökningar går detta inte att belägga. Svämtäcke är den dominerande formen för täckning av flytgödselbehållare i Sverige.
- Emissioner från fastgödselhantering är högre än från flytgödsel, eftersom fastgödseln lagras under mer aeroba förhållanden. Gödselns vattenhalt är dock en viktig faktor och resultaten varierar från fall till fall.
- Studier av lustgasavgång från djupströsystem tyder på att aktiv omblandning av gödsel och halm kan ge upphov till höga emissioner. I andra fall tycks emissionerna vara lägre och i nivå med vad som uppmätts för fastgödselsystem.

3.6.1.1 Emissionsberäkningar

Beräkningsmetodik

Beräkningarna görs avseende olika djurslag och gödselhanteringssystem på liknande sätt som för metan. Skillnaden består i att istället för gödselmängd baseras beräkningarna på mängden kväve i gödseln. En emissionsfaktor appliceras sedan på de årliga kväveflödena för att få fram absoluta värden på avgången av lustgas under ett år.

Tabell XI. Följande emissionsfaktorer har använts:

	% av tillfört N	Källa
Flytgödselsystem	0,1	IPCC
Fastgödselsystem/djupströ	2	IPCC
Betesgödsel - åkermark	2	IPCC
Betesgödsel - naturbetesmark	1	Nationell

Kväveflöden

Den årliga mängden kväve i stallgödsel för olika djurslag år 1990 och 2000 (tabell XII) baseras på data från Jordbruksverket och SCB. Mängden kväve i betesgödsel baseras på betesperiodens längd. Lustgas från betesgödsel redovisas i avsnittet om lustgas från jordbruksmark.

Kväveutsöndringen per djur antas vara oförändrad för alla djurslag mellan år 2000 och år 2010. För mjölkkor har siffran avrundats från 127,9 till 130 kg N/djur och år. En fortsatt produktivitetsökning inom mjölkproduktionen kan förväntas, vilket skulle tala för ökad kväveomsättning. Samtidigt inriktas rådgivningen inom husdjurssektorn mot minskande proteinhalt i foderstaterna, vilket bedöms kunna motverka den ökande trenden.¹⁷

Tabell XII. Årlig kväveutsöndring med träck och urin, per djur och totalt från respektive djurpopulation, för svenskt jordbruk 1990, 2000 och 2010. Data för 1990 och 2000 kommer från SCB.

	1990		2000		2010	
	kg N/djur	Totalt Ton N	kg N/djur	Totalt Ton N	Kg N/djur	Totalt Ton N
Mjölkkor	111,3	64 110	127,9	54 760	130	49 400
Övr. nöt	41,2	47 480	45,2	56 710	45	53 750
Svin	7,2	16 400	8,8	16 870	8,8	21 910
Fjäderfä	0,4	6 080	0,4	6 780	0,4	8 000
Får	5,2	2 110	6,0	2 570	6,0	2 340
Getter	8,8	30	8,6	50	8,6	40
Hästar	50,0	15 000	50,0	15 000	50,0	15 000
Renar	10,0	2 710	10,0	2 210	10,0	2 220
Totalt:		153 920		154 950		152 660

Eftersom antalet mjölkkor minskar mellan 2000 och 2010 så minskar den totala kvävemängden i deras gödsel i proportion till djurantalet. För övriga nötkreatur sker också en liten minskning. Denna uppvägs genom ökade gödselmängder från svin och fjäderfä så att den totala producerade kvävemängden i stallgödsel i det närmaste förblir oförändrad över hela perioden 1990 till 2010.¹⁷

Emissionsfaktorerna är valda enligt IPCC: s riktlinjer. För betesgödsel som faller i betesmarker har dock ett lägre värde (1%) använts än standardvärdet 2%, eftersom kvävehalten i marken är lägre på naturbetesmark än på åkermark. Det viktade värdet för betesgödsel till mark ligger därför något lägre än 2% eller kring 1,6-1,7 %.

Fördelningen av olika hanteringssystem för stallgödsel är desamma som i beräkningen av metanavgång från stallgödsel enligt tabell VII.

Emissioner

Den totala avgången av lustgas från olika stallgödselhanteringssystem framgår av tabell XIII. En viss minskning av avgången har skett sedan 1990 på grund av övergång från fastgödsel till flytgödselhantering för mjölkkor och svin. Detta tenderar att minska emissionerna, och denna trend fortsätter fram till 2010. Den förstärks dessutom efter år 2000 på grund av att antalet nötkreatur minskar. Den beräknade minskningen av lustgasutsläpp mellan 1990 och 2000 uppgick till 0,49 kton och mellan 1990 och 2010 bedöms den till 0,90 kton N₂O, eller en reduktion på 38 %.¹⁷

Tabell XIII. Mängd N i stall- och betesgödsel samt emission av lustgas 1990, 2000 och 2010.

	N-mängd (ton N)	Ef (%)	N ₂ O-N (kton)	N ₂ O (kton)
1990				
Fastgödsel	67 028	2	1,340	2,11
Flytgödsel	31 056	0,1	0,031	0,05
Djupströ/övr.	7 463	2	0,149	0,23
Summa:	105 547			2,39
2000				
Fastgödsel	51 153	2	1,023	1,61
Flytgödsel	36 700	0,1	0,037	0,06
Djupströ/övr.	7 279	2	0,146	0,23
Summa:	95 132			1,90
2010				
Fastgödsel	35 120	2	0,702	1,10
Flytgödsel	52 130	0,1	0,052	0,08
Djupströ/övr.	9 960	2	0,199	0,31
Summa:	97 210			1,49

3.6.1.2 Brister i underlaget

Precis som för metan utgör emissionsfaktorerna den största osäkerheten. Svenska data för avgång i samband med lagring och spridning som skulle kunna användas vid framtagande av svenska emissionsfaktorer saknas helt, och det är mycket svårt att bedöma hur relevanta IPCC:s standardvärden är för situationen i vårt land. Det kan röra sig om stora avvikelser. Undersökningar från Danmark och andra närbelägna länder ger dock viss ledning. Indata i form av kväve i stallgödsel ger sannolikt upphov till små fel i beräkningarna, men kväveinnehållet i betesgödsel är en osäkerhetsfaktor.¹

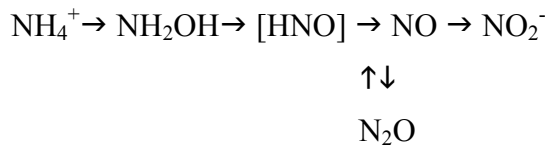
Ett problem när man räknar emissioner från ett helt gödselhanteringssystem är att emissionsfaktorn inkluderar hela kedjan från stall till spridning. De största avgångarna sker under lagringen, och därför finns huvuddelen av forskningsresultaten från den fasen. Emissioner från stall har t ex studerats mera sällan. Beräkningarna baseras på kvävemängd i färsk gödsel, och efterhand som kväve avgår i form av ammoniak förändras basen för beräkningarna. En noggrann metodik borde ta hänsyn till kvävedynamiken i systemet och beräkna avgången med någon form av dynamisk modell som tar hänsyn till kväveförluster, lagringsperiod och andra lagerparametrar.¹

I stort gäller samma begränsningar och problem med utförda studier som för avgång från metan från gödselhantering.¹

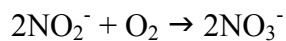
3.6.2 Lustgasemissioner från jordbruksmark

Lustgasemissionerna från jordbruksmark har sin grund i två mikrobiologiska processer, nitrifikation och denitrifikation, som båda hänger samman med tillgången till kväve.²¹

Nitrifikation innebär oxidation av ammonium till nitrit eller nitrat, vanligen genom någon av reaktionerna

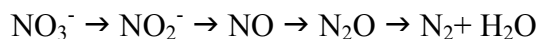


eller



beroende på typ av mikroorganism.

Denitrifikation innebär en reduktion av nitrat eller nitrit till kvävgas eller kväveoxid och inträffar i anaeroba vattenmättade jordar, eller där dessa förhållanden finns lokalt i en jord som i övrigt är luftinblandad.³



När syretillgången är låg hämmas processen och N_2O blir slutprodukten. Lustgas kan bildas under både aeroba och anaeroba förhållanden²¹ och både vid nitrifikation och genom denitrifikation.

Miljöfaktorerna som påverkar lustgasemissionerna är tillgängligheten till en kvävekälla fuktighet och temperatur, där tillgängligheten till kväve är den viktigaste. Den mikrobiella diversiteten kan också påverka utsträckningen i tid och rum på processerna som styr graden av lustgasavgång. Jordbruksskötseln har ett stort inflytande över kvävetillgängligheten och miljöfaktorer genom exempelvis gödslingsmetoder eller åtgärder som påverkar markens struktur, lufttillgång och pH.³ Lustgasemissionerna ökar med stigande pH tal upp till ungefär pH 8. dvs. ju mer basisk jorden är ju mer lustgasemissioner. Men kalkning kan å andra sidan också öka skörden och därmed upptaget av kväve i växten så att mindre kväve riskerar att försvinna som lustgas.²⁷

Man har också funnit att tillgång på organiskt kol spelar roll för emissionerna av lustgas. De flesta av de denitrifierande bakterierna som har studerats har använt kol som en energikälla.²¹ Det kan också bero på att organsikt kol genererar biologisk aktivitet som minskar syretillgången vilket därmed ökar denitrifikationen.²¹

Dränerad organogen jord avger alltid lustgas oavsett om jorden gödslats eller inte, därför är en årlig giva av kväve inte ensamt avgörande för emissionen. Kväve frigörs genom nedbrytning av det upplagrade organiska materialet, och hur mycket som genomgår nitrifikation och denitrifikation avgörs av dräneringsdjup, jordens bördighet och struktur och hur effektiv grödan är på att ta upp kväve.⁴⁰

Ibland talar man även om en bakgrundsemission av lustgas från jordbruksmark. Sambandet mellan kvävegivan och den kortsiktiga (<1 år) emissionen av lustgas är ofta relativt svag. Kväveuppbyggnaden i marken ger upphov till en långsiktigt förhöjd avgång av lustgas som kan beskrivas som en effekt av odlingen som sådan.

Lustgasemissioner från jordbruksmark kan ske som:³

- *Direkta emissioner* som härrör från tillförsel av handelsgödsel, stallgödsel, kvävefixerande växter och skörderester
- *Indirekta emissioner* som har ett ursprung i jordbruket men som kommer från kväveföreningar som avgetts till atmosfären eller som utlakats till grund- och ytvatten. Denna indirekta lustgasemission kan vara av samma storleksordning som den direkta från jordbruksmarken.³

3.6.2.1 Emissionsberäkningar.

Beräkningsmetodik

Emissioner av lustgas beräknas genom att de årliga kväveflödena till och från jordbruksmarken multipliceras med specifika emissionsfaktorer. Emissionsfaktorerna anger hur stor andel av det tillförda eller bortförda kvävet som omvandlas till lustgas under ett år. IPCC rekommenderar 1,25 % av flödena som ett standardvärde när nationella emissionsfaktorer saknas.

De indirekta emissionerna från det svenska jordbruket räknas som utsläpp från Sverige oavsett var utsläppen sker. Ingen hänsyn tas således till var ammoniaken eller kvävedioxiden faller ned. Det kväve som utlakas från åkermarken omvandlas delvis till lustgas under sin väg från åkern, via sjöar och vattendrag till kusten.

Tabell XIV. Kväveflöden till och från jordbruksmarken för 1990 och 2000 har erhållits från följande källor:¹

Handelsgödsel	SCB, statistik över försäljning och användning
Stallgödsel	SCB, statistik över användning + STANK-modellen (SJV)
Betesgödsel	SCB:s gödselmedelsundersökning
Skörderester	SCB, specialstudie från 1997. MI 63 SM 9901
N-fixering i vall	Beräknat med modellen NPK-FLO, SLU
N-fixerande grödor	SCB, skördestatistik. Standardvärden för N-halt i grödan.
N-förluster till luft	SCB-modell över ammoniakförluster från jordbruk
N-läckage	Beräkningar med SOIL-N, SLU.

Aktiviteter och emissionsfaktorer

Emission av lustgas från jordbruksmark styrs främst av hur mycket kväve och i vilken form kvävet tillförs jordbruksmarken. Stallgödsel har t ex en högre emissionsfaktor än handelsgödsel eller kväve bundet genom kvävefixering. Dessutom påverkas emissionerna av arealen jordbruksmark, eftersom det avgår en viss mängd dikvävedioxid per hektar på grund av odlingen som sådan. Högst avgång sker från organogena jordar.

Den totala åkermarksarealen antas minska successivt till 2,4 miljoner hektar år 2010 (se 3.3), och de organogena jordarna minskar från 250 000 ha till 225 000 ha. Arealen organogena jordar är dock mycket osäker, men eftersom emissionerna från dessa jordar är relativt hög är en sannolik minskning av arealen viktig att indikera.¹⁷

Kvävefixerande grödor, exklusive vall grödor, antas ha en oförändrad areal 2010 jämfört med år 2000. Arealen vall har betydelse, eftersom klövervallar har kvävefixering, och dessa förväntas öka med ökande andel ekologisk odling. Arealen vall, både vall med stort klöverinslag och extensiva gräsvallar, antas öka med ca 20%, men ingen uppdelning vall med stort klöverinslag och mer extensiva gräsvallar har gjorts.¹⁷

Mängden växtrester påverkas av vilka grödor som odlas, produktionsnivån samt i vilken mån halmen kommer att utnyttjas för energiändamål. Det saknas ett bra underlag för att bedöma dessa faktorer, och därför antas att mängden år 2010 förblir oförändrad jämfört med 2000.¹⁷

Tillförseln av kväve med stallgödsel och handelsgödsel är en viktig post i beräkningarna. Mängden organiskt gödselkväve år 2010 är enligt tabell XII ca 153 000 ton N, varav ca 55000 ton N är betesgödsel. Bildningen av lustgas beräknas på kvarvarande kvävemängd efter ammoniakförluster (tabell XIII). För betesgödsel räknas förlusterna schablonmässigt till 8% och för stallgödseln har förlusterna under senare år uppgått till 31-32%. Förlusterna av ammoniak vid lagring och spridning har minskat under 1990-talet, och antas uppgå till 30% år 2010.¹⁷

Hur stallgödseln kommer att nyttjas år 2010 är svårt att bedöma. Sannolikt kommer den att produceras vid färre enheter än idag, men skärpta djurtäthetsbestämmelser kommer att ge lägre givor av speciellt svingödsel. Detta tillsammans med ökande areal träda, extensivt nyttjad areal samt riktad rådgivning gör att mängden handelsgödsel kan minska; den uppskattas minska med 15% jämfört med medelvärdet under perioden 1995-2000. Kväveläckaget från åkermark har beräknats minska med ca 20% mellan 1995 och 2010 om de åtgärder som redovisas i Jordbruksverkets program mot växtnäringsförluster genomförs (SJV 1999). Här antas att minskningen blir 20% mellan 2000 och 2010. En översikt av de antagna förändringarna ges i tabell XV.¹⁷

Tabell XV. Kväveflöden, torrvikter och arealer som används i beräkningarna; 1990, 2000 och 2010. Kvävemängderna i stallgödsel avser mängderna efter avgång av ammoniak.

	1990	2000	2010
Handelsgödsel (ton N)	224 498	189 398	170 000
Stallgödsel (ton N)	70 844	60 063	68 000
Betesgödsel (ton N)	43 295	55 133	51 000
N-fixerande grödor (ton TS)	89 638	107 878	100 000
Växtrester (ton/TS)	11 250 000	11 720 000	11 000 000
Odling av organogena jordar (ha)	256 000	244 000	225 000
Deponerat N (ton N)	42 650	42 128	40 000
Utlakat N (ton N)	76 804	62 238	50 000
Odling av minerogena jordar (ha)	2 589 000	2 462 000	2 300 000
N-fixering vall (ha)	778 000	791 000	1 000 000

Samma emissionsfaktorer används för alla år, se tabell XVI. De är i enlighet med de förslag som kom fram i anslutning till regeringsuppdraget om översyn av metodiken för växthusgasutsläpp från jordbruk 2002.

Tabell XVI. Emissionsfaktorer för olika N-flöden till och från jordbruksmark

N-Flöden	Emissionsfaktorer	Källa
Handelsgödsel	0,8 % av tillfört N	Nationell
Stallgödsel	2,5 % av tillfört N	Nationell
Betesgödsel	1,6-1,7 % av tillfört N	Nationell
N-fixerande grödor	1,25 % av tillfört N	IPCC
Växtrester	1,25 % av tillfört N	IPCC
Organogena jordar	8 kg/ha år	IPCC
Utlakat N	2,5 % av tillfört N	IPCC
Deponerat N	1 % av tillfört N	IPCC
Odling av mineraljordar	0,5 kg/ha år	Nationell*
N-fixering vall	1,25 % av tillfört N	IPCC

Emissioner

De samlade emissionerna av lustgas från jordbruksmark, beräknade med förutsättningar enligt 3.3, framgår av tabell XVII.¹⁷

* Denna post som Sverige förmodligen är ensam om att rapportera till UNFCCC speglar långtidsverkan av att marken tillförts kväve under lång tid.²⁴

Tabell XVII. Emissioner av lustgas från jordbruksmark 1990, 2000 och 2010. Data för 1990 och 2000 kommer från SCB.

	kton N ₂ O per år		
	1990	2000	2010
Handelsgödsel	2,79	2,35	2,14
Stallgödsel	2,78	2,36	2,67
Betesgödsel	1,10	1,43	1,36
N-fixerande grödor	0,08	0,10	0,10
Växtrester	1,31	1,32	1,30
Odling av organogena jordar	3,22	3,06	2,83
Deponerat N	0,67	0,66	0,63
Utlakat N	3,02	2,45	1,96
Odling av minerogena jordar	2,03	1,93	1,81
N-fixering vall	0,50	0,47	0,59
Summa:	17,50	16,13	15,39

3.6.2.2 Brister i underlaget om lustgas från jordbruksmark

Lustgas från jordbruksmark representerar ett stort utsläpp, även i den totala nationella budgeten, men osäkerheten i beräkningarna är mycket stor. Uppskattningen av kväveflödena har dock jämförelsevis god precision, och här utnyttjas i huvudsak samma data som används för att beskriva jordbruksmarkens och jordbrukets växtnäringsbalanser. Säkra är skattningarna av gödselmedelsanvändning, medan kvävefixering och mängden skörderester har större osäkerhet. Ammoniakförlusterna är också relativt osäkra, men emissionsbidraget från deponerat kväve är så pass litet att den osäkerheten kan anses försumbar.¹

Arealen organogena jordar är mycket osäker. Detta är särskilt olyckligt eftersom emissionerna från dessa jordar är relativt höga.¹⁷

Emissionsfaktorerna är avgjort den verkligt stora källan till osäkerhet. IPCC:s rekommendationer bygger på ett bristfälligt underlag, och grova schabloniseringar har varit nödvändiga. IPCC:s metodik baseras på kortsiktiga effekter av kvävetillförsel, men tar inte hänsyn till de långsiktiga effekterna i form av ökad bakgrundsemission på grund av kväveupplagring i marken. Data från svenska undersökningar föreligger, men de är inte heltäckande. Det finns idag forskningsresultat som pekar på att såväl den form som kvävet föreligger i samt markens egenskaper har stor betydelse för hur stora avgångar av lustgas man får. Kväve kan lagras under lång tid i marken och lustgasen avges också under lång tid, vilket försvårar tolkningen av försöksresultaten.¹

3.7 Jordbrukets utsläpp av koldioxid

Inom jordbruket finns både källor och sänkor för koldioxid. Användning av bränslen i jordbruket såsom olja, diesel och el, bokförs i svensk och internationell utsläppsstatistik vanligen som förbränning inom transport- och energisektorerna och redovisas sällan separat.¹

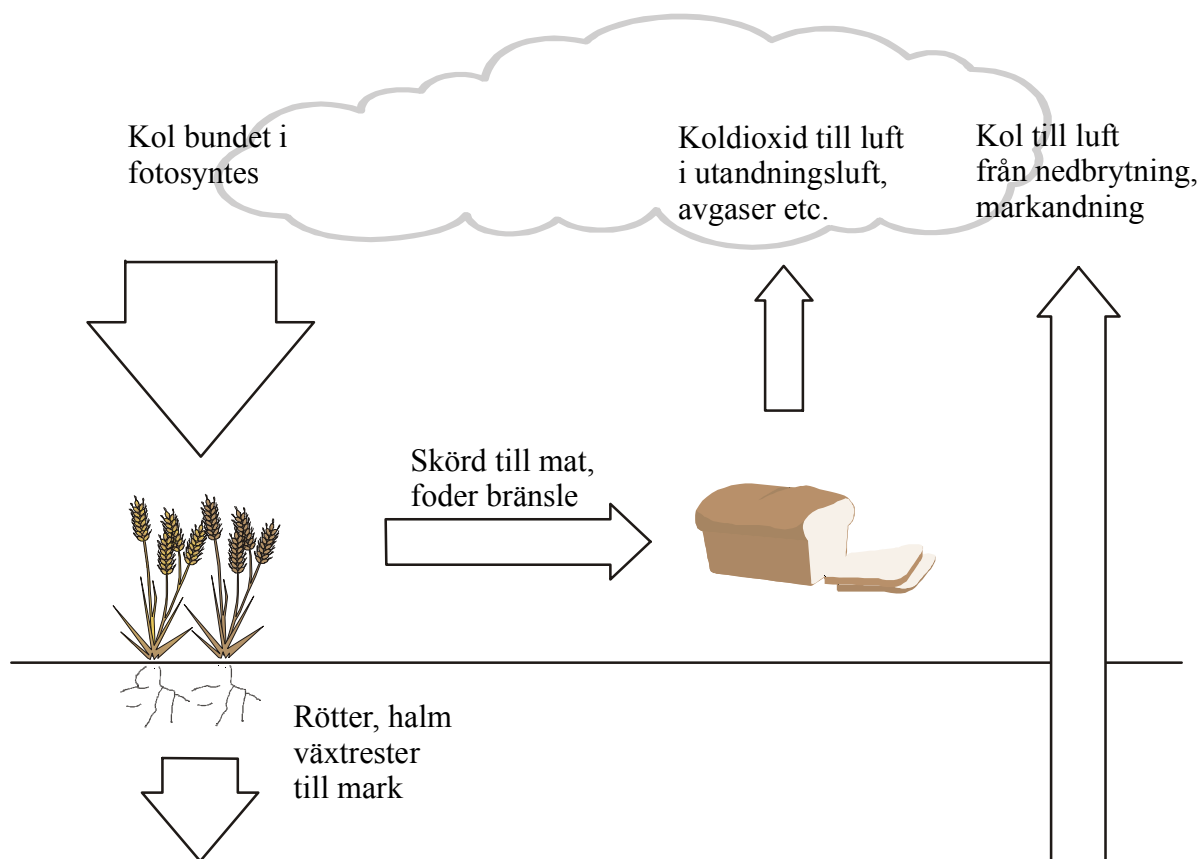


Bild: Kolets kretslopp

Själva brukandet av jorden leder till ett utbyte av koldioxid mellan mark och atmosfär. Dessa flöden är idag ofullständigt kvantifierade för svenskt jordbruk. Naturvårdsverket gjorde för några år sedan en studie av kolbalanser för skogs- och jordbruksmark⁸. Slutsatsen var att jordbruksmarken är en källa för koldioxid, främst på grund av att organisk substans oxideras vid odling av organogena jordar. Även grödval, stallgödselanvändning, kalkning, halmåterföring har betydelse, men de verkar i olika riktning och dessa poster tar i det närmaste ut varandra. I stort är den minerogena jordbruksmarken i balans för kol, medan de organogena jordarna är en koldioxidkälla. I tabell XVIII ges en översikt av sänkor och källor av koldioxid i jordbruket.¹

Tabell XVIII. Källor och sänkor av koldioxid i jordbruket - kton CO₂/år.

Källa/sänka	Utsläpp	Upptag	Tidsperiod och ref
Direkt energianvändning	1 110	-	1996, SCB/LRF
Odling av organogena jordar	3 638	-	1990-tal, Naturvårdsverket
Odling av minerogena jordar	-	-	
Naturbetesmarker	Okänt	Okänt	
Kalkning	156		1999, Naturvårdsverket
Totalt:	4944		

I rapporteringen till Klimatkonventionen redovisas jordbruksmarkens utbyte av koldioxid inom sektorn markanvändning och skogsbruk (Land-Use Change and Forestry). Hittills har inte kolflöden till och från fastmarksjordar och betesmark ingått i rapporteringen.¹

3.7.1 Koldioxidemissioner som ett resultat av odling

Det kol som finns i marken omvandlas så småningom till koldioxid och avgår till atmosfären. Detta tar olika lång tid beroende på i vilken form kolet finns i marken. En stor del av kolet i exempelvis färsk förna omsätts inom ett eller ett par år men en del av det organiska materialet omvandlas till mer svårnedbrytbara komponenter som kan finnas kvar i hundratals år. De viktigaste faktorerna som avgör omsättningshastigheten på kolet är temperaturen, vattenhalten, syretillgången i marken samt markens kemiska och fysikaliska egenskaper, t ex kvoten kol-kväve, lignin halten och pH.⁸

Detta innebär att olika odlingsmetoder och olika växtföljder påverkar marken olika eftersom exempelvis jorden bearbetas i olika grad och olika mycket organisk substans tillförs marken. Den organiska substansen i sig själv påverkar också faktorer som påverkar nedbrytningstakten, t ex markens vattenhållande förmåga, struktur och buffertkapacitet.⁸

Olika grödor har olika påverkan på markens kolinnehåll. Detta styrs främst av hur rotsystemet är beskaffat, hur mycket förna grödan ger upphov till, hur lång grödans växtperiod är och hur jordbearbetningen utförs. Vallgräs har en lång växtperiod, växer tätt och har ett aktivt rotsystem som torkar upp marken och ger kontinuerlig tillförsel av förna till marken. Odling av vallgräs har därmed goda förutsättningar att bygga upp kolförrådet i marken. Odling av rotfrukter med intensiv jordbearbetning representerar en motsatt situation.⁸

Kolhalten i en jord är således beroende av den tidigare markanvändningen. Olika odlingssystem leder till olika jämviktsnivåer i marken som är relativt känsliga för förändringar av odlingsåtgärderna. Stora delar av det kolförråd som byggts upp kan relativt snabbt (på mindre än 50 år) frigöras till atmosfären.⁸

De flesta organogena jordar byggs upp av ett mer eller mindre tjockt lager av torv som vilar på gyttja. Torven kan antingen vara mosstorv eller kärrtorv. Många torvjordar odlades upp i början av 1900-talet och torvskiktet kan vara nästan helt bortoxiderat och uppblandat med gyttja. Det kan därför vara stora skillnader i förrådet av organisk substans och den nuvarande bortodlingshastigheten mellan olika jordar.¹

3.7.1.1 Emissionsberäkningar

Emissionerna av koldioxid från mark beräknas enligt IPCC utifrån skillnaden mellan jordbruksmarkens kolförråd vid två tillfällen. En ökning innebär en fastläggning och en minskning att koldioxid frigörs.¹

3.7.1.2 Brister i underlaget

Det finns uppenbara brister i vår kunskap om jordbruksmarkens förråd och flöden av kol. Detta gäller både utbredning och egenskaper. En god uppskattning baserad på mätdata finns bara för åkermarkens matjord, men även denna är ganska osäker.¹

Systematiska inventeringar av betesmarkernas kolförråd saknas helt liksom säkra uppskattningar av kolbalansen hos minerogena jordar. I stort bedöms den minerogena jordbruksmarken vara i balans vad gäller kol.¹

Institutionen för markvetenskap vid SLU i Uppsala har påbörjat ett projekt med syfte att utveckla ett operativt modellsystem för att kunna övervaka förändringar i markanvändning och markens kolförråd i svensk jordbruksmark. Detta kommer säkerligen att behöva kompletteras för att tillförlitliga data skall finnas för framtida beräkningar.¹¹

Det är mycket osäkert hur stora arealer av organogen jord det finns i Sverige, vilket är mycket olyckligt med tanke på att organogena jordar är den dominerande källan till avgång av koldioxid från jordbruksmark.¹¹ Det är även svårt att säga hur stora arealer som nått ett stadium där bortodlingshastigheten håller på att bromsas upp eller har upphört och marken därvid håller på att övergå från att vara en organogen jord till att vara en fastmarksjord.¹

Naturvårdsverket ansvarar för miljöövervakning av jordbruksmark. Inom den nationella miljöövervakningen finns ett program för uppföljning av vissa markkemiska parametrar, men en noggrann kvantifiering av markens kolförråd ingår inte i programmets ursprungliga syften. Naturvårdsverket har dock nyligen initierat flera projekt med syfte att utveckla metodik för inventering av kolförråden i jordbruksmark samt för att förbättra uppskattningen av arealen organogena jordar i Sverige.²⁴

3.7.2 Kalkning

Jordbruksmark försuras när den odlas. Försurningen sker främst genom växtnäring förluster på grund av upptag i grödor och genom utlakning, men även genom användning av försurande gödselmedel. Det atmosfäriska nedfallet bidrar också, men i mindre grad.²⁴

Kalkning utförs för att motverka försurning.²² Hur mycket växtnäring som finns lätt tillgängligt i markvätskan för växterna bestäms bl.a. av markens pH-värde. Leveransen av växtnäring fungerar bäst när pH är mellan 6 och 7. Att tillföra kalk till åkermarken är ett sätt att höja pH-värdet och öka produktionen på sura jordar.¹² I processen där kalken verkar bildas koldioxid.¹ Vid kalkning med kalciumkarbonat, som är det helt dominerande kalkningsmedlet, sker frigörelsen enligt följande schematiska formel.



Vid kalkning med bränd eller släckt kalk har koldioxiden redan frigjorts under tillverkningen.²³

Kalkförsäljningen till jordbruket i Sverige uppgick 1999 och 2000 till ca 160 kton, 2001 till 140 kton.¹³

3.7.2.1 Emissionsberäkningar

Emissionerna beräknas som en standardfaktor för frigörelse av koldioxid vid kalkens upplösning multiplicerad med statistik över försålda kalkprodukter.¹

3.7.2.2 Brister i underlaget

Såväl statistiken som standardfaktorn har god säkerhet.

3.7.3 Drivmedel och bränslen

Förbrukningen av drivmedel och bränslen inom jordbruket varierar en del beroende på årsmånen, blöta år medför exempelvis ökade kostnader vid tröskning och torkning av spannmål.¹⁰ Användning av bränslen i jordbruket såsom olja, diesel och el, bokförs i svensk och internationell utsläppsstatistik vanligen som förbränning inom transport- och energisektorerna och redovisas sällan separat.

3.7.4 Bioenergi

Energigrödor (grödor som får EU-stöd för att användas till energiproduktion och därmed minska överproduktionen av livsmedel) odlas idag på ca 18 000 ha. Av dessa är ca 14 000 ha fleråriga, främst salix. Resten är ettåriga, främst vete, som används till framställning av etanol för drivmedelsanvändning³⁰. Den spannmålsbaserade etanolproduktionen i Norrköping använder till ca 80 % spannmål från den ordinarie marknaden. Grovt räknat tillkommer därför drygt 20 000 hektar som används för att framställa etanol utan att vara odlad som bioenergigröda.²⁹

Odling av energigrödor kan troligen för vissa grödor innebära att kolinlagringen i marken ökar samt eventuellt att lustgasavgången förändras. I ett arbete från 2002 bedöms en övergång från öppet bruk till odling av energigrödor medföra att kolinlagringen i mineraljord ökar med i genomsnitt 0,5 ton C per hektar och år under en 50 års period, då ett nytt jämviktsläge uppnås som är ca 1-1,5% högre än idag.⁴⁹ Den stora förändringen av växthusgasemissionerna sker dock genom att bioenergin ersätter fossila bränslen, främst som bränsle vid uppvärmning och kraftproduktion men även som drivmedel. Därmed minskar de redovisade växthusgasemissionerna från dessa sektorer vilket således inte påverkar de redovisade emissionerna från sektorn jordbruk.

4 Möjliga åtgärder för att minska växthusgasutsläppen.

I detta kapitel beskrivs ett antal åtgärder för att minska växthusgasutsläppen. Effekter och konsekvenser behandlas.

Den gemensamma jordbrukspolitiken inom EU (CAP) och dess stödssystem har helt avgörande betydelse för jordbrukets omfattning, inriktning och lönsamhet. Den påverkar därmed indirekt utsläppen av klimatgaser från jordbruket. Särskilt viktigt är djurhållningens omfattning och inriktning, gödselmedelsanvändningen och vilken mån de organogena jordarna odlas. Inom det svenska landsbygdsutvecklingsprogram (LBU), delvis finansierat av EU, finns särskilda, riktade miljöersättningar som till stor del kan anpassas med tanke på de nationella förutsättningarna.

I Sverige har miljöersättningarna utformats för att bevara ett öppet odlingslandskap, bevara den biologiska mångfalden och minska utlakningen av växtnäring. Utsläpp av växthusgaser finns inte med i LBU-programmets målsättningar, men de åtgärder som genomförs av andra skäl kommer direkt eller indirekt att ha viss påverkan på emissionerna.

Under våren 2002 redovisade EU-kommissionen en halvtidsöversyn av Agenda 2000 med förslag till revision av besluten från 1999 (COM 2002: 394). Förslagen går i princip ut på en ytterligare marknadsorientering av EU:s jordbruk, en förstärkning av landsbygdsutvecklingsprogrammen samt strängare stöd villkor vad gäller miljö, livsmedelssäkerhet, djurhälsa och djurskydd.³⁵

Den 26 juni 2003 beslutade EU:s jordbruksministrar om ett reformpaket med omfattande förändringar i CAP, mycket i linje med kommissionens ursprungliga förslag. Reformen innebär att areal- och djurbidrag i huvudsak försvinner och ersätts med ett stöd som inte är relaterat till produktion eller djurinnehav (ett s.k. frikopplat stöd). Detta betyder en omfattande förändring i EU:s jordbrukspolitik som på sikt kan få betydelse för arealutnyttjande och animalieproduktion. De långsiktiga effekterna av reformen är dock svårbestämda eftersom viktiga tillämpningar överlätits till medlemsstaterna att själva besluta om. Till exempel gäller detta utformningen av det frikopplade stödet, möjligheten att behålla en del av de tidigare stöden och speciella nationella ”potter” som kan användas av medlemsstaterna för t.ex. miljöändamål. De nya reglerna kan också komma att införas under en längre tidsperiod varför det kan dröja innan effekterna av reformen blir synliga.³⁵

Även om det är för tidigt att uttala sig säkert om effekterna pekar det mesta på att nötkreaturen kan komma att minska som en följd av frikopplingen av djurbidragen. Om och vilka djurslag som påverkas blir dock beroende på den nationella utformningen av politiken.³⁵

I mars 2000 antog EU kommissionen ett dokument ”EU policies and measures to reduce greenhouse gas emissions: Towards a European Climate Change Programme (ECCP), COM(00)88.1”. Med anledning av detta dokument tillsatte EU - kommissionen flera arbetsgrupper, varav en arbetsgrupp inom området jordbruk (Working Group 7 – Agriculture (WG7)). Arbetsgruppen har haft som uppgift att identifiera och utveckla de viktigaste åtgärderna inom jordbruksområdet som är nödvändiga för att tillämpa Kyotoprotokollet.

Arbetsgruppen har behandlat förslag inom följande områden.⁴

- Möjlig potential att minska lustgasen från jordbruksmark.
- Möjlig potential att lagra in koldioxid i jordbruksmark.
- Möjlig potential att minska koldioxidemissioner genom bioenergisatsningar.
- Möjlig potential att minska metanemissionerna från idisslarnas matspjälkning.
- Möjlig potential att minska metanemissionerna från gödselhantering.
- Möjlig potential att minska lustgasemissionerna från gödselhantering.

Den ovan nämnda arbetsgruppens (Working Group 7 – Agriculture (WG7)) arbete har använts som idékälla i denna utredning.

4.1 Av metan

4.1.1 Från husdjurens foderspjälkning

4.1.1.1 Potential

Man kan tänka sig tre sätt att minska den totala storleken på metanemissionerna från idisslare.²⁶

- Att minska antalet idisslare.
- Reducera utsläppen av växthusgas per använd foderenhet.
- Förbättra produktiviteten, dvs. producera mer med varje foderenhet.

I den svenska klimatstrategin anges att en övervägande del av utsläppen av metangas från jordbruket har samband med antalet idisslare. Åtgärder som minskar antalet idisslare och i sammansättningen på det foder som ges till idisslare påverkar metanemissionerna. Dessa åtgärder skulle emellertid kunna medföra minskade möjligheter att uppnå andra miljökvalitetsmål såsom ”ett rikt odlingslandskap” samt inverka negativt på djurhälsan.²⁰

4.1.1.2 Minskat antal idisslare.

De effektivaste åtgärderna för att minska metanutsläppen från husdjur, främst idisslare, är, föga överraskande, sådana som minskar antalet idisslare. En utveckling åt det hållet är sedan många år påbörjad eftersom antalet mjölkkor i Sverige minskar, om än av andra anledningar. Eftersom produktionen per ko ökar behövs inte längre lika många djur, vilket då ger mindre metanutsläpp. Antalet mjölkkor i Sverige sjönk från 576 000 år 1990 till 419 000 år 2001.

Tittar man på livstidsproduktionen av metan för en mjölkko, måste man ta hänsyn till att det förlöper ca 2,5 år innan kon kalvar in och dessutom sintiden. Detta motsvarar (med emissionsfaktorn för övriga nötkreatur 50 kg CH₄/år) 125 kg CH₄, vilket är lika mycket som den årliga emissionsfaktorn för mjölkkor för år 2000. Blir en ko sedan ytterligare 3 år dvs. totalt 66 månader (jfr tabell XIX) så kommer således $\frac{1}{4} = 25\%$ utav kons livstidsemission av metan ligga utanför den fas där kon producerar mjölk. Om kon istället blir ytterligare ett år till dvs. 6,5 år (78 månader) sjunker den siffran till $\frac{1}{5} = 20\%$. Härav följer att en längre livstid på en ko kan leda till en förhållandevis lägre metanproduktion/kg mjölk. Att slakta förstagångskalvar är därför inte så lämpligt ur växthusgassynpunkt.⁴

Konsekvensen av längre livslängd på korna skulle inte i första hand bli färre kor men att färre kvigkalvar behövde sparas för att bli nya mjölkkor. Detta skapar ett större utrymme för

seminering med raser inriktade mot köttproduktion. Antalet moderdjur i specialiserad köttproduktion skulle då kunna minska. Denna möjlighet kan i framtiden bli än mer intressant om könsseparering av sperma blir ett alternativ i praktisk produktion.

Tabell XIX. Genomsnittlig ålder i månader vid slakt för nötkreatur klassade som "ko". Genomsnittlig slaktålder för klassen "ungko" ligger stabilt på 41 månader. Källa kontrollenheten SJV.

År	Kor av mjölkras	Kor av kötttras	Totalantal slaktade
1998	66	69	128.856
1999	65	67	127.097
2000	64	68	125.083
2001	65	80	118.744
2002	74	76	124.216
2003 (del av året)	72	82	65.569

En annan möjlighet är åtgärder där nötkreatur för köttproduktion ersätts av andra djurslag. Om kostvanorna ändrades så att andelen animaliskt protein i födan minskade skulle detta, genom marknadskrafterna, också kunna leda till stora förändringar i djurproduktionen (se 4.4).

Om nötkreatur för köttproduktion ersätts av svin eller fjäderfä skulle detta kunna innebära en ytterligare koncentration av storskalig produktion till slättbygderna i Syd- och Mellansverige på bekostnad av Norrland och Mellansveriges skogs- och mellanbygd.⁵

En minskning av antalet nötkreatur försämrar möjligheterna att upprätthålla hävden av naturbetesmarker och därmed bibehålla de betydande natur- och kulturmiljövärden som finns på dessa marker. Möjligheterna att nå miljökvalitetsmålet "Ett rikt odlingslandskap" förutsätter att det finns tillgång till betande djur.³⁶

Det finns betydande skillnader i olika betesdjurs förmåga att hålla betesmarker öppna. Även metanemissionerna skiljer sig mellan olika betesdjur. Det kan därför finnas olikheter mellan olika djurslag i "priset" i metanemission för det öppna landskapet.⁴⁴

Dikor och stutar går i större utsträckning på betesmarker än andra nötkreatur såsom gödtjurar vilka i större utsträckning föds upp på stall. Även om mjölkkorna endast i mindre utsträckning själva utnyttjar de magrare naturbetesmarkerna utgör de en förutsättning för reproduktionen av betande nötkreatur. Om åtgärder för att minska metanemissionerna genom att minska antalet djur sätts in, kommer de negativa effekterna på betesmarksutnyttjandet att variera kraftigt beroende av vilka djurhållningssystem som påverkas.³⁶

Betesdjuren kan även om det finns en potential för naturbetesmarksutnyttjande, istället gå på betesvall. Förutom förekomst av djur krävs därför kompletterande åtgärder, t.ex. i form av betesmarksstöd, för att djuren faktiskt skall utnyttja naturbetesmarkerna. Om nötkreaturen minskar i antal (trendmässigt, som en följd av förändringar i jordbrukspolitiken eller på grund av åtgärder för att minska metangasemissioner) kommer sådana kompletterande åtgärder att krävas i större omfattning än vid bibehållet djurantal.³⁶

4.1.1.3 Ändrade foderstater

Priset styr fodervalet inom fysiologiska ramar. Avgörande för priset är fodrets värde i utfodringen vilket i första hand avgörs av näringsinnehållet och smakligheten. De fysiologiska kraven handlar om att fodermedlet enskilt eller i kombination med andra fodermedel skall vara anpassat till djurens matsmältningssystem samt vara tjänligt ur djurhälso- och livsmedelssynpunkt. För idisslare handlar det i praktiken om att foderstaten skall innehålla tillräckligt med struktur (fibrer och långsträckt material) för att processen i vommen skall fungera normalt samtidigt som en hög och väl balanserad tillförseln av näringsämnen (energi och protein m.m.) eftersträvas. Eftersom spannmål och proteinfodermedel som regel innehåller mer energi per kg ts. än olika typer av grovfoder så leder strävan att tillföra mycket energi också till att kraftfoderandelen maximeras.³⁴

Det är sällan så att ett enskilt fodermedel kan tillfredställa alla näringsmässiga behov. En kombination av flera fodermedel är som regel ändamålsenlig för att på bästa sätt totalt uppfylla de olika behov som finns av olika näringsämnen, struktur, smaklighet samt allmän trivsel och välmående.³⁴

En förändrad utfodring av idisslare i syfte att reducera utsläppen av växthusgas per använd foderenhet har diskuterats. Sådana åtgärder skulle kunna vara ett ökat foderintag eller ersättning av grovfoder med koncentrat och en förändrad sammansättning av koncentraten. Ökat foderintag förändrar innehållet av lättlösliga fettsyror på så sätt att det bildas mindre acetat och mer propionsyra, vilket resulterar i mindre metanutsläpp. Eftersom grovfoder innehåller mycket sammansatta kolhydrater (fibrer) leder ett utbyte av grovfoder mot koncentrat till att propionsyrabildningen ökar och metanproduktionen minskar. Om sammansättningen av de för närvarande använda koncentraten förändras så att de innehåller mindre fibrer, är en minskning av metanproduktionen möjlig. Alternativen är stärkelse och sockerarter. Genom att ersätta 25 % av de sammansatta kolhydraterna med enkla kolhydrater antas metanproduktionen minska med nästan 20 %.⁵

I huvudsak handlar det emellertid om att få till stånd en förändring av jäsningsförloppet i våmmen. Sådana förändringar är det viktigaste orsakerna till två allvarliga sjukdomar nämligen löpmagsförskjutning och fång. Utfodringsåtgärder som leder till sämre djurhälsa är inte acceptabla från djurskyddssynpunkt.⁵

Möjligheten att minska metanutsläppen genom att ersätta en del grovfoder med kraftfoder är också begränsad, eftersom kons foderomsättning ställer krav på en viss minimigiva grovfoder. En minskad grovfodergiva leder dessutom till kortare åttider och risk att djuren utvecklar beteendestörningar. Svenska mjölkfoderstater är redan mycket kraftfoderrika och en ytterligare minskning av grovfoderandelen är sannolikt inte möjlig utan risk för produktionsstörningar. Åtgärden får också konsekvenser för växtodlingen, när odling av vall och andra grovfodergrödor ska ersättas av ytterligare spannmålsodling. En sådan övergång för med sig ökad användning av kemiska bekämpningsmedel. Den kan också medföra att arealen bete minskar, vilket är negativt från landskapsvårdssynpunkt.⁵

Vid en första anblick verkar mera intensiva former av husdjursskötsel ge lägre emissioner av växthusgaser än mer extensiva system. Systemen är dock i regel inte jämförbara när det gäller miljösituationen för vatten, mark, biodiversitet, landskap och djurens välbefinnande.

4.1.1.4 Förbättra produktiviteten.

Ett tredje men i en del fall mycket tvivelaktigt alternativ är att förbättra djurens produktivitet. Utveckling av skötsel och utfodring, djurhälsoprogram och avelsarbete ha medfört att en god djurhälsa har kunnat upprätthållas trots den ökade belastning på djuren som en allt högre

produktion medför. Samma mängd mjölk och kött har således kunnat produceras med att allt mindre antal djur. I avsnitt 4.1.1.2 konstaterades att den effektivaste åtgärden för att minska metanutsläppen är att minska djurantalet vilket således varit möjligt tack vare de landvinningar som gjorts inom husdjursvetenskapen. En kort genomgång av dessa program finns i kap 5.6.³⁴

I utländska rapporter finns ibland förslag som förefaller mindre lockande. Genom tillsatser i djurfoder eller att injicera produktionshöjande medel i djuren kan deras produktivitet (mjölk, kött) förbättras och metanutsläppen per producerad enhet minskas. Minskningar per enhet på 5-30 % har påvisats. För närvarande används flera olika antibiotika, jonoforer (medel mot koccidier) och halogenerade föreningar för att stimulera produktionen, varav en del även har effekt på metanjäsningen i våmmen.⁵

Effekten av dessa åtgärder är tveksam. Denna typ av medel är inte tillåtna för rutinmässig användning i Sverige. Den viktigaste förutsättningen för hög produktivitet är god djurhälsa och strävan inom svenskt lantbruk är att förebygga hälsoproblem genom att förse djuren med god miljö, god omvårdnad och riktig näringsförsörjning. På detta sätt har vi i Sverige kunnat avstå från rutinmässig användning av antibiotika och andra medicinska substanser. Såväl från djurskydds- som resistenssynpunkt är modellen med förebyggande åtgärder att föredra framför behandlingsmodellen.⁵

Att förändra kornas foderstater eller att sätta till olika tillsatser i fodret som skall påverka foderomsättningen förefaller vara åtgärder vars effekt är synnerligen osäker. För att bli praktiskt användbara krävs mycket utvecklingsarbete. Även om detta arbete kan leda till användbara lösningar, vilket inte är säkert, kan det ifrågasättas om det är försvarbart ur djurskyddssynpunkt. Lösningarna måste också vara ekonomiskt försvarbara.⁴

Konsumenter, i Sverige och andra EU-länder, blir alltmer medvetna och ifrågasätter varornas kvalitet och framställningsmetoder. Miljötänkande och omsorg om djurens välbefinnande har stor betydelse i dessa överväganden. Jordbruksministern påpekade i maj 1999 att det är av oerhörd vikt att konsumenterna kan ha förtroende för de varor som erbjuds och kan lita på att de produkter de köper är säkra.³³

4.1.2 Från stallgödselhantering

4.1.2.1 Potential

Utsläppen påverkas av antalet djur i olika kategorier och deras gödselproduktion i olika djurhållningssystem.

Resultaten av studier av metanemissioner visar att dessa påverkas av lagringstid, lagrens storlek och form, halminblandning och temperatur.^{1, 26}

Även metanemissionerna från stallgödsel lär påverkas av de förändringar som diskuteras i avsnittet om metanutsläpp från husdjurens foderspjäлкning.

Tabell XX.

Åtgärd	Följd för metanemissioner från gödsel
Ett minskat antal idisslare	Minskar motsvarande
Färre idisslare – fler svin	Skillnad gödseltyp och näringsinnehåll påverkar metanemissionerna. se 3.5.2
Mer kraftfoder – mindre grovfoder	Som närmast ovanstående.

Dessutom kan ett antal åtgärder, vidtas direkt mot metangasemissioner från gödsel.

I den svenska klimatstrategin konstateras att det finns tekniska möjligheter att ta till vara metangas som bildas vid syrefri lagring av gödsel. De i 4.1.2.2 nämnda metanutsläppen från en anaerob jäsning utgör en energiresurs som kan användas. Den utvunna metanen kan antingen förstöras genom att facklas bort eller användas för energiproduktion för bruk på gården eller vidareförsäljning.⁵

Institutet för Jordbruks och miljöteknik (JTI) har av denna utredning fått i uppdrag att studera effekter för växthusgasemissionerna för olika system för gastät täckning⁵² (Bilaga 1). De studerade systemen var:

Alt. 1 = Lagring av gödsel utan svämtäcke

Alt. 2 = Lagring av gödsel med svämtäcke

Alt. 3 = Lagring av gödsel med membrantäckning

Alt. 4 = Psykrofil rötning vid konstant temperatur i lager

Alt. 5 = Reaktorbaserad rötning med efterföljande membranlagring

Resultaten (tabell XXI) pekar på att de olika alternativen ger stora skillnader i utsläppen av växthusgaser.

Tabell XXI. Emissioner av koldioxid, metan och lustgas, om all flytgödsel som produceras av mjölkkor respektive svin hanteras enligt respektive alternativ.

Gödselslag	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Enhet
flytgödsel från mjölkkor	265	250	142	93	33	1000 ton CO ₂ -ekv/år
flytgödsel från svin	251	231	126	84	30	1000 ton CO ₂ -ekv/år

4.1.2.2 Gastäta gödselbehållare

Vid lagring av flytgödsel sker spontana metanutsläpp från de nedbrytningsprocesser som sker i gödseln.⁴³ När stallgödsel förvaras under anaeroba (syrefria) förhållanden och vid temperaturer högre än runt 15°C kommer metanjäsningsbakterier att producera metan. Vid detta stadium kan en kontrollerad jäsning i gödseln igångsättas.⁵

Med gastäta täckningar av gödselbehållarna skulle både ammoniak- och metanutsläpp kunna minskas om gasproduktionen i sig kunde hindras eller den bildade gasen förstöras. Men gastäta behållare medför att metanbildningen stimuleras (mer anaeroba förhållanden) och att en ökad mängd metan lagras i gödseln. Om denna metangas tas omhand och utnyttjas eller facklas kan denna åtgärdsteknik komma att leda till minskade utsläpp av växthusgaser jämfört med dagens lagringsteknik.⁵³ Idag finns ett begränsat antal sådana anläggningar. Denna teknik kan på sikt utgöra ett redskap för att minska metanavgången vid gödsellagring. Anpassningen av tekniken till olika företagsförhållanden behöver dock utvecklas och sambanden mellan metan- och ammoniakutsläpp bör studeras ytterligare innan det är möjligt att bedöma vilken minskning av metanutsläpp som är möjlig att uppnå.²⁰ Även frågor om ekonomi och de praktiska möjligheterna att utnyttja tekniken behöver klargöras.

Redan i dag finns det lagstiftning om lagring av stallgödsel⁵, främst för att minska emissioner av ammoniak. I lagstiftningen krävs det att flytgödselbehållare är täckta för att förhindra emissioner av ammoniak men denna täckning är oftast inte tillräckligt effektiv för att förhindra emissioner av metan, bl.a. för att metan är en mer lättflyktig gas än ammoniak⁴³.

I föreskrifter anges bl.a. att flytgödselbehållare skall ha ett stabilt svämtäcke eller annan täckning som effektivt minskar ammoniakförlusterna. Kravet gäller idag Götaland och Svealands slättbygder.⁵ För att lösa dagens krav på täckning av gödselbehållare finns det flera olika möjligheter, exempelvis att täcka med halm, lecakulor, plåttak, trätak eller betongtak. Vid täckning av en gödselbehållare förhindras vinden från att svepa över gödselytan och därmed minskar ammoniakavgången. Svämtäcke är den dominerande formen för täckning av flytgödselbehållare i Sverige¹⁶.

Resultatet från studier visar att ammoniakavgången kan minska med 70-85 % när flytgödselbehållare täcks (Nicholson, m. fl. 2002). Samtidigt kan en temporär minskad metanavgång fås i samma storleksordning, men när flytgödseln rörs om och sprids frigörs normalt den metangas som bildats och lagrats som gasbubblor i flytgödseln under lagringsperioden.⁴³

När semipermeabla täckningsmaterial används, t ex lecakulor och halm, kan emissionerna av metan under lagringsperioden reduceras med 30-40 % jämfört med om inget täckningsmaterial används tack vare att en del av metangasen oxideras när den passerar täcksiktet (Sommer m. fl., 2000). Andra faktorer som påverkar metanbildningen vid konventionell flytgödsellagring är temperatur lagringscykler (dvs. hur länge och under vilka perioder gödseln lagras), nederbörd, halminnehåll etc. (Dustan 2002; Hillhorst och de Mol, 2002).⁴³

Man måste också uppmärksamma vad som sägs i 3.6.1 om att vissa resultat tyder på att ett svämtäcke eller annan porös täckning av flytgödselbehållare ger ökad avgång av lustgas, speciellt under sommarhalvåret. Så länge det saknas svenska undersökningar går detta inte att belägga.

4.1.2.3 Biogasanläggningar

I biogasanläggningar utnyttjas möjligheten att ur gödseln utvinna metangas. I särskilda rötammare försöker man optimera förutsättningarna för metangasproduktion. Samtidigt eftersträvar man då att gasemissionerna ut ur anläggningen i form av läckage blir så små som möjligt. Biogasanläggningar kan variera avsevärt i storlek.

Hur länge gödseln lagras innan den flyttas till rötammaren har en viss betydelse. Med en förkortad lagringstid finns det mindre tid för metanet att bildas. En förkortad lagringstid innan rötningen innebär därför också att det finns mer "råvara" kvar i substratet till biogasprocessen.⁴³

Börjesson och Berglund pekar i en miljöanalys av biogassystem på att teknikutvecklingen måste ta hänsyn till lokala variationer. De drar slutsatsen att biogassystemens miljöprestanda till stor del påverkas av indirekta miljöeffekter (dvs. miljöeffekter som inte beror på annorlunda effekter av biogasen som bränsle) vilka i sin tur är beroende av de lokala förutsättningarna⁴³.

Det finns många fördelar med biogasanläggningar både på gårdsnivå och mera centraliserat.⁴

Gårdsnivå,

- En reduktion av växthusgaser. Mindre luktproblem. Mindre emissioner av ammoniak, eftersom luftväxling över gödselytan förhindras. (Se 4.1.2.2)
- Gödsel som lättare kan homogeniseras och en liten ökning av för växterna mer lättupptagbara kvävefraktioner.²
- Energiressurs.

Centrala anläggningar.

- En reduktion av växthusgaser. Mindre luktproblem. Mindre emissioner av ammoniak, eftersom luftväxling över gödselytan förhindras. (Se 4.1.2.2)
- Möjlig intäkt på gödselförsäljningen
- Möjlighet att ta hand om organiskt avfall
- Energiförsäljning
- Minskat behov av gödsellager ute på gårdarna.

Rötning av gödsel kan alltså förändra dess egenskaper vilket kan medföra minskat kväveläckage. När flytgödsel rötas omvandlas en del av det organiskt bundna kvävet till ammoniumkväve (sk. mineralisering). I rötad gödsel är ofta cirka 85% av det totala kvävet ammoniumkväve, jämfört med cirka 70% i orötad svingödsel (Sommer m fl. 2001). Ammoniumkvävet är direkt tillgängligt för växterna, till skillnad från organiskt bundet kväve vilket gör det möjligt att få större precision i gödningen och därmed minskad risk för kväveläckage. Resultatet från fältförsök visar att kväveläckaget kan minska med cirka 20% när rötad gödsel ersätter orötad (Blomqvist, 1993). Detta motsvarar cirka 7,5 kg N per hektar i södra Sverige (Johnsson och Hoffman, 1998)⁴³.

Börjesson och Berglund drar i sin studie en generell slutsats att biogassystem är komplexa till sin natur och att systemens miljöprestanda kan variera betydligt beroende på en mängd olika faktorer. En förutsättning för att biogassystemen skall vara fördelaktiga ur växthussynpunkt är dock att metanförlusterna kan hållas på en låg nivå. Få studier av förlusterna från biogasanläggningar finns. När gödsel rötas kan förluster på upp till 22-26% av metanet accepteras innan vinsterna med biogas ur växthusgassynpunkt överträffar nackdelarna.⁴³

Den stora förändringen av växthusgasemissionerna från bioenergi sker genom att bioenergin ersätter fossila bränslen, främst som bränsle vid uppvärmning och kraftproduktion men även som drivmedel. Börjesson och Berglund uppskattar att den totala reduktionen av växthusgaser vid rötning av gödsel ungefär fördubblas när såväl reduktionen av metanutsläpp från hantering och lagring av gödsel och reduktionen av koldioxidutsläpp från ersättning av fossila bränslen beaktas. Rötning av gödsel bedöms därför ha större potential att reducera växthusgasutsläpp än andra restprodukter som rötas.

I Sverige finns idag några enstaka anläggningar av gårdsstorlek.³ Byggandet och drift av biogasanläggningar tycks ännu inte vara en företagsekonomiskt så god affär att en spontan utbyggnad sker.

4.1.2.4 Kompostering eller luftning.

Om stallgödseln förvaras under aeroba förhållanden (dvs. i närvaro av syre) kommer en aerob omvandling av ämnet att ske vilket ersätter metanutsläppen med koldioxidutsläpp. Aeroba förhållanden åstadkoms för fastgödsel genom att regelbundet vända gödseln och på så sätt få till en kompostering. Det kan vara nödvändigt att blanda in annat material, dels för att höja torrsubstanshalten i syfte att förbättra luftgenomsläppligheten och strukturen, dels för att få upp kol-kväve kvoten till lämpliga nivåer. Denna process resulterar i en stabiliserad kompost som sedan kan användas som gödningsämne.^{5,26}

För flytgödsel åstadkoms aeroba förhållanden genom att luft på mekanisk väg pumpas in i flytgödselbehållaren. Det finns en risk att så mycket som 70 % av det organiska materialet inte bryts ned med denna metod, med följd att om luftningen upphör kommer metanbildningen att återupptas.²⁶

I denna process går man uppenbart miste om biogasens (CH₄) energiresurser och andra förmåner. Dess viktigaste fördel ligger i ersättning av en kraftfull växthusgas (metangas) med en svagare sådan (koldioxid), vilket leder till en drastisk minskning, upp till 95 % av de återstående utsläppen mätt som GWP. Oturligt nog riskerar man att få ökade utsläpp av den ännu kraftfullare växthusgasen, lustgas, om inte komposteringen (egentligen upptorkningen) går fort nog och vid luftning av svingödsel har det rapporterats att så mycket som 4-11 % av totalkvävet har avgått som lustgas. Metanemissionerna från fastgödsellager är betydligt lägre än från flytgödselbehållare men den kombinerade växthuseffekten från både metan och lustgas kan i vissa fall vara högre i stallgödselsystem (som ligger närmare komposteringsystem) än i flytgödselsystem pga. högre lustgasutsläpp.^{3, 5, 26}

Arbetet med kompostering och luftning kräver energi som kan orsaka växthusgasutsläpp. Detta behöver eventuellt räknas med i kalkylen. Till detta kommer risker för ökade ammoniakförluster.^{5, 26}

4.1.2.5 Kort lagringstid.

I kapitel 3 konstaterades att emissionerna av metangas från flytgödselhantering är av storleksordningen 10 ggr större än de från fastgödsel. Detta är naturligt med tanke på att metanet bildas under anaeroba förhållanden.¹ Ju kortare tid gödseln lagras ju mindre metangas får möjlighet att bildas i den lagrade gödseln.²⁶

Det har i en rapport till DGXI (miljödirektoratet) föreslagits att en åtgärd då skulle kunna vara att avskaffa långtidslagringen och sprida gödseln omedelbart. En sådan åtgärd skulle i "kalla klimat" kunna leda till att metanbildningen bara blev 1 % av den förväntade i ett system av den "vanligaste typen" inom EU. Gödseln skulle kunna spridas ut tunt och jämnt även om den bör brukas ned snabbt för att minska emissionerna av ammoniak.²⁶

Rapporten tar upp några faktorer som gör denna åtgärd svår²⁶:

- Vid mycket nederbörd riskerar man läckage till vattendrag.
- Svårigheter att hela tiden matcha spridningen av växtnäring med lämpliga grödor.
- Fler transporter orsakar risk för markpackning.
- Marken är kanske inte tillgänglig under hela året.
- Ökade krav på arbetskraft.

Man kan starkt ifrågasätta om konceptet "daglig spridning" är tillämpligt i Sverige med tanke på klimatförhållandena. Förutom de svårigheter som rapporten tar upp med kväveavgång i form av ammoniak så bör man tänka på riskerna för lustgasavgång.

Regeringen gav den 10 oktober 2002 Jordbruksverket i uppdrag att utreda den närmare utformningen av de obligatoriska åtgärder som ska tillämpas i de av Sverige utpekade känsliga områdena, enligt nitratdirektivet. I utredningsrapporten visar Jordbruksverket på behovet av en lagringsvolym för stallgödsel som säkerställer att spridning inte behöver ske vid en ogynnsam tidpunkt. Det är viktigt att den stallgödsel som tillförs marken sprids under förhållanden som är så gynnsamma som möjligt. Kväveutlakningen beror på en rad faktorer som är områdesspecifika och som varierar mellan åren. Detta kan t.ex. vara jordart, växtföljd, temperatur och nederbörd. Detta har betydelse både ur miljösynpunkt och ur ekonomisk synpunkt. För att tillförsäkra detta krävs lagringskapaciteter i storleksordningen 6 – 10 månader snarare än "daglig spridning".²⁸

4.2 Av lustgas

4.2.1 Från stallgödselhantering

4.2.1.1 Potential

Utsläppsberäkningarna liknar de för metan från stallgödsel. Men i stället för gödselmängd utgår man från hur mycket kväve som gödseln innehåller.¹

Lustgasavgången påverkas av kvävetillgång, vattenhalt och temperatur.³

Även lustgasemissionerna från stallgödsel påverkas av de förändringar som diskuteras i avsnittet om metanutsläpp från husdjurens foderspjäлкning.

Tabell XXII.

Åtgärd	Följd för lustgasemissioner från gödsel
Ett minskat antal idisslare	Minskar motsvarande
Färre idisslare – fler svin	Skillnad gödseltyp och N-innehåll kan ge mer lustgas
Mer kraftfoder – mindre grovfoder	Som närmast ovanstående.
Täckta gödselbehållare	Gastäta –minskar kraftigt Porös täckning – risk för ökning

De gastäta täckningar som krävs för biogasanläggningar kan utgöra ett redskap för att minska även lustgasavgången vid gödsellagring. Resultat från fältförsök visar att risken för lustgasemissioner från rötresten är jämförbar med den från handelsgödsel och således lägre än för orötad flytgödsel. En anledning är att mängden lättnedbrytbart organiskt material som sprids på åkern är mindre vilket medför minskad mängd energi till potentiellt lustgasbildande bakterier.⁴³

4.2.2 Från jordbruksmark

4.2.2.1 Potential

I den svenska klimatstrategin anges att kunskapen om lustgasavgång från åkermark, skogsmark och annan mark är bristfällig. Ett samband torde dock finnas mellan kvävetillgången i marken och lustgasavgången. En förbättrad anpassning av kväveanvändning i jordbruket men även andra åtgärder för att minska utsläppen av nitrat till vatten och ammoniak till luft kan leda till att utsläppen av lustgas från jordbruket minskar till år 2010. Ytterligare forskning krävs för att kunna kvantifiera lustgasavgången från bl.a. åkermark och olika odlingsåtgärders inverkan på avgången.²⁰

Gödsling av grödor bidrar till emissioner av lustgas från jordar. Möjligheterna att minska lustgasemissionerna innebär i regel en reducering av tillfört kväve genom att förbättra kväveeffektiviteten genom exempelvis förbättrade spridningsmetoder, med målsättningen att minska överskottskvävet på fält-, gårds- och regionalnivå. Kunskaperna om vad som orsakar lustgasemissionerna och vilka effekter som åtgärder mot dem åstadkommer är emellertid endast giltiga under mycket specifika förutsättningar. Detta innebär att osäkerheten i vad som

kan åstadkommas med olika åtgärder är stor.⁴

Lustgasemissionerna från jordbruksmark har hittills beräknats genom att kväveflödena till och från jordbruksmark multipliceras med emissionsfaktorer, som anger hur stor del av det tillförda eller bortförda kvävet som emitteras under ett år. Beräkningarna av kväveflödena inom det svenska jordbruket har förhållandevis god precision, medan emissionsfaktorerna är mer osäkra och behöver förbättras. Vidare har man börjat ifrågasätta om det bara är den årliga till och bortförelsen av kväve som ger upphov till lustgas. Förslag finns att man bör utgå ifrån markens kväveinnehåll och dess omsättning.¹ Att även ta hänsyn till hur mycket kväve som på grund av odlingen har upplagrats i marken innebär förmodligen att man får en riktigare bild av lustgasbildningen. Men det innebär samtidigt att åtgärder mot lustgasemissioner i mark på kort sikt får en sämre effekt med en avsevärd eftersläpningseffekt som kan vara svår att bedöma.

4.2.2.2 Tillföra mindre kväve

Beräkningar av lustgas från åkermark görs nu med hjälp av emissionsfaktorer baseras på ett otillräckligt dataunderlag och därför innehåller stora osäkerheter. Inom några år kan det istället bli möjligt att uppskatta emissioner i fält genom att använda modellberäkningar. För att det ska bli möjligt måste dock validering av modellerna göras med fältmätningar av emissioner. Med fungerande sådana modelleringsverktyg kan det bli möjligt att föreslå specifika åtgärder som begränsar emissionen för olika odlingssystem. Med dagens grova beräkningsmetoder kan endast åtgärder för att begränsa omsättningen av kväve användas för att begränsa lustgasutsläppen.⁵¹

De åtgärder som redan nu finns i ”Åtgärdsprogrammet för att minska växtnäringsförluster från jordbruket” (se 5.1) bedöms vara verkningsfulla för att effektivisera kväveanvändningen. Kväveflödena är ju också det som bestämmer lustgasemissionerna enligt IPCC. Även WG 7 tycks ha inriktat sig helt på åtgärder för att minska kväveanvändningen. Många av WG7s åtgärder överensstämmer med åtgärderna i det svenska växtnäringsprogrammet som genomförts bl.a. för att tillgodose kraven i nitratdirektivet.^{4,27} Som visas i 5.1.4 så finns det emellertid vissa åtgärder i växtnäringsprogrammet som kan ha andra effekter för växthusgasemissionerna.

4.2.2.3 Minska arealen odlade organogena jordar

I dränerade organiska jordar frigörs, oavsett gödsling, kväve som kan ombildas till lustgas.⁴⁰

Per definition innehåller organiska jordar mycket organiskt material. Om innehållet är tillräckligt högt och marken uppfyller ett flertal andra krav kan det vara aktuellt med torvbrytning på dessa marker. I utredningen SOU 2002:100 ”Uthållig användning av torv” anges att ”de inventeringar som finns att tillgå idag är inte tillräckliga för att mera säkert bedöma hur stora arealer och volymer som kan anses lämpliga för torvutvinning...”. I utredningens bilaga 3 konstaterades att ur växthusgassynpunkt är det fördelaktigast att utvinna torv från de källor som innan brytningen påbörjas släpper ut mest växthusgas. Torvmarkerna förhåller sig i detta avseende till varandra enligt följande, med den största källan först:⁴¹

1. Uppodlad torvmark (jordbruksmark)
2. ofullständigt utbrutna gamla torvtäcker
3. skogbärande torvmark
4. orörd torvmark av kärrtyp
5. orörd torvmark av mossetyp.

När det gäller efterbehandlingen, efter att torvtäkten är utnyttjad, konstateras också att genom lämplig efterbehandling kan växthusgasemissionen förändras i gynnsam riktning men vilka praktiska möjligheter som finns i det avseendet behöver studeras ytterligare.⁴¹

Ytterligare kunskap om vilka åtgärder som bör utföras för att hålla nere växthusgasemissionerna på en torvtäckt, efter att torvbrytningen upphört, bör kunna vara användbar för att bedöma värdet av åtgärder mot växthusgasemissioner från jordbrukets organogena jordar. Speciellt borde detta vara fallet för torvtäkter där ännu inte hela det organogena skiktet är utvunnet.

Igenläggning av organogena jordbruksmarker skulle kunna ske genom att stoppa dräneringen och återföra marken till våt mark. Detta skulle kunna minska koldioxidemissionerna och kanske lustgasemissionerna men troligen även skapa en metanavgång. I vissa fall skulle sådana åtgärder få positiva effekter även för den biologisk mångfalden.⁴⁷ Eventuellt skulle man kunna få en ytterligare inlagring av kol i marken om man planterade skog efter upphörande av odlingen, men i några försök har man tvärtom fått en ökning av växthusgasemissionerna när skog växer på tidigare dikad organogen mark. Effekterna utav dessa åtgärder behöver undersökas bättre med fältförsök innan man kan ta ställning till deras effektivitet.

4.3 Av koldioxid

Genom att minska bortodlingen av mull kan man minska emissionerna av koldioxid. Genom att på olika sätt lagra in kol i mark och växtlighet kan man dessutom skapa en kolsänka.

Koldioxidavgången från organogena jordar faller under sektorn markanvändning och de räknas därför inte in de svenska bruttoutsläppen av växthusgaser. Åtgärder för att minska utsläppen från organogena jordar eller från kalkning av jordbruksmark bidrar därför inte till att uppnå det nationella målet att minska växthusgasutsläppen med 4% till 2010. Drivkraften för åtgärder mot dessa utsläpp är därför mindre än för metan och lustgas.²⁴

Minskade koldioxidemissioner från lantbrukets användning av drivmedel och bränslen redovisas inte i sektorn jordbruk i internationell klimatrapportering. Detsamma gäller om bioenergi producerat i jordbruket ersätter fossila bränslen. Däremot minskas naturligtvis de bokförda emissionerna för Sverige.

4.3.1 Från bortodling av organiskt material.

4.3.1.1 Potential

Emissionen från bortodling av organiskt material beräknas enligt IPCC som skillnaden mellan jordbruksmarkens kolförråd vid två tillfällen.¹

Det stora problemet är att det inte finns tillräckliga kunskaper om markens kolinnehåll. Detta gäller för både organogena jordar och mineraljordar. Det är dessutom inte säkert hur stora arealer organogena jordar det finns, eller exakt var de finns. Man vet att olika grödor har olika effekt på kolbalansen på såväl organogena jordar som mineraljordar, men eftersom det inte är känt exakt var de organogena jordarna finns, är det heller inte känt vad som odlas på dem.

Koldioxidavgången på grund av odling av organogena jordar i Sverige anges i rapporteringen till Klimatkonventionen till ca 3,8 milj. ton per år. Avgången beräknas utifrån den uppskattning av arealen organogena jordar som gjordes i SCB:s Gödselmedelundersökning 1996/97 (ref), och enligt vilken arealen uppgår till ca 250 000 ha. Denna uppgift får betraktas som påtagligt osäker. Enligt samma undersökning var 44 % av arealen bevuxen med ettåriga

medan 56 % av arealen med fleråriga grödor, främst för vall och bete. Emissionerna från odling av olika grödor är dessutom olika stor. Här finns det därför en betydande potential att minska förlusterna av koldioxid.

4.3.1.2 Åtgärder för att minska förlusterna av organisktmaterial.

Minskad jordbearbetning minskar bortodlingshastigheten, vilket innebär minskad koldioxidavgång. Odling av olika grödor kräver olika mycket jordbearbetning och det är troligen ett viktigt skäl till att olika grödor har olika påverkan på koldioxidavgången från organogena jordar. Permanent bete ger en förlust på 1,6 ton kol/ha och år, slåttervall 3,2, spannmål 4,7 och rotfrukter 7,9 ton kol/ha och år. Att helt upphöra med odlingen av organogen jord är förmodligen det bästa ur växthusgassynpunkt.⁵

Kunskapen om de produktionsförhållanden som gäller på organogena jordar är mycket begränsad. Den information som finns, främst från gödselmedelsundersökningen och från SLU, är mycket osäker vad gäller areal, odling och produktionsförhållanden. Det mesta tyder dock på mer än att halva arealen ligger i vall och att den stråsäd som odlas framför allt är vårsäd.⁴⁸ Ca 15 % av all potatisodling och 65 % av morotsodlingen sker på organogen jord.⁵

De organogena jordarna består sannolikt av dels en liten del av stor ekonomisk betydelse, dels till huvuddelen av jordar med förhållandevis litet ekonomiskt värde som främst används till vallodling.

Att upphöra med odlingen av organogen jord är en åtgärd som är gemensam för reduktionen av lustgas och koldioxid. Ytterligare sådana åtgärder finns beskrivna i 4.2.2.3.

4.3.2 Jordbruksmarken som kolsänka.

4.3.2.1 Potential

Emissionerna beräknas enligt IPCC som skillnaden mellan jordbruksmarkens kolförråd vid två tillfällen. En ökning innebär en fastläggning och en minskning att koldioxid frigörs.¹

Nya studier har visat att det finns en betydande potential i att utnyttja europeisk jordbruksmark som kolsänka. Potentialen är så stor att den kan täcka Europas hela åtagande att minska växthusgaserna med 8 %. Då har man emellertid inte tagit hänsyn till att åtgärderna kan ha negativa effekter på andra växthusgaser. Exempelvis kan plöjningsfri odling resultera i ökade lustgasutsläpp.²¹

Potentialen att skapa kolsänkor i europeisk jordbruksmark är således avsevärd, men förståelsen för mekanismerna behöver ökas. Det är också nödvändigt att känna till hur åtgärderna för att binda kol i marken påverkar mekanismerna bakom andra växthusgaser än koldioxid. Om sänkor skall kunna redovisas i internationell rapportering måste det dessutom finnas metoder att beräkna och verifiera förändringar i kollagen i marken.²¹

WG7 såg stora möjligheter för kolsänkor i EU15. Vetenskapliga resultat ger vid handen att 0,3t C/ ha (motsvarande 1,1t CO₂) på lång sikt kan lagras in i marken genom ändrade brukningsmetoder. Andra kalkyler visar att 20 % av EU:s jordbruksmark kan användas som kolsänka. Detta motsvarar en total inlagring av 7,8 Mt C vilket i sin tur skulle motsvara 8,6 % av hela EU:s åtagande att minska växthusgasemissionerna. I dag saknas de styrmedel som skulle behövas för att uppnå detta.⁴

Även i Sverige är det stora problemet otillräckliga kunskaper om markens kolinnehåll (se 3.7.1). Detta gäller för både organogena jordar och mineraljordar. Dessutom är det oklart hur stora arealer organogena jordar det finns.⁴⁸

4.3.2.2 Åtgärder för att skapa kolsänkor på jordbruksmark.

Smith visar på sju olika metoder att öka kolinlagringen²¹:

1. tillförsel av stallgödsel
2. tillförsel av slam
3. tillförsel av halm
4. odling utan plöjning
5. extensifiering
6. skogsplantering
7. användning av bioenergi

Några av dessa kan dessutom kombineras.²¹

Det finns emellertid invändningar mot tanken på kolsänkor i jordbruksmark. Även om olika odlingssystem utan tvivel leder till stora skillnader i kolförrådet,⁸ krävs det att odlingssystemet bibehålls för att inte kolet skall börja avges igen. Detta måste beaktas när kostnaderna för kolsänkor beräknas.

Det kan också bli problem att verifiera förändringar i åkermarkens kolinnehåll. Även om förändringarna är stora är de små i förhållande till det totala kolinnehållet i marken. I ett arbete från 1999 kom man fram till att den minsta förändring man kunde upptäcka med acceptabel statistisk säkerhet (90 % konfidens) var 5 ton kol per hektar. De flesta förändringar av bruksmetoderna kommer inte att resultera i en så kraftig ökning under en femårsperiod. Högre säkerhet kan åstadkommas genom att ta fler prov men det är en avvägning mot kostnaderna.^{21,47}

Ett sätt att få mer kol bundet i marken är att öka markens produktionsförmåga. Detta innebär dock i regel tillförsel av kväve, vilket i sin tur kan resultera i ökade lustgasemissioner.

Sverige har hittills inte haft några planer på att utnyttja kolbindning i jordbruksmark som ett sätt att möta vårt antagande inom ramen för Kyotoprotokollet.

4.3.3 Från kalkning av jordbruksmark

Emissionerna beräknas som en standardfaktor för frigörelse av koldioxid vid kalkens upplösning multiplicerad med statistik över försålda kalkprodukter.¹ Av detta följer att enda sättet att minska utsläppen är att minska mängden utspridd kalk.

Ca 75% av jordbruksmarken i Sverige ($0.75 \cdot 2.8$ milj ha = 2.1 milj ha) har ett pH på 6,5 eller lägre. Följaktligen har 25% av jordarna ett pH över 6,5.¹⁴

Det saknas ett säkert underlag för att säga om jordbruksmarkens kalktillstånd har förändrats under det senaste decenniet eller inte. I Luft 90 (Naturvårdsverket 1990) drogs slutsatsen att jordbruksmarkens kalktillstånd inte förändrats påtagligt mellan 1960 och slutet av 1980-talet trots minskande kalkning under senare hälften av 1980-talet. Därefter har kalkningsintensiteten sjunkit ytterligare, men det förefaller som om kalktillståndet är fortsatt acceptabelt i de centrala jordbruksbygderna.²⁴

Markens surhetsgrad har även betydelse för hur mycket kadmium som tas upp i grödor; generellt sett ökar upptaget ju surare marken är. Även om halten av kadmium i svensk spannmål i regel ligger under föreslagna internationella gränsvärden så är detta ett skäl till att kalktillståndet inte bör försämrats ytterligare.²⁴

Även om kalkning bidrar till växthuseffekten kan kalkning också bidra till minskade växthusgasemissioner. Kalkning på rätt sätt kan genom att förbättra näringsförhållandena i marken öka markens produktionsförmåga¹² vilket leder till att mer organisktmaterial och därmed kol kan lagras in i marken.⁸ Eftersom markens struktur förbättras vid en riktig kalkning¹² kan detta även påverka lustgasutsläppen.^{42,27}

Att minska utsläppen av koldioxid genom att minska på kalkningen förefaller därför att vara en mindre lämplig metod.

4.3.4 Från drivmedel och bränslen

I LRF:s miljöredovisning räknar man med en långsiktigt neråtgående trend på bränsleförbrukningen med nya mer effektiva och mer bränslesnåla maskiner. Nya brukningsmetoder kan komma att innebära mindre bränslekrävande jordbearbetning. Dessutom tror man att den pågående struktumvandlingen mot färre och större brukningsenheter får samma effekt. Sammantaget torde marknadsmässiga, ekonomiska, tekniska och direkt miljöstörande faktorer leda till en minskad användning av fossil energi och därmed mindre koldioxidemissioner.¹⁰

4.3.5 Ersätta fossila bränslen med bioenergi

Energimyndigheten har för näringsdepartementet utrett förutsättningarna för fortsatt marknadsintroduktion av energiskogsodling. I slutrapporten 2003-04-28 konstateras att marknaden ännu är omogen och i behov av fortsatt statliga insatser.²⁹

- Energimyndigheten föreslår att anläggningsstödet bibehålls på nuvarande nivå tills vidare.
- En förändrad europeisk jordbrukspolitik kan få ett positivt genomslag på salixodling, speciellt vid ett extra stöd till energigrödor. Lantbrukets reaktioner på en ny gemensam jordbrukspolitik bör utvärderas innan andra förändringar av statens strategi för stöd till salix sker.
- Det bör utredas vidare om det utbudsstimulerande anläggningsstödet på längre sikt kan ersättas med ett efterfrågestimulerande stöd, eventuellt i form av s.k. långsiktiga kontrakt. Även detta bör ske i ljuset av en förändrad gemensam jordbrukspolitik inom EU.
- Informationsverksamhet riktad till samtliga aktörer; jordbrukare, fjärrvärmeföretag men även tredje part (reningsverk, m.m.) bör intensifieras.
- Statliga satsningar på FoU bör fortsätta och kontinuerligt utvärderas utifrån marknadens behov av kunskap.

I rapporten anges EU:s förslag till förändringar i jordbrukspolitiken (Halvtidsöversyn av den gemensamma jordbrukspolitiken 2003) som positivt med tanke på införandet av en ersättning för energigrödor med 45 euro (ca 400 kr) per hektar.²⁹

I slutet av juni träffade EU:s jordbruksministrar en politisk överenskommelse om den framtida jordbrukspolitiken. Överenskommelsen innehåller det föreslagna stödet för energigrödor om 45 euro/ha liksom fortsatta möjligheter för medlemsländerna att ge nationella anläggningsstöd för energiskog.

Överenskommelsen torde innebära tämligen goda förutsättningar för att salixodlingen skall kunna öka. Men för att effekterna skall resultera i en koldioxidreduktion krävs även att ökad odling motsvaras av en efterfrågan. Energimyndighetens förslag om att lantbrukets reaktioner

på en ny gemensam jordbrukspolitik bör utvärderas innan andra förändringar av statens strategi för stöd till salix sker förefaller därför välmotiverat.

Idag finns olika ekonomiska styrmedel som sannolikt verkar i riktning mot en ökad efterfrågan av biobränslen. Exempel är koldioxidskatten på fossila bränslen och handelssystemet med el-certifikat som stimulerar ökad utbyggnad av förnybar elproduktion. Dessa påverkar inte bara salixodlingen utan även andra former av bioenergi exempelvis biogas.⁵³

4.4 En miljöorienterad produktpolitik

I den svenska klimatstrategin anges som en övergripande inriktning av klimatpolitiken en miljöorienterad produktpolitik (se 3.1). Denna omfattar en strategi för det fortsatta arbetet med att i ett livscykelperspektiv minska produkters negativa inverkan på människors hälsa och miljö och att öka resurseffektiviteten. Detta sker genom att ta ett helhetsgrepp på produktens hela livscykel, genom engagemang av samtliga berörda aktörer längs livscykeln och genom effektiva verktyg samt forskning, innovation och produktutveckling.²⁰

Eftersom effekterna av växthusgasutsläpp är globala så måste ett helhetsgrepp innefatta mer än bara ett land. Exempelvis leder en minskning av antalet djur i Sverige till minskade utsläpp av metan i Sverige, men inte nödvändigtvis att metangasemissionen minskar globalt. Om konsumtionen av mjölkprodukter och nötkött bibehålls kommer den minskade produktionen att täckas genom import som ökar produktionen i andra länder. Nettoeffekten av en sådan omflyttning av produktionen blir beroende av hur stora emissionerna per kg produkt är i Sverige i förhållande till andra länder och emissionerna från transporter.

Om nötkött ersätts med svin- eller kycklingkött som beskrivs i 4.1.1.2 kan man få en minskning av växthusgaseffekten även på global nivå.

När det t.ex. gäller mjölkproduktionen är den svenska mjölkavkastningen per ko bland de högsta i världen och emissionerna per kg mjölk är därmed låga. En "utflyttning" av mjölkproduktionen till mer lågavkastande kor skulle kunna innebära ökade globala emissioner.³⁶

I längden torde därför ett synsätt som övergår från att enbart titta på minskade emissioner till att titta på "växthusgaseffektiviteten" av produktionen vara att föredra.

Exempel på ett arbete som flyttar fokus till utsläppen per kg produkt finns i broschyren "Maten och Miljön" utgiven av några företag inom bondekooperationen som visar på en livscykelanalys inklusive påverkan på växthuseffekten för sju livsmedel.³² En liknande utgångspunkt användes i Naturvårdsverkets systemstudie "Att äta för en bättre miljö".⁵⁵

Att föreslå åtgärder mot ett ändrat konsumentbeteende torde dock ligga utanför denna utrednings uppdrag.

5 Effekter på växthusgasemissioner av åtgärder inom jordbruksområdet för att uppnå andra mål för miljö kvalitet m.m.

Detta kapitel avser att belysa vilken positiv eller negativ inverkan åtgärder som vidtas för att uppnå andra miljö kvalitetsmål samt för att förbättra djurhälsan eller djuromsorgen, har för att minska utsläppen av växthusgaser.

5.1 Åtgärdsprogrammet för att minska växtnärings-förluster från jordbruket⁶

Eftersom lustgas (dikväveoxid) bildas vid all tillförsel av kväve till jordbruksmark har åtgärdsprogrammet effekter som påverkar lustgasemissionerna både från gödselhantering och från mark. Dessutom kan metanavgången från gödselhanteringen påverkas av åtgärderna.

Jordbruksverket arbetar kontinuerligt med utredningar, förslag och åtgärder för att minska förlusterna av växtnäring och ammoniak i anknytning till miljö kvalitetsmålen "Ingen övergödning" och "Bara naturlig försurning".

5.1.1 Åtgärder

De åtgärder som vidtas enligt åtgärdsprogrammet genomförs delvis med stöd av lagstiftning. Således finns lagstiftning om lagringskapacitet för stallgödsel, täckning av gödselbehållare och påfyllning under täckning samt regler för en viss andel höst- eller vinterbevuxen mark (s.k. grön mark). För jordbruksföretag är djurtätheten reglerad i form av ett högsta tillåtna antal djur per ha mark som är tillgänglig för spridning av stallgödsel.

Det finns regler om tidpunkter för spridning av gödsel och hur spridningen skall ske. I känsliga områden finns regler för att säkerställa att växterna kan ta upp gödseln som sprids på fälten och att den inte rinner bort. För spridning av flytgödsel bör man för att inte få emissioner av ammoniak, snabbt bruka ned eller direkt placera gödseln i marken. Detta är inte alltid möjligt att göra i växande gröda.

Spridning i växande gröda ska enligt Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 1999:79) om miljö hänsyn i jordbruket ske med:

- teknik som innebär att gödseln placeras direkt på marken under växttäcket, t.ex. släpplangsteknik
- myllningsaggregat eller liknande teknik som innebär att gödseln placeras direkt i marken
- teknik som innebär att en del gödsel späds ut med minst en halv del vatten före spridning, eller
- teknik som innebär att spridningen följs av tillförsel av minst 10 mm vatten.

Reglerna är till för att både hindra kvävet att lämna åkern genom utlakning och som gasemission.

För att minska riskerna för förluster av ammoniak vid lagring av stallgödsel finns regler om täckning. Förlusterna kan minskas kraftigt om luften direkt över flytgödselbehållaren hindras att cirkulera. Olika metoder som effektivt motverkar ammoniakförluster kan vara att täcka

gödselbehållarna med t.ex. ett stabilt svämtäcke, ett flytande plasttäcke eller ett tätt tak. Om påfyllning av flytgödsel- eller urinbehållaren sker under täckning kan svämtäcke eller annan flytande täckning hållas intakta även under påfyllningen, och därmed minskar risken för ammoniakavgång.

En effektiv åtgärd för att minska växtnäringsförlusterna från åkermark under höst och vinter är, speciellt i områden med lätta jordar och mildt klimat, att hålla marken bevuxen (grön mark) under denna period.

5.1.2 Ekonomiska styrmedel

I Sverige har det funnits miljöavgifter för att minska användningen av gödselmedel sedan 1984. Nuvarande skatt på kväve (år 2001) är 1,80 kr per kg kväve.

Sedan 1996 finns miljöersättningar för att minska bl.a. växtnäringsförluster. Ersättningarna är till viss del finansierade av EU. De omfattar numera stöd för skyddszoner, fånggrödor, värbearbetning samt våtmarker och småvatten.

5.1.3 Rådgivning och information

Länsstyrelserna har en längre tid erbjudit kostnadsfri miljöinriktad rådgivning till lantbrukarna för att uppnå målen inom växtnäringsområdet. En särskild satsning genomförs i en kampanj kallad "Greppa Näringen" i de områden som bedöms som mest känsliga. (se 5.2)

Denna verksamhet ingår sedan 1995 som en del i det svenska miljö- och landsbygdsprogrammet (tidigare det svenska miljöprogrammet för jordbruket). Miljö- och landsbygdsprogrammet har utformats i linje med de svenska miljömålen för jordbruket och EU:s regelverk. Varje länsstyrelse har tillsammans med organisationerna i länet utarbetat ett länsprogram. Inom länsprogrammet har regionala mål satts upp för verksamheten.

Jordbruksverket har regionalt placerade rådgivare inom växtnäringsområdet på fyra platser i landet, vilka arbetar över flera län. Rådgivarna ska verka för att åtgärdsprogrammet ska kunna genomföras på ett effektivt sätt. De regionala rådgivarna ska bl.a. föra ut resultat från forskning och försöksverksamhet på växtnäringsområdet och annan viktig information t.ex. lagstiftningen till aktörerna inom regionen.

Jordbruksverket har tagit fram broschyrer och annat informationsmaterial för rådgivare och lantbrukare. Ett dataprogram kallat STANK, stallgödselnäring i kretslopp, har utarbetats och är ett hjälpmedel för att bedriva miljöinriktad växtnäringsrådgivning.

Fortbildning och seminarier för regionala och lokala växtodlingsrådgivare anordnas för att nå målen och dessutom finns vissa starkt begränsade resurser till försöks- och utvecklingsverksamhet (FoU) inom området.

5.1.4 Effekter av programmet mot växtnäringsförluster

Genom att minska kväveomsättningen i jordbruket får åtgärdsprogrammet utan tvivel stora positiva effekter även som åtgärd mot växthuseffekten. Eftersom åtgärderna är utarbetade för att minska förlusterna av växtnäring och/eller ammoniak och inte lustgas eller metan kan en del åtgärder dock behöva ses över. Exempel på sådana åtgärder är:

1. Metanemissioner från gödsel kan påverkas av regn på redan utspridd gödsel vilket ökar andelen anaerob nedbrytning (se 3.5.2).³ Kravet på att spridning av gödsel i växande gröda ska ske med:

- teknik som innebär att en del gödsel späds ut med minst en halv del vatten före spridning, eller
- teknik som innebär att spridningen följs av tillförsel av minst 10 mm vatten

Om tillförsel av vatten får samma emissionseffekt som regn, skulle dessa krav kunna resultera i ökade metanemissioner.

2. Vissa resultat tyder på att ett svämtäcke eller annan porös täckning av flytgödselbehållare ger ökad avgång av lustgas, speciellt under sommarhalvåret. Svämtäcke är den dominerande formen för täckning av flytgödselbehållare i Sverige. (Se 3.6.1)

3. Reglerna om nedmyllning av gödsel och lustgasavgång. (En studie på en väl-dränerad sandjord visade att inblandningen av gödseln i marken minskade ammoniakavgången utan att lustgasavgången ökade vilket inte förväntats¹²)

En översyn går dock inte att göra förrän mekanismerna är betydligt bättre kända. Enstaka undersökningar räcker inte eftersom förhållandena som behöver undersökas är mycket komplicerade.

5.2 ”Greppa Näringen”

2001 startade en omfattande rådgivnings- och utbildningskampanj benämnd ”Greppa Näringen”. Arbetet är uppbyggt kring de fyra problemområdena: kväveutlakning, ammoniakavgång, fosforförluster och rester av bekämpningsmedel. För vart och ett av dessa fyra områden sker arbetet på tre sätt: genom enskild rådgivning, utbildning och information. Den enskilda rådgivningen utgör merparten av arbetet och denna rådgivning ges i Skåne, Blekinge, Hallands, Gotlands, Kalmars och Västra Götalands län. Hösten 2003 har ca 4 000 lantbrukare anmält sig till kampanjen och under 2003 kommer ca 5 000 besök av rådgivare att utföras på dessa gårdar. Sammanlagt arbetar ca 250 rådgivare uppdelade på ett fyrtiotal företag med att utföra rådgivningen. Informationsarbetet är traditionellt med nyhetsbrev och utskick. Finansieringen sker både genom LBU-programmet samt av lantbrukarna själva genom en del av den kollektiva återföringen av skatten på handelsgödsel. De delar av Greppa Näringen som kan tänkas få störst betydelse för att minska avgång av klimatgaser är minskning av kväveutlakningen och minskad användning av handelsgödsel.

5.3 Handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen.

Jordbruksverket rapporterade i juni 2002 ett uppdrag att ta fram ett handlingsprogram för att minska användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen för åren 2002-2006. En mängd olika metoder att få ner bekämpningsmedelsanvändningen studerades. Utredningen tittade bl.a. på målkonflikter mellan en minskad bekämpningsmedelsanvändning och andra miljömål, dock inte miljömålet begränsad klimatpåverkan. Man kan trots det konstatera att vissa metoder att minska eller upphöra med kemisk bekämpning sannolikt leder till ökade emissioner av växthusgaser. Metoder för mekanisk ogräsbekämpning leder till en ökad jordbearbetning som leder till ökade utsläpp av lustgas och koldioxid. Främst, men inte enbart, gäller detta på organogena jordar.³⁹

Utredningen pekar även på att ett upphörande av kemisk bekämpning kan leda till odlingsmetoder som får ökade kväveutlakning som följd. Detta torde i sin tur innebära att de indirekta emissionerna (se 3.6.2) av lustgas ökar. Regeringen har ännu inte fattat något beslut om hur man avser att gå vidare med utredningens förslag.³⁹

5.4 Ekologiska jordbruksprodukter och livsmedel – Aktionsplan 2005

Jordbruksverket har på regeringens uppdrag utarbetat en aktionsplan för hur regeringens mål att 20 % av åkermarken skall odlas ekologiskt och att den ekologiska animalieproduktionen ska öka, ska uppfyllas. Regeringen har vidare anförts att 10 % av antalet mjölkkor och slaktdjur av nöt och lamm bör finnas i ekologisk produktion till år 2005.¹⁸

I rapporten slås fast att en utökad ekologisk produktion sannolikt kommer att påverka utsläppen av växthusgaser, men att det inte gick att säga vilken den sammantagna effekten blir. Det konstateras att ett långsiktigt mål i den ekologiska produktionen är att minska användningen av fossil energi.¹⁸

En ökad ekologisk produktion innebär i de flesta fall att mullhalten ökar. Detta innebär en nettoinlagring av kol i marken, dvs. en koldioxidsänka, men ett sådant samband mellan ekologisk odling och minskad växthuseffekt kan emellertid inte sägas vara belagt. Flera andra faktorer också kan ha betydelse.¹⁸ Exempelvis behövs större areal för att behålla oförändrad produktion vid ekologisk produktion jämfört med konventionell produktion.⁴²

Skillnaden i kväveförsörjningen för den ekologiska produktionen har troligen betydelse för emissionerna av lustgas. I den ekologiska produktionen används mer organiska gödselmedel än i icke ekologisk produktion av motsvarande storlek.

Det finns alltför få europeiska undersökningar där organisk gödsel inkluderats, för att det skall vara möjligt att urskilja skillnader i emissionens storlek beroende av gödselform, t.ex. handelsgödsel jämfört med grüngödsling. Men det går att se en trend att gödsling med organisk gödsel ger en högre emission, vilket alltså inte har visats statistiskt. Den viktigaste slutsatsen var att den bördighet som byggts upp av gödslingar under lång tid är av större betydelse för emissionens storlek än gödselgivan. Omsättningen av organiskt material i marken är således av betydelse, vilket gör att det kan vara svårt att hitta åtgärder av odlingsteknisk karaktär som på kort sikt kan ge minskade emissioner.⁴⁰

5.5 Den pågående ”Våtmarksutredningen”

Den utredning om ”Kvalitetskriterier för våtmarker i odlingslandskapet” som Jordbruksverket genomför på uppdrag av regeringen handlar om hur våtmarker skall placeras, utformas och skötas för att så effektivt som möjligt reducera kväve och fosforutsläpp från jordbruket. De viktigaste processerna för reduktion av kväve sker genom denitrifikation, sedimentation samt upptag av växter och alger. Denitrifikation innebär till skillnad från sedimentation och upptag av växter och alger att kvävet försvinner från våtmarken till atmosfären. I rapporten lyfts denitrifikation fram som den viktigaste processen för reduktion av N i våtmarker. Det viktigaste placerings kriteriet för våtmarker med syfte att reducera växtnäring är en hög belastning av näringsämnen.

Allt kväve som läcker från jordbruksmarken till vattendragen kommer så småningom att denitrifieras. Som konstaterats i 3.6.2 så avgörs troligen tillgången till syre i slutfasen av denitrifikationsprocessen hur mycket lustgas som bildas. Det kan inte uteslutas att denitrifikation som sker i våtmarker ger upphov till en större avgång av lustgas än vad som skulle bli fallet ute till havs.²¹

5.6 Program för att förbättra djurhälsan eller djuromsorgen.³⁴

Program för god djurhälsa och bekämpning av sjukdomar syftar bl.a. till att minimera eller eliminera förekomsten av sjukdomar som har en produktionshämmande effekt. Denna effekt kan vara direkt sjuklighet, kassaktion av produkter i samband med sjukdomsutbrott eller medicinering samt kort produktionstid på grund av bristande hållbarhet hos t.ex. mjölkkor eller suggor.

Exempel på program är Svensk Mjölks hälsoprogram ”FRISKKO”, Svenska Djurhälsovårdens hälsoprogram, bekämpningsprogrammet för bovin virusdiarré (BVD) och salmonellakontrollen.

”De registreringar som görs över sjukdomsförekomst hos olika djurslag speglar trenden för de registrerade sjukdomarna. Andelen slaktsvin som har anmärkningar vid slakt minskar stadigt. Detta ger signaler om att såväl djurskyddet och djurhälsan har förbättrats. Antalet mjölkkor som behandlas för mastit under laktationen håller sig på en jämn nivå. Sjukdomsfrekvenserna för SLB (rasen Svensk Låglands Boskap) ligger nu (2002) på samma nivå som för tre år sedan medan de för SRB (rasen Svensk Röd och vit Boskap) minskat något.” (SJV Årsredovisning för räkenskapsåret 2002).

BVD-programmet fortskrider och skall förhoppningsvis leda till att inga gårdar är aktivt smittade vid utgången av 2004. För att kunna uppnå en effektiv bekämpning och nå BVD-frihet har under 2002 införts ett obligatoriskt BVD-program för de djurhållare som inte deltar i eller har blivit uteslagna ur det frivilliga programmet, (SJV Årsredovisning för räkenskapsåret 2002).

Ett aktivt arbete inom avel och djurhälsovård har under lång tid lett till förbättringar av produktiviteten sett såväl per enskilt djur som i animalieproduktionen som helhet. På individnivå har egenskaper som avkastningsförmåga och tillväxtkapacitet stor betydelse medan hälsofrågor och uthållighet (djurens hållbarhet) har större betydelse på populationsnivå. Avelsarbetet med mjölkkor har lett till att avkastningen i genomsnitt ökat med 1 % per år under de senaste 20-30 åren. Genom ett brett avelsmål som omfattar bl.a. hälsa, fruktsamhet och överlevandetal har hållbarhetsegenskaperna också beaktats.

Utveckling av skötsel och utfodring, djurhälsoprogram och avelsarbete har således medfört att en god djurhälsa har kunnat bibehållas trots den ökade belastning på djuren som en allt högre produktion medför. Samma mängd mjölk och kött har kunnat produceras med att allt mindre antal djur. I avsnitt 4.1.1.2 konstaterades att den effektivaste åtgärden för att minska metanutsläppen var att minska djurantalet vilket således varit möjligt tack vare de landvinningar som gjorts inom husdjursvetenskapen.

5.7 Kampanjen ”Levande Landskap”.⁶

Kampanjen Levande Landskap drivs inom ramen för KULM (kompetensutveckling av lantbrukare inom miljöområdet) och handlar om hur jordbruksdriften påverkar natur- och kulturvärdena i markerna. Lantbrukare får kostnadsfritt delta i utbildning och rådgivning där lära sig mer om vad han kan göra för att bevara dessa värden. Kampanjen Levande Landskap är ett led i att nå miljömålet ”Ett rikt odlingslandskap” ett av de 15 miljö kvalitetsmålen. Kampanjen syftar till att genom utbildning och rådgivning ge lantbrukare ökat intresse och större kunskap om biologisk mångfald och kulturmiljövärden i odlingslandskapet. Bl. a. omfattar kampanjen området ”Skötsel av betesmarker och slätterängar”.

Naturbetesmarker och slåtterängar har ofta en stor artrikedom. Detta beror på att marken ständigt utarmas på växtnäringsämnen, genom djurens bete eller genom att ängen slås och höet förs bort. Detta gör att många småväxande arter kan växa där utan att konkurreras ut av kväveälskande växter som t.ex. maskros, hundkex eller brännässlor. Naturbetesmarkerna har ofta såväl höga biologiska som kulturhistoriska värden, men är ofta en underskattad produktionsresurs i jordbruket. Ett högt betestryck krävs för att naturbetesmarkerna ska behålla en hög och jämn produktion samtidigt med ett rikt växt- och djurliv. För detta krävs betande djur (se 4.1.1.2). Verksamheten inom Levande Landskap ska bidra till att en traditionell hävd kan upprätthållas.

6 Kunskapsbrister, behov av forskning och teknikutveckling.

Detta kapitel avser att visa på områden rörande jordbrukets utsläpp av växthusgaser där det finns kunskapsbrister samt identifiera behoven av forskning och teknikutveckling.

Som tidigare konstaterats spelar den gemensamma jordbrukspolitiken inom EU (CAP) och dess stödsystem en helt avgörande roll för jordbrukets omfattning, inriktning och lönsamhet. Detta är naturligtvis avgörande för vilka växthusgasemissioner som avges. Särskilt viktigt är påverkan på djurhållningens omfattning och inriktning, gödselmedelsanvändningen och i vilken mån de organogena jordarna odlas. Inriktningen på det framtida jordbruket får betydelse för var behoven av ny kunskap är störst.

Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (FORMAS), redovisade år 2002 ett regeringsuppdrag om klimatforskningen. I rapporten konstateras angående kunskapsläget; ”Den svenska forskningen om jordbrukets utsläpp av växthusgaser är begränsad. Svenska data om åkermarkens bidrag till växthusgasemissionerna är mycket osäkra och måste förbättras. Rapporteringen av växthusgaser baseras på generella emissionsfaktorer som hämtas från andra länder, vilka inte svarar mot svenska förhållanden. Sverige behöver skaffa ett underlag som bättre svarar mot inhemska förhållanden.”¹⁹

FORMAS konstaterar senare att ”Det är därför angeläget att få till stånd mer forskning kring grundläggande och tillämpade frågor som rör jordbrukets upptag och avgivande av koldioxid och andra växthusgaser”.¹⁹

Naturvårdsverket utredning ”Utveckling av metodik för att kvantifiera jordbrukets utsläpp av växthusgaser” har därefter täppt igen några men långt ifrån alla av dessa kunskapsluckor.¹

Utredningen konstaterade att det finns ett kontinuerligt behov av insatser för att förbättra kvaliteten på inventeringar och dokumentation av växthusgasflöden inom jordbruket och jordbrukssektorn. Hög prioritet i det arbetet är att ge underlag för den internationella rapportering, i första hand till Klimatkonventionen.¹

Vidare finns ett behov av att utveckla metodiken och beräkningarna med tanke på uppföljning och utvärdering av miljökvalitetsmålet ”Begränsad klimatpåverkan”.¹

Ett tredje område gäller utveckling av åtgärder och åtgärdsprogram för att minska växthusgasutsläppen. Det krävs givetvis tillgång till säkra data på växthusgasflöden för att utforma effektiva åtgärder och åtgärdsprogram. I dagsläget är det tveksamt om utsläppsberäkningarna har sådan säkerhet att de kan användas för detta syfte, annat än på en relativt översiktlig nivå.¹

6.1 Metan

6.1.1 Metan bildat genom husdjurens foderspjäлкning

Tillförlitliga uppgifter om nötkreaturens verkliga konsumtion av olika fodermedel saknas vilket orsakar problem vid uppdatering av emissionsfaktorer. Kunskapen om skillnader i emissioner mellan olika fodermedel kan också bli bättre.²⁴

6.1.2 Metan från gödselhantering

6.1.2.1 Osäkerheter om källor

Sammantaget är kunskapen om emissioner av metan från stallgödsel under de förhållande som råder i praktisk produktion i Sverige mycket liten. Detta innebär bl.a. att beräkningarna av emissionerna bygger på internationellt framtagna schabloner, och det är bara i undantagsfall som nationella emissionsfaktorerna kan användas.¹

Det finns alltför lite underlag från Sverige för att differentiera korrekt mellan gödseltyper från olika djurslag.¹

Mycket av informationen om metanbildning kommer från biogasundersökningar med blandade substrat. För djupströ finns mycket få undersökningar. Halmens betydelse för metanbildningen innebär betydande osäkerheter i resultaten.

Förmodligen är emissionerna under svenska förhållanden lägre än de flesta andra länders pga. kallt klimat och svämtäcke över lagringsbehållare.

6.1.2.2 Osäkerheter om åtgärder

Det finns stora likheter i problembilden för metan och lustgas, när det gäller osäkerheten om åtgärdernas effekter på emissionerna från gödsel.

Gastäta gödselbehållare

Gastäta behållare medför att metanbildningen stimuleras och att en ökad mängd metan lagras i gödseln. Om denna metangas tas omhand och utnyttjas eller facklas kan denna teknik leda till minskade utsläpp av växthusgaser jämfört med dagens lagringsteknik.⁵³ Idag finns ett begränsat antal sådana anläggningar. Denna teknik kan på sikt utgöra ett redskap för att minska metanavgången vid gödsellagring. Anpassningen av denna teknik till olika företagsförhållanden behöver utvecklas och sambanden mellan metan- och ammoniakutsläpp behöver studeras ytterligare innan det är möjligt att bedöma vilken minskning av metanutsläpp som är möjlig att uppnå.²⁰

Biogasproduktion. I biogasanläggningar samlas gasemissionerna från rötningssubstratet upp. Denna uppsamling kan på sikt utgöra ett redskap för att minska metanavgången vid gödsellagring. Rötningen kan dessutom förändra andelen ammoniumkväve i substratet vilket kan påverka växthusgasemissionerna. Anpassningen av denna biogasteknik till olika förhållanden, både på gårdsnivå och mera centraliserat, behöver utvecklas och sambanden mellan metan- och ammoniakutsläpp behöver studeras ytterligare innan det är möjligt att bedöma vilken minskning av metanutsläpp som är möjlig att uppnå. Forskning och teknikutveckling pågår t ex vad gäller små gasturbiner för el- och värmeproduktion samt små uppgraderingsanläggningar på gårdsnivå som gör det möjligt att använda gasen även som drivmedel internt på gården.⁵³

Kompostering. Denna åtgärd kräver mycket utveckling för att kunna bli en åtgärd mot växthusgasemissioner. För närvarande är det t o m osäkert hur komposteringstekniken skall utformas för att effekten inte skall bli negativ.

Kort lagringstid. För denna åtgärd vet man inte vilka konflikter som kan uppstå gentemot växtnäringsförluster och lustgasavgång. Det mesta talar dock emot att kort lagringstid av gödsel är lämpligt under de förhållanden som råder i Sverige.

6.2 Lustgas

6.2.1 Lustgas från gödselhantering

6.2.1.1 Osäkerheter om källor

Svenska data för avgång i samband med lagring och spridning saknas helt vilket gör det mycket svårt att bedöma hur relevanta IPCC:s standardvärden är för situationen i vårt land. Det kan röra sig om stora avvikelser. Det finns några undersökningar från Danmark och andra närbelägna länder.¹

Ett problem när man räknar emissioner från ett helt gödselhanteringssystem är att emissionsfaktorn inkluderar hela kedjan från stall till spridning. De största avgångarna sker under lagringen, och därför finns huvuddelen av forskningsresultaten från den fasen. Emissioner från stall har t ex studerats mera sällan.¹

Studier av lustgasavgång från djupströsystem tyder på att aktiv omblandning av gödsel och halm kan ge upphov till höga emissioner. I andra fall tycks emissionerna vara lägre och i nivå med vad som uppmätts för fastgödselsystem.

I stort gäller samma begränsningar och problem med utförda studier som för avgång från metan från gödselhantering.¹

6.2.1.2 Osäkerheter om åtgärder

Även i osäkerheten om åtgärdernas effekter på emissionerna från gödsel finns det stora likheter i problembilden för metan och lustgas.

Gastäta gödselbehållare

Vissa resultat tyder på att ett svämtäcke eller annan porös täckning av flytgödselbehållare ger ökad avgång av lustgas, speciellt under sommarhalvåret. Så länge det saknas svenska undersökningar går detta inte att belägga. Svämtäcke är den dominerande formen för täckning av flytgödselbehållare i Sverige.

Eftersom gastät täckning innebär att inget syre får tillträde, kan inte de växlingar mellan anaeroba och aeroba förhållandena som gynnar lustgasbildningen inträffa (se 3.6). Därför bildas förmodligen mindre lustgas. Det är oklart hur den gas som finns vid gastätlagring, bör samlas upp och destrueras för att lustgasavgången skall kunna minimeras.

Biogas. I biogasanläggningar samlas gasemissionerna från rötningssubstratet upp. Denna uppsamling kan på sikt utgöra ett redskap för att minska lustgasavgången vid gödsellagring. Rötningen kan dessutom förändra andelen ammoniumkväve i substratet vilket kan påverka växthusgasemissionerna. Anpassningen av denna biogasteknik till olika förhållanden, både på gårdsnivå och mera centraliserat, behöver utvecklas innan det är möjligt att bedöma vilken minskning av lustgasutsläppen som är möjlig att uppnå.

Kompostering. Denna åtgärd kräver mycket utveckling för att kunna bli en åtgärd mot växthusgasemissioner. För närvarande är det t o m osäkert hur komposteringstekniken skall utformas för att effekten inte skall bli negativ.

Kort lagringstid. För denna åtgärd vet man inte vilka konflikter som kan uppstå gentemot växtnäring förluster.

6.2.2 Lustgas från jordbruksmark

6.2.2.1 Osäkerheter om källor

Lustgas från jordbruksmark representerar ett stort utsläpp, men osäkerheten i beräkningarna är mycket stor.

Ett flertal miljö och brukningsfaktorer påverkar förloppet och samverkar på ett sätt som inte är känt. Den mikrobiella diversiteten kan också påverka utsträckningen i tid och rum på processerna som styr graden av lustgasavgång.

Jordartens betydelse för lustgasavgången behöver klarläggas. Att det finns skillnader mellan organogen och minerogen jord är känt, men dessutom är troligen markens fuktighet och kväverikedom av stor och oklar betydelse.¹

Arealen organogena jordar är mycket osäker, men eftersom emissionerna från dessa jordar är relativt hög är en sannolik minskning av arealen viktig att känna till.

6.2.2.2 Osäkerheter om åtgärder

Tillföra mindre kväve. Att minska lustgasemissionerna innebär i regel en reducering av tillfört kväve t.ex. genom att förbättra kväveeffektiviteten genom förbättrade spridningsmetoder. Målsättningen att minska överskottskvävet på fält-, gårds- och regionalnivå. Kunskaperna om vad som styr lustgasemissionerna och vilka effekter man får av åtgärder mot dem är emellertid endast giltiga under mycket specifika förutsättningar. Detta innebär att osäkerheten i vad som kan åstadkommas med olika åtgärder är stor.⁴ Som påpekas i 5.1.4 finns det dessutom vissa åtgärder i växtnäringens program som kan ha negativa effekter på växthusgasemissionerna. Detta eftersom åtgärderna är utarbetade för att minska utsläppen av växtnäring och/eller ammoniak och inte för att minska lustgasemissionerna.

Nedmyllning av gödsel.

Effekterna av denna åtgärd är inte tillräckligt kända.

Minska arealen odlade organogena jordar

Effekterna av att lägga ner organogena jordbruksmarker genom att stoppa dräneringen och återföra marken till icke odlad naturmark eller eventuellt skogsplantering behöver undersökas bättre med fältförsök innan man kan ta ställning till deras effektivitet. Vissa försök tyder på att skogsplantering på tidigare dikad mark kan få ökad lustgasavgång som effekt.

Våtmarker Som konstaterades i 5.5 pågår det en utredning om våtmarker i odlingslandskapet, avseende bl.a. hur våtmarker skall placeras, utformas och skötas. Det är ännu oklart hur våtmarker skall konstrueras för att minimera lustgasbildningen.²¹ Ur klimatsynpunkt är det önskvärt att detta vore känt så att man kunde ta med denna aspekt i avvägningen av hur våtmarker bör utformas.

6.3 Koldioxid från mark.

6.3.1.1 Osäkerheter om källor

Det stora problemet är att det för Sverige inte finns tillräckliga kunskaper om jordbruksmarkens kolinnehåll. Detta gäller både avseende utbredning och egenskaper och för både organogena jordar och mineraljordar. Man vet också att olika grödor har olika effekt på

kolbalansen på organogena jordar men man vet inte exakt vad som odlas eller har odlats på dessa jordar. Det kan därför vara stora skillnader mellan olika jordars förråd av organisk substans och de nuvarande kolförlusterna.¹

En god uppskattning om jordbruksmarkens kolförråd finns bara för åkermarkens matjord, men även denna är ganska osäker. Systematiska inventeringar av betesmarkernas kolförråd saknas helt.¹

En ny systematisk provtagning av den svenska åkermarken inleds år 2001 med finansiering från Naturvårdsverkets miljöövervakning. Vartannat år under perioden 2001-2007 tas jordprov på 500 provpunkter över hela landet.¹

Den nyss inledda inventeringen av åkermarkens kemiska tillstånd görs mellan 2001-2007. Den genomförs så att den skall kunna upprepas efter ca 10 år, och därigenom får man en möjlighet att följa upp förändringarna över tiden. Det är inte troligt att det går att fastställa någon statistiskt säkerställd förändring i åkermarkens kolförråd över en så kort tidsperiod som 10 år.¹ I 4.3.2.2 konstaterades att det också kan bli problem att verifiera förändringar i åkermarkens kolinnehåll. Även om förändringarna är stora är de små i förhållande till det totala kolinnehållet i marken.

Nuvarande inventering kan knappast direkt utnyttjas för att fastställa källor och sänkor för svensk åkermark fram till 2010, och troligen inte heller till 2020. I vilket fall kan eventuella förändringar inte knytas till olika skötselåtgärder inom jordbruket, eftersom ingen specifik sådan information samlas in i anslutning till undersökningen. För att på ett bra sätt fånga in information om t ex klimat, marktyp, dränering, växtföljd, odlingsdjup och näringsstatus krävs en betydligt större karteringsinsats.¹

6.3.1.2 Osäkerheter om åtgärder

I likhet med åtgärder för att reducera lustgasemissionerna är det källorna man måste få klarhet om för att kunna utforma lämpliga åtgärder. Åtgärderna mot lustgas och koldioxidemissioner är ju delvis de samma.

Vetenskapliga resultat ger vid handen att mycket kol kan lagras in i marken genom ändrade brukningsmetoder. Mycket återstår emellertid att reda ut innan dessa metoder kan sättas in som praktiska åtgärder, även om olika odlingssystem utan tvivel leder till stora skillnader i kolförrådet.⁸ Exempelvis behöver frågor som vilka åtgärder som är effektivast och vilka kostnaderna för dessa åtgärder är, redas ut.⁴ Kostnaderna för att bibehålla dessa odlingssystem och därmed kolsänkan behöver också beräknas.

6.4 Övrigt

Jordbrukets huvudsakliga uppgift är att producera livsmedel. Produkterna som framställs skall svara mot konsumenternas önskemål. Som primärproducenter svarar jordbrukarna för det första steget i den kedjan. För att konsumenten skall kunna fatta korrekta beslut behövs korrekta uppgifter om livsmedlens miljöeffekter ända till bordet, s.k. livscykelanalyser. Metodiken för detta finns standardiserad men fler beräkningar behöver göras.³²

7 Förslag

7.1 Överväganden

Av Sveriges utsläpp av växthusgaser kan sektorn ”Jordbruk”, jordbrukets primärenergianvändning samt jordbrukets del av utsläppen från sektorn ”Markanvändning och skogsbruk”, stå för nästan en femtedel.

Eftersom avgången av växthusgaser från det svenska jordbruket är så pass dåligt studerat så används till stor del, helt i enlighet med IPCC riktlinjer, schablonvärden i det internationella rapporteringsarbetet. Arealerna av olika marktyper som orsakar växthusgasemissioner är inte helt kända. Hur stora de beräknade utsläppen är jämfört med de verkliga är således svårt att bedöma.

Det faktum att osäkerheten är stor om hur olika bruksmetoder påverkar växthusgasflöden måste beaktas när man föreslår nya åtgärder för att reducera avgången av metan, lustgas och koldioxid. Det är viktigt att man har helt klart för sig vad åtgärden har för syfte. Vilken effekt åstadkommer åtgärden, minskar den de verkliga emissionerna eller minskar i första hand det administrativt redovisade värdet? Åtgärden att förändra utfodringen av mjölkkor åstadkommer exempelvis ingen förändring i statistiken så länge man använder ett schablonvärde där alla kor ger samma emission utan att hänsyn tas till förhållandet grovfoder (hö) – kraftfoder (spannmål). I verkligheten bildas dock mindre metangas om kon utfodras med mycket kraftfoder i stället för grovfoder. Därmed inte sagt att schablonvärden inte kan vara att föredra. De minskar exempelvis riskerna för att man i internationellt arbete ”jämför äpplen och päron”. Vilken typ av åtgärd man än använder är det en fördel om de bakomliggande faktorerna är kända.

Grovt sett kan man se tre källor till utsläpp av växthusgaser i jordbruket; husdjuren (främst idisslarna), kväveanvändning i odlingen och bortodlingen av mull. Utvecklingen är för dessa källor, sett enbart ur växthusgassynpunkt, på det hela taget positiv för att inte säga mycket positiv. Antalet kor minskar kraftigt, de stora insatser som görs för att minska övergödningen av våra vattendrag innebär även minskad kväveanvändning, och delar av mulljordarna tas ur produktion när den odlade arealen minskar. Allt detta gör att utvecklingen inom sektorn ”Jordbruk” troligen kommer att överträffa det mål som i Klimatstrategin sätts upp för hela landets utsläpp, nämligen att utsläppen av växthusgaser som ett medelvärde under perioden 2008 – 2012 skall vara minst 4 % lägre än utsläppen år 1990.²⁰

En sammantagen bedömning är att någon förändring av riktningen på denna utveckling inte är nära förestående, men eftersom dessa emissionsminskningar beror på strukturella förändringar, kommer de inte att fortsätta i samma takt om förändringstakten i omvandlingen av jordbrukets struktur ändras. Åtgärder som genomförs bör dessutom innebära att emissionerna minskar globalt sett. Det är därför ingen lösning att vidta åtgärder som minskar emissionerna från produktion i Sverige, om produktionen ersätts med import som totalt sett innebär större emissioner.

Exempelvis leder en minskning av antalet djur i Sverige till minskade utsläpp av metan i Sverige. Detta innebär dock inte med nödvändighet att metangasemissionen globalt sett minskar. Om konsumtionen av mjölkprodukter och nötkött bibehålls kommer den minskade produktionen att täckas av ökad import som kan komma att ske genom ökad produktion i andra länder. Nettoeffekten av en sådan omflyttning av produktionen blir beroende av hur stora emissionerna per kg produkt är i Sverige i förhållande till andra länder och emissionerna från transporter.

7.2 Åtgärdsförslag

7.2.1 Åtgärder mot metanemissioner

7.2.1.1 Metan bildat genom husdjurens foderspjäлкning

Utvecklingen går mot en minskning av de totala metanemissionerna från husdjurens foderspjäлкning. Det främsta skälet till detta är det minskande antalet mjölkkor. Minskningen är tillräckligt kraftig för att ensam, även med en något avtagande takt i minskningen, minska emissionerna från sektorn jordbruk med 4 % till år 2010. Denna trend kan förväntas fortsätta åtminstone till år 2012. Som framgår av kapitel 4.1.1 så är mjölkorna mycket viktiga för miljömålet ”Ett rikt odlingslandskap”.

Åtgärder att minska idisslarnas metanemissioner genom att förändra deras foderomsättning bör inte ske på bekostnad av djurens hälsotillstånd eller välbefinnande i övrigt. Även om skälen inte har varit att minska utsläppen av växthusgaser så genomförs övriga åtgärder för produktivitetsökning sedan lång tid tillbaka. Potentialen att åstadkomma några omfattande emissionsminskningar genom åtgärder inom detta område förefaller mycket begränsade. (Se 4.1.1)

För att en minskning av antalet mjölkkor i Sverige skall minska metanemissionerna globalt sett, krävs dessutom att den minskade mjölkproduktionen inte ersätts med import.

Det är av redovisade skäl inte lämpligt att föreslå åtgärder som ytterligare minskar antalet idisslare.

7.2.1.2 Metan från gödselhantering

Eftersom kunskapen om de verkliga emissionerna av metan från gödsel under svenska förhållanden är så liten så är det också svårt att fastställa effekter av åtgärder. Här krävs det forskning och försök. Till dess får uträkningar om potentialen för åtgärder inom detta område grunda sig på de schablonvärden som finns.

Biogasanläggningar, antingen centrala eller på gårdsnivå, kan vara åtgärder med positiva miljöeffekter. Ur växthusgassynpunkt gäller det att, förutom att den producerade biogasen kan ersätta fossila bränslen, växthusgasemissionerna från gödselbehållarna samlas upp och inte kommer ut i atmosfären. Ofta har biogassystem flera miljöfördelar som sammantaget medför att de samhällsekonomiska vinsterna med dessa system ökar. För att fastställa storleken på dessa miljöfördelar måste bl.a. de verkliga emissionerna från nuvarande gödsellagring och läckaget från biogasanläggningar fastställas. Mer teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad om hur en biogasanläggning för gödsel bör vara utformad behövs innan man kan förespråka en storskalig utbyggnad. Tillräcklig kunskap finns emellertid för att man, ur växthusgassynpunkt, skall kunna ha en positiv grundsyn till biogasanläggningar med gödsel som rötningssubstrat. (Se 4.1.2.3)

7.2.2 Åtgärder mot lustgasemissioner

7.2.2.1 Lustgas från gödselhantering

Det som sagts ovan om biogasanläggningar och om det begränsade dataunderlaget för de verkliga emissionerna av metan från gödsel under svenska förhållanden, gäller i ännu högre grad för lustgasemissioner. Även för lustgas krävs det forskning och försök om beräkningar om potentialen för åtgärder inom området skall grunda sig på annat än de schablonvärden som finns.

7.2.2.2 Lustgas från jordbruksmark

Eftersom redovisningen av lustgasemissioner utgår från kväveflödena, påverkar det svenska "åtgärdsprogrammet för att minska växtnäringsförluster från jordbruket" helt säkert de rapporterade utsläppen. Detta eftersom en minskning av kväveflödena är åtgärdsprogrammets målsättning. Med all sannolikhet minskar även de verkliga emissionerna av lustgas från jordbruksmark men kunskapen om lustgasemissioner är inte tillräckligt känd för att det skall vara möjligt att föreslå väl underbyggda åtgärder för att uppnå en lustgasreduktion. Eftersom lustgasemissionerna från jordbruksmark är en stor emissionskälla är det motiverat att satsa på kunskapsuppbyggnad inom detta område. När sådan kunskap finns bör den utnyttjas i nya åtgärdsprogram för att minska växtnäringsförluster från jordbruket.

Emissioner av lustgas från de organogena jordarna är en relativt stor post i redovisning av svenska utsläpp av växthusgaser. Vid beräkningen av avgången från organogena används en schablon eftersom det saknas tillräcklig kunskap om hur avgången varierar med gröda och typ av organogen jord. Det finns en del kunskap om effekten av olika brukningsmetoder men den är svår att generalisera. För att åtgärder speciellt riktade mot dessa jordar skall kunna sättas in måste dessa faktorer klarläggas bättre.

Parallellt med att de organogena jordarnas omfattning kartläggs skulle lämpliga åtgärder kunna undersökas. En tänkbar åtgärd är att plantera skog på dessa jordar. Detta gäller både ur koldioxid- och lustgassynpunkt. Här skulle behövas mer riktad forskning eftersom det finns flera faktorer att reda ut innan det kan sägas vara en bra åtgärd. Vissa försök tyder t o m på att skogsplantering på tidigare dikad mark skulle kunna leda till ökade utsläpp av lustgas. En annan åtgärd som förtjänar att undersökas är om en höjning av grundvattenytan på dessa marker och upphörande med produktion av biomassa skulle kunna leda till minskade växthusgasemissioner.

7.2.3 Åtgärder mot koldioxidemissioner

Sverige saknar ett heltäckande operativt beräkningssystem för koldioxidflöden till och från jordbruksmark. Det utvecklingsarbete som inletts bör slutföras eftersom det finns uppenbara kunskapsbehov som behöver tillgodoses, något som tar relativt lång tid.

Organogena jordar är en stor källa till koldioxid, och här finns sannolikt en betydande reduktionspotential. Uppskattningen av hur stor den är försvåras av bristande kunskap vad gäller arealer, markanvändning och de organogena jordarnas djup och kvalitet. En ökad kunskapsinhämtning kring dessa frågor är därför angelägen. Man bör dock vara uppmärksam på att minskade koldioxidemissioner från mark, inte innebär någon minskning av de bokförda svenska bruttoemissionerna (se 4.3).

Kunskap finns däremot om att bioenergi kan användas för att minska växthusgasemissioner. För bioenergi torde överenskommelsen i slutet av juni mellan EU:s jordbruksministrar om den framtida jordbrukspolitiken innebära tämligen goda förutsättningar för att odling av energigrödor skall kunna öka. För att maximera de växthusgasreducerande effekterna krävs att det finns en tillräckligt stor efterfrågesida där fossileldad förbränning kan ersättas med biobränslen. Energimyndighetens förslag (se 4.3.5) om att en ny gemensam jordbrukspolitik bör utvärderas avseende dess konsekvenser för bioenergiproduktion, innan andra förändringar av statens strategi för stöd till salix sker, förefaller välmotiverat och torde kunna gälla även för andra energigrödor. Ett fortsatt svenskt anläggningsstöd förutsätts här redan ingå i en sådan strategi.

7.3 Slutord

Den positiva utveckling för växthusgasemissionerna från jordbruket som skett sedan 1990 har skett utan att några särskilda åtgärder vidtagits med det direkta målet att åstadkomma en reduktion av växthusgaserna. Drivkraften bakom förändringarna är istället antingen företagsekonomiska och/eller så är de resultatet av åtgärder för att uppnå andra miljömål och/eller förbättringar i djurhälsa och djuromsorg.

De förändringar som sker i jordbruksproduktionen, har således stor betydelse för utsläppen av växthusgaser men skulle kunna få ännu större betydelse om olika åtgärdsprogram på olika sätt kopplade till andra miljömål och till produktionsmål även anpassas med hänsyn till växthusgasemissionerna. Detta har i de flesta fall inte varit möjligt eftersom den bakomliggande kunskapen är för liten och ofta inte är generellt användbar.

Att föreslå omfattande och välgrundade nya åtgärder mot emissionerna från metan- och lustgas under dessa omständigheter är inte möjligt. Däremot bör åtgärder vidtas för att komma till rätta med de kunskapsbrister som finns. När nya åtgärdsprogram och förslag på enskilda åtgärder i jordbruksnäringen utarbetas kan dessa då ta hänsyn till det rådande kunskapsläget om vilka effekter åtgärden innebär på emissionerna av växthusgaser. Den sammanvägda effekten på olika miljömål bör vara vägledande i prioriteringen i detta arbete.

Eftersom den nuvarande minskningstakten för växthusgasemissioner från jordbruket till stor del beror på en minskad omfattning och rationalisering av driften kan det bli ännu viktigare att ha dessa kvalitativa åtgärder i beredskap om en ytterligare minskad omfattning bedöms som olämplig. Dessutom skulle konsumenternas möjligheter att påverka utvecklingen genom sina inköpsbeslut förbättras om bättre underlag för klimatkonsekvenserna av sådana beslut gick att utarbeta.

Odling av bioenergi och därmed följande minskning av koldioxidutsläppen genom ersättning av fossila bränslen, är en åtgärd där tillräcklig kunskap om effekten finns. Sommarens jordbrukspolitiska överenskommelse kan nationellt utformas på ett för energigrödor positivt sätt. Det är förmodligen förståndigt att därefter avvakta vilken effekt den nya politiken får för odlingen av energigrödor i Sverige.

Ett heltäckande operativt beräkningssystem för koldioxidflöden till och från jordbruksmark behövs och är under utveckling. Detta arbete är av betydelse både för att fastställa koldioxidemissioner och möjlig kolinlagring. Det gör det också lättare att föreslå åtgärder i samband med odling av de organogena jordarna.

8 Referenser

1. Naturvårdsverket 2002. Utveckling av metodik för att kvantifiera jordbrukets utsläpp av växthusgaser. Rapportering av ett regeringsuppdrag. Dnr: 108-365-01 Md
2. Lennart Thyselius, Biogas från gödsel och avfall. JTI meddelande nr 391
3. Economic Evaluation of Emission Reduction of Nitrous Oxides and Methane in Agriculture in the EU. Judith Bates.
4. European Climate Change Programme (COM(2000)88) Working Group 7 – Agriculture. Final Report (draft) –sept 2001.
5. SJV 1999. Underlag från Jordbruksverket till klimatkommittén
6. www.sjv.se
7. Naturvårdsverkets redovisning av uppdraget om att redovisa hur besluten vid klimatkonventionens sjunde partsmöte förändrar behoven av insamling av statistik om flöden av växthusgaser
8. Kol i marken. Naturvårdsverket, rapport 4783. 1997.
9. Jan Bertilsson, Rapport om metanavgång från nötkreatur. Oppublicerad rapport till Naturvårdsverket.
10. Miljöredovisning för svenskt jordbruk 2000. SCB och LRF.
11. SNV 2002. Hur besluten vid klimatkonventionens sjunde partsmöte förändrar behoven av insamling av statistik om flöden av växthusgaser samt övriga krav som protokollet kan komma att ställa på svensk klimatrapportering. Dnr 500-593-02
12. Steineck S m.fl. Växtnäring i kretslopp SLU
13. www.scb.se/amne/miljo
14. Siman G 1987 Odlingens markens produktionsförmåga med hänsyn till syra-bas-balansen. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift 19: 93 –113.
15. M-dep. Sveriges tredje nationalrapport om klimatförändringar.
16. Andrew Dustan JTI-rapport Lantbruk och Industri 299. Review of methane and nitrous emission factors for manure management in cold climates.
17. Utsläpp av metan och Lustgas från jordbruket – projektion till år 2010. SNV H.Staaf.
18. Ekologiska jordbruksprodukter och livsmedel – Aktionsplan 2005. SJV rapport 2001:11
19. Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (FORMAS), rapport juli 2002 ”Klimatforskning” www.formas.se

20. "Sveriges klimatstrategi" proposition 2001/02:55
21. "Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries" Proceedings from an International workshop Helsingör, Denmark 24-25 January 2002. Danish Institute for Agricultural Sciences report 81.
22. "Riktlinjer för gödsling och kalkning 2002" SJV Rapport 2001:17
23. Bertil Albertsson Pers. meddelande
24. Håkan Staaf Pers. meddelande
25. Håkan Staaf. Underlag till fördjupad utvärdering av begränsad klimatpåverkan, Åtgärder och styrmedel - jordbruk/klimat. 2002
26. Options to Reduce Methane Emissions (Final Report), A report produced for DGXI by AEA Technology Environment. November 1998.
27. Options to Reduce Nitrous Oxide Emissions (Final Report), A report produced for DGXI by AEA Technology Environment. November 1998
28. Förslag till bestämmelser för att minska nitrattutlakningen från jordbruket Enligt direktiv 91/676/EEG om skydd mot att vatten förorenas av nitrater från jordbruket m.m. SJV rapport: 2003:5
29. Slutrapport "Uppdrag att utvärdera förutsättningarna för fortsatt marknadsintroduktion av energiskogsodling" Uppdrag från Näringsdepartementet till Energimyndigheten. 2003.
30. Statistik från jordbruksverkets arealstödsenhet.
31. SOU 2000:23 Förslag till svensk Klimatstrategi.
32. Maten och miljön, Livscykelanalys av sju livsmedel, av LRF och sju företag inom bondekooperationen. 2002.
33. Ät rätt rätt! 7 punkter för säker och sund mat, Jordbruksdepartementet 1999.
34. Göte Frid. Djuravd. SJV. Pers. meddelande
35. COM 2002:394
36. Bo Norell. Växtavd. SJV. Pers. meddelande.
37. SCB. Statistiska meddelanden. MI 30 SM 0202. Gödselmedel i jordbruket 2000/01.
38. Analys av utsläppen av växthusgaser åren 1990 – 2001, PM.
Tea Alopaus Sandberg, Transport- och energienheten, SNV
<http://www.naturvardsverket.se/dokument/hallbar/klimat/utslapp/vxt90-01.pdf>
39. Förslag till handlingsprogram för användningen av bekämpningsmedel i jordbruket och trädgårdsnäringen år 2006. SJV rapport 2002:7.

40. Åsa Kasimir Klemedtsson. Emissioner av dikväveoxid lustgas från jordbruksmark – Är IPCC:s standardmetodik tillämpliga för svenska förhållanden? Status?
41. SOU 2002:100 ”Uthållig användning av torv”
42. Thomas Kätterer. SLU, pers meddelande.
43. Pål Börjesson och Maria Berglund. Miljöanalys av biogassystem. Lunds tekniska högskola Institutionen för miljö och energisystem. Rapport nr 45. 2003
44. Inger Pehrson. Betesmark. Ingår i skötselhandboken för gårdens natur- och kulturvärden, Jordbruksverket 1998.
45. Christel Cederberg. Pers meddelande.
46. www.naturvardsverket.se
47. Mats Olsson, Lustra. Pers meddelande.
48. Kerstin Berglund. SLU. Pers meddelande.
49. Börjesson P, Berndes G, Fredriksson F & Kåberger T, 2002. ”Multifunktionella bioenergiodlingar”, Rapport nr 37, Miljö- och energisystem, Lunds Universitet, Lund
50. Sveriges rapportering till Klimatkonventionen 2003.
51. Åsa Kasimir Klemedtsson. Högskolan Trollhättan/Uddevalla. Pers meddelande.
52. Mats Edström, Åke Nordberg, Lena Rodhe. Täckning av flytgödselbehållare med gastäta membran – effekter på emission av metan och lustgas. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala 2003
53. Pål Börjesson, Lunds tekniska högskola Institutionen för miljö och energisystem. Pers meddelande.
54. Inger Pehrsson, nötköttsproducenterna, meddelande via LRF.
55. Naturvårdsverket rapport 4830. 1997

1 Bilaga ur "Täckning av flytgödselbehållare med gastäta membran"

Ur Täckning av flytgödselbehållare med gastäta membran – effekter på emission av metan och lustgas. Mats Edström, Åke Nordberg, Lena Rodhe. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala 2003

1.1 Metodik och antaganden för beräkningar

I studien har kostnaderna beräknats för att samla upp växthusgaser från lager med flytgödsel från mjölkkor. Vidare har det gjorts beräkningar över lagringsmetodernas påverkan på växthuseffekten jämfört med dagens lagringsmetodik.

I studien beskrivs dels 3 system för uppsamling/utvinning av klimatgaser, dels 2 st konventionella lagringsmetoder.

1.1.1 Flytgödselbaserade antaganden

Flytgödselmängden i studien har ansatts till 2000 m³ per år och antas komma från djurhållning för mjölkproduktion, se tabell 5. Lagringen av gödseln antas ske i en på gården tillgänglig betonglager vars volym har satts till 1800 m³.

Den potentiell metangasproduktion som har används under denna studie för gödsel (benämns här efter B₀) finns redovisad i tabell 5 tillsammans med växtnäringsinnehållet. Det skall dock noteras att den i tabell 5 angivna B₀-värdet för nötkreatur används av IPCC som ett standardvärde. Satsvisa försök vid JTI på svensk flytgödsel har resulterat i ett B₀-värde på 300 l CH₄/kg VS (Nordberg m.fl., 1997). Vilket B₀-värde som används i denna studie påverkar i alla högsta grad både det ekonomiska resultatet liksom systemens emissioner av klimatgaser. För att harmonisera med det som skrivits i utredningen så används IPCC:s schablonvärde.

Tabell 5. Använda data för flytgödseln vid studien.

	Nötgödsel	
B ₀	240 ¹⁾	l CH ₄ /kg VS
TS	8,95 ²⁾	% av våtvikt
VS	87 ³⁾	% av TS
TKN	4,20 ²⁾	% av TS
NH ₄ -N	2,25 ²⁾	% av TS
P	0,765 ²⁾	% av TS
K	3,835 ²⁾	% av TS

1) IPCC

2) Medelvärde av data från Nordberg m.fl (1997) samt Norin (1996)

3) Dustan (2002)

1.1.2 Energipriser

I tabell 4 redovisas kostnaderna för elektricitet samt för eldningsolja (augusti 2003) dels för privatpersoner, dels för lantbrukarföretagare (efter återbetalning av skatt).

Tabell 4. Energipriser för elektricitet och eldningsolja 1.

	EI ³⁾ SEK/kWh	EO1 SEK/kWh
Bränsle	0,436 ¹⁾	0,255 ²⁾
Energi- och CO2-skatt & certifikat	0,247 ¹⁾	0,289 ²⁾
Pris, privatpersoner exkl. moms	0,683 ¹⁾	0,545 ²⁾
Pris, lantbrukarföretag inkl. skattereduktion men exkl. moms	0,456	0,321

1) "Tillsvidarepris", Vattenfall, 2003

2) Eldningsolja 1 (EO1) Shell, 2003

3) Priset exkluderar nätkostnad på ca 0,15 SEK/kWh (exkl. moms)

Värdet av den elektricitet som produceras vid en gårdsbiogasanläggning är beroende på om den används internt på gården eller om den säljs ut på elnätet. Vid gårdsanvändning av den producerade elektriciteten kan även värdet av att nätkostnaden tillgodoses räknas, se tabell 4. Vid leverans ut på nätet uppkommer en förhandlingssituation vad det gäller prissättningen på elektriciteten. Elektricitet som har producerats av biogas är en biobränslebaserad produktionsform varför det finns möjligheter att en extra ersättning för denna elproduktion via elcertifikatsystemet vilket för närvarande motsvarar 0,21 SEK/kWh elektricitet (medelvärde för köpta elcertifikat under perioden 2003-05-01 till 2003-11-13, Svenska Kraftnät, 2003).

1.2 Studerade system

1.2.1 Lagring av gödsel utan svämtäcke

Befintligt lager används.

1.2.2 Lagring av gödsel med svämtäcke

Befintligt lager används. Svämtäcket antas genereras naturligt alternativt via tillsats av hackad halm.

1.2.3 Lagring av gödsel med membrantäckning

I detta fall antas att lagret förses med ett flytande membran. Lagret värms ej varför temperaturen i den lagrade flytgödseln kommer att variera på samma sätt under året som vid lagring av flytgödsel med svämtäcke. Den specifika metanproduktionen antas vara 10 % av det antagna B_0 -värdet, se tabell 5.

Den biogas som genereras samlas upp och antas förbrännas i en gaspanna med pannverkningsgrad på 90 %. I detta fall lär biogasproduktionen variera mycket beroende på medelutomhustemperaturen under året. Det antas dock finnas avsättning för den varierande mängden värme som genereras från biogasen då den förbränns. Metanproduktionen i detta

system är liten varför kapitalkostnaderna för värmeutvinningen blir höga relativt energimängden. Metanoxidation i ett biofilter skulle kunna vara en alternativ till att omsätta metanen till koldioxid och därmed reducera metanemissionerna till atmosfären. Beroende på att metoden är oprövad, har de ekonomiska och klimatgasmässiga effekterna av denna möjlighet ej studerats under denna undersökning.

Membranet är kopplad via en rörledning till en fläkt som transporterar producerad biogas vidare till förbränningsenheten. Lagerbehållaren har en dränkt omrörare men den används enbart inför tömning av behållaren för att homogenisera den lagrade produkten. Anläggningens interna behov av el antas motsvara 1 % av biogasproduktionen och eftersom ingen uppvärmning sker av lagret finns inget behov av internt processvärme.

1.2.4 Psykrofil rötning med flytande membran vid konstant temperatur i lager

I detta fall antas att membranet ligger på ett isoleringsmaterial som flyter på gödseln i lagret. I detta fall antas lagret värmas så att rötningstemperaturen blir ca 22 °C. Biogasproduktionen antas vara 70 % av gasproduktionen som erhålls vid rötning i en totalomblandad kontinuerlig röttningsprocess vid det mesofila temperaturområdet, se kapitlet ”Reaktorbaserad rötning med efterföljande membranlagring”. Den biogas som genereras samlas upp och antas förbrännas i en gasmotor med en elverkningsgrad på 25 % och värmeverkningsgrad på 55 %.

Membranet är kopplad via en rörledning till en fläkt som transporterar producerad biogas vidare till förbränningsenheten. Lagerbehållaren har en dränkt omrörare som går intermittent för att säkerställa att lagret är totalomblandat under röttningsprocessen. Anläggningens interna behov av el antas motsvara 1 % av biogasproduktionen och det interna processvärmebehovet antas motsvara 40 % av biogasproduktionen. Det antas också finnas avsättning för överskottsmängden av värme och el.

1.2.5 Reaktorbaserad rötning med efterföljande membranlagring

Den färsk gödseln antas rötas i en totalomblandad kontinuerlig röttningsprocess (denna röttningsprocess kallas framgent för CSTR) som drivs vid det mesofila temperaturområdet. Den specifika metanproduktionen vid rötning av gödseln ansätts till 180 liter CH₄/kg tillförd VS. Detta motsvarar 75 % av det antagna B₀-värdet, se tabell 5. Vid en rötkammarbelastning på 3 kg VS/m³, d blir rötkammarens slamvolym ca 130 m³ och uppehållstiden ca 25 dygn.

Lagertanken för rötresten antas vara membrantäckt men ej uppvärmd. Varm rötrest tillförs detta lager och restgasproduktion samlas upp. Denna restgasproduktion antas motsvara 10 % av gasproduktionen som erhålls i CSTR-rötkammaren.

Den biogas som genereras samlas upp och antas förbrännas i en gasmotor med en elverkningsgrad på 25 % och värmeverkningsgrad på 55 %.

Anläggningens interna behov av el antas motsvara 2,5 % och det interna processvärmebehovet antas motsvara 25 % av biogasproduktionen från CSTR-rötningen. Det antas också finnas avsättning för överskottsmängden av värme och el.

1.3 Jämförelse med avseende på klimatgaser och dess miljöpåverkan

I denna studie har emissioner av klimatgaserna koldioxid, metan och lustgas beaktats. För att kunna beräkna den samlade effekten av dessa klimatgaser på växthuseffekten har metan och lustgas räknats om till koldioxidekvivalenta utsläpp enligt:

Metan: $\text{CO}_2\text{-ekv.} = \text{CH}_4 * 21$

Lustgas: $\text{CO}_2\text{-ekv.} = \text{N}_2\text{O} * 310$

1.3.1 Metanemissioner vid lagring

I denna studie har IPCC:s standardvärde för MCF på 10 % för att beräkna metanemissionerna vid gödsellagring utan membran vid kallt klimat. Vidare ansätts att metanemissionerna från lager, där flytgödsel lagras utan svämtäcke är 38 % högre än vid flytgödsellagring med naturligt svämtäcke eller konstgjort svämtäcke, se kunskapssammanställningen.

Vid lagring med gastätt membran antas att metangasemissionerna från gödseln är försumbar, då inga andra uppgifter framkommit.

I det fall då rötning sker i en CSTR-rötkammare innan lagringen antas också att metangasemissionerna från rötkammaren är försumbar, då inga andra uppgifter framkommit.

1.3.2 Lustgasemissioner vid lagring

I denna studie har IPCC:s standardvärde för EF på 0,1 % för lustgas använts för att beräkna lustgasemissionerna vid gödsellagring utan svämtäcke (EF-värdet anger hur stor del av gödselns totala kväveinnehållet som hamnar som $\text{N}_2\text{O-N}$). Vidare ansätts ett EF-värde på 0,5 % vid lagring av flytgödsel med svämtäcke, se kunskapssammanställningen. Vid lagring med gastätt membran antas att lustgasemissionerna från gödseln är försumbar, då inga andra uppgifter framkommit.

1.3.3 Energi- och växtnäringsrelaterad klimatpåverkan

För att kunna jämföra de olika systemens miljöpåverkan måste varje system generera samma mängd nyttigheter. I denna studie har mängden energi och växtnäring i form av kväve varit basen för jämförelsen. Det system som genererar största mängden nyttigheter utgör normen. De system som ej når upp till denna norm belastas med de emissioner som uppkommer då fossilbaserad energi och handelsgödselskväve används för att nå upp till den normerade mängden.

Växtnäring

Vid lagring av flytgödsel kan kväve avgå dels som lustgas, dels som ammoniak. Metodiken för att kvantifiera mängden kväve som avgår som lustgas finns beskriven i kunskapssammanställningen med underrubriken Lustgas.

I de studerade fallen antas mängden ammoniakkväve som avgår vid lagring vara (Karlsson m.fl., 2002):

- för lagring utan svämtäcke med fyllning ovanifrån, 7 % av den kvävemängden som tillförs lagret.
- för lagring med svämtäcke 3 % av den kvävemängden som tillförs lagret.

Vid lagring av flytgödsel med gastätt membran antas ingen ammoniakavgång, då inga andra uppgifter framkommit.

För att ersätta den förlorade mängden kväve antas gården införskaffa handelsgödselkväve. Vid tillverkning av handelsgödsel åtgår 41,4 MJ fossilbaserad energi/kg N (Davis m.fl., 1999) där merparten är naturgas vilket motsvarar en emission på ca 2,3 kg CO₂/kg N. Därtill är emissionerna av lustgas vid tillverkningen av handelsgödsel 20,3 g N₂O/kg N (Davis m.fl., 1999).

Energi

Vid förbränning av biogas antas 3 % av gasen emitteras som oförbränd (Sommer m.fl., 2001).

Elektricitet som behövs för att normera systemen antas genereras via kolkondenskraftverk. Emissionerna har satts till 239 g CO₂-ekvivalenter/MJ el (Bure m.fl., 1997).

Värme som behövs för att normera systemen antas genereras via förbränning i en panna. Emissionerna har satts till 3,12 kg CO₂-ekvivalenter/liter olja som förbränns (Brännström-Nordberg m.fl., 1996). Oljepannans verkningsgrad har satts till 90 %.

1.4 Investering och kostnader

I detta kapital redovisas de ekonomiska antaganden som har gjorts för respektive system.

De antagna investeringsbehoven för de fem olika systemen som jämförs finns redovisade i tabell 6. Investeringarnas storlek för alternativet:

- Vid lagring av gödsel utan svämtäcke antas att det ej tillkommer några nya kostnader.
- Vid lagring av gödsel med svämtäcke antas att kostnader som uppstår i anslutning till att hantera svämtäcket kan försummas och att inga andra nya kostnader tillkommer.
- lagring av gödsel med membrantäckning från svenska uppgifter men där utrustning för gasförbränning inkluderas.
- psykrofil rötning vid konstant temperatur i lager baserar sig på i kunskaps-sammanställningen beskrivet system men där kostnaden för en lagerbehållare på 1000 m³ räknats bort.
- reaktorbaserad rötning med efterföljande membranlagring baserar sig på tyska uppgifter för investeringsbehov för biogasanläggningar (Nilsson, 2000).

Ekonomisk livslängd för anläggningens delar har satts till 5 år för gasmotor och 15 år för övriga komponenter (Hjort-Gregersen, 1997). Kalkylränta har satts till 7 %.

Den dagliga driften antas till 2 timmar per vecka, vilket för alla alternativen med membrantäckning liksom för CSTR-rötningen. Arbetskostnaden sätts till 140 kr/timme. Underhåll av CSTR-anläggningen antas kosta 4,50 kr/m³ substrat (Hjort-Gregersen, 1997). Underhållet reduceras i förhållande till skillnaden i dess investeringsbehov. Gasmotorns underhållskostnad har satts till 15 öre/producerad kWh el (Nilsson, 2000). Underhållet för gaspannan antas vara 1,5 öre/kWh värme.

Den interna elförbrukningen täcks av den elektricitet som anläggningen producerar. I det fall som elektricitet ej genereras, antas den köpas till 50 öre/kWh.

Tabell 6. Antagna investeringsbehov för de olika alternativen.

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Enhet
Antagen investering, total			150	520	856	k SEK

Alt. 1 = Lagring av gödsel utan svämtäcke

Alt. 2 = Lagring av gödsel med svämtäcke

Alt. 3 = Lagring av gödsel med membrantäckning

Alt. 4 = Psykrofil rötning vid konstant temperatur i lager

Alt. 5 = Reaktorbaserad rötning med efterföljande membranlagring

1.5 Resultat

1.5.1 Energiflöden och emissioner för en anläggning

I tabell 7 redovisas de beräknade energiflödena och emissionerna av metan, lustgas och ammoniak för de fem studerade systemen då 2000 m³ flytgödsel från en mjölkbesättning ska lagras.

Tabell 7. Energiflöden och emissioner av metan, lustgas och ammoniak för de fem studerade systemen för lagring av flytgödsel från mjölkkor.

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Enhet
Brutto, CH ₄ -gasproduktion	0	0	3700	19600	30800	m ³ /år
Netto, producerad el och värme	0	0	32	75	166	MWh/år
Andel elektricitet av nettoenergi			0	62	41	%
Internt elbehov			0,4	1,9	7,6	MWh/år
Internt värmebehov			0	77,0	68,8	MWh/år
CH ₄ -förluster från lagring	3700	2300	0	0	0	m ³ CH ₄ /år
Förbränning av CH ₄	0	0	100	600	900	m ³ CH ₄ /år
N ₂ O vid lagring	12	59	0	0	0	kg N ₂ O/år
NH ₃ -N förluster	530	230	0	0	0	kg NH ₃ -N/år

1.5.2 Emissioner av klimatgaser för en anläggning

I tabell 8 redovisas de beräknade ekvivalenta koldioxidemissionerna för de fem studerade systemen då 2000 m³ flytgödsel från en mjölkbesättning ska lagras. Denna jämförelse baserar sig på att alla de dessa fem systemen generera följande nyttigheter:

- 68,1 MWh elektricitet per år
- 97,7 MWh värme per år
- 7520 kg kväve att sprida på åkermarken

Tabell 8. Ekvivalenta koldioxidemissioner för de fem studerade systemen för lagring av flytgödsel från mjölkkor.

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Enhet
Lagring, emission metan	55,6	34,5	0,0	0,0	0,0	ton CO2-ekv/år
Lagring, emission lustgas	3,7	18,3	0,0	0,0	0,0	ton CO2-ekv/år
N i konstgödsel för att ersätta lagringsförluster	4,6	2,3	0,0	0,0	0,0	ton CO2-ekv/år
Elproduktion, kolkondens	58,6	58,6	58,9	18,8	0,0	ton CO2-ekv/år
Förbränning, olja	33,9	33,9	22,4	23,8	0,0	ton CO2-ekv/år
Förbränning, metan	0,0	0,0	2,4	12,4	19,4	ton CO2-ekv/år
Summa	156,3	147,5	83,7	55,0	19,4	ton CO2-ekv/år
Ekvivalent oljemängd, klimatgaser	50,1	47,3	26,8	17,6	6,2	m ³ /år

1.5.3 Kostnader för en anläggning

I tabell 9 redovisas de beräknade kostnaderna för de fem studerade systemen då 2000 m³ flytgödsel från en mjölkbesättning ska lagras.

Tabell 9. Kostnaderna för de fem studerade systemen för lagring av flytgödsel från mjölkkor. Energikostnaden per kWh är utslagen per nettoproduktion av värme- och elproduktion, se tabell 7.

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Enhet
Kapitalkostnad, gasutvinning			16,5	46,5	83,5	k SEK/år
Kapitalkostnad, el-värme produktion			0	23,7	23,7	k SEK/år
Rörliga kostnader, gasutvinning			16,6	19,6	23,6	k SEK/år
Rörliga kostnader, el-värme produktion			0,5	7,2	11,3	k SEK/år
Summa, kostnad	0	0	33,1	97,0	142,0	k SEK/år
Energikostnad, SEK/kWh (netto, el och värme)	0	0	1,03	1,29	0,86	SEK/kWh
Kostnad, reduktion av CO ₂ -ekvivalenta utsläpp exkl. energiintäkt ¹⁾	-	”0” ³⁾	0,53	1,05	1,11	SEK/kg CO ₂
Kostnad, reduktion av CO ₂ -ekvivalenta utsläpp inkl. energiintäkt ²⁾	-	”0” ³⁾	0,34	0,64	0,52	SEK/kg CO ₂

1) Exkluderar intäkter från nettoproducerad elektricitet och värme

2) Inkluderar intäkter från nettoproducerad elektricitet har satts till 0,6 SEK/kWh och värme till 0,32 SEK/kWh (se kapitlet ”Energipriser”).

3) Referensalternativet är Alt. 2 (mest vanliga sättet att lagra flytgödsel idag enligt SCB (2000)) som Alt. 3 - Alt. 5 jämförs med.

1.5.4 Emissioner av klimatgaser vid allmän tillämpning

Den i studien kvantifierade gödselmängden från mjölkor utgör ca 0,019 % av Sveriges totala gödselmängd för detta djurslag (dvs. flyt-, klet och fastgödsel). Andelen flytgödsel av all gödsel från mjölkor var år 2000 ca 33 % (Staafl, 2003). Baserat på detta, beskrivs konsekvenserna i tabell 10 om all flytgödsel som produceras av mjölkor skulle hanteras enligt de 5 alternativen.

Tabell 10. Konsekvenser om all flytgödsel som produceras av mjölkor hanteras enligt respektive alternativ.

	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Enhet
CO ₂ -ekvivalenter	265	250	142	93	33	1000 ton CO ₂ -ekv/år
Olja	85	80	45	30	11	1000 m ³ oljeekvivalent
Olja	849	801	455	299	106	GWh/år
CH ₄ -emissioner	6339	3930	190	998	1569	1000 m ³ metan/år
N ₂ O-emissioner	38	108	0	0	0	ton N ₂ O/år

1.5.5 Känslighetsanalys

För att undersöka B₀-värdets betydelse har i känslighetsanalysen värdet 0,45 m³ CH₄/kg VS använts. Detta värde är ett standardvärde som IPCC anger för svinggödsel. För att anpassa gödselns kemiska sammansättning till flytgödsel från svin har dess ts-halt dessutom ändrats till 8,8 % liksom totala innehållet av kväve till 6,34 % av ts (Steineck m.fl., 1999). Dessutom har specifika metanproduktionen vid CSTR-rötning av flytgödsel från svin ansatts till 0,29 m³ CH₄/kg VS. I tabell 11 och 12 redovisas en något mindre utförlig sammanställning av resultatet, än vad som har gjorts tidigare för de genomförda beräkningarna för lagring av flytgödsel från mjölkor.

Tabell 11. Ekvivalenta koldioxidemissioner för de fem studerade systemen för lagring av flytgödsel från svin.

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Enhet
Lagring, emission metan	102,4	63,5	0,0	0,0	0,0	ton CO ₂ -ekv/år
Lagring, emission lustgas	5,4	27,2	0,0	0,0	0,0	ton CO ₂ -ekv/år
N i konstgödsel för ersätta lagringsförluster	6,8	3,3	0,0	0,0	0,0	ton CO ₂ -ekv/år
Elproduktion, kolkondens	93,6	93,6	94,1	30,1	0,0	ton CO ₂ -ekv/år
Förbränning, olja	54,1	54,1	33,0	38,1	0,0	ton CO ₂ -ekv/år
Förbränning, metan	0,0	0,0	4,3	19,8	31,0	ton CO ₂ -ekv/år
Summa	262,3	241,7	131,5	87,9	31,0	ton CO ₂ -ekv/år
Ekvivalent oljemängd, klimatgaser	84,1	77,5	42,1	28,2	9,9	m ³ /år

Tabell 12. Energiflöden och emissioner av metan, lustgas och ammoniak för de fem studerade systemen för lagring av flytgödsel från svin.

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Enhet
Brutto, CH ₄ -gasproduktion	0	0	6900	31400	49300	m ³ /år
Netto, producerad el och värme	0	0	60	120	265	MWh/år
Energikostnad, SEK/kWh (netto, el och värme)	0	0	0,57	0,84	0,56	SEK/kWh
Kostnad, reduktion av CO ₂ -ekvivalenta utsläpp exkl. energiintäkt ¹⁾	-	”0” ³⁾	0,31	0,66	0,77	SEK/kg CO ₂
Kostnad, reduktion av CO ₂ -ekvivalenta utsläpp inkl. energiintäkt ²⁾	-	”0” ³⁾	0,12	0,26	0,13	SEK/kg CO ₂

1) Exkluderar intäkter från nettoproducerad elektricitet och värme

2) Inkluderar intäkter från nettoproducerad elektricitet har satts till 0,6 SEK/kWh och värme till 0,32 SEK/kWh (se kapitlet ”Energipriser”).

3) Referensalternativet är Alt. 2 (mest vanliga sättet att lagra flytgödsel idag enligt SCB (2000)) som Alt. 3 - Alt. 5 jämförs med.

I detta fall utgör den kvantifierade gödselmängden från svin ca 0,070 % av Sveriges totala gödselmängd för detta djurslag (dvs flyt-, klet och fastgödsel). Andelen flytgödsel av all gödsel från svin var år 2000 ca 67 % (Staafl, 2003). Baserat på detta beskrivs konsekvenserna i tabell 13 om all flytgödsel som produceras av svin skulle hanteras enligt de 5 alternativen.

Tabell 13. Konsekvenser om all flytgödsel som produceras av svin hanteras enligt respektive alternativ.

	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Enhet
CO ₂ -ekvivalenter	251	231	126	84	30	1000 ton CO ₂ -ekv/år
Olja	80	74	40	27	10	1000 m ³ oljeekvivalent
Olja	804	741	403	269	64	GWh/år
CH ₄ -emissioner	6592	4087	198	900	1414	1000 m ³ metan/år
N ₂ O-emissioner	32	90	0	0	0	ton N ₂ O/år

Jordbruksverkets rapporter 2003

1. Indikatorarter – metodutveckling för nationell övervakning av biologisk mångfald i ängs- och betesmarker
2. Jordbrukspolitiken och miljön, Igår – Idag – Imorgon
3. Jordbruksverkets foderkontroll 2001
4. Ökad mångfald – kunskapssammanställning om nyskapande av livsmiljöer i enahanda åkerlandskap
5. Förslag till bestämmelser för att minska nitratutlakningen från jordbruket – enligt nitratdirektivet (direktiv 91/676/EEG) m.m.
6. Konsumtionen av livsmedel och dess näringsinnehåll – Uppgifter t.om. år 2001
7. Hur går det för svenskt jordbruk – en jämförelse med några konkurrentländer
8. Jordbruksverkets foderkontroll 2002 – Feed control by the Swedish Board of Agriculture 2002
9. Utvärdering av dokumentation vid enskild rådgivning inom KULM – Kompetensområde 2 och 3
10. Marknadsöversikt – bearbetade trädgårdsprodukter
11. Samexistens i fält mellan genetiskt modifierade, konventionella och ekologiska grödor – redovisning av förutsättningar
12. Kompetensutveckling av lantbrukare inom miljöområdet – KULM verksamhetsåret 2002
13. Förslag till nationellt program för förvaltning av husdjursgenetiska resurser
14. Renägare och renskötsel företag – rennäringens struktur 1994–2001
15. Stordrift, specialisering och djurtäthet – animalieproduktionens strukturutveckling 1980–1999
16. Jordbrukets utveckling i det fjällnära området 1995–2002
17. Företagsekonomiska jämförelser mellan svenska och danska jordbruksföretag
18. Folkbildning och odlad mångfald – Verksamhetsberättelse för POM 2002
19. Ett rikt odlingslandskap – Fördjupad utvärdering 2003
20. Förslag till program för uppföljning och utvärdering av miljöeffekterna av den gemensamma jordbrukspolitiken – Perioden 2004 – 2008
21. Jordbruket inom EU och de nya medlemsländerna – i diagram och tabeller
22. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2004
23. Marknadsöversikt – vegetabilier
24. Marknadsöversikt – animalier

Rapporten kan beställas från
Jordbruksverket,
551 82 Jönköping
Tfn 036-15 50 00 (vx)
Fax 036 34 04 14
E-post: jordbruksverket@sjv.se
Internet: www.sjv.se

ISSN 1102-3007
ISRN SJV-R-04/1-SE
SJV offset, Jönköping, 2004
RA04:1