

Bioforsk Rapport

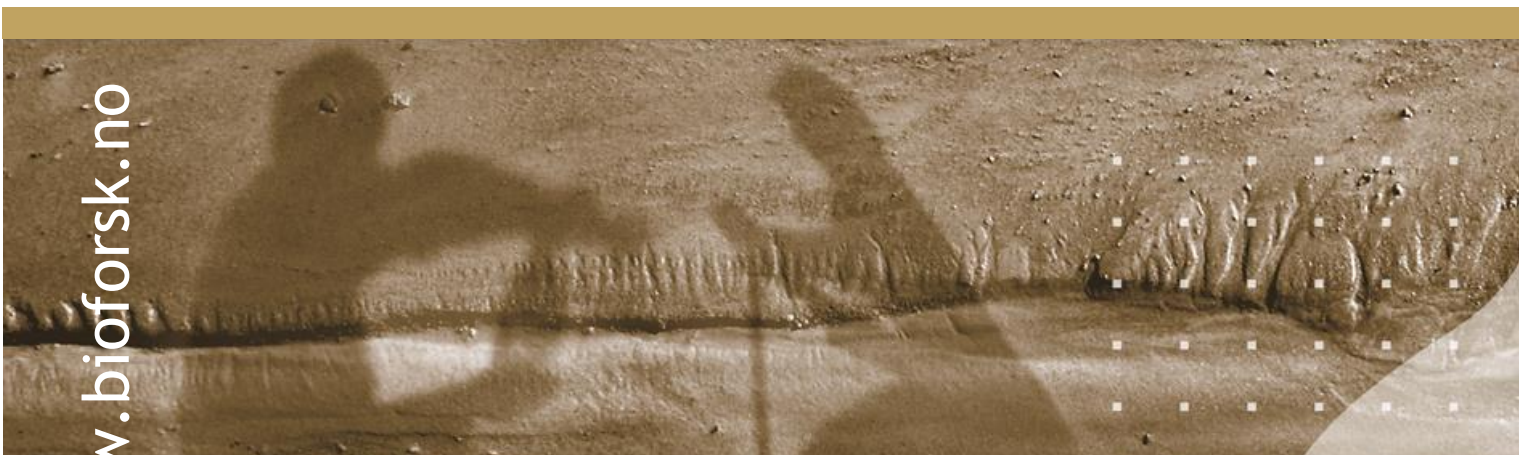
Vol. 7 Nr. 135 2012

Klimagassregnskap for JOVA-felter

Beregning av klimagassutslipp på grunnlag av data fra JOVA-programmet

Arne Grønlund

Bioforsk Jord og miljø





Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tlf: 03 246
Fax: 63 00 92 10
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
Frederik A. Dahls vei 20
1432 Ås
Tlf: 03 246
Faks: 63 00 94 10
jord@bioforsk.no

Tittel/Title: Klimagassregnskap fra JOVA felter. Beregning av klimagassutslipp på grunnlag av data fra JOVA-programmet.			
Forfatter(e)/Autor(s): Arne Grønlund			
Dato/Date: 13.11.2012	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: 8084	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: 135/2012	ISBN-nr.: 978-82-17-00984-9	Antall sider/Number of pages: 20	Antall vedlegg/Number of appendix:
Oppdragsgiver/Employer: Statens landbruksforvaltning		Kontaktperson/Contact person: Reidar Kleven	
Stikkord/Keywords: Landbruk, klimagasser, metan lystgass Agriculture, green house gases, methane, nitrous oxide		Fagområde/Field of work: Jord, vann og miljø Soil, water and Environment	
Sammendrag Rapporten omhandler beregninger av klimagassutslipp basert på data skaffet gjennom JOVA-programmet i to nedbørfelt: Ås og Time på Jæren. Resultatene kan gi en indikasjon på om utviklingen i driftspraksis og tiltak for å redusere arealavrenning har ført til økte eller reduserte utslipp av klimagasser. På grunn av stor husdyrtetthet er utslippene i Time flere ganger høyere enn i Ås.			
Summary: The report presents calculations of green house emissions provided from the Norwegian agricultural environmental monitoring programme (JOVA) in two catchments: Ås (Akershus) and Time (Rogaland). The results can give an indication of how management practice and general environmental measures affect green house gas emissions. Because of high livestock density the emissions in Time are several times higher than in Ås.			
Land/fylke:	Akershus, Rogaland		
Kommune:	Ås, Time		
Sted/Lokalitet:	Skuterudbekken og Timebekken		

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

Daniel Rasse

Arne Grønlund

Forord

JOVA- Jord og Vannovervåking i landbruket har overvåket avrenning fra landbruksområder fra 1991. I Rammeplan for JOVA for perioden 2010-2015 er det angitt flere tema for videre utvikling og tilpasning av overvåkingsprogrammet. Bruken av JOVA programmet i jordbrukets oppfølging av klimautfordringene var ett av forslagene til videre utvikling.

Denne rapporten er gjennomført som en del av prosjektet “Klima- JOVA: JOVA -programmets muligheter til å bidra i oppfølgingen av landbrukets klimautfordringer” finansiert gjennom SLF sitt “Nasjonalt utviklingsprogram for klimatiltak i landbruket”. Dette programmet skal øke kompetansen om faktiske klimagassutslipp fra jordbruket og jordbrukspolitikken innvirkning på utslippene. Programmet skal også legge til rette for synliggjøring av effektive tiltak for reduksjon av klimagassutslipp. Jordbruket skal også tilpasse seg endringer i fremtidig nedbør og temperaturforhold.

Jord og -vannovervåking i landbruket (JOVA) ble opprettet for å dokumentere jordbrukets miljøpåvirkning på vannkvalitet. Overvåkingsprogrammet - som måler avrenning i utvalgte nedbørfelt - har omfattende dokumentasjon av jordbruksdrift gjennom innsamling av gårdsdata i feltene. Jordbrukets driftssystemer har ulik effekt både for tap med avrenning og tap til luft. Valg av driftssystem og tiltak for å redusere avrenning kan også ha effekt på utslipp til luft og for råd og miljøvirkemidler som iverksettes. I dette prosjektet har en vurdert muligheter for å benytte data som allerede samles inn i JOVA til å kunne rapportere om utslipp av klimagasser i nedbørfeltene. Rapporten baserer seg den rapporteringsmåte og utslippskoeffisienter som brukes av SSB ved nasjonal rapportering. Det er gjort en vurdering av hvor egnet gårdsdata fra JOVA er for slik rapportering, behov for tilleggsdata og om bruk av JOVA data gir bedre grunnlag for rapportering.

I rapporten er det valgt ut to nedbørfelt med ulik drift, Skuterudfeltet (Ås) representativ for korndyrking på Østlandet og Timebekken (Rogaland) representativ for intensivt husdyrhold på Vestlandet for å illustrere beregningsmåter. Rapporten gir også en vurdering av mulige forbedringer av beregningene og nye utviklingsmuligheter. Det er også en vurdering av hvilke forhold som må tilrettelegges om rapportering av klimagassutslipp skal inngå som en del av JOVA sin standard rapportering.

Rapporten er skrevet av Arne Grønlund, Bioforsk- Jord og Miljø. Hans Olav Eggestad, Bioforsk- Jord og Miljø har bidratt med tilrettelegging av data fra JOVA programmet. Resultater er også presentert og diskutert med JOVA programmet sin prosjektgruppe før ferdigstilling av rapport.

Innhold

Sammendrag.....	4
1. Innledning.....	5
2. Datagrunnlag og metoder	6
2.1 Datagrunnlag.....	6
2.2 Metan.....	6
2.3 Lystgass	7
2.4 CO ₂	10
2.5 Utslipp utenfor feltet	11
3. Resultater	12
3.1 Skuterudbekken	12
3.2 Timebekken	13
3.3 Sammenligning av Skuterudbekken og Timebekken	15
4. Muligheter til forbedring og utvikling	19
4.1 Utslipp fra fossilt karbon	19
4.2 Metan fra storfe under 2 år	19
4.3 Utslipp fra biologisk N-fiksering	19
4.4 Utslipp fra dyrket myr.....	20
4.5 Utslipp utenfor feltet	20
4.6 Effekter av endret drift.....	20
5. Referanser	21

Sammendrag

Landbruket skal produsere mat med minst mulig miljøkonsekvenser. Gjennom JOVA programmet er det overvåket påvirkning av driftsmåter på avrenning og vannkvalitet. De siste årene er det også blitt mer oppmerksomhet om å redusere klimagassutslipp fra landbruket. Jordbruket påvirker både vannmiljø og tap til luft og det er behov for å se dette i sammenheng både ved rådgivning og ved utforming av miljøvirkemidler. Det er igangsatt et arbeid for å avklare hvordan bruk av data fra JOVA programmet kan brukes inn mot jordbrukets oppfølging av klimautfordringene. Denne rapporten er en del av dette arbeidet og omhandler beregninger av klimagassutslipp fra landbruket i to av nedbørfeltene som benyttes i JOVA-programmet, Skuterudbekken i Ås og Timebekken på Jæren.

Gjennom JOVA-programmet blir det samlet inn gårdsdata om bl. a. arealer av ulike vekster, avlinger, husdyr, gjødsling og jordarbeiding. Sammen med data om nitrogenavrenning som blir målt gir gårdsdataene også et godt grunnlag for å beregne utslippene av klimagasser fra feltene.

Det kan være både synergieffekter og konflikter mellom klimatiltak og tiltak mot erosjon og næringsstoffavrenning. God agronomi generelt, drenering og god utnyttning av husdyr- og mineralgjødsel bidrar til å redusere både klimagassutslipp og avrenning. Dyrking av korn fører generelt til større erosjon og næringsstoffutvasking enn grasdyrking, men fører til lavere klimagassutslipp. Dyrking av gras gir effektiv beskyttelse mot erosjon og som regel mindre næringsstoffutvasking, men fører til store utslipp av metan ved fordøyelsen hos drøvtyggere.

Beregning av klimagassutslipp fra JOVA-feltene kan gi en indikasjon på om utviklingen i driftspraksis, som antas å ha ført til endringer i stoffavrenning i landbruket, har ført til økte eller reduserte utslipp av klimagasser fra feltene.

Utslipp av metan fra fordøyelse og husdyrgjødsel, samt lystgass fra mineralgjødsel, husdyrgjødsel, biologisk nitrogenfiksering, restavlinger, dyrket myr, nedfall av ammoniakk og avrenning er beregnet etter de samme metodene som brukes av SSB i den nasjonale klimagassrapporteringen. Koeffisienter for utslipp og binding av CO₂ fra mineraljord er satt på grunnlag av modellberegninger under norske forhold, mens CO₂-tap fra myr er antatt å være 500 kg C per dekar. CO₂ fra forbrenning av fossilt drivstoff er ikke inkludert i beregningen. For Skuterudfeltet er det også beregnet utslipp fra husdyrproduksjon utenfor feltet som følge av netto eksport av korn fra feltet.

Klimagassutslippene er beregnet både totalt for feltene og per dekar jordbruksareal. For Skuterudfeltet er utslippene beregnet til ca 300 kg CO₂-ekvivalenter per dekar og har vært relativt stabile i løpet av overvåkingsperioden. Lystgass fra mineralgjødsel og avrenning utgjør til sammen ca 50 % av utslippene. Utslipp utenfor feltet, som følge av netto eksport av korn, utgjør i litt over halvparten av utslippene innen feltet.

Utslippene fra Timebekken er langt større enn fra Skuterudfeltet, også når utslippene utenfor feltet er inkludert i Skuterudfeltets utslipp. For Timebekken har de årlige utslippene økt fra 800-900 kg CO₂-ekvivalenter per dekar i årene 1992-1995 til 1500-2000 kg CO₂-ekvivalenter per dekar i 2007-2010. Metan utgjør ca 2/3 av utslippene. Fordøyelse er den største kilden og bidrar til mer enn 50 % av utslippene. Lystgass utgjør ca 1/3 av utslippene og er fordelt på mange kilder, hvor husdyrgjødsel er den største. Årsaken til de store utslippene fra Timebekken er stor husdyrtetthet med storfe. Endringen av utslipp over tid viser samme mønster som endring av antall storfe.

Klimagassregnskapet kan forbedres dersom det blir samlet inn opplysninger om forbruk av fossilt drivstoff, gårdenes totale jordbruksareal, forbruk av kraftfôr i områder med korndyrking og foretatt en mer detaljert gruppering av storfe samt målinger av arealer og dybder av myr.

Systemet kan videreutvikles til å beregne effekter av scenarier med endret drift, f. eks. endringer i arealbruk og vekstfordeling, antall husdyr og produksjon av biogass av husdyrgjødsel.

1. Innledning

Landbruket skal produsere mat med minst mulig negative miljøvirkninger. Gjennom JOVA-programmet- Jord og vannovervåking i landbruket- er det gjennom 20 år overvåket hvordan ulike driftsmåter har påvirket avrenning og vannkvalitet. De siste årene er det blitt mer oppmerksomhet om å redusere klimagassutslipp fra ulike kilder også fra landbruket. Jordbrukets produksjonssystemer og driftsmåter påvirker både vannmiljø og tap til luft og det er behov for å se dette i sammenheng både ved rådgivning og ved utforming av miljøvirkemidler. På denne bakgrunn er det igangsatt et arbeid for å avklare hvordan bruk av data fra JOVA programmet kan brukes inn mot jordbrukets oppfølging av klimautfordringene. Denne rapporten er en del av dette arbeidet.

Klimagasser fra landbruket omfatter 2,2 millioner tonn metan (CH₄) og 2,06 lystgass (N₂O), uttrykt i CO₂-ekvivalenter (SSB, statistikkbanken). Metan kommer hovedsakelig fra fordøyelse hos drøvtyggere og lagring av husdyrgjødsel. Lystgass har mange kilder, hvorav de viktigste er mineralgjødsel, husdyrgjødsel, nedfall av ammoniakk, biologisk nitrogenfiksering, restavlinger, dyrking av myr og avrenning. I tillegg slippes det ut CO₂ fra forbrenning av fossilt karbon og dyrking av myr og en mindre del fra åkerdyrking på mineraljord.

JOVA-programmet har som formål å overvåke erosjon, næringsstoff- og pesticidavrenning fra jordbruksareal. For å kunne forklare variasjonen i avrenningen med variasjonen i meteorologiske forhold og aktiviteter i jordbruket, blir det årlig samlet inn gårdsdata om bl. a. arealer av ulike vekster, avlinger, husdyr, gjødsling og jordarbeiding. Sammen med data om nitrogenavrenning gir gårdsdataene også et godt grunnlag for å beregne utslippene av klimagasser fra JOVA-feltene.

Det kan være både synergieffekter og konflikter mellom klimatiltak og tiltak mot erosjon og næringsstoffavrenning. God agronomi generelt, drenering og god utnytting av husdyr- og mineralgjødsel er eksempel på tiltak som bidrar til å redusere både klimagassutslipp og avrenning. Ved valg av driftssystemer vil det derimot oppstå konflikter. Dyrking av korn fører generelt til større erosjon og næringsstoffutvasking enn grasdyrking, men fører til lavere klimagassutslipp, enten kornet brukes til matkorn eller kraftfôr. Dyrking av gras gir effektiv beskyttelse mot erosjon og som regel mindre næringsstoffutvasking, spesielt vår og høst. I enkelte utsatte vassdrag blir derfor bønder stimulert gjennom tilskuddsordninger til å legge om fra korn- til grasproduksjon. Men når gras fordøyes av drøvtyggere, slippes det ut store mengde metan som på landsbasis utgjør ca 30 % av landbrukets klimagassutslipp.

JOVA-feltene er relativt små nedbørfelt som går på tvers av eiendomsgrenser og kan neppe betraktes som representative enheter for rapportering av klimagassutslipp fra landbruket. Data fra JOVA-programmet kan likevel gi en indikasjon på om utviklingen i driftspraksis, som antas å ha ført til endringer i stoffavrenning i landbruket, har ført til økte eller reduserte utslipp av klimagasser fra JOVA-feltene. I miljøarbeidet i landbruket er det behov for en samlet vurdering av hvordan ulike driftspraksis virker både på utslipp til vann og til luft. En rapportering av klimagassutslipp fra JOVA-felt kan øke kunnskapsgrunnlaget for slik helhetlig rådgivning.

Denne rapporten gir en kort beskrivelse av datagrunnlag og metoder for beregning av klimagasser fra landbruket samt resultater fra beregninger av utslipp fra to av JOVA-feltene, Skuterudbekken i Ås og Timebekken på Jæren. Rapporten gir også en vurdering av om gårdsdata fra JOVA programmet er egnet til slik rapportering, behov for å hente inn tilleggsdata og forhold som må vurderes om dette skal inngå som del av standardrapportering fra JOVA.

2. Datagrunnlag og metoder

2.1 Datagrunnlag

Datagrunnlaget for beregning av klimagasser er vist i tabell 1. Data er basert på innsamlede opplysninger gjennom JOVA-programmet.

Tabell 1. Datagrunnlag for beregning av klimagasser.

Data	Bruk til beregning av klimagasser
Arealer av ulike vekster	CO ₂ -balansen i jord
Avlinger av ulike vekster	N ₂ O fra restavlinger
Husdyr, antall av ulike dyreslag	CH ₄ fra fordøyelse og gjødsellager, NH ₃ og N ₂ O fra husdyrgjødsel og jord
Forbruk av mineralgjødsel	NH ₃ og N ₂ O fra jord
Tilført N i husdyrgjødsel, fordelt på gjødseltype, åker/eng og sesong	NH ₃ og N ₂ O fra husdyrgjødsel og jord
N-avrenning i målestasjon	N ₂ O fra avrenning

Det er benyttet data fra Skuterudbekkens nedbørfelt i Ås i Akershus og Timebekkens nedbørfelt i Rogaland. Data fra de enkelte gårdsbruk er summert opp og presentert for hele nedbørfeltet.

2.2 Metan

Utslipp av klimagasser er beregnet etter de samme metodene som SSB bruker i den nasjonale klimagassrapporteringen (Sandmo 2012), som er basert på IPCC beregningsmetoder med noen norske tilpasninger.

Metan fra fordøyelse og gjødsellager er basert på faste koeffisienter per dyr og år og er vist i tabell 2.

Tabell 2. Metan fra fordøyelse og gjødsellager, kg per dyr og år.

	Fordøyelse	Lager
Melkeku ¹⁾	142	14,4
Ammeku ¹⁾	122	7,2
Okse/kviger >1 år ²⁾	68	11,2
Okse/kviger < 1 år ³⁾	42	5,6
Sau > 1 år	16,0	0,9
Lam	5,6	0,45
Slaktegris	1,5	1,74
Avlspurke	1,5	3,47
Verpehøns	0,02	0,08
Kyllinger	0,02	0,08
Hest	18,0	17,0

¹⁾ Metan fra fordøyelse er gjennomsnitt for årene 1992-2011

²⁾ Metan fra fordøyelse er gjennomsnitt for årene 1992-2011, for kategoriene:
kviger for påsett over 1 år
kviger over 1 år for slaktning
okser over 1 år for slaktning

- 3) Metan fra fordøyelse er gjennomsnitt for årene 1992-2011, for kategoriene:
 Kviger slaktet under 1 år
 Kviger for påsett under 1 år
 Kviger slakter over 1 år, første år
 Okser slaktet under 1 år
 Okser slaktet over 1 år, første år

2.3 Lystgass

Lystgass fra mineralgjødning beregnes som: $N_2O-N = N_{\text{tilført}} * 0,0125$.

Lystgass fra husdyrgjødsel beregnes på grunnlag av utskilt mengde nitrogen i husdyrgjødsel (tabell 3). Disse koeffisientene er basert på beregninger av Sundsdøl og Mroz (1998) og er senere korrigert av SSB (SSB, 2011). Det foregår nå en ny revisjon av koeffisientene som spesielt ventes å resultere i større mengder nitrogen for melkekyr på grunn av økt ytelse og sterkere fôring.

Tabell 3. Utskilt mengde nitrogen i husdyrgjødsel per dyr og år. Kilde: SSB 2011

	Total N	NH ₃ -N
Hest	50	19
Melkeku	82	36
Ammeku	40	18
Kviger og okser > 1 år	35	16
Kalver < 1 år	29	13
Vinterfôret sau	12	7,6
Lam	7,7	5,1
Slaktegris	4,4	3,1
Avlsgris	18	13
Høner	0,700	0,300
Livkylling	0,147	0,063
Slaktekylling	0,053	0,020

Lystgass fra husdyrgjødsel er fordelt på tre hovedkilder:

- Utslipp fra gjødsellager og beite
- Utslipp fra nedfall av ammoniakk
- Utslipp fra åker og eng

Lystgass fra gjødsellager og beite beregnes på grunnlag av total mengde nitrogen og emisjonsfaktorer vist i tabell 4.

Tabell 4. Emisjonsfaktorer for lystgass fra gjødsellager og beite.

	Andel N ₂ O-N av total N
Flytende gjødning	0,001
Fast gjødning	0,02
Beite	0,02

Lystgass fra nedfall av NH₃ beregnes som: $N_2O-N = \text{totalt NH}_3\text{-N utslipp} * 0,01$.

Tap av ammoniakk fra husdyrgjødsel skjer fra gjødsellager og husdyrrom, spredning til åker og eng og fra beite. Tap fra husdyrrom og gjødsellager beregnes på grunnlag av total mengde NH₃ i husdyrgjødsel i husdyrrom og lager (tabell 3) og koeffisienter som varierer mellom dyreslag og landsdeler (tabell 5).

Tabell 5. Koeffisienter for tap av NH₃ fra husdyrrom og gjødsellager

	Storfe	Svin	Sau og geit	Fjørfe	Andre
Sør/Østlandet	0,101	0,262	0,225	0,47	0,257
Hedmark/Oppland	0,084	0,221	0,218	0,464	0,247
Rogaland	0,08	0,198	0,186	0,387	0,171
Vestlandet	0,08	0,203	0,209	0,373	0,191
Trøndelag	0,077	0,21	0,214	0,417	0,235
Nord-Norge	0,079	0,212	0,211	0,445	0,216

Tap av NH₃ fra spredning av husdyrgjødsel beregnes på grunnlag av restmengde NH₃ i husdyrgjødsel etter tap fra husdyrrom og gjødsellager og koeffisienter som varier mellom landsdeler, årstider og åker/eng.

Tabell 6. Koeffisienter for tap av NH₃ fra spredning av husdyrgjødsel.

	Åker vår	Åker høst	Eng vår	Eng høst
Sør/Østlandet	0,329	0,289	0,444	0,333
Hedmark/Oppland	0,353	0,289	0,289	0,332
Rogaland	0,232	0,213	0,482	0,344
Vestlandet	0,040	0,100	0,402	0,289
Trøndelag	0,284	0,392	0,369	0,344
Nord-Norge	0,051	0,110	0,476	0,332

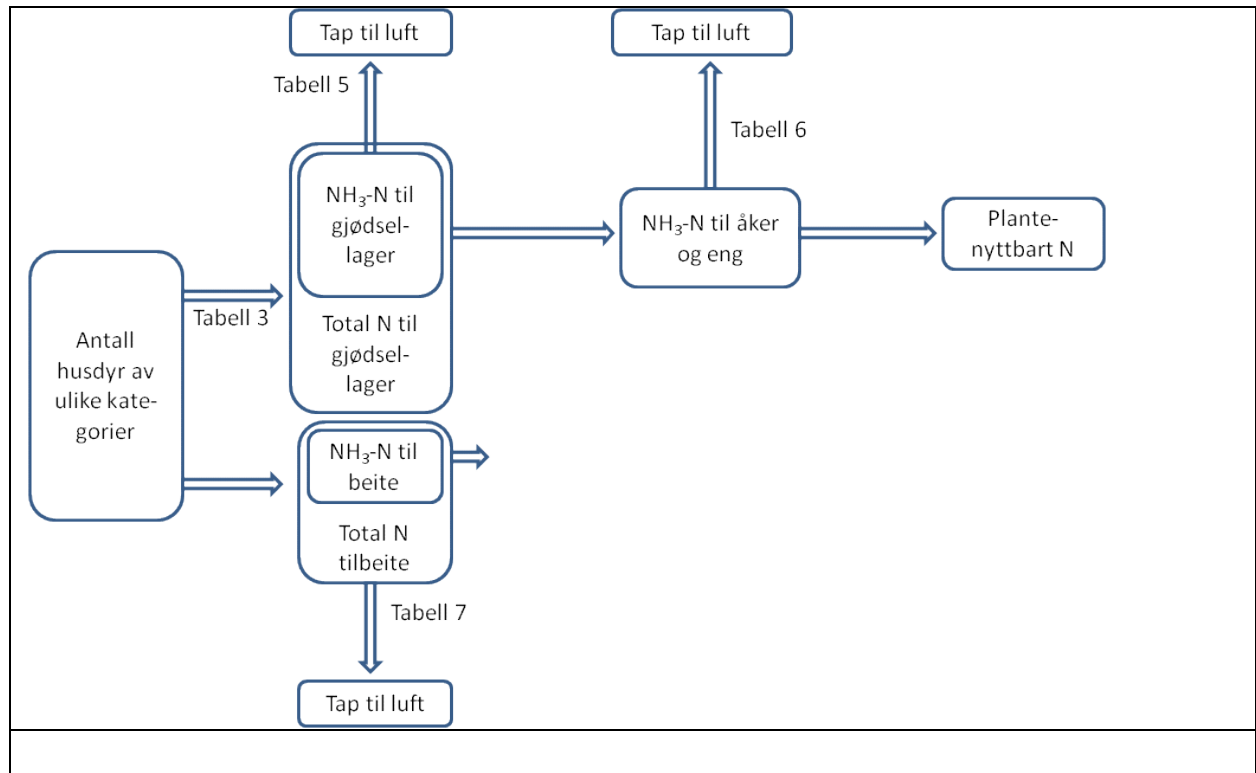
Tap av NH₃ fra beite beregnes på grunnlag av total mengde NH₃ i husdyrgjødsel på beite og emisjonsfaktorer som vist i tabell 7.

Tabell 7. Emisjonsfaktorer for utslipp av NH₃ fra beite.

	NH ₃ -tap av total NH ₃
Storfe	0,075
Sau	0,04
Andre	0,075

Nitrogen fra husdyrgjødsel tilført åker og eng beregnes som total mengde N skilt ut i husdyrrom, minus tap av N₂O-N fra gjødsellager og tap av NH₃-N fra husdyrrom, gjødsellager og spredning til åker og eng. Emisjon av lystgass fra husdyrgjødsel tilført åker og eng beregnes som: N₂O-N=N_{tilført}*0,0125.

Lystgass fra nedfall av NH₃ beregnes på grunnlag av totalt utslipp av NH₃ fra husdyrgjødsel og mineralgjødsel. Utslipp av ammoniakk fra husdyrgjødsel beregnes som summen av tap fra gjødsellager og husdyrrom, spredning til åker og eng og fra beite (figur 1).



Utslipp av NH₃ fra mineralgjødsel beregnes på grunnlag av mengde tilført nitrogen og emisjonsfaktor for ulike gjødselkategorier, som vist i tabell 8.

Tabell 8. Emisjonsfaktorer for NH₃-utslipp fra mineralgjødsel.

	Tap av NH ₃ -N % av total N
Urea	15
Ammoniumsulfat	5
Kalsiumnitrat	0
Kalsium-ammoniumnitrat	1
NPK-gjødsel	1
Andre	1

Lystgass fra nedfall av NH₃ beregnes som: N₂O-N=totalt NH₃-N utslipp *0,01.

Lystgass fra biologisk nitrogenfiksering er beregnet for grasareal med en faktor 0,033 kg N₂O per dekar, som er beregnet på grunnlag av:

- det offisielle estimatet for N-fiksering (8000 tonn N per år)
- totalarealet med fulldyrket eng (4 752 151 dekar)
- IPCCs standard utslippsfaktor (0,0125 kg N₂O-N per kg fiksert N)

Lystgass fra nitrogen i restavlinger er beregnet som: N₂O-N_{restavling}*0,0125.

Nitrogen i restavlinger er beregnet på grunnlag av rapportert høstet avling og faktorer vist i tabell 9.

Tabell 9. Faktorer for beregning av nitrogen i restavlinger.

	Restavling, andel av høstet avling	Tørrstoff- andel	Andel N av tørrstoff	N-faktor
Gras (flerårig gras+kløverinnblanding)	0,25	0,85	0,014	0,003
Hvete	1,3	0,85	0,0028	0,003
Rug	1,6	0,85	0,0048	0,007
Rughvete	1,45	0,85	0,0038	0,005
Bygg	1,2	0,85	0,0043	0,004
Havre	1,3	0,85	0,007	0,008
Oljevekster	1,8	0,91	0,0107	0,018
Poteter	0,4	0,2	0,011	0,001
Rotvekster	0,3	0,2	0,0228	0,001
Ikke N-fikserende fôr (grønnfôr)	0,25	0,835	0,013	0,003
Grønnsaker	0,8	0,2	0,005	0,001
Erter	1,5	0,87	0,0142	0,019
Bønner	2,1	0,855	0,0142	0,025

N-faktoren (høyre kolonne i tabell 9) er beregnet som produktet av de tre første tallkolonnene i tabellen. Nitrogen i restavling er beregnet som: Høstet avling*N-faktor.

Lystgass fra dyrking av myr er beregnet med en emisjonsfaktor 0,8 kg N₂O-N per dekar dyrket myr.

Arealet med dyrket myr i Timebekken er beregnet på grunnlag av kartlagt areal med myr som er 25 dekar, med en reduksjon av arealet på 2 % per år som følge av myrsynking og overgang til mineraljord. I Skuterubekken er det ikke kartlagt dyrket myr.

Lystgass fra avrenning er beregnet som: N₂O-N=N_{avrenning}*0,025. Det er brukt målt nitrogenavrenning i JOVA feltene for hvert enkelt år. Bruk av målt avrenningen må antas å være end forbedring i forhold til det anbefalte gjennomsnittet på 22 % avrenning tilført nitrogen (Bechmann et al. 2012).

2.4 CO₂

Karbonbalansen i jord er beregnet av Signe Kynding Borgen (personlig meddelelse) på grunnlag av vekst og bruk av husdyrgjødsel som vist i tabell 10.

Tabell 10. Karbonbalanse i jord ved ulike arealbruk

	C-binding, kg/dekar
Eng uten husdyrgjødsel	-14
Eng med husdyrgjødsel	23
Eng med jordarbeiding og husdyrgjødsel	2
Åker i stubb uten husdyrgjødsel	-17
Åker i stubb med husdyrgjødsel	19
Åker med jordarbeiding og husdyrgjødsel	2
Åker med jordarbeiding, uten husdyrgjødsel	-34
Andre vekster med husdyrgjødsel	10
Andre vekster uten husdyrgjødsel	-26

For dyrket myr er det i tillegg beregnet et utslipp på 500 kg C per dekar.

CO₂-utslipp fra forbrenning av fossilt karbon er ikke beregnet.

2.5 Utslipp utenfor feltet

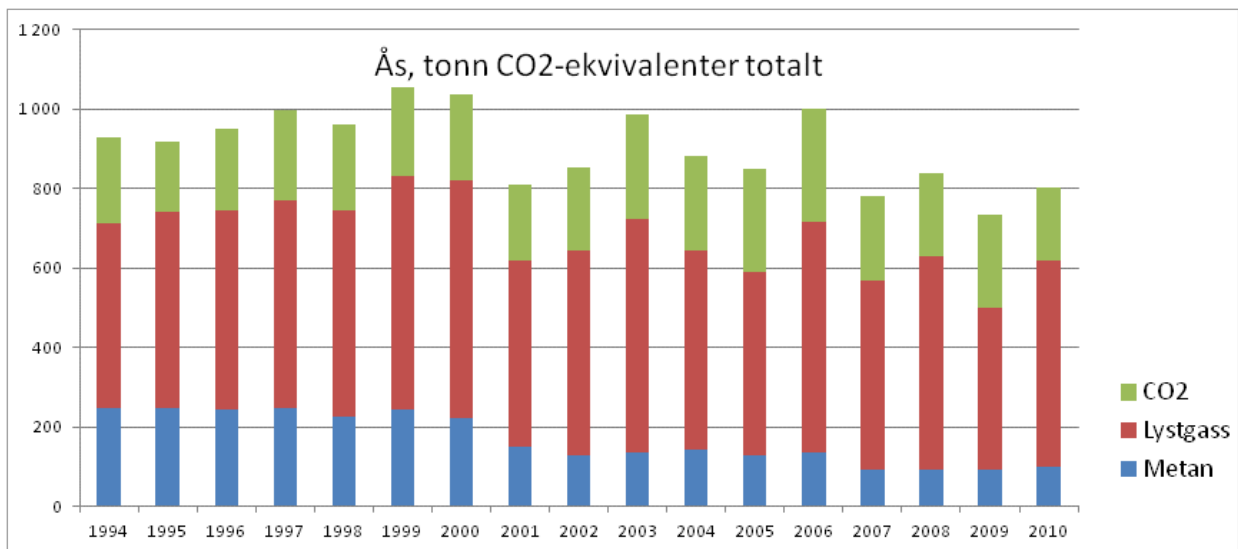
For Skuterudfeltet er det beregnet utslipp av klimagasser utenfor feltet som følge av netto eksport av fôrkorn ut av feltet og utslipp av klimagasser når kornet blir brukt til kraftfôr. Det er forutsatt at 20 % av kornet produsert i feltet blir brukt til matkorn og 80 % til fôrkorn. Eksport av fôrkorn er beregnet som differensen mellom total produksjon av fôrkorn og beregnet forbruk av kraftfôr til husdyr innenfor feltet. Det er videre forutsatt at alt eksportert fôrkorn brukes til produksjon av svin. Dette fører til utslipp av metan og lystgass fra husdyr og husdyrgjødsel, men også redusert bruk av mineralgjødsel som følge av plantetilgjengelig nitrogen i husdyrgjødsel. Indirekte klimagassutslipp er beregnet som:

- Metan fra fordøyelse og gjødsellager
- + Lysgass fra husdyrgjødsel og NH_3 -nedfall
- Redusert N_2O -utslipp fra mineralgjødsel

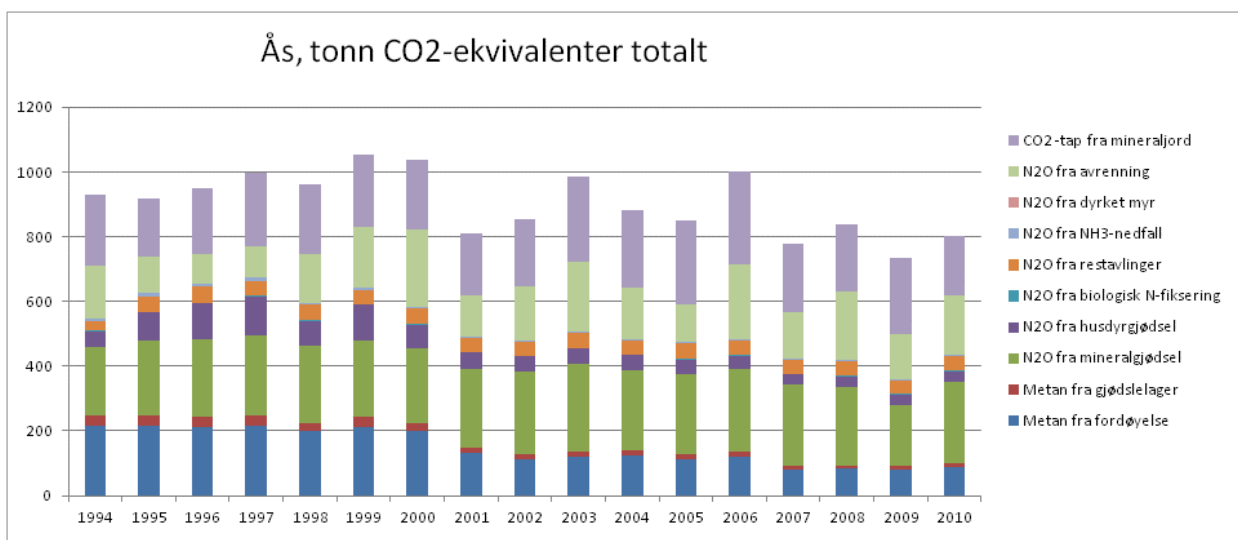
3. Resultater

3.1 Skuterudbekken

Klimagassutslipp fra Skuterudbekken i Ås er vist i figurene 2-3. Av figurene går det fram at lystgass utgjør mer enn 50 % av utslippene. Mineralgjødning og avrenning er de største kildene til lystgasstap. Variasjonene mellom år skyldes hovedsakelig avrenning som varierer som følge av værforholdene. Utslippene av metan er mer enn halvert fra 1994 til 2010 som følge av reduksjon i antall husdyr. CO₂-tap fra jord bidrar med ca 25 % av utslippene og viser relativt små variasjoner over tid.



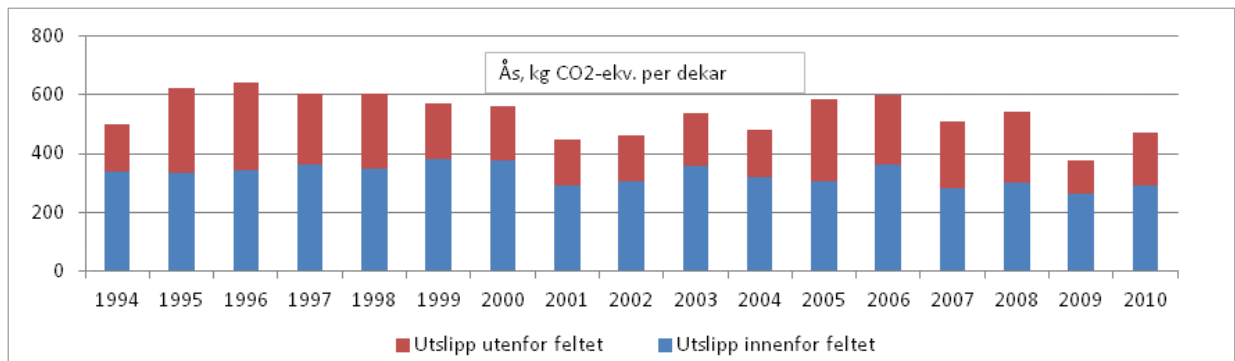
Figur 2. Utslipp av klimagasser fra Skuterudbekkens nedbørfelt angitt som tonn CO₂ ekvivalenter.



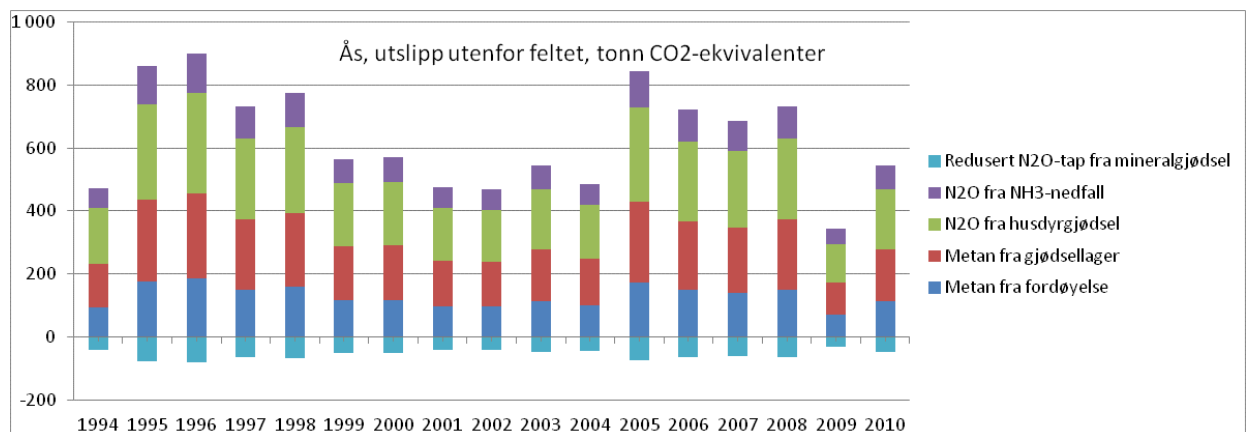
Figur 3. Utslipp av klimagasser fra Skuterudbekkens nedbørfelt fordelt på kilder.

Mesteparten av kornet som produseres i Skuterudfeltet brukes til kraftfôr utenfor feltet. Produksjonen bidrar derfor til klimagassutslipp når kraftfôret brukes i husdyrproduksjon. Figur 4 viser at utslippene utenfor feltet i gjennomsnitt er noe over halvparten så store som utslippene innefor feltet, men varierer sterkt fra år til år i takt med kornavlingene. De viktigste kildene til utslipp utenfor feltet er

metan fra fordøyelse, metan fra gjødsellager og lystgass fra husdyrgjødsel på lager og i jord, som bidrar med omtrent like store utslipp, samt lystgass fra NH₃-nedfall (figur 5). Gjødselvirkingen av husdyrgjødsel forutsettes å føre til en tilsvarende reduksjon i bruk av mineralgjødsel og dermed redusert utslipp av lystgass fra mineralgjødsel.



Figur 4. Direkte og indirekte utslipp av klimagasser fra Skuterudbekkens nedbørfelt.



Figur 5. Utslipp av klimagasser utenfor feltet fordelt på kilder i Skuterudbekken.

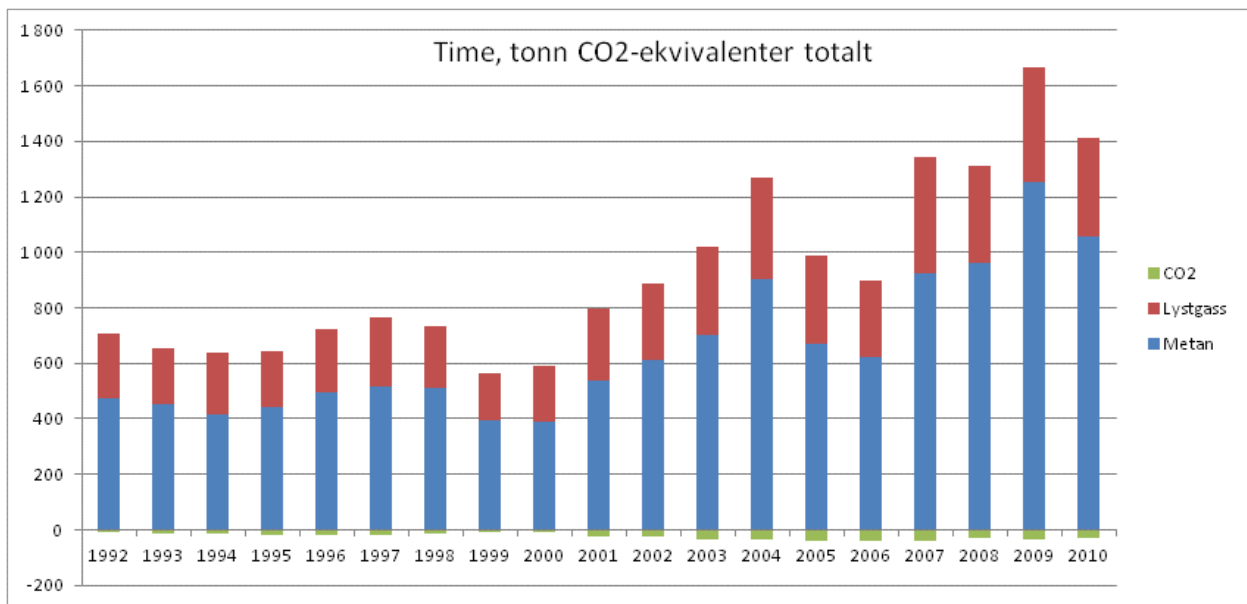
3.2 Timebekken

Klimagassutslipp fra Timebekken er vist i figurene 6 og 7. I dette feltet bidrar metan med ca 70 % av utslippene og lystgass med ca 30 %. Av figur 6 går det fram at metan fra fordøyelse er den største kilden til klimagasser og bidrar med mer enn 50 % av utslippene. Metan fra gjødsellager utgjør mellom 7 og 10 % av utslippene.

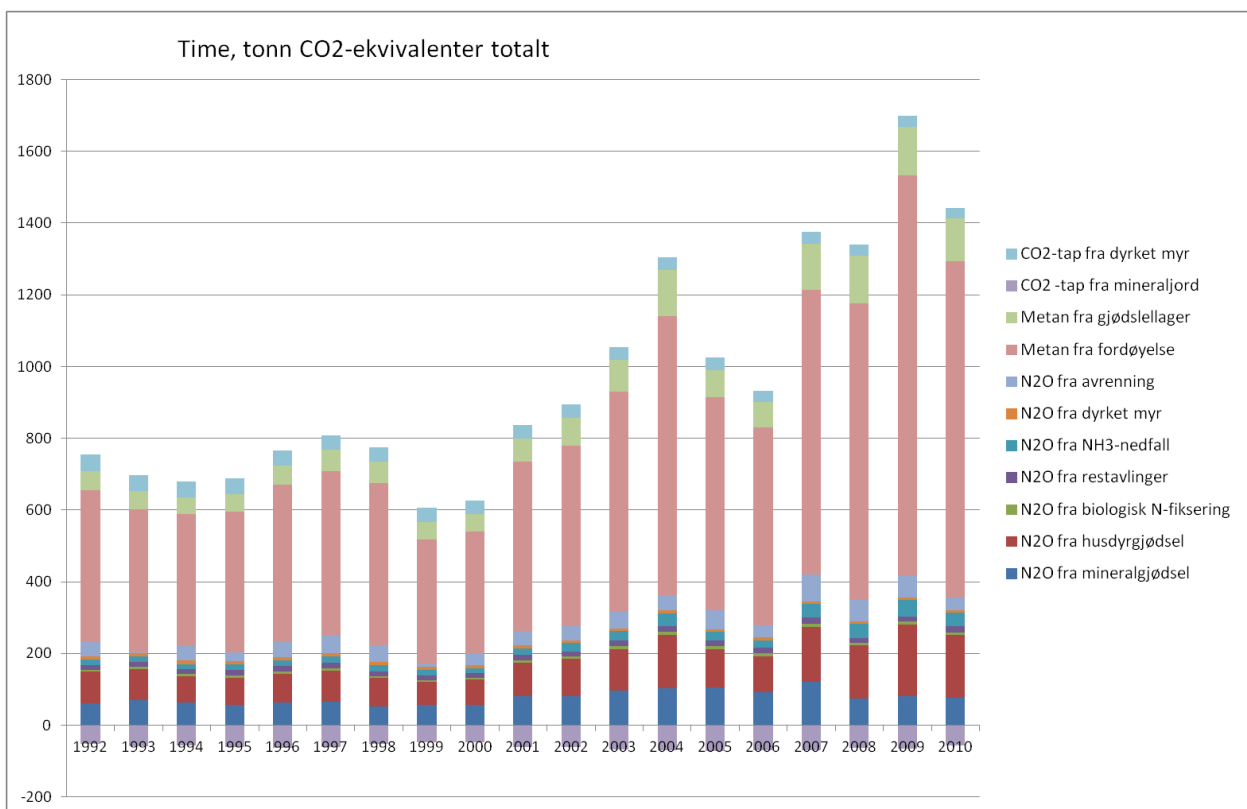
Husdyrgjødsel og mineralgjødsel er de største kildene til lystgass og bidrar med henholdsvis 12 og 9 % av de totale utslippene.

CO₂-balansen i jord er beregnet som differansen mellom karbonbinding i eng og karbontap på dyrket myr. Utslippene av CO₂ fra jord er negativ på grunn av at karbonbinding i eng antas å være større enn tapet fra myr. Arealet av dyrket myr er forutsatt å være 25 dekar i 1992 som er det kartlagte myrarealet i feltet. En har forutsatt at myrarealet har hatt en årlig reduksjon på 2 % av opprinnelig areal på grunn av myrsynking og overgang til mineraljord. Tapet fra myr antas derfor å ha hatt en tilsvarende reduksjon. Karbonbindingen i mineraljord antas å være konstant over tid i perioden. Netto karbonbinding i jord antas derfor å ha økt i takt med reduksjonen i tapet fra dyrket myr.

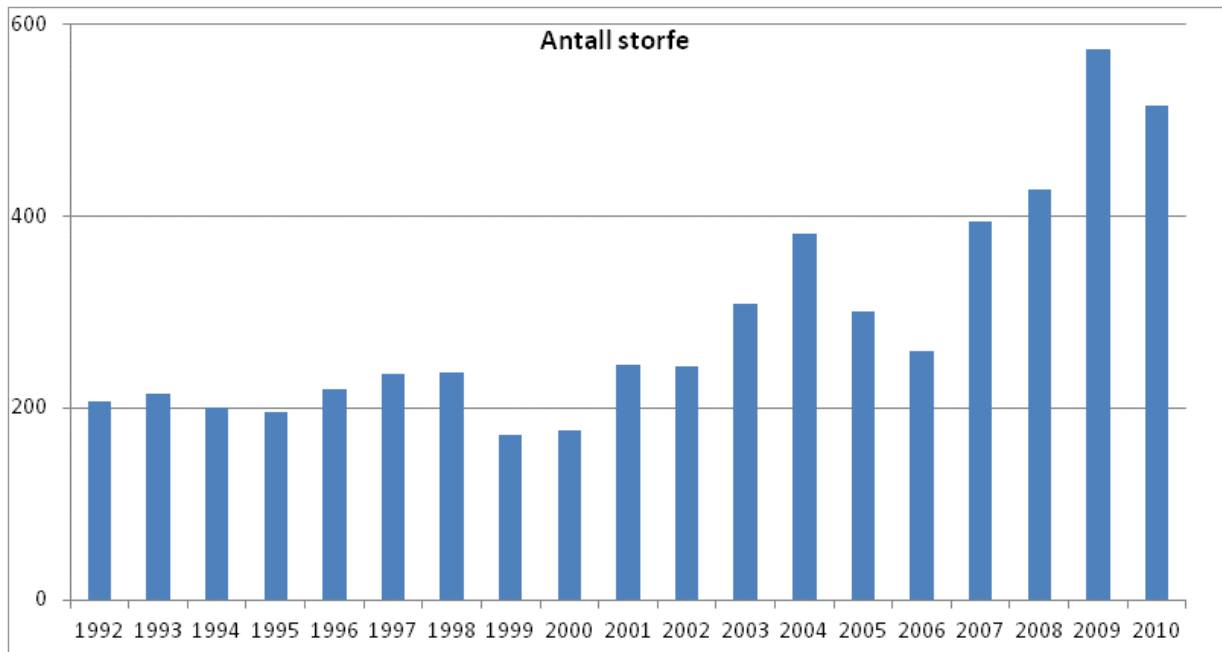
Klimagassutslippene har økt til omtrent det dobbelte i perioden. Årsaken er den store økningen i antall storfe i perioden. Figur 6, 7 og 8 viser at utviklingen i klimagassutslipp viser samme mønster som utviklingen i antall storfe i nedbørfeltet.



Figur 6. Utslipp av klimagasser fra Timebekkens nedbørfelt.



Figur 7. Utslipp av klimagasser fra Timebekkens nedbørfelt fordelt på kilder.

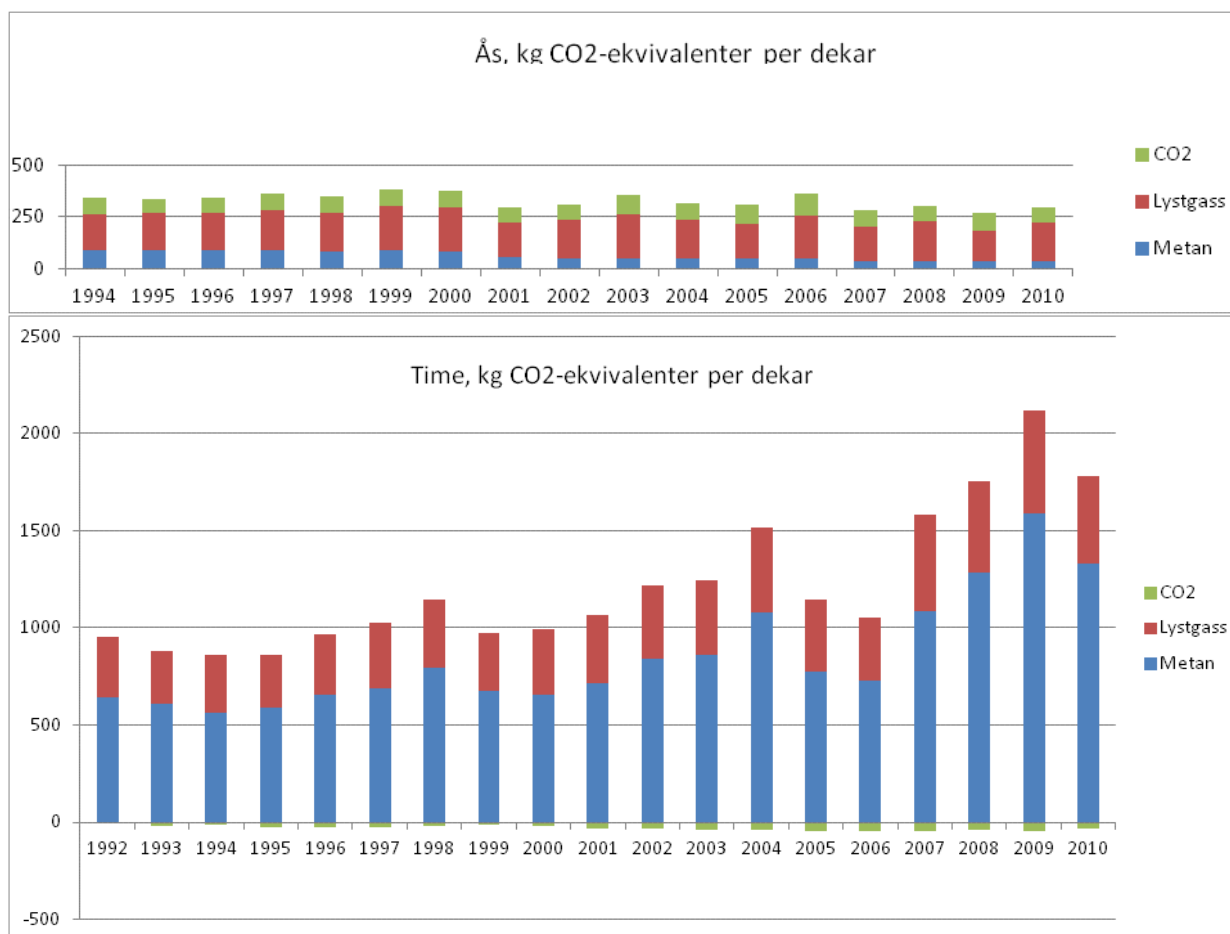


Figur 8. Antall storfe i Timebakkens nedbørfelt i perioden 1992 til 2010.

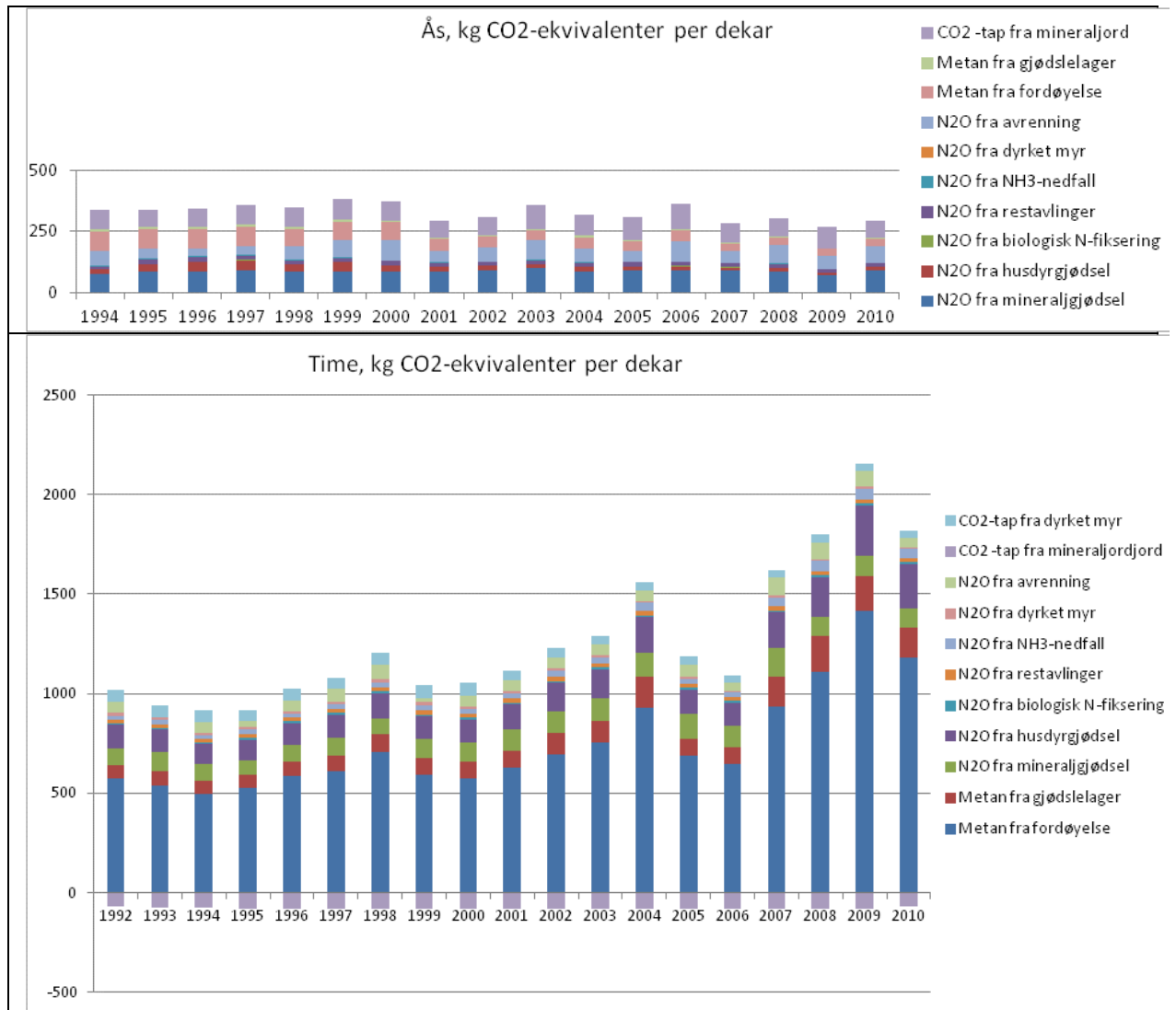
3.3 Sammenligning av Skuterudbekken og Timebekken

Figurene 9 og 10 viser klimagassutslipp per dekar i Skuterudbekkens og Timebakkens nedbørfelt. Figur 11 og 12 viser årlige klimagassutslipp per dekar fordelt på kilder i gjennomsnitt for overvåkingsperioden.

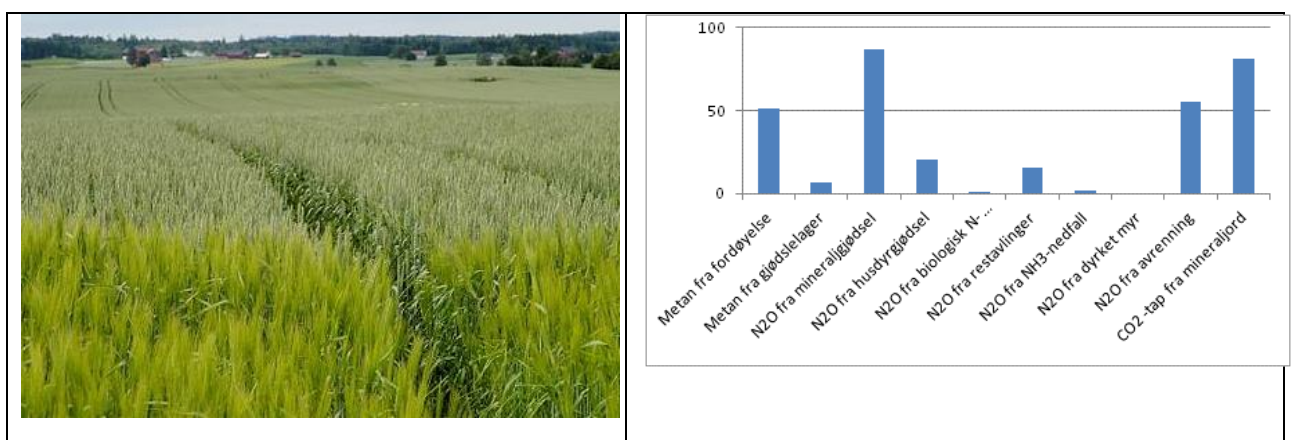
Utslippene i Skuterudfeltet er ca 300 kg CO₂-ekvivalenter per dekar og har vært relativt stabile i løpet av overvåkingsperioden. Utslippene i Timebekken nedbørfelt er langt større per dekar, og har økt fra 800-900 kg CO₂-ekvivalenter per dekar i årene 1992-1995 til 1500-2000 kg CO₂-ekvivalenter per dekar i årene 2007-2010. Årsaken til den store forskjellen er driftsformen som er overveiende korndyrking og lite husdyr i Skuterudfeltet og grasdyrking med intensiv husdyrproduksjon med drøvtyggere i Timefeltet. Disse to driftsformene representerer ytterpunktene i landbruket når det gjelder klimagassutslipp. Ren planteproduksjon på mineraljord gir små utslipp av klimagasser sammenlignet med husdyrproduksjon.



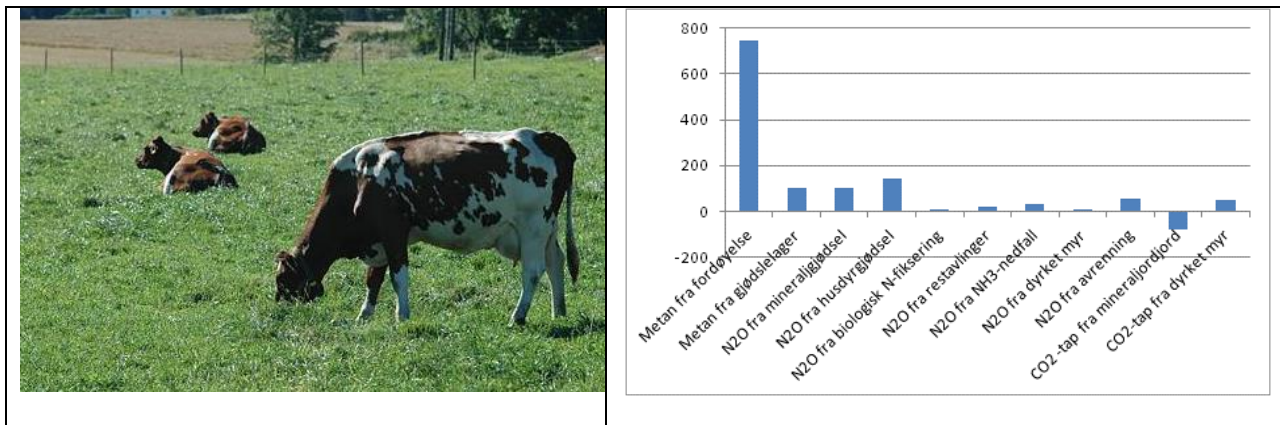
Figur 9. Utslipp av klimagasser per dekar i Skuterudbekkens og Timebekkens nedbørfelt.



Figur 10. Utslipp av klimagasser per dekar i Skuterudbekkens og Timebekkens nedbørfelt fordelt på kilder.

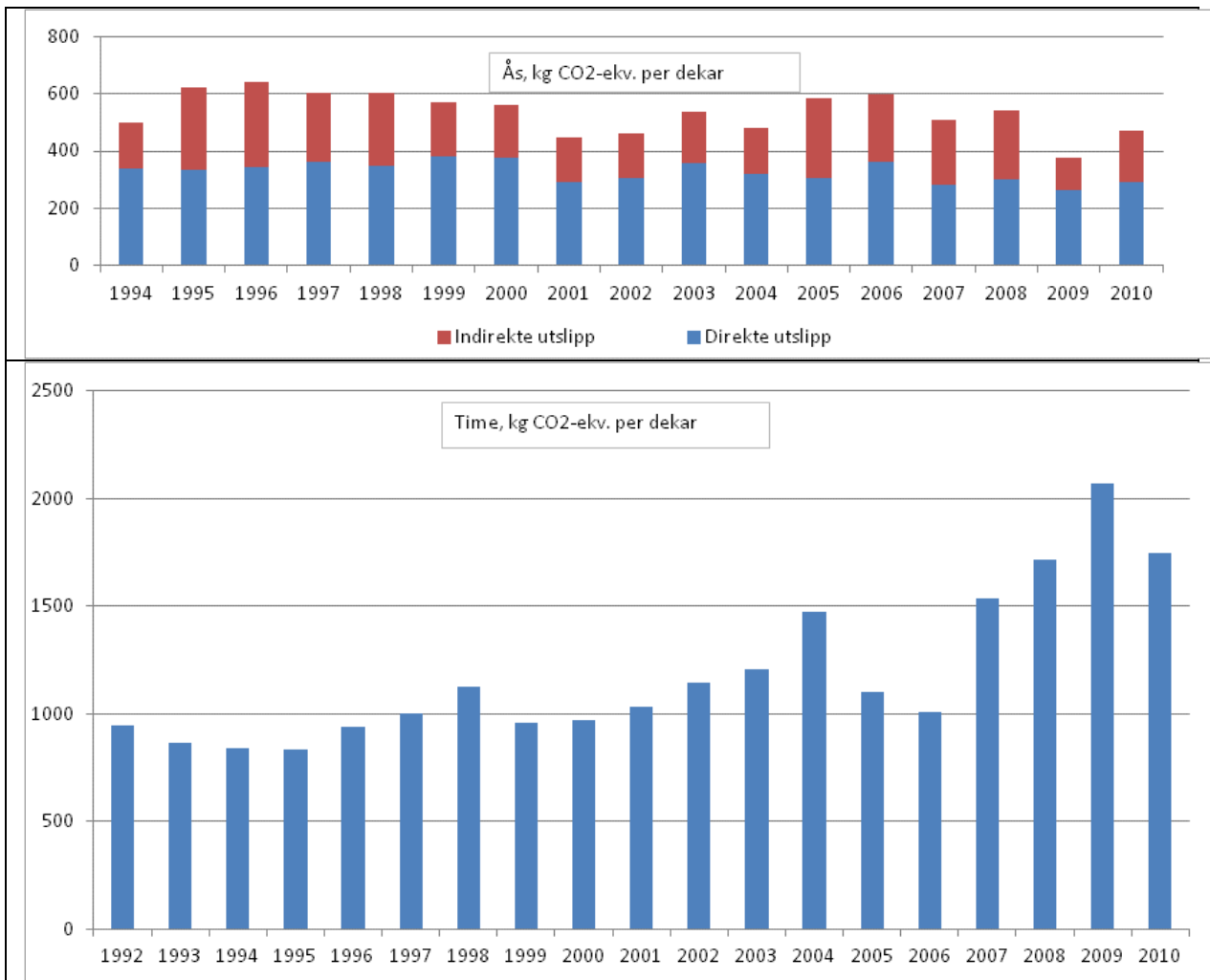


Figur 11. Utslipp av klimagasser fra Skuterudbekken fordelt på kilder, CO₂-ekvivalenter per dekar. Gjennomsnitt for årene 1994-2010.



Figur 12. Utslipp av klimagasser fra Timebekken fordelt på kilder, CO₂-ekvivalenter per dekar. Gjennomsnitt for årene 1994-2010.

Figur 13 viser at utslippene per dekar er betydelig høyere i Timebekken også når utslippene utenfor feltet er medregnet for Skuterudfeltet. Dette skyldes at Timebekken har høy husdyrtetthet, med stor netto import av fôr, og et stort antall storfe som bidrar med store metanutslipp fra fordøyelsen.



Figur 13. Utslipp av klimagasser per dekar i Skuterudbakkens og Timebakkens nedbørfelt, hvor også indirekte utslipp er beregnet for Skuterudfeltet.

4. Muligheter til forbedring og utvikling

Resultatene som er presentert i kapittel 3 er beregnet på grunnlag av innsamlede gårdsdata etter dagens rutiner i JOVA, supplert med nasjonale tall fra SSB.

Kalkulatoren er basert på enkel metodikk med excel regneark, faste innsamlede data fra gårdsdata samt kopling til standardiserte utslippskoeffisienter. Endringer i koeffisienter kan lett innarbeides, f. eks. nye koeffisienter for utskilt nitrogen i husdyrgjødsel som vil føre til endringer i utslipp av lystgass. Årlige oppdateringer kan lett tas inn i kalkulatoren og den kan også brukes til å simulere effekter av ulike driftsendringer og tiltak, f. eks. endringer i husdyrhold og bruk av husdyrgjødsel til biogass.

4.1 Utslipp fra fossilt karbon

De beregnede utslippene omfatter bare prosessutslipp fra landbruket, det vil utslipp fra andre kilder enn fossilt karbon. Rapportering av forbrukt fossil olje/gass til drivstoff og evt. oppvarming vil gi grunnlag for beregning av de totale utslippene.

4.2 Gårdens totale jordbruksreal

For gårdbruk med husdyr hvor bare deler av arealet ligger innefor nedbørfeltet er en avhengig av data om hele gårdens jordbruksareal. Dette er nødvendig for å kunne foreta en riktig fordeling av utslippene av metan og lystgass fra husdyr på gårdens totale jordbruksreal. For de fleste brukene kan jordbruksarealet skaffes gjennom søknad om produksjonstilskudd. For bruk hvor jordbruksarealet ikke er tilgjengelig, bør det skaffes som tilleggsopplysninger fra bruker.

4.3 Metan fra storfe under 2 år

I rapportering om husdyr er storfe oppgitt som antall av kategoriene melkeku, ammeku, storfe over 12 måneder og storfe under 12 måneder. De nasjonale utslippskoeffisientene for metan fra fordøyelse er knyttet til følgende kategorier:

- Kviger slaktet før 12 mnd
- Kviger for påsett under 12 mnd
- Kviger for påsett over 12 mnd
- Kviger slaktet over 12 mnd - første 12 mnd
- Kviger slaktet over 12 mnd - fra 12 mnd til slakting
- Okser slaktet før 12 mnd
- Okser slaktet over 12 mnd - første 12 mnd
- Okser slaktet over 12 mnd - fra 12 mnd til slakting

Med dagens data kan antall dyr i ovennevnte kategorier beregnes ut fra rapportert antall storfe over og under 12 måneder og antakelsen om at kviger utgjør halvparten av antall dyr innen hver aldersklasse, at gjennomsnittlig levealder for ei melkeku er 47,3 måneder og at det ikke kjøpes eller selges livdyr inn eller ut av feltet. En eksakt rapportering av antall dyr i hver kategori vil forbedre kvaliteten av beregningene.

4.4 Utslipp fra biologisk N-fiksering

N₂O fra biologisk N-fiksering hos belgvekster er en av de mest usikre kildene til klimagassutslipp fra landbruket, både i det nasjonale regnskapet og i regnskapet for JOVA-feltene. I det nasjonale regnskapet er utslippet beregnet på grunnlag av en antatt N-fiksering på 8000 tonn N per år og en

standard utslippsfaktor på 0,0125 kg N₂O-N per kg N fiksert. Det er stor usikkerhet knyttet til både den estimerte N-fikseringen og IPCC-faktoren. For JOVA-feltene kan usikkerheten reduseres betydelig gjennom et bedre estimat for N-fiksering basert på rapportering om andel kløver i eng og erfaringstall for N-fiksering i ulike landsdeler.

4.5 Utslipp fra dyrket myr

I enkelte felt kan CO₂ og lystgass dyrket myr utgjøre en betydelig utslippskilde. I felt hvor det forekommer dyrket myr bør det skaffes oversikt over arealet fordelt på myrdybde over og under 1 meter, samt enkle rutinemessige målinger av myrsynkingen. En slik rapportering bør gjentas ca hvert 5. år.

4.6 Utslipp utenfor feltet

Indirekte klimagassutslipp på felter med hovedsakelig kornproduksjon er beregnet på grunnlag av netto eksport av fôrkorn ut av feltet. En mer nøyaktig beregning av dette forutsetter tilleggsdata om forbruk av kraftfôr innen feltet samt mengde av produsert korn som antas å være brukt som matkorn.

4.7 Effekter av endret drift

Nåværende versjon av klimagassregnskapet kan brukes til å beregne utslipp ved faktisk driftsform. Den kan videreutvikles til også å beregne effekter av scenarier med endret drift, f. eks. endringer i arealbruk og vekstfordeling, antall husdyr og produksjon av biogass av husdyrgjødsel.

5. Referanser

Bechmann, M., I. Greipsland, H. Riley og H. O. Eggestad 2012. Nitrogen losses from agricultural areas. A fraction of applied fertilizer and manure (FracLEACH). Bioforsk rapport no 50, 2012. Vol 7. ISBN nr 978-82-17-00917-7. 31 s.

JOVA nettsider.

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/tema?p_dimension_id=18844&p_menu_id=18851&p_sub_id=18845&p_dim2=19697

Sandmo (ed) 2012. The Norwegian Emission Inventory 2012. Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants. Statistisk sentralbyrå Oslo-Kongsvinger. Documents 43/2012. 273 s.

SSB, statistikkbanken.

<http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default.FR.asp?PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/hovedtabellHjem.asp&KortnavnWeb=luft>

SSB 2011. Jordbruk og miljø. Tilstand og utvikling 2011. Rapport 43/2011 ISBN 978-82-537-8251-5 (trykt) , ISBN 978-82-537-8252-52 (elektroniks). ISSN 0806-2056. 128 s.

Sundstøl, F. og Z. Mroz 1998. Utskillelse av nitrogen og fosfor i gjødsel og urin frå husdyr i Norge. Rapport nr 4 i Landbrukspolitikk og miljøforvaltning, Senter for forskningsoppdrag, Ås.