

Arbeidsnotat nr. 01/10

Miljøindikatorer i Jordmod

av

**Ivar Gaasland
Solveig Glomsrød**

SNF prosjekt 2740
Efficient green support, AREAL-programmet

Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd

**SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING AS
BERGEN, APRIL 2010**

© Dette eksemplar er fremstilt etter avtale med KOPINOR, Stenergate 1, 0050 Oslo. Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale og i strid med åndsverkloven er straffbart og kan medføre erstatningsansvar.

Forord

Arbeidet med å implementere koeffisienter og funksjoner for utslipp av klimagasser og forurensning i Jordmod inngår i prosjektet "Efficient Green Support" finansiert av Norges forskningsråd under programmet AREAL. Vi takker Frauke Hofmeister (Institutt for Skog og landskap, UMB) og Bård Romstad (CICERO) for rettledning og bearbeiding av data fra Jordsmonnsdatabasen. Takk også til Lars Bakken (UMB) og Per Kristian Rørstad (UMB) for bidrag i form av data og rettledning angående utslipp av nitrogen.

Bergen, 14. april 2011

Innhold

1. Innledning	1
2. Funksjoner, datagrunnlag og metode	3
2.1 Utslipp av metan	3
2.1.1 Metan fra fordøyelsesprosesser	4
2.1.2 Metan fra gjødselshåndtering	9
2.2 Utslipp av lystgass	10
2.2.1 Lystgass fra gjødselshåndtering – direkte utslipp	10
2.2.2 Lystgass fra gjødselshåndtering – indirekte via nedfall av ammoniakk	11
2.2.3 Lystgass fra gjødsling med husdyrgjødsel – direkte utslipp	12
2.2.4 Lystgass fra gjødsling med husdyrgjødsel – indirekte via nedfall av ammoniakk	12
2.2.5 Lystgass fra gjødsling med kunstgjødsel – direkte utslipp	13
2.2.6 Lystgass fra gjødsling med kunstgjødsel – indirekte via nedfall av ammoniakk	14
2.2.7 Lystgass fra gjødsling – indirekte utslipp via avrenning av nitrogen til vannveier	14
2.2.8 Lystgass – oppsummering og diskusjon	15
2.3 CO ₂ -utslipp fra jordbruksarealer	16
3. Modellbruk i Jordmod – eksempel på tilpasninger til miljøavgift	21
4. Modellberegninger – dagens politikk versus grønn politikk	23
5. Avslutning	24
Referanser	25
Tabellvedlegg	28

1. Innledning

Jordbruket står for 9 prosent av Norges utslipp av klimagasser. De viktigste kildene er metan fra husdyrhold, lystgass fra gjødsling og karbondioksid fra jordbearbeiding. Stortingsmelding 39 (2008-2009) fremhever landbruket som en del av løsningen på klimautfordringene og understreker at det er viktig med kunnskap om miljøvirkningene på både globalt og lokalt nivå. Denne rapporten dokumenterer et modellbasert opplegg for å beregne klimagassutslipp knyttet til gjeldende og alternative driftsformer i jordbruket. I modellen inngår også utslipp som ikke er klimarelaterte, som avrenning av nitrogen til vannveier og utslipp av ammoniakk til luft.

Utslippsfunksjoner- og koeffisienter integreres i sektormodellen Jordmod. Modellen, som dekker både tilbuds- og etterspørselssiden i norsk jordbruk, beregner driftsmessige tilpasninger til endrede rammebetingelser, for eksempel endringer i priser på varer, støtteordninger, miljøavgifter og reguleringer. Jordbruket er i modellen representert ved omlag 50 driftsformer fordelt på 32 produksjonsregioner. Den inkluderer alle sentrale jordbrukspolitiske rammebetingelser, som for eksempel subsidier, reguleringer og importvern.

Modellen er et forvaltningsrettet verktøy som er velegnet til både nærings- og miljøøkonomiske analyser. Den har dermed et bredere analytisk repertoar enn kalkulatorer for utslipp på bruksnivå som ikke tar hensyn til virkninger på priser og aktivitetsnivå gjennom markedene (HOLOS, 2010). Jordmod er nylig oppdatert (Mittenzwei og Gaasland 2008) slik at den i forhold til tidligere versjoner er bedre i stand til å fange opp tilpasningsmuligheter på bruks- og sektornivå til endrede rammebetingelser. Modulen for klimagasser åpner for mer helhetlige og konsistente analyser av drift og tiltak innen norsk jordbruk som genererer utslipp av klimagasser, men som også innehar et potensial for utslippsreduksjoner og binding av karbon.

På et relativt detaljert nivå inkluderer Jordmod aktiviteter, innsatsfaktorer og variable som er tydelige drivkrefter bak utslipp av klimagasser. Denne rapporten redegjør for de utslippsparametre og -funksjoner som inngår i modellen. Rapporten omhandler utslipp av klimagassene karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O), og dessuten utslipp av ammoniakk (NH₃) til luft og nitrogen (N) til vannveier, som via nedfall eller nitrifisering indirekte bidrar til økte utslipp av N₂O.

Klimagassene har ulik levetid i atmosfæren og ulik innvirkning på klima. Metan har kortere levetid, men sterkere strålingspådriv målt ved Global Warming Potential (GWP) enn

CO₂. Som vist i Tabell 1, har 1 tonn metan et GWP tilsvarende 25 tonn CO₂-ekvivalenter (CO₂e) over en 100 års tidshorisont, mens 1 tonn N₂O har hele 298 ganger større klimaeffekt.

Tabell 1. GWP verdier for de viktigste drivhusgassene

Klimagass	Kjemisk formel	GWP-verdi (100 år)
Karbondioksid	CO ₂	1
Metan	CH ₄	25
Lystgass	N ₂ O	298

Jordbruket består av et komplekst sett av prosesser som tradisjonelt ikke har vært gjenstand for forskning med tanke på reduksjon av klimagassutslipp. Et relativt nytt forskningsområde er eksempelvis analyser av potensialet for å redusere metan fra fordøyelsesprosessen til drøvtyggere. Endringer i fôrblanding, fôrbehandling og tilsetninger kan gi reduksjon i metanutslipp på 10-40 prosent (INA, 2007; s. 59). Reduksjonen i metanutslipp på ett område må imidlertid sees i sammenheng med virkninger på utslipp av klimagasser i andre ledd i prosessen, for eksempel knyttet til arealbruk, gjødsling og jordbearbeiding. I en samlet vurdering - når en ser metan og nitrogen i gjødsel i sammenheng – dempes potensialet for reduksjon til 10-15 prosent (INA, 2007). Modulen for miljøvirkninger i Jordmod som dokumenteres i denne rapporten skal bidra til at slike vurderinger kan gjøres på en oversiktlig og konsistent måte.

Det ligger en spesiell utfordring i å redusere utslippene fra matproduksjon. Fram til 2050 ventes en fortsatt befolkningsvekst globalt, og kjøpekraften i dominerende befolkningsområder som Kina og India øker raskt. De høye verdensmarkedsprisene på mat i 2008 var i så måte en vekker. Samtidig forventes en betydelig skjerping av klimapolitikken i årene som kommer, både i Norge og i dominerende økonomier verden over. Relative priser på arbeidskraft, energi og land kan komme til å endre seg betydelig. Følgelig er det behov for en integrert analyse av jordbrukets rolle i klimasammenheng som også har et bredere samfunnsmessig perspektiv.

Tabell 2. Utslipp av klimagasser fra jordbruket (2005)

	Utslipp jordbruk (1000 t)	Utslipp jordbruk (1000 tCO ₂ e)	Andel utslipp jordbruket (prosent)	Andel av Norges totale utslipp (prosent)
Utslipp jordbruk i alt		5133,7		9,1
Karbondioksid (CO ₂) ^{*)}	410,955	411,0	8,0	0,8
Metan (CH ₄)	106,244	2656,1	51,7	5,0
Lystgass (N ₂ O)	6,935	2066,6	40,3	3,9

^{*)} Fossil forbrenning; inkluderer ikke direkte utslipp fra jord.

Kilde: Gundersen et al. (2008; tabell 14, s. 116).

2. Funksjoner, datagrunnlag og metode

I dette avsnittet redegjøres det for datakilder, beregningsmetoder og implementering av jordbrukets prosessutslipp i Jordmod. Metoder og data tar i stor grad utgangspunkt i IPCC¹ (2006). Parametrene er imidlertid tilpasset norske forhold på de områder hvor det eksisterer relevante norske tall, for eksempel for utslipp av metan fra melkekyr.

Oversikten følger gasstype og kilde (f. eks. metan fra gjødselshåndtering; lystgass fra gjødsling med kunstgjødsel). Datagrunnlaget er samlet i et eget tabellvedlegg (Tabell A1-A6). For hver gasstype og kilde viser disse tabellene parameterverdier som inngår i utslippsfunksjonene og resulterende utslipp per dyr og totalt. De totale utslippene for hver gasstype og kilde sammenlignes med beregninger gjort av SSB (Tabell A7). Årsaker til avvik mellom SSBs og våre egne beregninger blir drøftet.

2.1 Utslipp av metan

Utslipp av metan fra jordbruket utgjorde 5 prosent av strålingspådrivet målt som CO₂-ekvivalenter i 2005 (se Tabell 2). Med unntak av et marginalt utslipp fra forbrenning er utslippet fra jordbruket knyttet til husdyrhold, hvorav 85 prosent stammer fra fordøyelsesprosesser og 13 prosent fra gjødselshåndtering.

¹ International Panel of Climate Change.

2.1.1 Metan fra fordøyelsesprosesser

Fram til 2007 har Norges utslippsregnskap og rapportering til Klimakonvensjonen operert med en konstant utslippskoeffisient per husdyr av ulike slag (i henhold til den såkalte IPCC Tier 1). Fra og med 2007 er beregningene videreutviklet til å gjenspeile effekten av variasjoner i mengde og sammensetning av fôr. De underliggende beregningene for utslippsregnskapet etter 2007 er dokumentert i Volden og Nes (2007) som igjen utgjør Vedlegg H i Aasestad (2007). Utslippskoeffisienten bestemmes der som en funksjon av brutto energiinntak og med en konverteringsfaktor som viser sammenhengen mellom energiinntak og metanutslipp. Utslipp av metan per dyr per år fra tarmgasser er da gitt ved:

$$[1] \quad EF_t^{CH_4_e} = (GE_t \cdot Y_t \cdot 365 \text{ dager/år}) / 55,65 \text{ MJ/kg CH}_4$$

$EF_t^{CH_4_e}$ = utslippskoeffisient for metan per dyr per år fra tarmgasser

GE_t = brutto energiinntak (MJ/dyr/dag)

Y_t = andel av GE som omdannes til metan

1/55,65 = kg CH₄ pr MJ bruttoenergi

t = indeks for dyreslag

(”e” i toppskriften til EF betegner ”enteric fermentation”)

Melkekyr

For melkekyr, som står for hele 3,6 prosent av Norges klimagassutslipp, estimerer Volden og Nes funksjoner der GE og Y bestemmes av variable som er tilgjengelige fra løpende statistikkilder. Opplegget baserer seg på et omfattende sett av observasjoner av fôrinntak og produksjon fra Storferegisteret til TINE. De tar utgangspunkt i to funksjoner fra forskningslitteraturen som begge er egnet til å estimere metanutslipp fra melkekyr og slaktedyr. Mills et al. (2003) utleder metanutslipp pr. dag (målt i energienheter) som en ikke-lineær funksjon av forholdet mellom stivelse (”starch”) og fiberinnhold (”acid detergent fibre”; ADF) i fôret, samt av inntak av metabolisert energi (ME):

$$[2] \quad \text{Methane (MJ/d)} = 45.98 \left(1 - e^{\left(-0.0011 \cdot \frac{\text{Starch}}{\text{ADF}} + 0.0045 \right) \text{ME}} \right).$$

Fordelen ved denne funksjonen er at den tar hensyn til forholdet mellom lett fordøyelige karbohydrater og fiber. Den viser seg å være robust og dekker både "tørre" kuer og melkekyr ved ulike produksjonsnivået. Men funksjonen beskriver ikke slike prosesser like godt for dyr til kjøttproduksjon, og den dekker bare begrensede egenskaper ved fôret. Kirchgessner et al. (1995) definerer metanutslipp pr. dag som en lineær funksjon av grovfiberinnhold (CF), nitrogenfrie komponenter (NFC), protein (CP) og fett ($CFat$) i fôret:

$$[3] \quad \text{Methane}(MJ/d) = (63 + 79 \cdot CF + 10 \cdot NFE + 26 \cdot CP - 212CFat) \cdot 55.65$$

Her inngår "crude" fettinnhold, samtidig som fôret karakteriseres ved flere parametre enn fiberinnhold og stivelse. Fordelen med denne funksjonen er at den dekker et bredere register av storfe i både kjøtt- og melkeproduksjonen.

Ved beregning av metanutslipp fra melkekyr i Norge, benytter Volden og Nes et gjennomsnitt av estimater fra ligningene [2] og [3], som kombinert med detaljert informasjon om melkeproduksjon og fôrinntak fra storferegisteret benyttes til å estimere GE og Y som funksjon av melkeytelse og andel kraftfôr i fôret:

$$[4] \quad GE_{ku} = 150,8 + 0,0205 \cdot X_{ku} \cdot 1,096 + 0,3651 \cdot 100 \cdot K_{ku} / (K_{ku} + G_{ku})$$

$$[5] \quad Y_{ku} = 10 - 0,0002807 \cdot X_{ku} \cdot 1,096 - 0,02304 \cdot 100 \cdot K_{ku} / (K_{ku} + G_{ku})$$

Vi ser at brutto energiinntak varierer positivt med både melkeproduksjon per ku (X) og kraftfôrandelen ($K/(K+G)$). Andelen (Y) av energiinntaket som omdannes til metan avtar derimot med både melkeproduksjon per ku og kraftfôrandelen. Om vi setter inn faktiske tall for år 2004 ($X=5900$; $K/(K+G)=0,37$), gir funksjonene ovenfor følgende verdier: $GE = 296,9$ MJ/dag, $Y = 0,0733$ og $EF^{CH_4-e} = 142,7$ kg metan pr ku pr år. Disse tallene er tilnærmet lik tallene i Aasestad (2007; tabell H4, vedlegg H).

Melkeytelsen per ku er i Jordmod modellert (endogen) som en funksjon av inntak og sammensetning av fôret. Nærmere bestemt er melkeproduksjon per ku (X) beregnet ved følgende modifiserte CES ("Constant Elasticity of Substitution") funksjon:

$$[6] \quad X = \left[\alpha(G - \bar{G})^{-\varepsilon} + \beta K^{-\varepsilon} + (\gamma(G + K) - \bar{M})^{-\varepsilon} + \bar{F}^{-\varepsilon} \right]^{-1/\varepsilon}$$

Endogene variable:

X = melkeproduksjon per ku (meierileveranse; liter)

G = grovfôr per ku (FEm)

K = kraftfôr per ku (FEm)

Parametre:

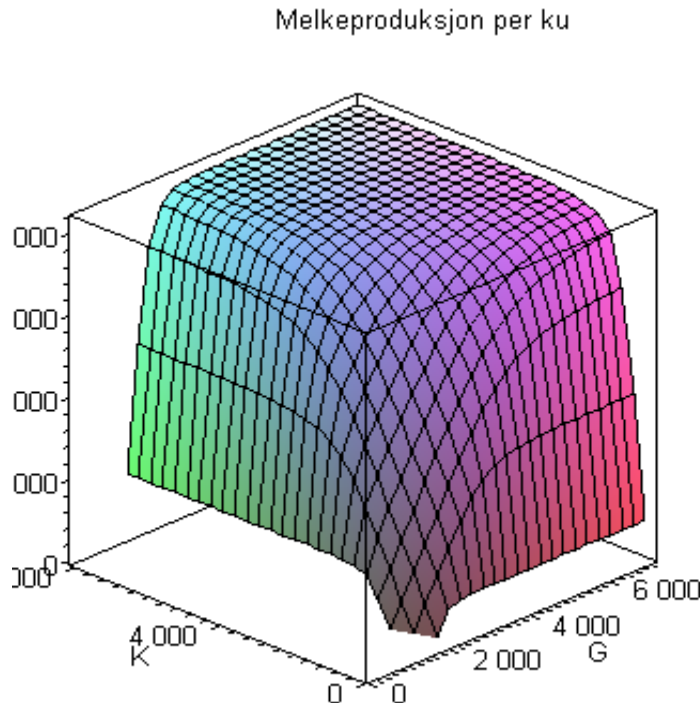
$\bar{G}$	=	minimumsmengde grovfôr	=	1095,75 FEm
$\bar{M}/\gamma$	=	minimumsmengde fôr	=	$3744,40/2,0503 = 1826,27$ FEm
$\bar{F}$	=	maks melkeproduksjon (meierilev.)	=	8276,10 liter
α	=	distribusjonsparameter grovfôr	=	0,00001
β	=	distribusjonsparameter kraftfôr	=	0,00002315959
ε	=	substitusjonsparameter	=	4,843

Parametrene α, β, γ og ε er estimert basert på (X , G og K) punkter fra norsk melkeproduksjon (Mittenzwei og Gaasland, 2009). Andre parametre er fastsatt skjønnsmessig basert på biologiske og agronomiske kunnskaper. Nær 90 prosent av melkeproduksjonen er meierileveranse, slik at 8276 liter i meierileveranse tilsvarer 9075 liter i melkeproduksjon, som er opp mot kuens genetiske kapasitet. Figur 1 viser melkeproduksjon som funksjon av G og K . Mengdene ($G=3039$, $K=1792$) innsatt i denne funksjonen, gir $X = 5882$, som er tilnærmet identisk med meierileveransen per ku i 2004 som var 5900 liter.

Som vi ser av uttrykk [6] inneholder Jordmod alle variable som inngår i uttrykkene [4] og [5]. Utslipet av metan per ku, gitt ved uttrykk [1], vil dermed også være en endogen variabel i modellen. Noen viktige sammenhenger som følger av funksjonene [1], [4] og [5] er:

- For et gitt antall melkekyr øker metanutslippene med økt produksjon (innenfor rimelige verdier for produksjon og kraftfôrandel).
- Om målsettingen er en viss melkeproduksjon, bør en likevel produsere mye per ku og med en høy kraftfôrandel. Dette skyldes at relativt mye av metanutslippene er knyttet til vedlikeholdsfôring (jf. konstantleddet i [4]) og at høyere kraftfôrandel også bidrar til å redusere Y .
- Om målsettingen er arealbruk, og melkebruk skulle vise seg å være en av de minst ulønnsomme måtene å drifte arealet på, er det lønnsomt med store melkebruk med høy ytelse per ku.

- d) Hoveddrivkraften for metanutslipp er antall dyr, men sammensetningen av fôret og nivået på melkeproduksjon per ku har stor betydning for utslipp per liter produsert melk.



Figur 1. Melkeproduksjon per ku

Andre produksjonsdyr

For alle andre produksjonsdyr opererer Jordmod med konstant produksjon av kjøtt (melk for geiter; egg for høner) per dyr. Utslippene av metan fra fordøyelsen er dermed representert med faste koeffisienter per dyr per år. For drøvtyggere er størrelsen på disse koeffisientene, som for melkekyr, beregnet ved hjelp av uttrykk [1], som igjen er basert på anslag på brutto energiinntak (GE) og andel av GE som omdannes til metan (Y).

Brutto energiinntak er beregnet ut fra tall fra Jordmod for fôring per dyr per år målt i feitfôringsenheter (FEm). Disse tallene er spesifikke for hvert dyreslag som er representert i Jordmod, de er konsistente med gjennomsnittlig vekt og levetid for hver kategori, og de gjenspeiler dagens fôringspraksis. For eksempel blir det ivarettatt at lammene ikke lever et helt år. Tallene for FEm er deretter multiplisert med en omregningsfaktor fra FEm til GE. Bruttoenergien pr FEm er satt til 22,4, basert på opplysninger fra melkeproduksjon. Det er antatt at denne omregningsfaktoren også gjelder for fôringspraksisen for de andre dyreslagene.

Når det gjelder Y, har vi for okse- og kvigekalver under 1 år benyttet standardverdien til IPCC på 3 prosent (IPCC 2006; kapittel 10.30, tabell 10.12) som gjelder for storfe som føres med en høy kraftfôrandel (over 90 prosent). For kviger og oksekalver som slaktes eller erstatter melkekyr etter 2 år har vi skjønnsmessig benyttet en andel på 8 prosent. Dette er dyr som har en høy grovfôrandel, men likevel litt lavere grovfôrandel enn for ammekyr som vi har gitt en andel på 9 prosent. Til sammenligning finner Volden og Nes, ved hjelp av data fra storferegisteret, at 8-10 prosent av energiinntaket til storfe omdannes til metan. For vinterfôret sau og lam har vi benyttet samme andeler som Volden og Nes, henholdsvis 6,5 og 4 prosent. Geit og kje er gitt samme andeler som sau og lam.

For svin og fjørfe har vi hentet utslippsfaktoren direkte fra Aasestad (2007; tabell 6-2), som igjen bygger på IPCC (1997a og 1997b). Siden dette ikke er drøvtyggere, er utslippene av metan fra fordøyelse relativt lave per dyr per år (1,5 kg for svin; 0,02 kg for fjørfe).

Tabell A1 i tabellvedlegget gir oversikt over datamaterialet som ligger bak beregning av koeffisientene for utslipp av metan fra fordøyelse. Det fremgår også hvilke dyreslag som er representert. Utslippsfaktoren per dyr/år er multiplisert med antall dyr av hvert dyreslag som ligger inne i Jordmod for år 2004 og deretter summerer over alle dyreslagene. Vi finner da et samlet metanutslipp fra tarmgasser på nær 90 tusen tonn CH₄, tilsvarende 2,25 millioner tonn CO₂e. Dette tallet er nærmest identisk med rapportering til SSB for 2004 (Gundersen et al., 2008; tabell 13).

Overensstemmelsen mellom våre tall og SSBs tall skyldes at både metode og data i stor grad er de samme. Spesielt gjelder dette for melkekyr som står for nær 50 prosent av metanutslippene fra fordøyelse. For enkelte andre kategorier av kviger, okser, sau og lam er det imidlertid noe avvik mellom de tallene som fremkommer fra metoden til Volden og Nes og vår metode. Dette kan stort sett forklares med avvik med hensyn til inndelinger i dyrekategorier og tilhørende anslag på GE og Y. Som nevnt benytter vi registrert fôrbruk basert på inndelingene i Jordmod, mens Volden og Nes har andre inndelinger og er mer formelbaserte beregninger av fôrbehov. Våre anslag på Y er basert på Volden og Nes, men skjønn er benyttet (blant annet basert på grovfôrandel) siden våre kategorier av dyr avviker fra deres inndeling. For øvrig er anslagene til Volden og Nes tilpasset norske forhold. Ved å bruke data fra storferegisteret finner de utslipp per dyr og år som ligger om lag 10 prosent høyere enn IPCC Guidelines 2006. Denne forskjellen kan for en stor del forklares ved forskjeller i fôringspraksis (mer grovfor i Norge), et svært omfattende datamateriale, og en mer metodisk tilnærming.

2.1.2 Metan fra gjødselshåndtering

Det skjer også utslipp av metan i forbindelse med håndtering og lagring av husdyrgjødsel. Grad av organisk nedbryting i gjødsel og temperatur er viktige for omfanget av metanutslippene (Sommer et al, 2004). Metanproduksjonen fra gjødsel øker for eksempel 30-50 prosent ved en temperaturøkning fra 10 til 20 grader C (Hilhorst et al., 2001). Storfegjødsel er videre mer nedbrutt og gir derfor noe mindre metanutslipp enn grisegjødsel. I tillegg er størrelsen på metanutslippene avhengig av system for gjødselshåndtering.

I Jordmod er produksjon av husdyrgjødsel i melkeproduksjonen modellert som en funksjon av fôrinntak, basert på fremgangsmåten i IPCC (2006; kapittel 10.42), som vist i følgende uttrykk:

$$[7] \quad VS_{\text{ku}} = GE_{\text{ku}} \cdot 365 \text{ dager/år} \cdot (1/18,45) \cdot (1-DE) \cdot (1-ASH)$$

VS ("volatile solids") er nedbrytbart organisk materiale fra møkk regnet i tørrstoff. Energiinnholdet (GE) i fôret regnet i MJ per kg VS er 18,45 og relativt konstant over et bredt spekter av gress og kornbaserte fôrtyper. DE ("digestability of feed") er nedbrytbar andel av fôret, satt til 0,65, mens ASH er askeinnholdet i fôret, som for melkekyr ligger på 0,08. Høy grad av fordøyelighet og høyt askeinnhold demper mengden av VS og dermed utslippene av metan. Om vi setter inn disse parametrene i funksjonen, sammen med $GE = 297 \text{ MJ/dag}$ (som vi i tidligere har funnet for melkekyr), gir dette en mengde nedbrytbart organisk materiale som tørrstoff i gjødselen $VS = 1892 \text{ kg}$ per melkeku og år.

Generelt er utslipp av metan fra gjødselshåndtering for dyreslag t gitt ved:

$$[8] \quad EF_t^{CH_4_{mm}} = VS_t \cdot B0_t \cdot 0,67 \cdot \sum_s \alpha_{s,t} \cdot MCF_s$$

$B0_t$ = maksimalt potensial for metanproduksjon som andel av ikke-nedbrutt organisk materiale (VS) i gjødsel fra dyreslag t

0,67 = konverteringsfaktoren fra kubikkmeter til kg CH_4 .

$\alpha_{s,t}$ = andel av gjødsel fra dyreslag t som inngår i håndteringssystem s

MCF_s = korreksjon av $B0_t$ avhengig av gjødselshåndteringssystem og temperatur

s = indeks gjødselshåndteringssystem

t = indeks dyreslag

("mm" i toppskriften til EF betegner "manure management")

Utrekningen for hvert dyreslag er gitt i Tabell A2. De tre første tallsøylene viser nasjonale andeler for hvordan gjødselen fordeler seg på ulike gjødselhåndteringssystemer basert på tabell 6.5 i Aasestad (2007), mens korreksjonsfaktoren MCF for hvert håndteringssystem er gitt i kolonneoverskriften til de respektive systemene. Vi finner dermed den veide MCF for hvert dyreslag som gitt i den fjerde tallsøylen. B0 er tilsvarende gitt i den femte tallsøylen. Kilden til tallene for MCF og B0 er IPCC (2006; annex 10A.2).

Når det gjelder VS, tar vi for drøvtyggerne utgangspunkt i verdien for melkekyr. Denne skaleres i henhold til relativt fôrinntak; det vil si at dyreslag som har halvparten så høyt fôrinntak også får halvparten så høy VS. For de kraftfôrintensive produksjonene benytter vi tall fra tabell 6.3 i Aasestad (2007). Om vi så multipliserer alle faktorene, kommer vi frem til utslippskoeffisientene per dyr og år, som er angitt i tallsøyle 8. Multiplisert med antall dyr i hver gruppe og deretter oppsummert, finner vi et totalt utslipp på nær 29 tusen tonn metan, eller ca. 0,723 millioner tonn CO₂ ekvivalenter for en GWP på 25.

Vårt anslag på metanutslipp knyttet til gjødselhåndtering er om lag dobbelt så høyt som rapportering til SSB for 2004 (Gundersen et al., 2008; tabell 13). Avvikene skyldes først og fremst at vi benytter høyere tall for MCF og B0 i [8]. Vi benytter IPCC tall, hvor det skilles mellom dyreslag, årlig gjennomsnittstemperatur og gjødselhåndteringssystem. I begge tilfellene benyttes imidlertid de samme nasjonale tall for hvordan ulike typer gjødselhåndteringssystem fordeler seg på ulike dyreslag.

2.2 Utslipp av lystgass

Lystgass (N₂O) utgjør om lag 40 prosent av jordbrukets klimagassutslipp målt i CO₂ ekvivalenter, eller nær 4 prosent av Norges totale klimagassutslipp (se Tabell 2). Ifølge Gundersen et al. (2008; tabell 13) kan ca. 30 prosent tilskrives bruk av handelsgjødsel. Deretter følger håndtering av og gjødsling med husdyrgjødsel (27 prosent), mens kultivering av myr og avrenning av N fra gjødsel hver står for ca. 15 prosent.

2.2.1 Lystgass fra gjødselhåndtering – direkte utslipp

Også utslipp av lystgass avhenger av hvilket system for gjødselhåndtering som praktiseres:

$$[9] \quad N_2O^{mm} = \left[\sum_t \left[\sum_s NX_t \cdot \alpha_{s,t} \cdot EF_s^{N_2O-mm} \right] \right] \cdot \frac{44}{28}$$

NX_t	=	total mengde nitrogen i gjødsel fra dyreslag t (kg N per dyr per år)
$EF_s^{N2O_mm}$	=	utslippskoeffisient for direkte utslipp av N_2O -N for håndteringssystem s (kg N_2O -N pr kg N i gjødsel)
44/28	=	omregningsfaktor fra N_2O -N til N_2O

Tabell A3 viser tallgrunnlaget. Total mengde nitrogen i husdyrgjødsel, NX , er beregnet ut fra effektiv mengde nitrogen, N . Effektiv mengde N i husdyrgjødsel bygger på anslag fra Sundstøl og Mroz, referert til i SSB (1995; s. 12). For underkategorier av storfe er tallene fastsatt ut fra fôrinntak (med samme forholdet mellom fôrinntak og effektiv mengde N som for melkekyr). Mengde effektiv nitrogen N er multiplisert med følgende omregningsfaktorer for å komme frem til total mengde nitrogen NX : storfe (2,28), svin (1,45), sau og lam (1,53), geit (2,24), og fjørfe (2,65). Tall fra tabell 6.4 i Aasestad (2007; s. 94) er skjønsmessig benyttet for å komme frem til disse omregningsfaktorene. Utslippskoeffisienten, EF , er hentet fra tabell 6.7 i Aasestad (2007; s. 96), og den synes å være i overensstemmelse med IPCC (2006).

2.2.2 Lystgass fra gjødselhåndtering – indirekte via nedfall av ammoniakk

En del av nitrogenet i gjødsel blir omdannet til ammoniakk (NH_3) som igjen avsettes og forårsaker indirekte utslipp av lystgass:

$$[10] \quad N2O^{NH3_mm} = \left[\sum_t \left[\sum_s NX_t \cdot \alpha_{s,t} \cdot EF_{t,s}^{NH3_mm} \cdot EF^{N2O\ NH3_mm} \right] \right] \cdot \frac{44}{28}$$

$EF_{t,s}^{NH3_mm}$ = utslippskoeffisient for total N i gjødsel som omdannes til NH_3 -N for dyreslag t i håndteringssystem s (kg NH_3 -N pr kg N i gjødsel)

$EF^{N2O\ NH3_mm}$ = utslippskoeffisient som viser N_2O -N per kg NH_3 -N

Tabell A4 viser parameterverdier. Andelene for hvert system for gjødselhåndtering er som i Tabell A3. Koeffisientene for omdanning av total N i gjødsel til NH_3 -N, gitt i de tre første tallsøylene, er hentet fra tabell 10.22 i IPCC (2006; kapittel 10.65), mens omdanningsfaktoren fra NH_3 -N til N_2O -N, som er uavhengig av lagringssystem og dyreslag, finnes i IPCC (2006; kapittel 11.3, tabell 11.3).

2.2.3 Lystgass fra gjødsling med husdyrgjødsel – direkte utslipp

Direkte utslipp til luft av N₂O fra spredning av husdyrgjødsel på åker og eng er beregnet basert på IPCC (2006) som følger:

$$[11] \quad N2O^m = \left[\sum_t NX_t \cdot (1 - \alpha_{\text{pasture},t}) \cdot \left[1 - \sum_{s \neq \text{"pasture"}} \alpha_{s,t} \cdot (EF_{t,s}^{NH3_mm} + EF_s^{N2O_mm}) \right] \right] \cdot EF^{N2O_m} \cdot \frac{44}{28}$$

$\alpha_{\text{"pasture"},t}$ = andel av husdyrgjødsel spredd på beite (behandlet tidligere under gjødselhåndtering) for dyreslag t

EF^{N2O_m} = andel av total N spredd på areal som blir omdannet til N₂O-N

I henhold til uttrykk [11] finnes mengde N₂O-N fra gjødsling med husdyrgjødsel ved først å ta utgangspunkt i totalt nitrogeninnhold i gjødsel for den aktuelle dyregruppen og trekke fra den andelen av dette nitrogenet som slippes ut på beite. For å unngå dobbeltelling trekker vi deretter fra tapt nitrogen ved gjødselhåndtering i form av direkte utslipp av N₂O-N og indirekte via omdanning til NH₃-N. Andelen N i gjødsel som spres på åker og eng blir dermed restbestemt og utslippskoeffisienten EF^{N2O_m} angir andelen av N som omdannes til N₂O-N. Koeffisienten for omdanning av tilført N til N₂O-N er hentet fra IPCC (2006, kapittel 11.1, tabell 11.1), og den uttrykker at 1 prosent av tilført nitrogen omdannes til N₂O-N. Tabell A5 viser tallmaterialet.

2.2.4 Lystgass fra gjødsling med husdyrgjødsel – indirekte via nedfall av ammoniakk

Indirekte utslipp fra gjødsling med husdyrgjødsel via nedfall av NH₃ er beregnet basert på IPCC (2006) som følger:

$$[12] \quad N2O^{NH3_m} = \left[\sum_t NX_t \cdot (1 - \alpha_{\text{pasture}}) \cdot \left[1 - \sum_{s \neq \text{"pasture"}} \alpha_{s,t} \cdot (EF_{t,s}^{NH3_mm} + EF_s^{N2O_mm}) \right] \right] \cdot EF^{NH3_m} \cdot EF^{N2ONH3_m} \cdot \frac{44}{28}$$

EF^{NH3_m} = andel av total N (utenom beite) spredd på areal som omdannes til NH₃-N

EF^{N2ONH3_m} = utslippskoeffisient for N₂O-N per kg NH₃-N

I [12] finner vi først mengden NH₃-N som utskilles av tilført mengde N, og deretter regnes dette om til utslipp i form av N₂O-N. Koeffisienten som benyttes ved omregning til

ammoniakk er hentet fra tabell 11.3 i IPCC (2006; kapittel 11.24), mens mengden utslipp av N₂O-N per kg ammoniakk er den samme som i ligningen for gjødselhåndtering.

Ammoniakktautap kan i fremtidig arbeid tilpasses norske forhold ved hjelp av beregninger med programmet FIELDVOL som beskrevet i Vatn et al. (2006). Utslipp av N i form av ammoniakk (NH₃) avhenger ellers av spredningsmetode (tankvogn, direkte injisering av gjødsel) og metode for nedmolding (pløying; harving). Vanninnblanding reduserer for eksempel utslipp til luft (men øker kostnaden ved spredning). Det er dessuten forskjeller i NH₃-utslipp over sesong. Foreløpig kan ikke Jordmod skille mellom disse metodene, men det er mulig å ta hensyn til dette i en videre utvikling av metoder for beregning av klimagassutslipp i jordbruket. Potensialet for reduksjon av utslipp av NH₃ er analysert i SFT's tiltaksanalyse for reduksjon av ammoniakktutslipp i Norge (Morken et al., 1999).

2.2.5 Lystgass fra gjødsling med kunstgjødsel – direkte utslipp

Direkte utslipp av lystgass fra gjødsling med kunstgjødsel er basert på IPCC (2006):

$$[13] \quad N_2O^K = N^K \cdot EF^{N_2O-s} \cdot \frac{44}{28}$$

N^K = N fra kunstgjødsel

EF^{N_2O-s} = utslippskoeffisient for N₂O-N fra N i kunstgjødsel (kg N₂O-N per kg N^K)

Nitrogen i kunstgjødsel er i følge datamaterialet fra Jordmod på 100,3 tusen tonn, mens andelen av dette som omgjøres til N₂O-N er satt lik 0,01 i henhold til tabell 11.1 i IPCC (2006; kapittel 11.11). Dette gir et anslag på direkte utslipp av lystgass fra kunstgjødsel på 1,576 tusen tonn.

I videre arbeid er det et mål å erstatte IPCCs parameterverdier med størrelser fra forskning basert på norske forhold. For kunstgjødsel er det estimert en sammenheng mellom tilført nitrogen og danning av N₂O-N (Rørstad, 2009). Denne sammenhengen viser at utslippene av lystgass er en ikke-lineær funksjon av tilført nitrogen per dekar. Et eksempel er gitt nedenfor for Østlandet med foreløpige beregninger av parameterverdier:

$$[14] \quad N_2O - N = a_0 + a_1 N + a_2 N^2 + a_3 N^3$$

N er tilført nitrogen i gjødsel i kg N/da

$a_0=0.189$, $a_1=0.0310$, $a_2=-0.0008$, og $a_3=4.82848E-05$.

Konstantleddet a_0 gjenspeiler utslipp fra jordsmonn uten gjødsling. Det framgår at utslippene på marginen er i overkant av 3 prosent, altså betydelig høyere enn IPCC's standardverdi på 1 prosent som det hersker betydelig usikkerhet rundt. I en studie konkluderer Crutzen et al. (2008) med at N_2O utslippene fra nitrogen i gjødsel på verdensbasis må ligge i området 3-5 prosent, og dermed befinne seg i overkant av det usikkerhetsintervallet som IPCC (2006) angir. Nyere tall for utslipp (Bakken og Rørstad, 2010) viser imidlertid noe lavere verdier.

2.2.6 Lystgass fra gjødsling med kunstgjødsel – indirekte via nedfall av ammoniakk

Indirekte utslipp av N_2O via NH_3 er beregnet basert på IPCC (2006) som følger:

$$[15] \quad N_2O^{NH_3-K} = N^K \cdot EF^{NH_3-K} \cdot EF^{N_2O-NH_3-K} \cdot \frac{44}{28}$$

EF^{NH_3-K} = Utslippskoeffisient for NH_3 -N fra N i kunstgjødsel.

$EF^{N_2O-NH_3-K}$ = Utslippskoeffisient for N_2O -N fra NH_3 -N.

Andelen av N som omdannes til ammoniakk er satt til 0,1, mens koeffisienten for omdanning av N i ammoniakk til N i lystgass er 0,01. Koeffisientene er hentet fra tabell 11.3 (IPCC, 1996; kapittel 11.24). Dette gir utslipp av ammoniakk og lystgass på henholdsvis 10,0 og 0,158 tusen tonn.

2.2.7 Lystgass fra gjødsling – indirekte utslipp via avrenning av nitrogen til vannveier

Avrenning av N pr dekar er modellert ved ikke-lineære (eksponentielle) funksjoner av typen:

$$[16] \quad N_{r,p}^{avr} = a_{0,r,p} + a_{1,r,p} NE_{r,p} + a_{2,r,p} (NE_{r,p})^2 + a_{3,r,p} (NE_{r,p})^3$$

$NE_{r,p}$ = total gjødsling pr dekar regnet i effektiv (virksom) N (sum av husdyr- og kunstgjødsel)

a_0, a_1 og a_3 = koeffisienter

r = indeks for region
 p = indeks for plante- eller arealtype

Total avrenning fra arealet blir dermed:

$$[17] \quad N^{avr} = \sum_r \sum_p N_{r,p}^{avr} \cdot Z_{r,p}$$

$Z_{r,p}$ = areal i region r for plantetype p

Lystgassutslipp knyttet til denne avrenningen blir:

$$[18] \quad N_2O^{avr} = N^{avr} \cdot EF^{N_2O_{-avr}} \cdot (44/28)$$

$EF^{N_2O_{-avr}}$ = Utslippskoeffisient for N_2O -N per enhet N^{avr}

Omdanningsfaktoren fra avrenning til lystgass er satt til 0,0075 i henhold til tabell 11.3 i IPCC (2006; kapittel 11.24). Data for andel effektiv N i husdyrgjødsel er som beskrevet i avsnitt 2.2.1.

Foreløpig er samme parametre lagt inn for alle regioner men det skilles mellom eng og åkerareal. Parameterverdiene er kun forløpige. Ved dagens gjødslingspraksis gir funksjonene en avrenning pr dekar på om lag 3 kg og 2,5 kg for henholdsvis åker og eng. Med dagens arealbruk gir dette en nitrogenavrenning på anslagsvis 25 tusen tonn, og et lystgassutslipp på ca. 0,3 tusen tonn.

2.2.8 Lystgass – oppsummering og diskusjon

For direkte utslipp av lystgass fra husdyrgjødsel, viser våre beregninger tall på 1,055 tusen tonn for gjødselhåndtering og 0,510 tusen tonn for gjødsling, til sammen 1,565 tusen tonn lystgass. Til sammenligning rapporterer SSB (Gundersen et al., 2008; tabell 13) et tall på 1,850 tusen tonn for 2004, som er nær 20 prosent høyere. Stort sett synes det som om samme metode og data benyttes (som nasjonale tall for gjødselhåndteringssystem og samme faktorer for utslipp av N_2O for de ulike håndteringssystemene). For direkte utslipp fra gjødsling benyttes det imidlertid forskjellig koeffisient for omdanning av NX til N_2O -N. Vi benytter $EF^{N_2O_{-m}} = 0,01$ som i IPCC (2006), mens Aasestad (2007) benytter 0,0125 som i IPCC

(1996). Avviket reduseres til 9 prosent hvis koeffisient fra IPCC 1996 benyttes her. Ellers kan det være forskjeller i måten en korrigerer for tapt N fra gjødselhåndtering.

Direkte utslipp av lystgass fra kunstgjødsel er i våre beregninger 1,6 tusen tonn, mens Gundersen et al. oppgir 2,1 tusen tonn. Hele avviket kan her forklares med den nevnte forskjellen i koeffisient (0,01 versus 0,0125).

Når det gjelder lystgass som fremkommer fra nedfall av ammoniakk, skal vi først se på tallene for produksjon av NH_3 . Våre beregninger viser utslipp på 19 tusen tonn for gjødselhåndtering og 6,5 tusen tonn for gjødsling med husdyrgjødsel, til sammen 25,5 tusen tonn ammoniakk. Gundersen et al. oppgir 18,2 tusen tonn totalt for husdyr og husdyrgjødsel, som er nær 30 prosent lavere. Mens det i begge tilfeller benyttes nasjonale tall for omfang av de ulike gjødselhåndteringssystemer, er koeffisientene for omdanning av N i gjødsel til NH_3 forskjellige. For melkekyr benytter vi for eksempel $\text{EF}^{\text{NH}_3\text{-mm}} = 0,34$ (se Tabell A4), mens Gundersen et al. bruker en koeffisient på under 10 prosent. For gjødsling med husdyrgjødsel benytter vi en koeffisient på 0,2, som trolig ikke er så langt fra det som i gjennomsnitt benyttes i de offisielle tallene. For gjødsling med kunstgjødsel benytter vi en faktor på 0,1, mens de norske offisielle tallene er basert på en faktor på 0,01. Store deler av forskjellen mellom våre tall og de offisielle tallene for lystgass fra nedfall av NH_3 skyldes avviket i tallene for produksjon av ammoniakk siden samme koeffisient benyttes ved omregning fra ammoniakk til lystgass.

Til slutt ser vi at det også er store avvik for utslipp av lystgass fra avrenning av N til vannveier. Selv om våre avrenningsfunksjoner ikke er fullstendig modellert ennå, skyldes avviket i stor grad at vi benytter en koeffisient for omdanning av N fra avrenning i gjødsel til lystgass på 0,0075, med de offisielle norske tallene benytter 0,025.

2.3 CO₂-utslipp fra jordbruksarealer

Ifølge Stortingsmelding 39 (2008-2009) utgjør utslippene av CO₂ fra dyrket mark om lag 500 tusen tonn CO₂ per år, som utgjør knapt 10 prosent av utslippene i jordbruket og 1 prosent av totale norske klimagassutslipp. Men jordbruksarealer kan også ha en viktig rolle som lagringsmedium for karbon. Karbonbalansen i jordbruksarealet sier noe om potensialet for karbonfangst.

CO₂ utslipp fra og eventuell binding i jordbruksarealer er foreløpig ikke modellert i Jordmod. I det følgende gis det en kunnskapsstatus på dette området som utgangspunkt for

fremtidig modellering. Fremstillingen er i stor grad basert på INA Fagrapport nr. 11 (2007), Grønlund et al. (2008) og Grønlund et al. (2010).

Karboninnholdet i jordsmonn er et resultat av samspill mellom tilførsel og nedbryting av organisk materiale og tap gjennom plantenes respirasjon (Grønlund et al., 2008). Tilførselen skjer gjennom fotosyntesen og plantenes opptak av karbon, som delvis høstes og delvis tilbakeføres til jord. Nedbryting av organisk materiale i mineraljord gir et CO₂-utslipp til atmosfæren (jordrespirasjon) som tilnærmet er proporsjonal med innholdet av organisk materiale i jorden. Jord med lavt karboninnhold vil lettere akkumulere karbon enn jord med høyt innhold av organisk C. Jevn netto tilførsel vil dermed over tid stabilisere C-innholdet i jordsmonnet. Ved lave temperaturer, som i Norge, er respirasjonen relativt lav og likevektsnivået for C-innholdet blir tilsvarende relativt høyt.

Generelt er C-innholdet i det norske jordsmonnet relativt nært likevektsnivået. Selv om potensialet for C-lagring dermed er relativt beskjedent for norsk jordsareal, er det et unntak for bakkeplanert jord. Innholdet av moldjord og organisk karbon er i bakkeplanert jord vesentlig lavere enn i uplanert jord. Uplanert jord inneholder i gjennomsnitt 15,5 tonn C per dekar, mens innholdet er 10,4 tonn i planerte arealer (Grønlund et al., 2008). Dermed peker planerte arealer seg ut som et område for karbonbinding. Omlegging til grasmark på planerte arealer kan i tillegg gi en miljøgevinst siden bakkeplanerte arealer er mer utsatt for erosjon enn andre arealer. Omfanget av bakkeplanering er størst i Østlandsområdet og i Trøndelag. Et annet vesentlig skille når det gjelder karbonutslipp går mellom dyrking av henholdsvis mineraljord og organisk jord (tidligere myr).

IPCC (2006) oppgir utslippskoeffisienter for dyrket areal, men de er ikke representative for norsk jordbruksforhold. Norsk landbruk har rikelig med beiteområder i utmark, og derfor blir det ikke vekslet like mye mellom korn og gras som på kontinentet. Dermed ligger åkrene uten vegetasjonsdekke større deler av året, noe som fremmer utslipp av CO₂ (Grønlund 2010; personlig meddelelse). Standardverdiene til IPCC for utslipp av CO₂ er derfor ikke representative for norske forhold.

De totale utslippene av CO₂ fra åpen åker (definert som fulldyrket åker og eng) er som nevnt anslått til 500 tusen tonn CO₂ per år. Om en fordeler dette utslippet på dyrket areal, som er på om lag 10 millioner dekar, blir det gjennomsnittlige utslippet på 50 kg CO₂ per dekar per år. Men dette gjennomsnittet skjuler betydelige variasjoner mellom jordtyper (f. eks. mineralsk vs. organisk jord; planert vs. uplanert), driftsformer (f. eks. pløyd vs. permanent dekke) og regioner med hensyn til utslipps- og bindingspotensial. Bergninger gjort av Riley

(omtalt i INA fagrapport 2007) anslår for eksempel et tap på 200 kg CO₂ per dekar for åkerdrift på Østlandet.

Grace et al. (2006) fant god overensstemmelse mellom observert organisk C i jord og beregnet netto primærproduksjon (NPP)². For praktiske formål angis det som en brukbar regel at 10 prosent av NPP blir tilbake som organisk karbon. Riley og Bakkegaard (2006) estimerte det årlige tapet av organisk materiale i jordsmonn (SOM) til 1,03 prosent per år basert på målinger av SOM over lang tid. C-innholdet i SOM ble anslått til 58 prosent. Med en karbonbeholdning på 15,2 tonn C per da vil et tap på 1,03 prosent karbon årlig utgjøre 156,6 kg C per da, som tilsvarer 574 kg CO₂ per da. Disse beregningene stemmer godt overens med anslag for gjennomsnittlig relativ nedgang i SOM på 1,17 prosent årlig ved tilsvarende SOM nivåer for Wales (Webb et al., 2001).

Tabell 3 viser karbonmengde i norske jordbruksarealer fordelt på fylke og jordgruppe. Skillet mellom mineraljord og myr, mellom uplanert og planert jord og mellom regioner fremgår tydelig.

Tabell 3. Karbonmengde i jord.

Tabell 4.5. Karbonmengde (tonn/dekar) fordelt på fylke og jordgruppe

Fylke	Totalt	Mineral- jord	Myr	Mineraljord		Myr		
				Uplanert	Planert/ tilført	30-40 cm torv	40-100 cm torv	> 100 cm torv
Østfold	13,8	13,1	60,2	13,7	8,7	32,1	46,8	77,2
Oslo og Akershus	12,9	12,3	59,6	13,3	8,6	35,3	46,6	77,2
Hedmark	14,7	12,4	64,4	12,2	22,7	42,3	45,5	77,9
Oppland	16,3	14,3	66,9	14,3	10,5	37,2	45,5	77,1
Buskerud	13,5	12,5	60,4	12,9	8,5	34,4	45,6	76,7
Vestfold	13,7	12,9	59,6	13,3	8,5	33,6	46,7	76,7
Telemark	14,3	12,2	61,1	12,4	8,7	32,9	46,9	76,0
Aust-Agder	22,0	14,6	64,3	14,6	14,8	44,9	44,5	76,9
Vest-Agder	23,6	14,6	64,3	14,6	14,8	44,9	44,5	76,9
Rogaland	25,4	20,5	55,0	20,6	17,1	40,1	43,2	79,0
Hordaland	26,4	20,5	55,0	20,7	15,3	40,6	43,2	78,9
Sogn og Fjordane	23,4	20,5	55,0	20,7	15,3	40,6	43,2	78,9
Møre og Romsdal	23,3	20,5	55,0	20,7	15,3	40,6	43,2	78,9
Sør-Trøndelag	17,9	14,5	58,4	14,9	9,2	33,6	45,4	76,5
Nord-Trøndelag	17,4	13,7	58,6	14,0	9,2	31,4	46,3	76,2
Nordland	21,1	16,2	46,6	16,1	17,6	34,5	47,3	77,6
Troms	18,3	16,0	46,4	16,0	17,0	34,4	46,9	76,8
Finnmark	20,5	15,8	45,9	15,8	17,4	33,9	46,4	76,8
Norge	18,3	15,2	56,0	15,5	10,4	37,5	45,1	77,6

Kilde: Grønlund et al. (2008). Basert på Jordsmonndatabasen, skog- og landskap, standardverdier for karboninnhold etter sjikt og sjiktens tykkelse ned til 1 m dybde.

² NPP er balansen mellom fotosyntesen hvor karbon tas opp fra atmosfæren og bindes i nytt plantemateriale, og respirasjon hvor karbon frigjøres til atmosfæren igjen.

Tabell 4. Variasjoner mellom regioner i karboninnhold i jordsmonn (0-20 cm dybde). Prosent

Sørøst-Norge	Sørvest-Norge	Vestlandet	Midt-Norge	Nord-Norge
2.7	4.0	4.3	2.9	3.3

Kilde: Grønlund et al. (2008)

Overgang fra åpen åker til grasmark gir en betydelig reduksjon i utslippene av CO₂, men det er likevel stor usikkerhet knyttet til om grasmark i det store og det hele fungerer som en karbon sink. Det er registrert karboninnhold på opptil 20 tonn C per da på grasmark i Norge. Hvis disse områdene med grasmark har akkumulert C siden siste istid (10 000 år), betyr det at C-lagringen har vært på 2 kg C per da per år i gjennomsnitt i en tenkt lineær prosess. Ettersom C-innholdet øker vil imidlertid opptaket avta, og det regnes derfor som lite sannsynlig at vedvarende eng og beite kan binde særlig mye C i dag. (Grønvold et al., 2010). For gras på planerte områder kan det imidlertid være rimelig å anta at det årlig bindes 2 kg C per dekar siden C-innholdet er klart lavere enn på uplanerte arealer.

Globalt representerer myrjord et betydelig lager av karbon. Om lag 1/3 av all organisk karbon er bundet i myrjord, som dekker 2-3 prosent av verdens landareal. Av klimatiske årsaker finnes myrjord for det meste i de arktiske og subarktiske områdene. Karbonlageret i myr er i samme størrelsesorden som totalt karboninnhold i atmosfæren, eller som i all vegetasjon i verden (Joosten and Clarke, 2002). Forvaltningen av våtmarker har dermed stor betydning for klimaet, og det er de nordlige nasjoner som har dette forvaltningsansvaret. Utfordringen i klimasammenheng er å forhindre frigjøring av det enorme karbonlageret til atmosfæren.

Tabell 5. Oppdyrket myr i Norge

Region	Areal (da)	Andel av dyrket myr, hele landet	Andel myr av dyrket areal i regionen
Østlandet	105 740	17	2,2
Sørlandet	41 950	7	13,1
Vestlandet	270 280	43	11,0
Midt-Norge	84 480	13	5,2
Nord-Norge	127 080	20	13,5
Totalt	629 530	100	6,2

Kilde: SSB

Våtmarker er blitt drenert og dyrket opp for å utvide jordbruksarealet. Oppdyrket myr er for Norge anslått å utgjøre 6,2 prosent av dyrket areal (Grønlund et al., 2008)³. Tabell 5 viser regional fordeling av oppdyrket myr. Av dette er rundt 90 prosent eng til slått, 5 prosent korn og resten potet. Oppdyrket myr egner seg dårlig som heltidsbeite.

Det er tre klimagasser involvert i interaksjon mellom myr og atmosfære: metan (CH_4), karbondioksid (CO_2) og lystgass (N_2O). Alle disse komponentene må med i beregningen når man skal vurdere klimabidraget til oppdyrket myr og restaurert myr. I tillegg kan det være behov for å ta hensyn til type arealbruk for oppdyrket myr.

Myrland i Norge er anslått å binde CO_2 gjennom fotosyntesen tilsvarende 60-100 kg per da per år. Utslippet av CH_4 anslås til 2-40 kg per da per år, tilsvarende 50-1000 kg CO_2 per da per år (Grønvold, 2008; personlig meddelelse). Variasjonene er svært store, men empirisk materiale for Norge tyder på at naturlig myr er en netto utslippskilde til klimagasser. For Europa er det anslått at myrjord er en netto kilde til utslipp av karbon tilsvarende 59 kg CO_2 per da per år (Canell and Milne, 1995; sitert i Freibauer et al. 2004).

Drenering av myr setter i gang en rask og langvarig oksidering av organisk karbon, med tilhørende utslipp av CO_2 , men stanser praktisk talt utslippene av metan. Utslipp av klimagassen N_2O er omtrent den samme fra oppdyrket myr som fra naturlig myr. Det er altså avveiningen mellom CH_4 utslipp fra naturlig myr og CO_2 utslipp fra dyrka myr som er avgjørende i klimasammenheng. For Norge anslås at dyrket myr gir CO_2 -utslipp på 200-300 kg CO_2 per da per år.

Freibauer (2003) anslår at totalt utslipp av klimagasser fra dyrket myr i Europa er på 3,5 (2,2-5,2) tonn C/ha på eng, 4,9 (3,3-6,5) på åker og 6,5 (3,8-9,5) ved dyrking av poteter. Disse verdiene inkluderer N_2O og kan derfor være høyere enn anslaget for Norge. I tillegg bidrar klimaforskjeller til høyere utslipp på kontinentet.

Ved dyrking fortsetter utslipp av C som er om lag 10 ganger høyere enn C-utslipp fra drift på mineralsk jord. Utslippene går ikke mot en likevekt, men fortsetter til all organisk karbon er mineralisert. Utslippene fra åkerdrift anslås til ca 500 kg C/da og år, som tilsvarer 1830 tonn CO_2 /da og år. For tidligere perioder med høyere innhold av organisk material i myr har anslagene vært på 800 kg C/da per år (2930 tonn CO_2 e per da per år).

Hvis arealene går ut av drift, kollapser grøftene og fører til redusert gjennomlufting og redusert nedbryting av organisk materiale. Det anslås at myr ute av drift har et CO_2 -utslipp på 300 kg C per da og år.

³ Nyere beregninger viser at 850 000 da eller 8,5 prosent av jordbruksarealet er tidligere myr.

Klimagassutslipp fra jordbruk på drenert myrjord kan reduseres betydelig ved en tilbakeføring til våtmark. Ulike teknikker kan brukes for å dempe utslippene av metan, som f.eks. ved grunn grøfting eller ved å sørge for mosevegetasjon i topplaget for å oksidere CH₄ ved overflaten.

En tilnærming i Jordmod kan være å bruke faste koeffisienter for utslipp eller binding av karbon per arealenhet som er spesifikke med hensyn til jordtype (mineralsk, organisk, planert, uplanert), driftsformer (pløyd jord, permanent dekke, korn, gress, beite) og region. Koeffisientene kan blant annet finnes basert på observasjoner av jordas innhold av karbon og organisk materiale. Tilgangen på jord av ulike typer i ulike regioner er tilgjengelig i Jordsmonnsdatabasen. Kostnads- og avlingsforskjeller mellom jordtype, driftsformer og regioner må implementeres.

3. Modellbruk i Jordmod– eksempel på tilpasninger til miljøavgift

Funksjoner og datagrunnlag i henhold til beskrivelsen ovenfor, er lagt inn i Jordmod. Det er også lagt inn muligheter til å beskutte de ulike utslippene. Modellbruksgeneratoren til Jordmod beregner hva som er optimal drift for brukene i forhold til innleste virkemidler og rammebetingelser. Når vi endrer virkemiddelbruk, f. eks. fra dagens system med mye prisstøtte til en politikk med miljøavgifter og økt vekt på arealtilskudd, bør dette reflekteres i faktorsammensetningen på modellbrukene.

Tabell A8 viser eksempler på tilpasning for et melkebruk på Vestlandet. Den første rekken viser basisløsningen for dagens politikk. Vi ser blant annet at melkebruket har 58 dyr hvorav 20 er melkekyr. 291 dekar inngår i produksjon av grovfôr. Hver ku melker 5900 liter i året, og grovfôrandelen i fôringen er 69 prosent. Brukets lønnsevne er på nær 200 000 kroner pr årsverk, sterkt påvirket av subsidier på over 400 000 kroner. Miljøavgiftene er lik null. På miljøsidene fremgår det blant annet at klimagassutslippene irednet i CO₂-ekvivalenter er på nær 2,50 pr liter melk, eller 550 kg pr dekar. Nitrogenavrenningen til vannveier er på ca. 3 kg pr dekar.

Rekkene 2-5 viser noen enkeltstående endringer i virkemiddelbruken i forhold til dagens politikk. Det eneste som forutsettes i rekke 2 er at melkeproduksjonen pr ku slippes fri (den er bundet oppad til 5900 liter i basisløsningen begrunnet med rigiditeter som følge av konsesjonssystemet). Melkeproduksjonen (meierileveransen) øker til 7300 liter pr ku. Arealmengden øker for å skaffe nok grovfôr, men innkjøpt kraftfôr øker relativt mer, som betyr at grovfôrandelen avtar. Høyere ytelse og kraftfôrandel pr ku fører til at koeffisienten Y

som angir andelen av totalt energiinntak som omdannes til metan, avtar betydelig, og metanutslippene avtar derfor både pr dekar og pr. liter. For øvrig avtar utslippene pr dekar og pr produsert enhet for alle klimagassene (men naturligvis ikke pr dyr), mens avrenningen av nitrogen er om lag uendret (spredearealet øker men det gjør også mengden husdyrgjødsel, jf. VS pr ku, og prisen på kunstgjødsel er uendret).

Rekke 3 viser virkningene av en CO₂ avgift på 0,50 kr pr kg (ellers virkemidler som i rekke 2). Med klimagassutslipp på 155 tonn CO₂e gir dette en samlet CO₂ avgift på 76 000 kroner for dette bruket etter tilpasning. I forhold til denne forutgående beregningen er den viktigste tilpasningen at kraftfôrandelen i fôringen øker sterkt. Melkeproduksjonen pr ku endres lite av dette, men metanutslippene pr ku avtar. Som et resultat av høyere kraftfôrandel, avtar arealbruket merkbart. Gjødslingen med husdyrgjødsel pr dekar øker derfor. Bruken av kunstgjødsel pr dekar avtar imidlertid så mye at samlet gjødsling pr dekar, og dermed også avrenning av N til vannveier, går ned. Samlet sett ser vi at klimagassutslippene pr liter melk målt som CO₂-e avtar betydelig (ca. 20 prosent). Den viktigste drivkraften synes å være mindre bruk av kunstgjødsel, både som følge av mindre areal og mindre gjødsling pr arealenhet. Om det er en målsetting å opprettholde en viss arealbruk er det to viktige forhold som kommer frem i denne beregningen: 1) CO₂ avgiften bidrar til å redusere arealbruken, og 2) klimagassutslippene regnet pr dekar øker.

Rekke 4 viser virkningene av en avgift på N-avrenning til vannveier (20 kr pr kg tapt N) (ellers virkemidler som i rekke 2, dvs. uten CO₂ avgift). Denne beregningen ligner påfallende på den forutgående beregningen med CO₂ avgift siden vi i forhold til rekke 2 får høyere kraftfôrandel, lavere arealbruk, nedgang i klimagassutslipp pr liter, men økning i utslippene pr dekar, og lavere N avrenning pr dekar.

De to forutgående beregningene har antydnet en konflikt mellom CO₂ avgift (og N avgift) og en eventuell målsetting om arealbruk. Virkemidlene må med andre ord reflektere en avveining mellom flere hensyn. Den siste rekken ("Grønn politikk") viser tilpasningen til et virkemiddelsystem som forutsetter verdensmarkedspriser på jordbruksvarer, flere ulike miljøavgifter (CO₂, NH₃ og N), og statsstøtte i form av arealtilskudd (1 500 kr pr dekar).

Lønnsevnen til bruket påvirkes lite av denne kraftige omleggingen, og netto subsidier (arealtilskudd fratrukket miljøavgifter) øker noe. I forhold til dagens politikk ser vi likevel at CO₂ utslippene avtar sterkt både pr dekar og pr liter melk. N avrenningen pr dekar går også sterkt ned, mens effekten er noe svakere for NH₃ utslippene (som i stor grad drives av produksjon og bruk av husdyrgjødsel). Grovfôrandel er nesten tilbake på dagens nivå, og

arealbruken pr dyr er betydelig høyere enn i dag. I denne beregningen substituerer areal i stor grad kunstgjødsel.

Tabell A9 viser en sammenligning av utslippsintensiteten for ulike animalske bruk på Vestlandet.

4. Modellberegninger – dagens politikk versus grønn politikk

Neste steg er å sette modellbrukene inn i Jordmod og beregne markedsløsninger. Tabell A10a-e sammenligner resultater fra to ulike beregninger med tilpasningen under gjeldende rammebetingelser (basisløsningen). Basisløsningen representerer dagens politikk med ulike typer reguleringer, statsstøtte og skjermingsstøtte, og ingen miljøavgifter. ”Grønn politikk” tar som utgangspunkt modellbruk som er konstruert etter samme prinsipper og virkemidler som i rekke 5 i Tabell A8. Disse modellberegningene settes så inn i markedsmodellen (”selve Jordmod”).

I markedsmodellen forutsettes det at importvernet reduseres sterkt (tollsatsene reduseres til 30 prosent av dagens nivå), at all statsstøtte erstattes med arealtilskudd, og at det innføres miljøavgifter av samme type og omfang som i rekke 5 i Tabell A8. Ellers settes det ingen restriksjoner på ytelsen i melkeproduksjonen. I beregningen stilles det som krav at arealbruken minst skal være 90 prosent av nivået i basisløsningen, og samme omfang på beitearealet. Arealtilskuddene genereres endogent som skyggepriser knyttet til disse restriksjonene.

Basisløsningen samsvarer rimelig godt med faktisk situasjon, både for produksjon, arealbruk, støtte, førmidler, karakteristika i melkeproduksjonen, antall dyr av forskjellig type og gjødsling. Dette er en forutsetning for at utslippstallene, som tidligere også er oppsummert i Tabell A7, skal være realistiske.

Den ”grønne” beregningen antyder at det totale jordbruksareal og beitearealet i stor grad kan opprettholdes med under halvparten av dagens støtte og betraktelig høyere samfunnsøkonomisk overskudd *samtidig som* CO₂ og NH₃ utslippene halveres, og avrenningen av N til vannveier reduseres med 1/3.

Miljøavgiftene trekker i retning av færre beitedyr og mindre areal. Areal- og beitetilskuddene motvirker dette. Om det kun gis generelle arealtilskudd, og ikke beitetilskudd, vil arealet hovedsakelig holdes opp med rene planteproduksjoner (korn og potet) som drives med lavt bruk av kunstgjødsel. Når det også gis beitetilskudd, aktiveres de beitedyrene som er *minst ulønnsomme* til de gitte miljøavgiftene og verdensmarkedsprisene.

Dette synes å være melkekyr og ammekyr. Ellers er det et klart resultat at gjødslingsintensiteten avtar sterkt, dvs. at det må mer areal til for å produsere en gitt mengde fôr.

5. Avslutning

I dette arbeidsnotatet har vi redegjort for arbeidet med å implementere koeffisienter og funksjoner for utslipp av klimagasser og forurensning i Jordmod. Vi har demonstrert hvordan Jordmod genererer modellbruk som er økonomisk tilpasset miljøavgifter og hvordan modellen beregner tilpasninger på sektornivå til gitte klimamålsettinger.

Notatet vil danne utgangspunkt for videre arbeid med å forbedre og utvide Jordmod på klimaområdet. Vi har påpekt viktigheten av å fange opp hvordan utslipp og binding av CO₂ i jordarealet varierer mellom jordtyper, driftsformer, og regioner. Videre har vi påpekt avvik mellom våre og SSBs valg av koeffisienter på enkelte områder som det bør klares opp i. I videre arbeid er det en målsetting at koeffisienter og funksjoner i størst mulig grad skal tilpasses lokale forhold.

Referanser

Crutzen, P. J., A. R. Mosier, K. A. Smith and W. Winiwarter (2008): N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmos. Chem. Phys.*, 8, 389-395, 2008.

Crutzen, P.J., A. R. Mosier, K. A. Smith and W. Winiwarter (2007): N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 7, 11191–11205, 2007.

Freibauer, A. M. D. A. Rounsevell, P. Smith and J. Verhagen (2004). Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma* 122(2004) 1-23.

Grace, P. R., J. N. Ladd, G. P. Robertson, and S. H. Gage (2006): SOCRATES – A simple model for predicting long term changes in soil organic carbon in terrestrial ecosystems. *Soil Biology and Biochemistry* 38:1172-1176

Grønlund, A., K. K. de Zarruk og D. P. Rasse (2010): Klimatiltak i jordbruket – binding av karbon i jordbruksjord. *Bioforsk Rapport Vol. 5 Nr. 5* 2010.

Grønlund, A., K. K. de Zarruk og D. P. Rasse (2008): Kunnskapsstatus for utslipp og binding av karbon i jordbruksjord. *Bioforsk Rapport Vol. 3 Nr. 132* 2010.

Gundersen, G. I., A. Snellingen Bye, T. Sandmo og G. Berge (2008): Jordbruk og miljø. Resultatkontroll jordbruk 2007. Rapport 2008/1. Statistisk sentralbyrå, Oslo.

Hilhorst, M. A., Mele, R. W., Willers, H. C., Groenestein, C. M., Monteny, G. J. (2001): Effective strategies to reduce methane emissions from livestock. ASAE annual meeting.

HOLOS (2010): HOLOS Farm Greenhouse Calculator

INA (2007): Klimagasser og bioenergi fra landbruket – kunnskapsstatus og forskningsbehov. INA Fagrapport 11, Institutt for Naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap.

Joosten, H. and D. Clarke (2002): Wise use of mires and peatlands. Background and principles including a framework for decision-making. International Mire Conservation Group and International Peat Society. ISBN 951-97744-8-3.

Kirchgessner, M., Windisch and H. L. Muller (1995): Nutritional factors for the quantification of methane production. In: W. v. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves and D. Giesecke (eds.) Ruminant physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Proceedings of the Eight International Symposium on Ruminant Physiology. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1995.

Mills, J. A. N., E. Kebreab, C. M. Yates, L. A. Crompton, S. B. Cammell, M. S. Dhanoa, R. E. Agnew and J. France (2003): J. Anim. Sci. 81: 3141-3150.

Mittenzwei, K. og I. Gaasland (2008): Dokumentasjon av Jordmod - modellbeskrivelse og analyse. NILF-rapport no. 3. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.

Morken, J., K. Cristoffersen og M. V. Pettersen (1999): Reduksjon av utslipp av ammoniakk i Norge. SFT Rapport 99:10.

Riley, H. and M. Bakkegaard (2006): Declines of soil organic matter under arable cropping in southeast Norway. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 2006; 56: 217-223.

Sommer, S. G., S. O. Petersen, H. B. Møller (2004): Algorithms for calculating methane and nitrous oxide emissions from manure management. Nutrient Cycling in Agroecosystems 69:143-154.

SSB (2008): Naturressurser og miljø 2008. Statistiske analyser 102. Statistisk sentralbyrå.

Vatn, A., L. Bakken, M. A. Bleken, O. H. Baadshaug, H. Fykse, L. E. Haugen, H. Lundekvam, J. Morken, E. Romstad, P. K. Rørstad, A. O. Skjelvåg, T. Sogn (2006): A methodology for integrated economic and environmental analysis of pollution from agriculture. Agricultural Systems 88 (2006) 270-293.

Volden, H. and S. K. Nes (2007): Methane emissions from enteric fermentation in Norwegian's cattle and sheep population. Method description. In Aasestad, Kristin (ed) (2007): The Norwegian Emission Inventory 2007. Rapport 2007/39 Statistisk sentralbyrå.

Aasestad, K. (ed) (2007): The Norwegian Emission Inventory 2007. Rapport 2007/39. Statistisk sentralbyrå.

Tabellvedlegg

Tabell A1. Utslipp av metan – fordøyelsesprosesser

Dyreslag	FEm / År	Grovför- andel	GE / FEm	GE / dag	Y _t * 100	EF ^{CH₄.e} (kg pr dyr)	#dyr (1000)	CH ₄ ^e Totalt (tonn)
MKYR "Melkekyr"	4831	0,63	22,4	297	7,3	142,7	276,7	39498
AKYR "Ammekyr"	2768	0,91	22,4	170	9,0	100,3	49,6	4972
OKKS "Oksekalver slakt etter 1 år"	949	0,12	22,4	58	3	11,5	10,6	121
KVKS "Kvige kalver slakt etter 1 år"	949	0,12	22,4	58	3	11,5	10,6	121
OKKO "Oksekalver oppdrett under 1 år"	949	0,12	22,4	58	3	11,5	158,7	1819
KVKO "Kvige kalver oppdrett under 1 år"	949	0,12	22,4	58	3	11,5	154,2	1767
OKSS "Oksekalver slakt etter 2 år"	3315	0,83	22,4	203	8	106,7	160,1	17087
KVGS "Kviger slakt etter 2 år"	1997	0,88	22,4	123	8	64,3	30,2	1943
KVGO "Kviger erstatning melkekyr etter 2 år"	1997	0,88	22,4	123	8	64,3	128,0	8233
GRIS "Slaktesgris"	231	0,00	22,4	14		1,5	1358,9	2038
PURK "Purke"	2196	0,00	22,4	135		1,5	59,1	89
SOEY "Søye; vinterfôret sau"	353	0,89	22,4	22	6,5	9,2	1114,6	10294
LAMS "Lam"	180	1,00	22,4	11	4,5	1,3	976,2	1247
GEIT "Melkegeit"	450	0,62	22,4	28	6,5	11,8	50,1	589
KJES "Geitekillling"	150	1,00	22,4	9	4,5	2,7	10,8	29
HOEN "Verpehøner"	55	0,00	22,4	3		0,02	3,3	0
KYLS "Slaktekylling"	3	0,00	22,4	0		0,02	43,3	1
Totalt								89848

Tabell A2. Utslipp av metan – gjødselshåndtering

MCF _s										
0,17 0,015 0,01										
$\alpha_{s,t}$										
Dyreslag	Liquid system	Solid storage, drylot	Pasture, paddock	Veid MCF	B0	VS	Kubikk til kg	$EF_t^{CH_4mm}$ (kg pr dyr)	#dyr (tusen)	CH4 ^{mm} Totalt (tonn)
Mkyr "Melkekyr"	0,67	0,05	0,28	0,117	0,24	1892	0,67	35,73	276,7	9887
AKYR "Ammekyr"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	1084	0,67	14,73	49,6	730
OKKS "Oksekalver slakt etter 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	372	0,67	5,05	10,6	53
KVKS "Kvigeikalver slakt etter 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	372	0,67	5,05	10,6	53
OKKO "Oksekalver oppdrett under 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	372	0,67	5,05	158,7	801
KVKO "Kvigeikalver oppdrett under 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	372	0,67	5,05	154,2	779
OKSS "Oksekalver slakt etter 2 år"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	1298	0,67	17,64	160,1	2823
KVGS "Kviger slakt etter 2 år"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	782	0,67	10,63	30,2	321
KVGO "Kviger erstatning mkyr etter 2 år"	0,64	0,05	0,31	0,113	0,18	782	0,67	10,63	128,0	1360
GRIS "Slaktesgris"	0,88	0,12	0	0,151	0,45	156	0,67	7,12	1358,9	9679
PURK "Purke"	0,88	0,12	0	0,151	0,45	312	0,67	14,25	59,1	842
SOEY "Søye; vinterføret sau"	0,26	0,3	0,44	0,053	0,19	138	0,67	0,93	1114,6	1042
LAMS "Lam"	0,26	0,3	0,44	0,053	0,19	70	0,67	0,48	976,2	465
GEIT "Melkegeit"	0,26	0,3	0,44	0,053	0,18	176	0,67	1,13	50,1	56
KJES "Geitekillling"	0,26	0,3	0,44	0,053	0,18	59	0,67	0,38	10,8	4
HOEN "Verpehøner"	0,27	0,73	0	0,057	0,39	9	0,67	0,14	3,3	0
KYLS "Slaktekylling"	0,27	0,73	0	0,057	0,36	6	0,67	0,08	43,3	4
Totalt										28901

Tabell A3. Direkte utslipp av lystgass - gjødselshåndtering

Dyreslag	EF _S ^{N2O_{mm}}			Veid EF ^{N2O_{mm}}	NX (kg per dyr)	44/28	N2O _t ^{mm} (pr dyr)	#dyr (1000)	N2O ^{mm} Totalt (tonn)
	0,001	0,02	0,02						
	α _{s,t}								
	Liquid system	Solid storage and drylot	Pasture and paddock						
Mkyr "Melkekyr"	0,67	0,05	0,28	0,0073	82,1	1,6	0,94	276,7	260
AKYR "Ammekyr"	0,64	0,05	0,31	0,0078	41,1	1,6	0,51	49,6	25
OKKS "Oksekalver slakt etter 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,0078	20,5	1,6	0,25	10,6	3
KVKS "Kvigekalver slakt etter 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,0078	20,5	1,6	0,25	10,6	3
OKKO "Oksekalver oppdrett under 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,0078	20,5	1,6	0,25	158,7	40
KVKO "Kvigekalver oppdrett under 1 år"	0,64	0,05	0,31	0,0078	20,5	1,6	0,25	154,2	39
OKSS "Oksekalver slakt etter 2 år"	0,64	0,05	0,31	0,0078	49,2	1,6	0,61	160,1	97
KVGS "Kviger slakt etter 2 år"	0,64	0,05	0,31	0,0078	29,6	1,6	0,36	30,2	11
KVGO "Kviger erstat. mkyr etter 2 år"	0,64	0,05	0,31	0,0078	29,6	1,6	0,36	128,0	47
GRIS "Slaktesgris"	0,88	0,12	0	0,0033	4,1	1,6	0,02	1358,9	29
PURK "Purke"	0,88	0,12	0	0,0033	16,0	1,6	0,08	59,1	5
SOEY "Søye; vinterfôret sau"	0,26	0,3	0,44	0,0151	13,0	1,6	0,31	1114,6	343
LAMS "Lam"	0,26	0,3	0,44	0,0151	5,7	1,6	0,13	976,2	131
GEIT "Melkegeit"	0,26	0,3	0,44	0,0151	19,0	1,6	0,45	50,1	23
KJES "Geitekillling"	0,26	0,3	0,44	0,0151	8,3	1,6	0,20	10,8	2
HOEN "Verpehøner"	0,27	0,73	0	0,0149	0,699	1,6	0,02	3,3	0
KYLS "Slaktekylling"	0,27	0,73	0	0,0149	0,053	1,6	0,00	43,3	0
Totalt									1055

Tabell A4. Indirekte utslipp av lystgass – nedfall av ammoniakk ved gjødselshåndtering

Dyreslag	$EF_{ts}^{NH3_mm}$			Veid $EF_t^{NH3_mm}$	NX_t (kg per dyr)	$NH3_t$ (pr dyr)	EF^{N2ONH3_mm}	44/28	$N2O^{NH3_mm}$ (kg pr dyr)	#dyr (tusen)	$NH3^{mm}$ Totalt (tonn)	$N_2O^{NH3_mm}$ Totalt (tonn)
	Liquid system	Solid storage, drylot	Pasture, paddock									
Mkyr "Melkekyr"	0,4	0,30	0,2	0,3390	82,1	27,8	0,01	1,6	0,44	276,7	7701	121
AKYR "Ammekyr"	0,4	0,30	0,2	0,3330	47,0	15,7	0,01	1,6	0,25	49,6	777	12
OKKS "Oksekalv slakt 1 år"	0,4	0,30	0,2	0,3330	16,1	5,4	0,01	1,6	0,08	10,6	57	1
KVKS "Kvigeikalv slakt 1 år"	0,4	0,30	0,2	0,3330	16,1	5,4	0,01	1,6	0,08	10,6	57	1
OKKO "Oksekalv oppdrett <1 år"	0,4	0,30	0,2	0,3330	16,1	5,4	0,01	1,6	0,08	158,7	852	13
KVKO "Kvigeikalv oppdrett <1 år"	0,4	0,30	0,2	0,3330	16,1	5,4	0,01	1,6	0,08	154,2	828	13
OKSS "Oksekalv slakt 2 år"	0,4	0,30	0,2	0,3330	56,3	18,8	0,01	1,6	0,29	160,1	3003	47
KVGS "Kviger til slakt 2 år"	0,4	0,30	0,2	0,3330	33,9	11,3	0,01	1,6	0,18	30,2	342	5
KVGO "Kviger erstat. mkyr 2 år"	0,4	0,30	0,2	0,3330	33,9	11,3	0,01	1,6	0,18	128,0	1447	23
GRIS "Slaktesgris"	0,48	0,45	0,2	0,4764	4,1	1,9	0,01	1,6	0,03	1358,9	2637	41
PURK "Purke"	0,48	0,45	0,2	0,4764	16,0	7,6	0,01	1,6	0,12	59,1	450	7
SOEY "Søye; vinterfôret sau"	0,12	0,12	0,2	0,1552	3,5	0,5	0,01	1,6	0,01	1114,6	605	10
LAMS "Lam"	0,12	0,12	0,2	0,1552	1,5	0,2	0,01	1,6	0,00	976,2	231	4
GEIT "Melkegeit"	0,12	0,12	0,2	0,1552	5,2	0,8	0,01	1,6	0,01	50,1	40	1
KJES "Geitekillling"	0,12	0,12	0,2	0,1552	2,3	0,4	0,01	1,6	0,01	10,8	4	0
HOEN "Verpehøner"	0,4	0,40	0,2	0,4000	0,699	0,3	0,01	1,6	0,00	3,3	1	0
KYLS "Slaktekylling"	0,4	0,40	0,2	0,4000	0,053	0,0	0,01	1,6	0,00	43,3	1	0
Totalt											19032	299

Tabell A5. Direkte utslipp av lystgass - gjødsling med husdyrgjødsel utenom beite

Dyreslag	NX_i (kg per dyr)	Andel av NX på dyrket areal (utenom beite)	NX på dyrket areal (utenom beite)	EF^{N2O-m}	44/28	$N2O_t^m$ (kg pr dyr)	#dyr (tusen)	$N2O^m$ Totalt (tonn)
Mkyr "Melkekyr"	82,1	0,4353	35,7	0,01	1,6	0,56	276,7	155,4
AKYR "Ammekyr"	41,1	0,4174	17,1	0,01	1,6	0,27	49,6	13,3
OKKS "Oksekalver slakt etter 1 år"	20,5	0,4174	8,6	0,01	1,6	0,13	10,6	1,4
KVKS "Kvigealver slakt etter 1 år"	20,5	0,4174	8,6	0,01	1,6	0,13	10,6	1,4
OKKO "Oksekalver oppdrett under 1 år"	20,5	0,4174	8,6	0,01	1,6	0,13	158,7	21,4
KVVO "Kvigealver oppdrett under 1 år"	20,5	0,4174	8,6	0,01	1,6	0,13	154,2	20,8
OKSS "Oksekalver slakt etter 2 år"	49,2	0,4174	20,5	0,01	1,6	0,32	160,1	51,6
KVGS "Kviger slakt etter 2 år"	29,6	0,4174	12,4	0,01	1,6	0,19	30,2	5,9
KVGO "Kviger til erstatning mkyr etter 2 år"	29,6	0,4174	12,4	0,01	1,6	0,19	128,0	24,9
GRIS "Slaktesgris"	4,1	0,5203	2,1	0,01	1,6	0,03	1358,9	45,3
PURK "Purke"	16,0	0,5203	8,3	0,01	1,6	0,13	59,1	7,7
SOEY "Søye; vinterføret sau"	13,0	0,4865	6,3	0,01	1,6	0,10	1114,6	110,8
LAMS "Lam"	5,7	0,4865	2,8	0,01	1,6	0,04	976,2	42,2
GEIT "Melkegeit"	19,0	0,4865	9,2	0,01	1,6	0,15	50,1	7,3
KJES "Geitekillling"	8,3	0,4865	4,0	0,01	1,6	0,06	10,8	0,7
HOEN "Verpehøner"	0,699	0,5851	0,4	0,01	1,6	0,01	3,3	0,0
KYLS "Slaktekylling"	0,053	0,5851	0,0	0,01	1,6	0,00	43,3	0,0
Totalt								510,0

Tabell A6. Indirekte utslipp av lystgass – nedfall av ammoniakk ved gjødsling med husdyrgjødsel utenom beite

Dyreslag	NX (kg) på dyrket areal (utenom beite)	EF^{NH3_m}	$EF^{N2O\ NH3_m}$	44/28	$N2O_t^{NH3}$ (kg per dyr)	$NH3_t^m$ (kg pr dyr)	#dyr (tuen)	$NH3^m$ (tonn)	$N_2O^{NH3_m}$ Totalt (tonn)
Mkyr "Melkekyr"	35,7	0,2	0,01	1,6	0,1	7,1	276,7	1977,9	31,1
AKYR "Ammekyr"	17,1	0,2	0,01	1,6	0,1	3,4	49,6	169,9	2,7
OKKS "Oksekalver slakt etter 1 år"	8,6	0,2	0,01	1,6	0,0	1,7	10,6	18,1	0,3
KVKS "Kvigealver slakt etter 1 år"	8,6	0,2	0,01	1,6	0,0	1,7	10,6	18,1	0,3
OKKO "Oksekalver oppdrett under 1 år"	8,6	0,2	0,01	1,6	0,0	1,7	158,7	271,9	4,3
KVKO "Kvigealver oppdrett under 1 år"	8,6	0,2	0,01	1,6	0,0	1,7	154,2	264,2	4,2
OKSS "Oksekalver slakt etter 2 år"	20,5	0,2	0,01	1,6	0,1	4,1	160,1	656,9	10,3
KVGS "Kviger slakt etter 2 år"	12,4	0,2	0,01	1,6	0,0	2,5	30,2	74,7	1,2
KVGO "Kviger erstatning mkyr etter 2 år"	12,4	0,2	0,01	1,6	0,0	2,5	128,0	316,5	5,0
GRIS "Slaktesgris"	2,1	0,2	0,01	1,6	0,0	0,4	1358,9	575,9	9,1
PURK "Purke"	8,3	0,2	0,01	1,6	0,0	1,7	59,1	98,4	1,5
SOEY "Søye; vinterføret sau"	6,3	0,2	0,01	1,6	0,0	1,3	1114,6	1409,9	22,2
LAMS "Lam"	2,8	0,2	0,01	1,6	0,0	0,6	976,2	536,9	8,4
GEIT "Melkegeit"	9,2	0,2	0,01	1,6	0,0	1,8	50,1	92,5	1,5
KJES "Geitekillling"	4,0	0,2	0,01	1,6	0,0	0,8	10,8	8,7	0,1
HOEN "Verpehøner"	0,4	0,2	0,01	1,6	0,0	0,1	3,3	0,3	0,0
KYLS "Slaktekylling"	0,0	0,2	0,01	1,6	0,0	0,0	43,3	0,3	0,0
Totalt								6491,2	102,0

Tabell A7. Utslipp fra jordbruket (tonn) - oppsummering (2004)

	Metan			Lystgass			Ammoniakk			Nitrogen		
	Våre bereg.	Basisløsning Jordmod	SSB ^{*)}	Våre bereg.	Basisløsning Jordmod	SSB ^{*)}	Våre bereg.	Basisløsning Jordmod	SSB ^{*)}	Våre bereg.	Basisløsning Jordmod	SSB ^{*)}
Tarmgasser	89.848	91.200	90.457									
Gjødselhåndtering	28.901	32.900	14.793	1.055	1.004	1.856*)	19.032	23.106	18.197***)			
Gjødselhåndt. nedfall				299	362	251**)						
NH ₃												
Husdyrgjødsel				510	627	*)	6.491	7.987	***)			
Husdyrgjødsel, nedfall				102	125	**)						
NH ₃												
Kunstgjødsel				1.575	1.739	2.078	10.021	11.704	1.193			
Kunstgjødsel, nedfall NH ₃				158	185	**)						
Avrenning all gjødsel				298	230	1 091				25.300	30.574	
Totalt	118.749	124.100	105.250	3.997	4.272	5.276	35.544	42.797	19.390	25.300	30.574	

^{*)} Gundersen et al. (2008; tabell 13-14).

Tabell A8. Produksjon, faktorbruk og intensitet ved endret virkemiddelbruk – melkebruk på Vestlandet (utslipp i CO2 ekvivalenter)

	Lønns evne (1000)	Netto subs. (1000)	Miljø avg. (1000)	CO2 avg. (1000)	NH3 avg. (1000)	N-avr. avg. (1000)	# dyr	# kyr	Areal (da)	Melk (1000)	Kjøtt (1000)	Arbeid (årsv.)	Kapital (1000)
Dagens politikk	197	417	0	0,0	0,0	0,0	58	20	291	118	5,0	1,9	1463
- høy melkeytelse	228	436	0	0,0	0,0	0,0	58	20	324	147	5,0	2,0	1464
- CO2avgift (0,5 kr pr kg)	169	348	76	76,3	0,0	0,0	57	20	292	146	4,9	1,9	1459
- N-avr. avgift (20 kr pr kg)	214	427	0	0,0	0,0	15,0	57	20	296	146	5,0	1,9	1462
Grønn politikk	163	570	95	79,0	16,4	19,2	59	20	443	147	5,2	2,1	1477

	Melk pr ku (1000)	Gfor andel kyr	GE pr ku	Y pr ku	VS pr ku	N-totalt pr daa	N-kunst pr daa	N- husdyr pr daa	Avling slått pr daa	Avling beite pr daa
Dagens politikk	5,900	0,69	295	7,5	1877	18,7	14,6	4,1	397	324
- høy melkeytelse	7,333	0,65	328	6,9	2091	18,8	14,8	4,0	398	324
- CO2avgift (0,5 kr pr kg)	7,292	0,51	332	6,6	2117	15,6	11,2	4,4	379	295
- N-avr. avgift (20 kr pr kg)	7,310	0,54	332	6,7	2114	16,4	12,1	4,4	379	326
Grønn politikk	7,360	0,65	329	6,9	2095	10,2	7,3	2,9	354	169

	CH4 pr daa	CH4 pr liter	N2O husdyr pr daa	N2O husdyr pr liter	N2O kunst pr daa	N2O kunst pr liter	CO2 pr daa	CO2 pr liter	NH3 pr daa	NH3 pr liter	N-avr. pr daa
Dagens politikk	413	1,02	54,3	0,134	78,7	1,30	546	2,448	5,62	0,014	3,0
- høy melkeytelse	383	0,85	51,7	0,114	80,4	1,18	515	2,137	5,48	0,012	3,0
- CO2avgift (0,5 kr pr kg)	415	0,83	57,4	0,115	59,5	0,80	532	1,747	5,56	0,011	2,5
- N-avr. avgift (20 kr pr kg)	413	0,84	57,6	0,117	64,9	0,88	536	1,830	5,60	0,011	2,5
Grønn politikk	285	0,86	39,2	0,118	39,2	0,79	363	1,764	3,69	0,011	2,2

Tabell A9. Sammenligning grovfôrbaserte bruk på Vestlandet – dagens politikk (utslipp i CO2 ekvivalenter)

	CH4 pr kg kjøtt/ melk	CH4 pr kr omsatt	CH4 pr dekar	N2O pr kg kjøtt	N2O pr kr omsatt	N2O pr dekar	CO2 pr kg kjøtt/ melk	CO2 pr kr omsatt	CO2 pr dekar
BKMK	1,02	0,40	413	0,35	0,14	140	1,4	0,54	553
BAKY	18,61	1,43	373	6,56	0,50	132	25,2	1,94	505
BSAU	10,82	0,54	7	8,20	0,41	5	19,0	0,95	13
BGRI	2,46	0,21		0,28	0,02		2,7	0,23	
BKYL	1,46	0,16		0,49	0,05		1,9	0,22	
BHOE		0,02			0,04			0,06	

Tabell A10a. Dagens politikk versus grønn politikk

Produksjon (mill.kg)	Faktisk	Basis	Grønn
Kumelk	1519,8	1552,9	1012,8
Geitmelk	21,0	19,5	8,0
Storfe	85,8	85,8	60,3
Svin	107,9	108,8	0,0
Sau	25,3	25,8	0,0
Fjørfe	50,1	52,2	0,0
Egg	58,9	54,0	55,0
Matkorn	356,3	325,8	189,9
Forkorn	915,3	959,0	855,4
Potet	294,9	289,5	300,7
Raps	13,4	9,3	9,0
Erter	1,3	1,4	1,6
Primære innsatsfaktorer	Faktisk	Basis	Grønn
Kapital	-	44040	22608
Areal (1000 dekar)	10424	9109	8198
Arbeid (tusen årsverk)	71,8	56,7	27,2
Statsstøtte	Faktisk	Basis	Grønn
Grunntilskudd	299	378	0
Distriktstilskudd melk	463	414	0
Distriktstilskudd kjøtt	643	1294	0
Distriktstilskudd egg og fjørfe		40	0
Distriktstilskudd potet og grønt	59	192	0
Driftstilskudd melk	1212	780	0
Produksjonstillegg husdyr	2295	2485	0
Areal- og kulturlandskapstillegg	3025	3222	0
Skattefradrag		381	0
Frakttilskudd	72	0	0
Beitetilskudd	0	0	0
Velferdsordninger	1191	1294	0
Andre tilskudd	3078	1070	0
Endogen støtte		0	10751
Miljøavgifter		0	1596
SUM	12337	11550	9155
Total støtte			
Statsstøtte	12337	11550	9155
Skjermingsstøtte	9700	8855	1816
Total støtte	22037	20405	10971
Velferd	-	18824	37850

Tabell A10b. Dagens politikk versus grønn politikk

Fôrmidler	Faktisk	Basis	Grønn
Grovfôr (fôrenhet)	2362,9	2328,4	1325,9
Slått	1548,1	1723,5	1000,9
Innmarksbeite	580,9	467,9	325,0
Kraftfôr (fôrenhet)			
Drøv	934,6	907,6	602,5
Svin	443,8	447,4	0,0
Fjørfe	310,8	300,9	170,1
Melkeproduksjon	Faktisk	Basis	Grønn
Ytelse per ku	5900	5,900	7,352
Grovfôrandel	0,67	0,67	0,66
FEm pr ku	4831	4849	6104
GE pr ku	297	296	329
VSdm pr ku	-	1883	2093
Antall dyr (1000 dyr)	Faktisk	Basis	Grønn
Mkyr "Melkekyr"	276,7	263,2	137,7
AKYR "Ammekyr"	49,6	68,6	94,2
OKKS "Oksekalver slakt etter 1 år"	10,6	11,5	3,1
KVKS "Kvigeikalver slakt etter 1 år"	10,6	12,4	5,1
OKKO "Oksekalver oppdrett under 1 år"	158,7	160,8	114,4
KVKO "Kvigeikalver oppdrett under 1 år"	154,2	155,3	109,3
OKSS "Oksekalver slakt etter 2 år"	160,1	160,8	114,4
KVGS "Kviger slakt etter 2 år"	30,2	25,1	20,4
KVGO "Kviger erstatning av mkyr etter 2 år"	128,0	130,2	88,8
GRIS "Slaktesgris"	1358,9	1370,1	0,0
PURK "Purke"	59,1	59,6	0,0
SOEY "Søye; vinterfôret sau"	1114,6	1137,1	0,0
LAMS "Lam"	976,2	996,0	0,0
GEIT "Melkegeit"	50,1	46,6	19,2
KJES "Geitekillling"	10,8	10,1	4,1
HOEN "Verpehøner"	3,3	3,0	3,1
KYLS "Slaktekylling"	43,3	45,2	0,0
Gjødsel	Faktisk	Basis	Grønn
Nitrogen			
Husdyrgjødsel	38,9	39,3	14,3
Kunstgjødsel	100,3	110,9	57,9
Forbruk	139,2	150,2	72,1
Fosfor			
Husdyrgjødsel	10,6	10,7	5,0
Kunstgjødsel	12,4	10,8	12,9
Forbruk	23,0	21,5	17,9
Kalium			
Husdyrgjødsel	43,7	37,7	18,1
Kunstgjødsel	44,3	45,9	46,9
Forbruk	88,0	83,6	65,0

Tabell A10c. Dagens politikk versus grønn politikk

	Basis			Grønn		
	N pr daa	Avling pr daa	Avrenning pr daa	N pr daa	Avling pr daa	Avrenning pr daa
Hvete	15,5	456	4,2	9,5	428	3,0
Rug	14,7	490	4,0	8,4	432	2,8
Bygg	14,5	381	3,9	6,3	305	2,8
Havre	11,9	384	3,4	5,9	359	2,7
Annet korn	9,5	225	3,1	9,5	215	3,1
Raps	11,8	159	3,3	11,8	157	3,3
Erter	10,0	148	3,0	10,0	147	3,0
Poteter	9,2	1888	3,0	9,2	2115	3,0
Fulldyrket slått	19,4	405	3,3	14,6	346	2,6
Fulldyrket beite	16,7	403	3,8	0,1	1000	2,3
Overflatedyrk slått	21,9	514	2,8	14,6	335	0,1
Overflatedyrk beite	17,9	307	3,8	0,1	1000	2,3
Innmarksbeite	14,9	356	2,7	3,4	171	2,1

Tabell A10d. Miljøindikatorer - dagens politikk

	CH4	N2O		NH3	N
		Direkte	Nedfall NH3		
Husdyr (fordøyelse)	90,2				
Melk og storfe	62,5				
Ammekyr	13,2				
Søyer og lam	11,8				
Geit og killing	0,6				
Purker og slaktegriser	2,1				
Verpehøner og slaktekylling	0,0				
Gjødselhåndtering	32,8	0,999	0,359	22,9	
Melk og storfe	14,3	0,393	0,201	12,7	
Ammekyr	2,3	0,081	0,036	2,3	
Søyer og lam	1,5	0,368	0,043	2,9	
Geit og killing	0,1	0,017	0,002	0,1	
Purker og slaktegriser	10,6	0,034	0,049	3,1	
Verpehøner og slaktekylling	4,0	0,106	0,028	1,8	
Gjødsling, husdyrgjødsel		0,622	0,124	7,9	
Melk og storfe		0,262	0,053	3,3	
Ammekyr		0,047	0,009	0,6	
Søyer og lam		0,209	0,043	2,7	
Geit og killing		0,010	0,002	0,1	
Korn		0,094	0,018	1,2	
Gjødsling, kunstgjødsel		1,740	0,175	11,1	
Melk og storfe		0,834	0,083	5,3	
Ammekyr		0,192	0,019	1,2	
Søyer og lam		0,060	0,005	0,4	
Geit og killing		0,002	0,000	0,0	
Korn		0,629	0,065	4,0	
Potet		0,023	0,002	0,1	
Avrenning nitrogen		0,231			30,7
Melk og storfe		0,088			11,6
Ammekyr		0,020			2,7
Søyer og lam		0,023			3,1
Geit og killing		0,001			0,1
Korn		0,095			12,7
Potet		0,004			0,5
Totalt	123,0	3,6	0,658	41,9	30,7
(CO2 ekvivalent)	2583	1113,3	204,0	-	-
Pr dekar	13,50	0,39	0,0	4,60	3,37

Tabell A10e. Miljøindikatorer – grønn politikk

	CH4	N2O		NH3	N
		Direkte	Nedfall NH3		
Husdyr (fordøyelse)	52,2				
Melk og storfe	33,8				
Ammekyr	18,2				
Søyer og lam	0,0				
Geit og killing	0,2				
Purker og slaktegriser	0,0				
Verpehøner og slaktekylling	0,0				
Gjødselhåndtering	11,6	0,369	0,178	11,3	
Melk og storfe	8,0	0,216	0,113	7,2	
Ammekyr	3,1	0,095	0,050	3,2	
Søyer og lam	0,0	0,000	0,000	0,0	
Geit og killing	0,0	0,007	0,001	0,1	
Purker og slaktegriser	0,0	0,000	0,000	0,0	
Verpehøner og slaktekylling	0,4	0,051	0,013	0,9	
Gjødsling, husdyrgjødsel		0,239	0,046	3,0	
Melk og storfe		0,148	0,028	1,9	
Ammekyr		0,067	0,013	0,9	
Søyer og lam		0,000	0,000	0,0	
Geit og killing		0,004	0,001	0,1	
Korn		0,020	0,004	0,3	
Gjødsling, kunstgjødsel		0,911	0,088	5,8	
Melk og storfe		0,353	0,035	2,2	
Ammekyr		0,202	0,020	1,3	
Søyer og lam		0,000	0,000	0,0	
Geit og killing		0,001	0,000	0,0	
Korn		0,335	0,032	2,1	
Potet		0,021	0,002	0,1	
Avrenning nitrogen		0,156			20,8
Melk og storfe		0,056			7,4
Ammekyr		0,029			3,9
Søyer og lam		0,000			0,0
Geit og killing		0,000			0,0
Korn		0,068			9,0
Potet		0,004			0,4
Totalt	63,8	1,7	0,313	20,1	20,8
(CO2 ekvivalent)	1340	519,3	97,0	-	-
Pr dekar	7,78	0,20	0,0	2,46	2,54