



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985 – 2002

Arbejdsrapport fra DMU Nr. 204

[Blank page]



Danmarks Miljøundersøgelser
Miljøministeriet

Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985 – 2002

*Arbejdsrapport fra DMU Nr. 204
2005*

*Mette Hjorth Mikkelsen
Steen Gyldenkærne
Danmarks Miljøundersøgelser*

*Hanne Damgaard Poulsen
Jørgen E. Olesen
Sven G. Sommer
Danmarks JordbrugsForskning*

Datablad

Titel:	Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985 – 2002.
Forfattere:	Mette Hjorth Mikkelsen ¹ , Steen Gyldenkærne ¹ , Hanne Damgaard Poulsen ² , Jørgen E. Olesen ² , Sven G. Sommer ²
Afdelinger:	¹ Danmarks Miljøundersøgelser ² Danmarks JordbrugsForskning
Serietitel og nummer:	Arbejdsrapport fra DMU nr. 204
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	http://www.dmu.dk
Udgivelsestidspunkt: Redaktionen afsluttet:	Februar 2005 December 2004
Faglig kommentering:	Hanne Bach, Johnny M. Andersen, Villy Jørgensen, Arne Grønkjær Hansen
Finansiell støtte:	Ingen ekstern finansiering.
Bedes citeret:	Mikkelsen, M.H., Gyldenkærne, S., Poulsen, H.D., Olesen, J.E. & Sommer, S.G. 2005: Opgørelse og beregningsmetode for landbrugets emissioner af ammoniak og drivhusgasser 1985 – 2002. Danmarks Miljøundersøgelser. 84 s. – Arbejdsrapport fra DMU nr. 204. http://arbejdsrapporter.dmu.dk . Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.
Sammenfatning:	Danmarks Miljøundersøgelser har ansvaret for udarbejdelse og afrapportering af de årlige emissionsopgørelser. Rapporten indeholder udover opgørelse af ammoniak- og drivhusgasser fra landbrugssektoren fra 1985 til 2002, en beskrivelse af metode- og datagrundlag for hvordan emissionerne opgøres. De danske emissionsopgørelser er baseret på internationale guidelines (EEA 2004, IPCC 1996 og IPCC 2000). Ammoniakfordampningen er i perioden 1985 til 2002 reduceret fra 138.400 tons ren ammoniak (NH ₃) til 98.300 tons NH ₃ , hvilket svarer til et fald på 29%. Ligeledes er der i samme periode sket et fald i drivhusgasser fra 13,79 mio. tons til 10,15 mio. tons, hvilket svarer til en samlet reduktion på 26%. De mest betydende årsager til reduktionen fra landbrugssektoren skal ses i sammenhæng med de tiltag, der er blevet iværksat i forbindelse med Vandmiljøplanerne.
Emneord:	Emissionsopgørelse, emission, ammoniak, drivhusgasser, metan, lattergas, landbrug
Layout:	Ann-Katrine Holme Christoffersen
ISSN (elektronisk):	1399-9346
Sideantal:	84 sider
Internetversion:	Rapporten findes kun som PDF-fil på DMU's hjemmeside http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/[fil
Købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tel. 70 12 02 11 frontlinien@frontlinien.dk www.frontlinien.dk

Indhold

Forord 5

Sammendrag 6

Summary 8

1 Introduktion 10

2 Landbrugets emissioner 1985-2002 12

2.1 Ammoniak 12

2.1.1 Ammoniakemission fra husdyrgødning 13

2.1.2 Ammoniakemission fra marken 14

2.2 Drivhusgasser 15

2.2.1 Emission af metan 15

2.2.1 Emission af lattergas 16

2.2.2 Emission af NMVOC 17

3 Revurdering af landbrugets emissioner 18

3.1 Ammoniak 18

3.2 Drivhusgasser 18

4 Metode for opgørelse af emissioner fra landbrugssektoren 20

4.1 Datareferencer 20

4.2 Metode 21

4.3 Husdyrproduktionen 22

4.3.1 Kvæg 22

4.3.2 Svin 24

4.3.3 Fjerkræ 26

4.3.4 Heste 29

4.3.5 Får og geder 29

4.3.6 Pelsdyr 30

4.4 Staldtypesystemer 30

5 Ammoniakemission 31

5.1 NH₃-emission fra husdyrgødning 32

5.1.1 Normtal for kvælstof i husdyrgødning 33

5.1.2 Emissions faktorer 34

5.2 Handelsgødning 42

5.3 Afgrøder 43

5.4 Slam 44

5.5 Ammoniakbehandlet halm 45

5.6 Halmafbrending 46

6 Metanemission 47

6.1 CH₄-emission fra fordøjelsesprocessen 47

6.1.1 Energiindhold i foder 48

- 6.2 CH₄-emission fra håndtering af husdyrgødning 50
- 6.3 Afbrænding 53
- 6.4 CH₄ reduktion fra biogasbehandlet gylle 53
- 6.5 Afvigelser fra IPCC CH₄ standard værdier 55

7 Lattergasemission 57

- 7.1 Emissions faktorer 57
- 7.2 N₂O fra lagret husdyrgødning og fra græsning 58
- 7.3 N₂O fra kvælstof udbragt på jord 59
- 7.4 N₂O fra N-fikserende planter 60
- 7.5 Afgrøderester 63
 - 7.5.1 N-indhold i afgrøder 63
 - 7.5.2 N-indhold i halm og roetop 65
 - 7.5.3 Emission 65
- 7.6 Atmosfærisk deposition af ammoniak og kvælstofilter (NO_x) 66
- 7.7 Udvaskning 66
- 7.8 Dyrkning af organogene jorde 68
- 7.9 N₂O reduktion fra biogasbehandlet gylle 68
- 7.10 Afbrænding af halm 70
- 7.11 Afvigelser fra IPCC N₂O standardværdier 70

8 CO₂ fra landbrugsjord 72

9 Konklusion 73

- 9.1 Emissioner 1985 til 2002 73
- 9.2 Beskrivelse af metode for emissionsopgørelser 73

Referencer 75

Appendiks 80

- A) Ammoniak emission fra dansk landbrug 1985 - 2002 80
- B) Kvælstofudskillelse og ammoniakemission fordelt på husdyrkategorier 1985 - 2002 81
- C) Foderplaner 82
- D) Biogasproduktion 83

Forord

Danmarks Miljøundersøgelser har ansvaret for udarbejdelse og afrapportering af de årlige emissionsopgørelser, hvilket fra landbrugssektoren omfatter emissioner af ammoniak og drivhusgasserne metan og lattergas.

Emissionsopgørelserne indrapporteres årligt til Klimakonventionen, Kyoto-protokollen og EU's overvågningsmekanisme for drivhusgasser, Gøteborg-protokollen under UNECE-LRTAP (Long-Range Transboundary Air Pollution) samt EUs NEC direktiv 2001/81/EC (National Emission Ceilings for certain atmospheric pollutants).

Udover selve afrapportering af de årlige emissioner er der i konventionerne krav om dokumentation for det metode- og datagrundlag der anvendes i opgørelserne. Dokumentationsgrundlaget er særlig vigtigt i de tilfælde, hvor der anvendes nationale data frem for standardværdier angivet i de guidelines emissionsopgørelserne er baseret på (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA 2004), IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual (IPCC 1996) samt IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2000)). Nationale data er anvendt i de tilfælde, hvor Danmark har data til rådighed, hvilket bl.a. gælder for dyrenes kvælstofudskillelse, foderindtag, afgrødernes kvælstofindhold, kvælstofudvaskning mm.

Denne rapport omfatter dels en gennemgang af emissionerne af drivhusgasser og ammoniak fra landbrugssektoren i perioden 1990 til 2002, dels en beskrivelse af beregningsgrundlaget for hvordan udledningen fra hver enkelt kilde opgøres.

Rapporten har været sendt i høring hos Dansk Landbrugsrådgivning – Landscentret, Dansk Landbrug – Miljøsektionen, Miljøstyrelsen, Skov- og Naturstyrelsen, Ministeriet for Fødevarer og Landbrug og Fiskeri, som alle venligst har bidraget til rapportens indhold og struktur. Endvidere takkes personer i henholdsvis Danmarks Jordbrugsforskning og Danmarks Miljøundersøgelser, som ligeledes har været meget behjælpelige med viden og data anvendt i forbindelse med udarbejdelse af emissionsopgørelserne. Dette gælder især Torben Hvelplund, Arne Kyllingsbæk, Jørgen Djurhuus, Ib Sille Kristensen og Christian Børgesen fra DJF samt Ruth Grant og Gitte Blicher-Mathiasen fra DMU.

Sammendrag

Hvert år opgøres bidraget af ammoniak og drivhusgasser fra Danmark. I forbindelse med en række internationale konventioner har Danmark, udover opgørelsen af emissionerne, også forpligtet sig til at dokumentere hvorledes emissionerne opgøres. Denne rapport omfatter derfor dels en opgørelse, og dels en beskrivelse af metoden for beregning af landbrugets emissioner af ammoniak (NH_3) samt drivhusgasserne metan (CH_4) og lattergas (N_2O). Opgørelsen omfatter perioden fra 1985 til 2002.

Denne opgørelse adskiller sig fra tidligere opgørelser, ved at emissionerne for de forskellige stoffer er indarbejdet i et samlet modelkompleks, med forbedrede opgørelsesmetoder, og derfor afviger opgørelserne fra det som tidligere er afreporteret. Modellen er baseret på data for husdyrproduktion og areal-anvendelse fra Danmarks Statistik, danske normtal for husdyrproduktionen angivet af Danmarks JordbrugsForskning, afgrødernes kvælstofindhold fra fodermiddeltabellen og udvaskningsberegningerne foretaget i forbindelse med VMP III. Emissionsopgørelsen er således tilpasset de forhold der gør sig gældende for den danske landbrugsproduktion. For de områder hvor der ikke forefindes nationale data anvendes Klimapanelets (IPCC)¹ anbefalede værdier.

Ammoniakemissionen sker i forbindelse med omsætningen af kvælstof. Størstedelen af emissionen kommer fra husdyrgødning, hvor svin og kvæg i 2002 bidrager med henholdsvis 53% og 33%. Den samlede emission er opgjort til 80.800 tons kvælstof ($\text{NH}_3\text{-N}$) i 2002, hvilket svarer til 98.300 tons ren ammoniak (NH_3).

Emissionen af metan stammer primært fra kvæg (70%) og svin (26%). Den samlede emission af metan er opgjort til 180,3 gigagram (Gg) i 2002 svarende til 3,79 mio. tons CO_2 -ækvivalenter.

Emissionen af lattergas er relateret til de steder hvor der sker en omsætning af kvælstof. Heraf bidrager handels- og husdyrgødning samt udvaskningen med størstedelen af emissionen. Den samlede emission i 2002 er opgjort til 20,53 Gg N_2O , svarende til 6,36 mio. tons CO_2 -ækvivalenter.

Anvendelse af husdyrgødning i biogasanlæg reducerer emissionen af metan og lattergas. Metoden for hvordan dette skal opgøres, er ikke beskrevet i guidelines - udarbejdet af IPCC - hvorfor den reducerede emission er opgjort på baggrund af danske antagelser. Anvendelse af gylle i biogasanlæg er i 2002 beregnet til at reducere udslippet af drivhusgasser med 0,03 mio. tons CO_2 -ækvivalenter.

Den samlede emission af drivhusgasser fra landbruget, opgjort i CO_2 -ækvivalenter, er fra 1985 til 2002 faldet fra 13,79 mio. tons til 10,15 mio. tons, hvilket svarer til en samlet reduktion på 26%.

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change

Lavere forbrug af handelsgødning og en bedre udnyttelse af kvælstofindholdet i husdyrgødningen er de væsentligste forklaringer på reduktionen af såvel ammoniak- som drivhusgasemissionen. Der er ikke sket en væsentlig ændring i emissionen af CH₄ siden 1990. Faldet i antallet af kvæg har medvirket til en reduktion i CH₄-udledningen, mens ændringer i staldtypefordelingen i retning af flere dybstrøelses-systemer har haft en modsatrettet virkning.

I emissionsopgørelsen fra landbrugsektoren indgår ikke emissionen af CO₂ fra dyrkning af landbrugsjord. Ifølge IPCC guidelines skal emissionen herfra angives som kilde under sektor for skov og ændringer i arealanvendelse (LUCF – Land-Use Change and Forestry). CO₂-emissionen er indarbejdet i LUCF i indrapportering til Klimakonventionen fra år 2005 (opgørelse af emission for år 2003). Metoden for opgørelse af CO₂-emissionen er baseret på et projekt udarbejdet af DMU i samarbejde med Danmarks JordbrugsForskning og Skov & Landskab, KVL (Gyldenkerne et al., 2005 – *in press*).

Summary

By regulations given in international conventions Denmark is obliged to work out an annual emission inventory and document the methodology used in the inventory. The National Environmental Research Institute (NERI) in Denmark is responsible for preparing the emission inventory. The first section of this report contains a description of the emission from the agricultural sector from 1985 to 2002. The second part of the report includes a detailed description of methods and data used to calculate the emissions.

The emission from the agricultural sector includes emission of ammonia (NH_3) and the greenhouse gases methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O).

The emission inventory in this report differs from previous emission inventories. The calculated emission is based on an integrated model with an improved methodology. The model covers all aspects of the agricultural inputs and estimates both the emissions of ammonia and greenhouse gases. The input data related to the livestock population and land use is based on data from Statistics Denmark, Danish standards for livestock production and fodder consumption from the Danish Institute of Agricultural Science, nitrogen content in crops from animal feed figures and the amount of nitrogen runoff and leaching from estimations developed in preparing for the Danish Water Action Plan III. The emission inventory is adjusted to reflect the Danish agricultural production. In cases where no Danish data is available default values recommended by the Climate Panel (IPCC)² are used.

The ammonia emission from 1985 to 2002 has decreased from 138.400 tonnes of NH_3 to 98.300 tonnes NH_3 , corresponding an approximately 30% reduction. The main part of the ammonia emission is related to the livestock manure. In 2002 the emission from swine and cattle contributed to the total ammonia emission with 53% and 33% respectively.

The emission of greenhouse gases in 2002 is estimated to 10.15 M tonnes CO_2 -equivalents. From 1985 the emission has decreased from 13.79 M tonnes CO_2 -equivalents, which corresponds to a 26% reduction. From 1990, which is the base year of the Kyoto protocol, the emission from the agricultural sector has decreased by 21%.

The emission of methane is primarily related to the cattle and swine production, which contribute to the total GHG emission with 70% and 26% respectively. The methane emission in 2002 is estimated to 180.3 gigagram (Gg) or given in CO_2 - equivalents 3.79 M tonnes.

The emission of nitrous oxide originates from the nitrogen turnover in the agricultural fields. The main sources are related to the use of livestock manure, synthetic fertiliser and the nitrogen run-off and

² Intergovernmental Panel on Climate Change

leaching. The emission of N₂O in 2002 is estimated to 20.53 Gg N₂O corresponding to 6.36 M tonnes CO₂- equivalents.

Biogas plants using animal slurry reduce the emission of methane and nitrous oxide. The methods to estimate the reduced emission are not yet described in the IPCC guidelines. The calculation is based on the amount of treated slurry and the content of volatile solid and nitrogen. In 2002 the emission reduction due to biogas production is estimated to 0.03 M tonnes CO₂- equivalents.

Improvements in utilisation of nitrogen in livestock manure and the following lower consumption of synthetic fertiliser are the most important reasons for the reduction of both the ammonia and greenhouse gas emission. From 1990 there is almost no changes in the emission of methane. A decrease in the cattle production caused a decrease in the emission. But, on the other hand, the emission has increased due to changes in stable house systems. By coincidence the decrease and the increase balance so the emission trend is about zero.

The CO₂ emission from land use, land use changes and liming of agricultural soils are not included in the emissions inventory from the agricultural sector. According to the IPCC guidelines this emission should be included in the LULUCF sector (Land-Use, Land-Use Change and Forestry). This CO₂ emission will be included in the emission inventory from year 2005 (submission 2003) under the LULUCF sector reported to Climate Convention. The emission are based on results from an ongoing project, which is worked out in cooperation between NERI, the Danish Institute of Agricultural Science and the Danish Centre for Forest, Landscape and Planning (Gyldenkærne et al., 2005 – *in press*).

1 Introduktion

Danmark har via internationale konventioner forpligtet sig til opgøre udledningen til atmosfæren af en række forskellige forurenende stoffer. For landbrugets vedkommende gælder det udledningen af ammoniak (NH_3) og drivhusgasserne, kuldioxid (CO_2), metangas (CH_4) og lattergas (N_2O). Danmarks Miljøundersøgelser har ansvaret for udarbejdelse og afrapportering af de årlige emissionsopgørelser. Størstedelen af beregningerne er baseret på data indhentet fra Danmarks Statistik (DSt), fra Danmarks JordbrugsForskning og Dansk Landbrugsrådgivning. Ud over selve afrapporteringen er Danmark ifølge konventionerne forpligtet til at dokumentere opgørelsesmetoden. Denne rapport omfatter derfor dels en gennemgang af emissionerne i perioden 1990 til 2002, og dels en beskrivelse af metoden for hvordan udledningen opgøres.

Danmark har i Gøteborg-protokollen under UNECE-konventionen for grænseoverskridende luftforurening og i EUs NEC-direktiv (Council Directive 2001/81/EC) forpligtet sig til at reducere ammoniakfordampningen til 69.000 tons NH_3 senest i år 2010. Emissionsloftet omfatter ikke fordampning af ammoniak fra afgrøder eller ammoniakbehandlet halm. Landbruget bidrager i 2002 med 97% af den samlede ammoniakemission fra Danmark. Den resterende andel af emissionen stammer fra trafikken og industriprocesser. Dette er en revideret udgave af DMUs tidligere rapport på ammoniakområdet (Andersen et al., 2001a), samt en beskrivelse af det beregningsmæssige grundlag for opgørelsen.

Danmark har i Klimakonventionen ratificeret Kyoto-protokollen og har forpligtet sig til at reducere udslippet af drivhusgasser, målt i CO_2 -ækvivalenter med 21%, fra basisåret 1990 til første forpligtelsesperiode 2008-2012. I 2002 bidrager landbrugssektoren med ca. 16% af Danmarks samlede udslip af drivhusgasser målt i CO_2 -ækvivalenter. Det relativt store bidrag skyldes at landbruget udleder metan og lattergas, som har en noget stærkere drivhusgaseffekt end CO_2 . Målt i GWU (Global Warming Units) er effekten fra CH_4 og N_2O henholdsvis 21 og 310 gange stærkere end CO_2 .

FN's klimapanel (IPCC) har udgivet protokoller for hvordan emissionen af drivhusgasser skal beregnes (IPCC 1996, 2000). Protokollerne indeholder guidelines gældende for alle lande – opdelt i forskellige klimaregioner, afhængig af geografisk beliggenhed, og er derfor ikke altid den mest velegnede metode for hver enkelt land, hvor en række specifikke forhold gør sig gældende. Derfor opfordrer IPCC til, at der i videst mulig omfang anvendes nationale tal for de områder, hvor der er data til rådighed.

Med baggrund i dansk statistik og et omfattende arbejde med udarbejdelsen af normtal for foderforbrug og N-udskillelse fra husdyrholdet (Poulsen et al. 2001, Poulsen og Kristensen 1997, Laursen 1994), N-indholdet i afgrøder (Kristensen 2003, Kyllingsbæk 2000, Høgh-Jensen et al. 1998) og beregninger af effekten af vandmiljøplanerne (Børgesen og Grant 2003), findes der et godt grundlag for be-

regning af emissioner fra landbrugssektoren gældende for danske forhold.

Generelt er IPCCs guidelines baseret på antal årstyr for at stemme overens med international statistik. For omsætningsdyr (kødproducerende dyr) er de danske normtal baseret på per produceret dyr (antal slagtesvin, tyrekalve, slagtekyllinger etc.). Ved anvendelse af de danske normtal opnås en emission som er baseret på de aktuelle produktionsforhold i dansk landbrug.

Landbrugets emissioner opgøres i et samlet nationalt modelkompleks (DIEMA)³ som anbefalet i IPCCs guidelines. Det betyder at opgørelsen af ammoniak og drivhusgasser er baseret på samme beregningsgrundlag, dvs. antal dyr, stalddtypefordeling, gødningstyper m.m. Ændringer i ammoniakfordampningen vil således influere på ændringer i emissionen af lattergas.

Emissionsopgørelsen forbedres løbende i takt med fornyet viden på området. Det betyder, at der over tid vil ske justeringer af både emissionsfaktorer og metode i såvel IPCCs anbefalinger som i de nationale opgørelser. Derfor kan der forekomme afvigelser fra tidligere opgørelser. I emissionsopgørelserne stiles mod at anvende nationale data i videst mulig omfang. Dette stiller store krav til datadokumentation og særlig på områder hvor den anvendte metode og de nationale data adskiller sig væsentligt fra IPCCs anbefalede standard værdier.

Rapporten vil indledningsvis give en oversigt over emissionen i perioden fra 1985 til 2002, med en beskrivelse af de ændringer i landbrugets aktiviteter der har påvirket emissionen. Dernæst følger en beskrivelse af DIEMA der anvendes til beregning af emissionerne, og en detaljeret gennemgang af hvordan emissionen for de enkelte kilder beregnes.

³ Danish Integrated Emission Model for Agriculture.

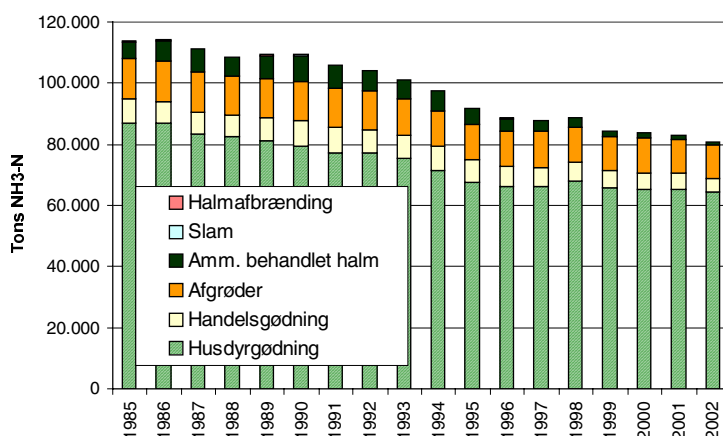
2 Landbrugets emissioner 1985-2002

2.1 Ammoniak

Emissionen af ammoniak fra landbrugets aktiviteter er opgjort til 113.800 tons ammoniakkvælstof ($\text{NH}_3\text{-N}$) i 1985 svarende til 138.400 tons ren ammoniak (NH_3) (DMU 2004a). Siden 1985 har udledningen af ammoniak været faldende og er i 2002 opgjort til 80.800 tons $\text{NH}_3\text{-N}$ og 98.300 tons NH_3 . I perioden 1985 til 2002 er ammoniakemissionen således reduceret med 29%. En stor del af denne reduktion kan henføres til den stigende fokusering på at øge dyrenes udnyttelse af kvælstof i foderet samt integrering af natur- og miljøhensyn i landbrugsproduktionen. Denne forøgede fokusering er sket gennem bl.a. iværksættelse af en række tiltag, herunder NPO-handlingsplanen (1996), Vandmiljøplanerne (1987 og 1998) og Handlingsplanen for bæredygtigt landbrug (1991). Tiltagene har bl.a. omfattet krav om øget N-udnyttelse i husdyrgødningen, etablering af flydelag på gylletanke, øget krav til hurtigere nedmuldning af husdyrgødningen og reduceret tildeling af kvælstof til afgrøder.

På figur 1 er vist udviklingen i ammoniakudledningen fordelt på de forskellige kilder. Heraf ses at ammoniakreduktionen fortrinsvis er knyttet til fald i emissionen fra husdyrproduktionen, mens emissionen fra handelsgødning og afgrøder bidrager med en mindre andel. Emissionen i forbindelse med ammoniakbehandling af halm er reduceret væsentligt, og er fra 1. august 2004 - ifølge husdyrbekendtgørelsen (BEK nr. 604 af 15/7-2002) - ikke længere tilladt. Emissionen fra slam anvendt som gødning og emission fra halmafbændning (forbudt siden 1990) er mindre end 1% af den totale ammoniakudledning.

I appendiks B er ammoniakemissionen i talstørrelser angivet fordelt på de forskellige kilder i perioden 1985 til 2002. Emissionen er opgjort i både ammoniakkvælstof og i ren ammoniak.

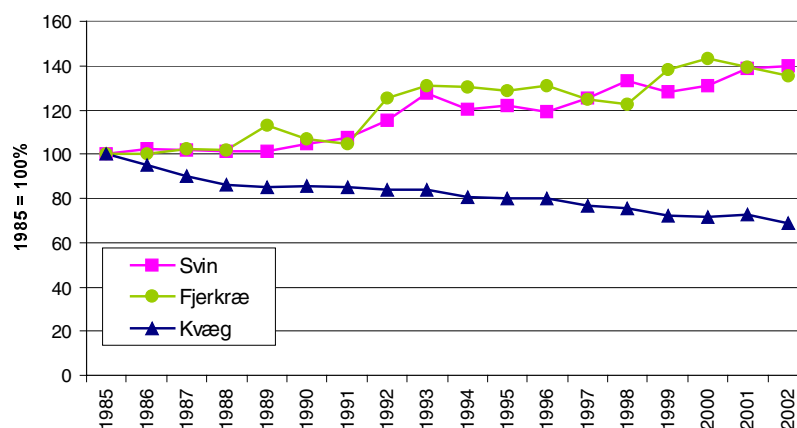


Figur 1 Ammoniakemissionen fra landbruget 1985 til 2002.

2.1.1 Ammoniakemission fra husdyrgødning

Da emissionen fra husdyrgødningen udgør den største bidragsyder, er reduktionen i ammoniak stort set alene afhængig af udviklingen i husdyrproduktionen og de forhold, der gør sig gældende for, hvordan gødningen håndteres. I appendiks B er vist N-udskillelsen fra husdyrproduktionen 1985 til 2002 samt ammoniak-emissionen fordelt på forskellige husdyrkategorier.

I figur 2 er angivet den relative udvikling i husdyrproduktionen i perioden 1985 til 2002 i produktionen af kvæg, svin og fjerkræ. Udviklingen er baseret på opgørelser fra DSt, hvor produktionen i 1985 er angivet til 100 procent. Bestanden af malkekvæg er faldet som resultat af stigning i mælkeydelse og heraf følger et tilsvarende fald i opdrættet. Til gengæld er produktionen af fjerkræ og svin steget betydeligt. Siden 1985 er slagtesvinproduktionen steget fra 15,1 mio. producerede svin til 23,7 mio. producerede svin i 2002.



Figur 2 Udviklingen i husdyrproduktionen af kvæg, svin og fjerkræ 1985 – 2002 (DSt)

Ammoniakudledningen fra produktionen af svin bidrager til godt halvdelen af den samlede ammoniakemission fra husdyrgødning. Trods den relative kraftige stigning i produktionen af slagtesvin, er ammoniakemission fra svineproduktionen i samme periode faldet. En af de vigtigste årsager hertil er, at der samtidig er sket en markant forbedring i fodereffektiviteten for slagtesvin. I tabel 1 ses at N-udskillelsen pr. produceret slagtesvin i perioden 1985 til 2002 er blevet reduceret med ca. 35%.

Tabel 1 N-udskillelsen for slagtesvin – N ab Dyr (kg N per produceret dyr)

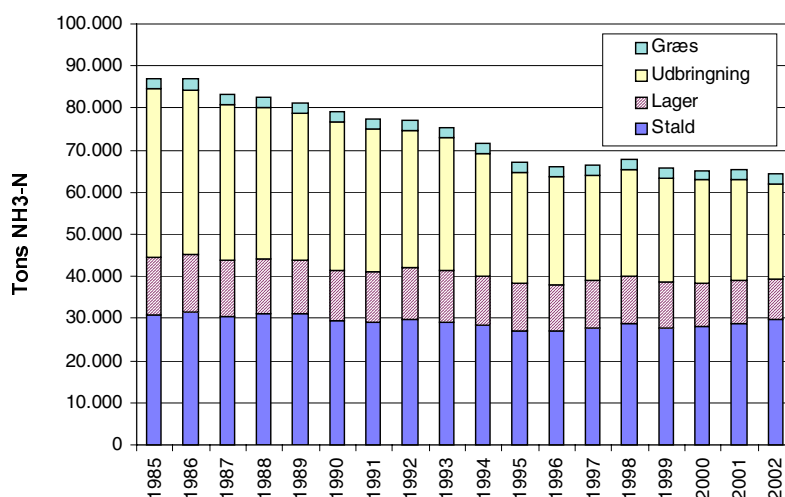
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
	N ab Dyr																		
Slagtesvin	5,09	5,01	4,94	4,86	4,78	4,53	4,28	4,03	3,78	3,53	3,28	3,25	3,21	3,18	3,15	3,12	3,12	3,12	3,25

Derudover har en ændring i staldtypefordelingen også haft en betydning for fald i ammoniakemissionen fra svin. En stigende andel af svin er opstaldet på fuldspaltegulv, hvor emissionen er mindre end i staldsystem med fast gulv.

Figur 3 viser fordelingen af ammoniakemissionen fra husdyrgødning på stald, ved lagring, ved udbringning og ved udbinding.

Emissionen fra stald og lager holder sig nogenlunde konstant i perioden fra 1985 til 2002 – dog ses et lille fald fra midten af 1980'erne til begyndelsen af 1990'erne. Emissionen er afhængig af faktorer som husdyrproduktionens omfang og N-udskillelsen, herunder foderefektiviteten, stalddtypefordelingen og overdækning af gyllebeholdere. Ændringer i stalddtypefordelingen for svin har som nævnt betydet et fald i ammoniakemissionen. Omvendt har ændringer i stalddtypefordelingen fra kvæg bidraget til en forøgelse af emissionen, som følge af en stigning i andelen af staldsystemer med dybstrøelse, hvor emissionen er højere end fra de ældre bindestalde.

Faldet i ammoniakemissionen skal tydeligvis også ses i sammenhæng med emissionen fra udbringning af husdyrgødning. Ændringer i udbringningspraksis har haft en væsentlig betydning for et fald i ammoniakemissionen. Fra begyndelsen af 1990'erne blev en stadig stigende andel af gyllen udbragt med slanger og fra sidst i 1990'erne steg andelen af nedfældet gylle. I 2002 er det vurderet at op til 21% af gyllen udbringes med nedfælder (Dansk Landbrug, 2002), hvilket giver en væsentlig reduktion i ammoniakudledningen.



Figur 3 Ammoniakemissionen fra husdyrgødning 1985 til 2002

For at opnå yderligere reduktion i ammoniakfordampningen må det forventes, at der i stigende grad vil blive sat fokus på teknologiske muligheder, for at reducere udledningen af ammoniak i forbindelse med håndtering af husdyrgødningen i stalden og ved lagring.

2.1.2 Ammoniakemission fra marken

I forbindelse med ammoniakemission fra dyrkning af landbrugsjord er de største bidragsydere emissionen fra udbragt handelsgødning og fra voksende afgrøder.

Undersøgelser har vist, at der kan forekomme udledning af ammoniak fra afgrøder (Schjoerring og Mattsson 2001), og derfor er denne kilde inddraget i den danske emissionsopgørelse svarende til worse

case situation. Der er nogen usikkerhed forbundet med at vurdere, hvor stor en mængde ammoniak der kan forekomme fra afgrøder under påvirkning af forskellige geografiske og klimatiske forhold. Dette er givetvis baggrunden for at emissionen fra afgrøder ikke er omfattet af emissionsloftet, hverken i Gøteborg-protokollen eller i NEC-direktivet. Emissionen er for nedadgående som følge af fald i landbrugsarealet.

Som følge af stigende krav til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning, er forbruget af handelsgødning blevet reduceret kraftigt. Mængden af kvælstof i handelsgødning, der er udbragt på markerne i 2002, er halveret sammenlignet med forbruget i 1985.

2.2 Drivhusgasser

Tabel 2 viser udviklingen i emissionen af drivhusgasser målt i CO₂-ækvivalenter. Den samlede emission opgjort i CO₂-ækvivalenter er for 1985 opgjort til 13,79 mio. tons og faldende til 10,15 mio. tons i 2002, hvilket svarer til en reduktion på 26% (DMU 2004b). Fra 1990, som er Kyoto-protokollens basisår, er emissionen blevet reduceret med 21%. Lattergas har den stærkeste drivhuseffekt, og udgør den største bidragsyder til den samlede emission af drivhusgasser.

Tabel 2 Udvikling i emissionen af drivhusgasser 1985-2002 målt i mio. tons CO₂-ækvivalenter.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Red.
CH ₄	4,31	4,17	4,00	3,89	3,87	3,85	3,88	3,89	3,98	3,94	3,94	3,96	3,88	3,92	3,80	3,82	3,86	3,79	12%
N ₂ O	9,48	9,27	9,08	8,89	8,89	8,98	8,83	8,53	8,31	8,10	7,90	7,56	7,48	7,45	7,01	6,76	6,62	6,36	33%
I alt	13,79	13,44	13,07	12,78	12,76	12,83	12,71	12,42	12,29	12,04	11,84	11,52	11,35	11,37	10,81	10,58	10,48	10,15	26%

2.2.1 Emission af metan

Langt størstedelen af metanemissionen kommer fra husdyrenes fordøjelsesproces og en mindre del fra håndtering af husdyrgødning. Fra 1985 til 1989 indgår yderligere emission fra afbrænding af halm fra markerne. I tabel 3 er angivet udviklingen i metanemissionen fra 1985 til 2002. Her ses at fra 1990 og frem til 2002, er der stort set ikke sket nogen ændringer i emissionen fra husdyrproduktionen.

Tabel 3 CH₄-emissionen 1985-2002, Gg CH₄ per år.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Fordøjelsessystemet	168,4	162,2	153,8	148,7	146,6	147,6	147,4	145,4	146,9	146,3	146,3	146,7	141,9	142,3	137,1	136,5	137,6	133,2	
Husdyrgødning		34,1	33,7	34,2	34,5	34,9	35,8	37,5	40,0	42,4	41,4	41,4	42,0	42,6	44,4	43,7	45,4	46,4	47,1
-effekt af biogasbehandling		0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	
Halmforbrænding		2,9	2,5	2,4	1,9	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
I alt Gg CH₄	205,4	198,4	190,3	185,1	184,3	183,4	184,9	185,4	189,3	187,7	187,6	188,7	184,5	186,6	180,9	181,9	184,0	180,3	
I alt CO₂-ækv. Mio. tons*	4,31	4,17	4,00	3,89	3,87	3,85	3,88	3,89	3,98	3,94	3,94	3,96	3,88	3,92	3,80	3,82	3,86	3,79	

* Denne CH₄ opgørelse er incl. pelsdyr. På grund af afrapporteringsformatets udformning til Klimakonventionen er emission fra pelsdyr ikke med i den nationale opgørelse. Nyt afrapporteringsformat tages i anvendelse ved næste afrapportering, hvori der er mulighed for at emission fra pelsdyr kan indgå.

I perioden 1985 til 2002 er emissionen af metan fra fordøjelsesprocesserne faldet med 32,5 Gg CH₄ som følge af mindre kvægbestand. Til gengæld er der sket en stigning i emissionen fra husdyrgødning på 12,1 Gg CH₄, hvilket både skyldes stigningen i svineproduktionen og ændringer i staldd typer. Strukturudviklingen og øget hensyn til dyrevelfærden har betydet, at flere kvæg er opstaldet i løsdriftstalder og flere svin går på spalter, hvor en større del af gødningen håndteres som gylle. Det har medført en stigning i metanudledningen, idet flydende gødning har en emissionsfaktor, der er 10 gange højere end fast gødning. Denne udvikling har betydet, at trods fald i antallet af kvæg, er CH₄ emissionen i perioden 1990 til 2002 kun reduceret med 2%.

Afbrænding af halm på marken blev forbudt ved lov i 1990. Frøproduktionen er undtaget fra forbudet og afbrænding kan forekomme ved dispensation i år præget af store nedbørshændelser. Omfanget vurderes at være i en størrelsesorden som ikke har nogen betydning i relation til den samlede metanemission og indgår derfor ikke i opgørelsen fra år 1990.

I opgørelsen er taget højde for reduktion i metanudledningen som følge af biogasbehandling af gylle. Omkring 4% af gyllen blev biogasbehandlet i 2002.

2.2.2 Emission af lattergas

Udledningen af N₂O sker de steder hvor der forekommer en omsætning af kvælstof og er derfor tæt knyttet til håndteringen af husdyrgødning og ammoniakfordampningen. Data anvendt ved opgørelse af ammoniakfordampningen hænger sammen med de data der er anvendt ved beregning af N₂O emissionen.

I tabel 4 er angivet udviklingen i emissionen af lattergas i perioden fra 1985 til 2002. Fra 1990 og frem til 2002 er N₂O-emissionen faldet fra med 29,0 Gg N₂O til 20,5 Gg N₂O, hvilket svarer til et fald på 29%.

Udledningen af lattergas kommer fra mange forskellige kilder - se tabel 4. Langt størstedelen af emissionen sker i forbindelse med husdyr- og handelsgødning udbragt på marken og fra udvaskningen af kvælstof. Siden 1985 er der sket et markant fald i emissionen fra disse kilder på grund af fald i forbruget af handelsgødning og heraf også et fald i mængden af udvasket kvælstof. Endvidere er der sket en stramning af reglerne for udnyttelse og håndtering af husdyrgødningen.

Emissionen fra håndteringen af husdyrgødningen i stald og ved lagring er faldet på grund af et fald i N-udskillelsen og ændringen i staldd typefordeling. Til forskel fra metanemissionen, har ændringer i staldd typesystemer, i retning af flere dyr på gyllebaserede staldd systemer, medført en lavere emission, idet N₂O-udledningen for flydende gødning er lavere end for fast gødning.

Emissionen fra atmosfærisk deposition udgør 6% af den samlede N₂O-emission i 2002. Reduktionen i udledningen af ammoniak har medvirket til fald i emissionen af N₂O.

Emissionen fra de øvrige kilder er stort set uændret i perioden 1985 til 2002. Emissionen fra afgrøder efterladt på marken efter høst er steget en anelse, som følge af forbud mod afbrænding af halm i 1990. I udledningen af N₂O fra N-fikserende afgrøder ses et svagt fald siden 1999, som en konsekvens af mindre arealer med græs og kløver i omdrift samt et fald i dyrkning af bælgssæd til modenhed.

Tabel 4 Emission af N₂O fra forskellige kilder 1985-2002, Gg N₂O per år.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Husdyrgødningshåndtering	2,29	2,28	2,22	2,23	2,25	2,21	2,20	2,22	2,21	2,15	2,09	2,09	2,10	2,14	2,07	1,98	1,91	1,95
Afgræsning	1,08	1,06	1,01	1,00	1,00	1,01	1,03	1,03	1,05	1,03	1,04	1,05	1,02	1,01	0,99	0,99	1,01	0,96
Handelsgødning	7,67	7,36	7,35	7,07	7,26	7,69	7,59	7,10	6,39	6,25	6,06	5,58	5,53	5,44	5,05	4,83	4,49	4,05
Husdyrgødning udbragt	3,76	3,75	3,62	3,58	3,57	3,51	3,52	3,56	3,62	3,50	3,41	3,45	3,42	3,50	3,43	3,40	3,48	3,58
Slam udbragt	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,18	0,17	0,18	0,18	0,16	0,17	0,15	0,17	0,21	0,22
Atmosfærisk deposition	1,79	1,79	1,75	1,71	1,72	1,72	1,66	1,64	1,59	1,53	1,45	1,39	1,38	1,40	1,33	1,32	1,31	1,27
N-udvaskning	11,92	11,63	11,34	11,04	10,75	10,50	10,24	9,99	9,74	9,49	9,23	8,62	8,35	8,13	7,56	7,05	6,84	6,59
N-fiksering	0,80	0,79	0,75	0,81	0,79	0,88	0,77	0,65	0,83	0,79	0,73	0,71	0,86	0,95	0,77	0,76	0,71	0,66
Afgrøderester	0,90	0,89	0,88	0,89	0,97	1,13	1,10	0,95	0,98	0,99	1,08	1,10	1,08	1,08	1,05	1,08	1,11	1,03
Organogene jorde	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Halmafbrændning	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Reduktion biogasanlæg	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	i.b.	-0,00	-0,00	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02
I alt Gg N ₂ O	30,58	29,92	29,28	28,69	28,68	28,98	28,47	27,50	26,82	26,13	25,49	24,38	24,13	24,03	22,61	21,79	21,35	20,53
I alt CO ₂ -ækv.	9,48	9,27	9,08	8,59	8,89	8,98	8,83	8,53	8,31	8,10	7,90	7,56	7,48	7,45	7,01	6,76	6,62	6,36
Mio. tons CO ₂ *																		

i.b. = ikke beregnet

* I N₂O-emissionen indrapporteret til Klimakonventionen er ikke fratrukket reduktion som følge af biogasbehandling af gylle. Reduktionen, som udgør mindre end 1% af den samlede emission, vil fremgå i emissionsopgørelsen for 2003.

2.2.3 Emission af NMVOC

Non-metan Volatile Organic Compounds (NMVOC) er ikke en egentlig drivhusgas, men indgår i UNECEs afrapporteringskrav til emissionsopgørelsen. Emissionen af NMVOC har en indirekte effekt på drivhusgasprocesserne. I emissionsopgørelsen indgår et estimat for emissionen af NMVOC fra afgrøder og fra græs. Emissionsfaktorerne er baseret på vurderinger foretaget i begyndelsen af 1990'erne (Fenhann & Kilde, 1994; Priemé & Christensen, 1991). Der er behov for en revurdering af de anvendte emissionsfaktorer og i givet fald, om en justering er nødvendig.

Landbruget bidrog i 2002 med 1,21 Gg NMVOC, hvilket svarer til 1% af den samlede nationale NMVOC-emission. Fra 1985 er emissionen reduceret på grund af fald i landbrugsarealet.

3 Revurdering af landbrugets emissioner

Opgørelsen af landbrugets emissioner bliver løbende justeret i takt med at der fremkommer ny viden og nye oplysninger vedrørende de data opgørelsen er baseret på. Det betyder at tidligere publicerede opgørelser ikke altid stemmer overens med værdier angivet i denne rapport. I det følgende gives en kort beskrivelse af de vigtigste ændringer, som er foretaget de seneste år og hvilken betydning de har for opgørelsen af den samlede emission af ammoniak og drivhusgasser fra landbrugssektoren.

3.1 Ammoniak

I efteråret 2002 blev der foretaget ændringer, som betød en forøgelse af emissionen i årene 1985 – 1999 (Illerup et al., 2002) i forhold til tidligere har været angivet (Andersen et al., 2001a). Den væsentligste ændring skyldes en revidering af skønnet for udbringningspraksis (DMU, 2003 og DJF, 2002). På grund af stigning i arealet med vinterafgrøder, vurderes at en større del af gyllen udbringes i voksende afgrøder, hvor gødningen ikke efterfølgende nedbringes i jorden. Dette har betydet en forøgelse af den samlede ammoniakemission på mellem 2% og 9% afhængig af det enkelte år (tabel 5).

Tabel 5 Ændring i opgørelse af ammoniak emissionen 1985 – 1999 i forhold til tidligere opgørelse.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	1000 tons NH ³ -N														
Seneste opgørelse ²	113,8	114,2	111,4	108,8	109,3	109,3	105,9	104,2	101,1	97,6	92,0	88,6	88,1	88,9	84,5
Tidligere opgørelse ¹	110,8	110,9	108,0	105,0	105,4	105,0	101,3	98,9	95,6	91,5	85,6	81,6	80,9	81,4	77,2
Difference	2,9	3,2	3,4	3,8	3,9	4,4	4,5	5,3	5,6	6,1	6,5	7,0	7,2	7,5	7,3
Difference (pct.)	3	3	3	4	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9

¹ Andersen et al. 2001a. Ammoniakemission fra landbruget siden midten af 80'erne - Faglig rapport fra DMU nr. 353.

² Opgørelse for ammoniakemissionen - afrapporteret til UNECE, jan. 2004 (http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoe-tilstand/3_luft/4_adaei/tables/NH3.html)

3.2 Drivhusgasser

I forbindelse med afrapportering af drivhusgasemissionen til UNFCCC i april 2004, har der, i samarbejde med Danmarks JordbrugsForskning (DJF), været foretaget en revurdering af opgørelsesmetoden, hvilket har resulteret i en forbedring i modelberegningerne for landbrugets emissioner af drivhusgasser. Dette arbejde har resulteret i en genberegning af emissionerne for årene 1985 til 2001, hvor niveauet for landbrugets emissioner er lavere end angivet i tidligere beregninger. Alligevel er faldet i emissionen for perioden 1990, som er Kyoto protokollens basisår, og frem til 2001, på ca. 20%, hvilket svarer til reduktionen i tidligere beregninger.

De vigtigste ændringer i genberegningen for CH₄ emissionen, er at der tages højde for ændringer i foderindtagelse og staldtypefordeling baseret på danske normtal (Laursen, 1994; Poulsen & Kristensen, 1997; Poulsen et al. 2001). Fremover vil emissionen ligeledes blive beregnet ud fra opdaterede normtal. Dette medfører at emissionsfaktoren varierer fra år til år afhængig af ændringer i foderindtag og staldtypefordeling.

For N₂O-emissionens vedkommende er der sket ændringer i metoden for beregning af emissionen fra afgrøderester og der er sket en opdatering af data for emissionen fra kvælstoffikserende afgrøder og data for kvælstofudvaskningen baseret på seneste beregninger i forbindelse med slutevaluering af Vandmiljøplan II.

I tabel 6 er emissionen i genberegningen sammenholdt med emissionen fra tidligere opgørelser. Heraf ses at der til forskel fra tidligere beregninger ikke er sket et fald i CH₄-emissionen fra 1990 til 2001. Emissionen er reduceret på grund af fald i antallet af malkekvæg, men reduktionen modsvares af en stigning i emissionen fra håndtering af husdyrgødning, som følge af ændring i gyllebaserede staltdyssystemer, hvor CH₄-emissionen er højere.

Reduktionen i N₂O-emissionen er stort set det samme som angivet i tidligere beregninger, men niveauet for totalemissionen er noget lavere, hvilket hovedsageligt er relateret til ændringer i beregningen af emissionen fra afgrøderester. I genberegningen anvendes nationale data for N-indholdet i afgrøderester.

Tabel 6 Ændring i opgørelse af drivhusgasemissionen 1990 – 2001 i forhold til tidligere opgørelse.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Reduktion 1990-2001	
	<u>Mio.ton tons CO₂-ækv.</u>													
<u>Genberegning¹</u>														<u>pct.</u>
Total emission	12,8	12,7	12,4	12,3	12,0	11,8	11,5	11,3	11,4	10,8	10,6	10,5	2,4	18
CH ₄	3,8	3,9	3,9	4,0	3,9	3,9	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	0,0	0
N ₂ O	9,0	8,8	8,5	8,3	8,1	7,9	7,6	7,5	7,4	7,0	6,8	6,6	2,4	26
<u>Tidligere beregning²</u>														
Total emission	14,3	14,1	13,4	13,6	13,2	13,1	12,8	12,4	12,5	12,1	11,9	11,6	2,8	19
CH ₄	4,1	4,1	4,0	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,6	3,6	3,6	0,5	11
N ₂ O	10,3	10,0	9,4	9,5	9,2	9,1	8,8	8,5	8,6	8,5	8,3	7,9	2,3	23
Difference	-1,5	-1,4	-1,0	-1,3	-1,1	-1,3	-1,3	-1,0	-1,1	-1,3	-1,3	-1,1		
	<u>Procent</u>													
Difference	11	10	8	10	9	10	10	8	9	11	11	9		

¹ Afrapporteret til UNFCCC i april 2004

² Afrapporteret til UNFCCC i april 2003

4 Metode for opgørelse af emissioner fra landbrugssektoren

4.1 Datareferencer

Emissionsopgørelserne bliver udarbejdet af DMU. Data anvendt i emissionsopgørelserne er indhentet, vurderet og diskuteret i samarbejde med en række forskellige institutioner der beskæftiger sig med forskning eller forvaltning inden for landbrugsområdet. Dette gælder DSt, Danmarks JordbrugsForskning, Dansk Landbrug (Landscentret), Miljøstyrelsen og Plantedirektoratet.

Tabel 7 viser en oversigt over hvilke institutioner og organisationer der bidrager med data i forbindelse med udarbejdelsen af emissionsopgørelserne fra landbrugssektoren.

Tabel 7 Parter der er involveret i udarbejdelsen af emissionsopgørelsen

Danmarks Miljøundersøgelser	DMU	- afrapportering - dataindsamling
Danmarks Statistik	DSt	- antal dyr - mælkeproduktion - data for slagtninger - arealanvendelse - afgrødeudbytte
Dansk JordbrugsForskning	DJF	- N-udskillelse - foderindtag - vækst - N-fikserende afgrøder - afgrøderester - N-udvaskning -emissionsfaktorer for NH ₃
Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret	DLR	- staldd typer - afgræsningsforhold - udbringning af husdyrgødning
Miljøstyrelsen	MST	- slam udbragt på landbrugsjord fra spildevand og øvrige affaldsprodukter
Plantedirektoratet	PD	- økologisk dyrkede arealer - handelsgødningsforbruget - foderstofanalyser
Øvrige: Danske Maskinstationer Energistyrelsen		- mængden af nedfældet gylle - mængden af biogasbehandlet gylle

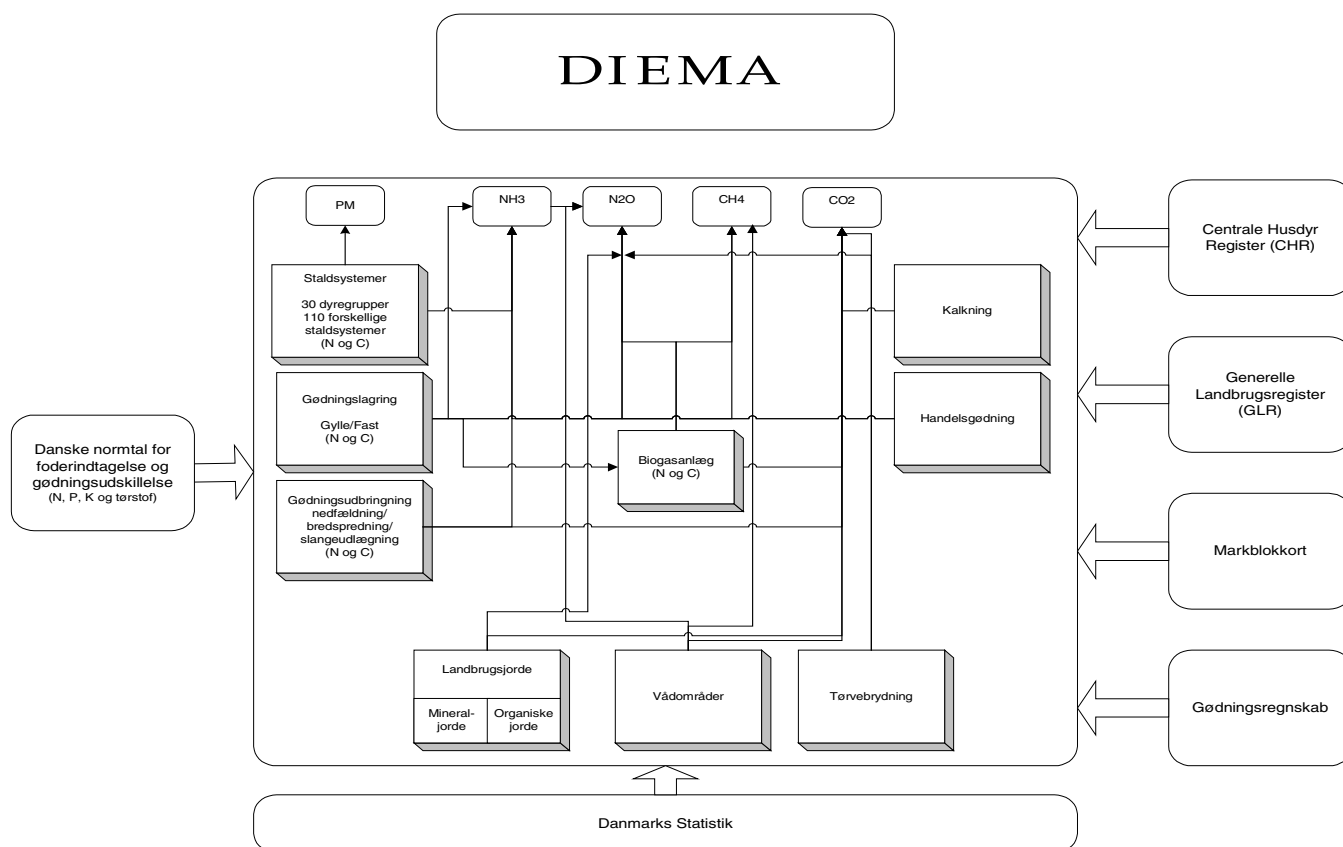
4.2 Metode

Emissionsopgørelsen er, for ammoniakens vedkommende, baseret på de retningslinier der er foreskrevet i "EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA 2004). Grundlaget for opgørelsen for drivhusgasser er baseret på retningslinier beskrevet af Klimapanelet: "IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual" (IPCC 1996) og "IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories" (IPCC 2000).

Grundlæggende er den samlede emission beregnet som summen af antal aktiviteter (a) multipliceret med en gennemsnits-emissionsfaktor for hver enkelt aktivitet (emf).

$$E_{\text{total}} = \sum a_i \cdot \text{emf}_i$$

Til beregning af emissionerne af ammoniak og drivhusgasser anvendes et samlet modelkompleks, kaldet DIEMA – Danish Integrated Emission Model for Agriculture. En oversigt over modelkomplekset er vist i figur 4.



Figur 4 DIEMA – model til beregning af emissioner fra landbrugssektoren (Danish Integrated Emission Model for Agriculture).

Langt størstedelen af emissionerne er relateret til husdyrproduktionen. I DIEMA skelnes mellem ca. 30 forskellige husdyrkategorier afhængig af husdyrtype og vægtklasse. Hver kategori er yderligere

opdelt i en række forskellige stalddtypesystemer som er bestemmende for hvordan gødningen håndteres. Det resulterer i en opdeling på ca. 110 forskellige underkategorier. For hver af disse husdyrkategorier opgøres emissionen på baggrund af informationer om antal dyr fra DSt og standarder for foderforbrug og kvælstofudskillelse udarbejdet af Danmarks JordbrugsForskning.

Husdyrproduktionen er den vigtigste parameter for emission af både ammoniak og drivhusgasser. I det følgende gennemgås en beskrivelse af hvordan omfanget af husdyrproduktionen er opgjort og en angivelse af den anvendte fordeling af stalddtyper.

4.3 Husdyrproduktionen

Husdyrproduktionen er baseret på data fra DSt. Antallet af dyr opgøres enten som antallet af årsdyr eller som antallet af producerede dyr. For slagtesvin og slagtefjerkræ er produktionen baseret på slagtedata og herunder tages højde for eksporten samt dødeligheden i produktionsperioden.

4.3.1 Kvæg

Kvæg er opdelt i 6 forskellige hovedkategorier, hvor der skelnes mellem stor race og jersey (tabel 8). Hver af kategorierne er opdelt i op til 11 forskellige stalddtypesystemer.

Fordelingen mellem stor race og jersey er indtil år 2000 indhentet ved specialkørsler fra DSt. Fra 2001 er jerseyprocentsatsen oplyst af Dansk Kvæg (2003), baseret på registreringer i ydelseskontrollen, der omfatter ca. 85% af malkekøerne.

Tabel 8 Kvægkategorier

	Jersey andel (%) ud af den samlede malkekvæg bestand 2002 ¹
Tyre, 0-6 mdr.	4,2
Tyre, 6 mdr. til slagting	6,6
Opdræt, 0 - 6 mdr.	9,4
Opdræt, 6 mdr. til kælvning	8,5
Malkekøer	12,2
Ammekøer	

¹ Kilde: Dansk Landbrug (Landscentret)

4.3.1.1 Malkekvæg

Antallet af malkekvæg er baseret på årsdyr, svarende til antallet af malkekvæg angivet i DSt.

Normtallene for tyre og opdræt skelner mellem kalve mindre end 6 måneder, tyre fra 6 måneder til slagting og kvier fra 6 måneder til kælvning. For at kunne beregne emissionen skal antallet af dyr kvantificeres inden for hver af de respektive underkategorier.

4.3.1.2 Tyre

Som udgangspunkt for kvantificeringen af antal producerede tyre per år anvendes data fra DSt, som både omfatter kalve fra malkekvæg og fra kødkvæg. Det forudsættes at fordelingen mellem malkekøer og ammekøer tilnærmelsesvis er den samme som for kalve, hvilket i 2002 svarer til 16,5%. Antallet af tyrekalve fra ammekalve indgår i kategorien kalve af stor race.

Der anvendes en gennemsnitlig slagtevægt for stor race og jersey er henholdsvis 440 kg og 328 kg som angivet i normtallene (Poulsen et al. 2001).

Antallet af producerede tyre per år beregnes på følgende måde:

Antal ammekalve:

$$\text{Antal}_{\text{tyre fra ammekvæg}} = \text{tyrekalve}_{DSt} * \text{ammekvæg}_{DSt} / (\text{ammekvæg}_{DSt} + \text{malkekvæg}_{DSt})$$

Eks. fra 2002 for tyrekalve < ½ år:

$$23.041 = 139.755 * 0,165$$

Antal kalve:

$$\text{Antal}_{\text{tyre, st. race}} = ((\text{tyrekalve}_{DSt} - \text{antal}_{\text{tyre fra ammekvæg}}) * (1 - \text{jersey}_{\text{prc}})) + \text{Antal}_{\text{tyre fra ammekvæg}}$$

$$\text{Antal}_{\text{tyre, jersey}} = (\text{tyrekalve}_{DSt} - \text{antal}_{\text{tyre fra ammekvæg}}) * \text{jersey}_{\text{prc}}$$

Eks. fra 2002 for antal tyrekalve, stor race < ½ år:

$$134.453 = ((139.755 - 23.041) * (1 - 0.0042)) + 23.041$$

Tyre slagtes i gennemsnit efter 382 dage, hvilket betyder at den samlede produktionstid udgør ½ år + 200 dage. Ved beregning af årsproduktionen for tyre < ½ år anvendes bestanden fra DSt multipliceret med 365/182,5 og for tyre > ½ år multipliceres med 365/200.

Antallet producerede tyrekalve per år:

$$\text{Antal}_{\text{tyre} < \frac{1}{2} \text{år}} = \text{Antal}_{\text{tyre}, < \frac{1}{2} \text{år}} * \frac{365}{182,5}$$

$$\text{Antal}_{\text{tyre} > \frac{1}{2} \text{år}} = \text{Antal}_{\text{tyre}, > \frac{1}{2} \text{år}} * \frac{365}{200}$$

Eks. fra 2002 for antal producerede tyrekalve, stor race < ½ år:

$$269.700 = 134.453 * \frac{365}{182,5}$$

4.3.1.3 Opdræt

Antallet af producerede kvier per år er opgjort ud fra andele af opdræt. Antallet beregnes som bestanden af kvier angivet i DSt multi-

pliceret med den reciprokke værdi af andelen af produktionstiden (Poulsen et al. 2001).

Kvier (stor race) kælver i gennemsnit efter ca. 28 måneder og den andel af produktionstiden hvor kvierne er $< \frac{1}{2}$ år udgør derfor 0,2148 (ca. 6/28). Andelen af produktionstiden hvor kvierne, stor race er $> \frac{1}{2}$ år udgør 0,7852 (ca. 22/28). Jersey kvier kælver i gennemsnit efter 25 måneder og andelen for $< \frac{1}{2}$ år og $> \frac{1}{2}$ år er henholdsvis 0,2405 og 0,7595.

Eks. for antal producerede kviekalve $< \frac{1}{2}$ år:

$$\text{Antal}_{\text{kvier, st. race} < \frac{1}{2} \text{ år}} = (\text{kvier} < \frac{1}{2} \text{ år}_{DSI} * (1 - \text{jersey}_{\text{pct}})) * (1/0,2148)$$

$$\text{Antal}_{\text{kvier, jersey} < \frac{1}{2} \text{ år}} = (\text{kvier} < \frac{1}{2} \text{ år}_{DSI} * (\text{jersey}_{\text{pct}})) * (1/0,2148)$$

Eks. fra 2002 for antal producerede kviekalve, st. race $< \frac{1}{2}$ år:

$$712.100 = ((168.819 * (1 - 0,094)) * 1/0,2148)$$

4.3.2 Svin

For svin skelnes mellem tre forskellige hovedkategorier; årssøer (incl. smågrise til 7,5 kg), smågrise og slagtesvin.

4.3.2.1 Søer

Normtallene for årssøer er baseret på årdsyr og er inklusiv udskillelsen fra pattegrise, avlsorner og sopolte. Antallet af årssøer er opgjort som bestanden af drægtige, diegivende og goldsøer opgjort i Landbrugsstatistikken. Det antages at antallet af nye orner og sopolte modsvarer den del der forsvinder ved levering til slagteriet. Tilvæksten i orner og sopolte indgår i beregningen for kødproduktionen.

Antal årssøer:

$$\text{Antal}_{\text{søer}} = \text{drægtige}_{DSI} + \text{diegivende}_{DSI} + \text{goldsøer}_{DSI}$$

Eks. fra 2002 for antallet af årssøer:

$$1.128.100 = 856.079 + 221.476 + 41.500$$

4.3.2.2 Smågrise og slagtesvin

Produktionen af smågrise og slagtesvin opgøres på baggrund af slagtedata fra Landbrugsstatistikken. Udover antallet af dyr leveret til slagteriet er der også taget højde for slagtninger foretaget for producer, hjemmeslagtninger, eksport, besætningsforskydninger, antal døde og kasserede i produktion og som nævnt tilvæksten af orner og sopolte.

Normtallene for slagtesvin er baseret på 100 kg levende vægt svarende til 76 kg slagtevægt. Antallet af kødproducerende enheder per år beregnes som den samlede mængde producerede kød divideret med 76,3 kg. For at beregne antallet af producerede slagtesvin svarende til N-udskillelse fra normtallene, er der således i 2002 produceret 23,7

mill. slagtesvin (tabel 9). Forhold vedrørende antal døde i produktionsperioden er inddraget i normtallene.

På baggrund af slagtedata fra Landbrugsstatistikken er det beregnet at der i 2002 indgik 24.187 tusinde smågrise i produktionen (tabel 9). Ved beregning af antal producerede smågrise tages højde for, at der i gennemsnit dør 3,6% i løbet af produktionsperioden (Poulsen et al. 2001). Der divideres med 2 for at tage højde for at dødeligheden i gennemsnit forekommer halvvejs i produktionsperioden.

Antal kødproducerende enheder:

$$\text{Antal kødproducerende enheder}_{\text{slagtesvin}} = \frac{\text{mængde produceret kød}}{76,3 \text{ kg}}$$

Eks. fra 2002 – producerede slagtesvin (svarende til normtal):

$$23,7 \text{ mill.}_{\text{slagtesvin}} = \frac{1.808 \text{ mill. kg kød}}{76,3 \text{ kg}}$$

Antal producerede smågrise:

$$\text{Antal producerede}_{\text{smågrise, 7-30kg}} = \frac{\text{antal producerede dyr}}{1 - (\text{døde}_{\text{andel}}/2)}$$

Eks. fra 2002 – producerede smågrise:

$$24,6 \text{ mill.}_{\text{smågrise, 7-30kg}} = \frac{24.187}{1 - (0,036/2)}$$

Tabel 9 Beregningen af antal producerede smågrise og slagtesvin

Beregning af årsproduktionen af årssøer, smågrise og slagtesvin	2002 Antal dyr [1000 stk.]	Slagtevægt pr. dyr [kg]	Produceret kød [mill. kg]
Leveret til slagteri	21.637,00	78,10	1.689,85
Slagtet for producent på slagteri	10,20	87,80	0,90
Hjemmeslagtninger	220,00	78,18	17,20
Polte til slagteri	22,80	42,00	0,96
Eksport af slagtedy	1.833,80	29,82	54,69
<u>Overførsel til soholdet (å 100 kg)</u>			
Orner til slagteri	23,60	76,30	1,80
Sopolte ¹	447,14	76,30	34,12
Eksport af levende avlsdyr	14,10	76,30	0,68
Besætningsforskydning, ungsvin < 35 kg (genn. af 20-50 kg)	-196,00	25,90	-5,08
Besætningsforskydning, slagtesvin >75 kg (genn. af 50-100 kg)	32,00	55,50	1,78
Kasserede	141,90	78,10	11,08
Sum - antal producerede dyr	24.187		
Sum - mængde produceret kød			1.808
<u>Slagtesvin:</u>			
Antal kødproducerede enheder svarende til slagtevægt å 76,3 kg som angivet i normtallene	23.702		
<u>Smågrise (7-30 kg):</u>			
Antal producerede enheder	24.630		
¹ Beregnet som bestand af første gang drægtige søer angivet i DSt multipliseret med 2,25 svarende til antal kuld per år.			

4.3.3 Fjerkræ

For fjerkræ skelnes mellem tre hovedkategorier høns, hønniker, slagtekyllinger og øvrige fjerkræ, som omfatter gæs, ænder og kalkuner.

4.3.3.1 Høns og hønniker

Normtal for høner er baseret på 100 stk. årshøner. Ved beregning af årsproduktionen for høner anvendes som udgangspunkt bestanden angivet i DSt. Visse bedrifter vil på tællingsdagen blive registreret med nul antal høner på grund af tomgangsdage. For dette reguleres ved at multiplicere antallet med (produktionstid + tom dage)/produktionstid. Produktionstiden og tomgangsdage varierer i de forskellige stalddtyper (Poulsen et al. 2001).

Der skelnes overordnet mellem fem forskellige produktionsformer; fritgående-, økologiske-, skrabe- og burhøns samt æg fra rugeægshøner. Procentfordelingen mellem de forskellige stalddtyper er estimeret på baggrund af antallet af indvejede æg fra effektivitetskontrollen, som omfatter ca. 1/3 af de producerede æg (Henrik Bang Jensen, Pers medd.).

I 2002 er bestanden af høns ifølge DSt 3,65 mio. heraf udgør antallet af års-rugeægshøner ca. 1,09 mio. stk. (Henrik Bang Jensen, Pers medd.). Produktionstid og tom dage taget i betragtning svarer dette til en bestand på ca. 0,96 mio.

Det resterende antal høner som ikke er rugeægshøner – dvs. 2.69 mio. i 2002, fordeles på de seks forskellige kategorier afhængig af driftsformen. Antallet af årshøner inden for hver kategori beregnes som:

Beregning af antal producerede høner:

$$\text{Antal årshøner} = (\text{høner}_{DSt} - \text{rugeægshøner}_{DSt}) * \text{staltypefordeling} * \frac{\text{produktionstid} + \text{tomgangsdage}}{\text{produktionstid}}$$

Eks. fra 2002 for antal producerede fritgående høns (100 stk.):

$$2.400 = (36.533 - 9.618) * 0,084 * \frac{324 + 14}{324}$$

Normtal for hønniker er baseret på 100 stk. producerede dyr. Produktionstiden for hønniker er 119 dage (Poulsen et al. 2001) svarende til at der i løbet af et år, kan produceres godt 3 omgange hønniker ($365/119 = 3,067$). Årsproduktionen bestemmes som bestanden i DSt (kyllinger til tillæg) multipliceret med 3,067. Der ganges med frekvensen af den pågældende staltype baseret på informationer fra Det Danske Fjerkræråd (Henrik Bang Jensen, pers. medd.)

Beregning af antal producerede hønniker:

$$\text{Antal hønniker}_{\text{kategori}} = \text{hønniker}_{DSt} * \text{staltypefordeling} * \frac{365}{\text{produktionstid}}$$

Eks. fra 2002 for antal producerede hønniker – konsum netdrift (100 stk.):

$$2.100 = 9.185 * 0,075 * \frac{365}{119}$$

Tabel 10 Beregning af antal producerede høns og hønniker i 2002.

År 2002	Staldtypefordeling ¹		Produktionstid	Tomgangs-	Omdriftstid	Antal producerede	
	100 stk.	100 stk.	%	dage	dage	høner pr. år	
Høns i alt (bestand DSt)	36.533						
- heraf rugeægshøner		9.618		315	42	357	10.900 ¹
- heraf æglæggere		26.915	100				
Fritgående høns			8,4	324	14	338	2.359
Økologiske høns			16,3	330	14	344	4.573
Skrabehøns			17,7	351	14	365	4.954
Burhøns, gødningshus			25,9	376	14	390	7.236
Burhøns, gylletank			4,6	376	14	390	1.286
Burhøns, gødningskælder			27,1	376	14	390	7.558
Antal producerede høns						38.866	

År 2002	Staldtypefordeling ¹	Produktionstid	Produktions-	Antal producerede	
				omgange	hønniker pr. år
100 stk.	%	dage		100 stk.	
Hønniker i alt (bestand DSt)	9.185	100			
Konsum, netdrift		7,5	119	3,067	2.113
Konsum, gulvdrift		67,5	119	3,067	19.016
Rugeæg, gulvdrift		25,0	119	3,067	7.043
Antal producerede hønniker				28.173	

¹ Henrik Bang Jensen – Det Danske Fjerkræråd

4.3.3.2 Slagtekyllinger, ænder, gæs og kalkuner

Slagtekyllinger og øvrige fjerkræ som ænder, gæs og kalkuner er baseret på antal producerede dyr. Produktionen opgøres på baggrund af slagtedata fra Landbrugsstatistikken. I beregningen er der taget højde for eksport, eget forbrug og antal døde i løbet af produktionsperioden.

Det er antaget at dødeligheden for slagtekyllinger, ænder og kalkuner er henholdsvis 2%, 2,5% og 2% (Dansk Fjerkræråd). Data for eksport af levende dyr og eget forbrug er oplyst af DSt.

Det er vurderet at stalddørssalget af gæs udgør en stor del af den samlede produktion. Derfor opgøres produktionen af gæs som det dobbelte af bestanden opgjort i DSt, svarende til to hold gæs om året.

Beregning af antal producerede fjerkræ:

$$\text{Antal fjerkræ, kategori} = \text{antal}_{\text{lev. slagteri}} + \text{antal}_{\text{eget forbrug}} + \text{antal}_{\text{eksport af lev. dyr}} + \text{antal}_{\text{døde}}$$

Eks. fra 2002 for antal producerede slagtekyllinger (1.000 stk.):

$$141.600 = 136.350 + 2.402 + 0 + 2.832$$

4.3.4 Heste

Normtallene for heste er baseret på antal årsheste. Der skelnes mellem tre forskellige vægtklasser, lette racer – op til 400 kg, mellem store racer – fra 400 kg til 800 kg og store racer- over 800 kg. Dansk Landbrug (Landscentret) skønner at fordelingen på lette, mellem og store racer er henholdsvis 59%, 38% og 3%.

Antallet af heste opgjort i DSt omfatter heste på landbrugsbedrifter større end 5 ha. En undersøgelse af kæledyr foretaget af Danmarks Statistik har midlertidigt vist, at det samlede antal heste er betydeligt højere, idet en del af hestene findes på mindre landbrugsejendomme og rideskoler, hvis jord er mindre end 5 ha. I opgørelsen er antallet af heste derfor indhentet fra Dansk Landbrug (Landscentret) baseret på avlsregistret. I 2002 er der i Landbrugsstatistikken angivet 38.100 heste, mens Landscentret vurderer at der i alt er 153.000 heste. I tabel 11 er angivet antal heste i DSt sammenholdt med antal heste baseret på Landscentrets oplysninger fra avlsregistret.

Tabel 11 Antal heste 1985 til 2002 (1.000 stk.).

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Danmarks Statistik ¹	31,9	30,5	32,8	34,3	35,4	38,2	32,0	28,0	20,4	18,5	17,7	20,2	38,9	38,2	40,5	39,7	43,1	38,1
Landscentret ²	140,0	139,0	138,0	137,0	136,0	135,0	136,5	138,0	139,5	141,0	142,5	144,0	145,5	147,0	148,5	150,0	151,5	153,0

¹ Bedrifter > 5 ha

² Incl. heste på mindre bedrifter og rideskoler

4.3.5 Får og geder

Normtallene for får er baseret på års-moderfår inkl. lam. Det forventes at en del af fårene er placeret på bedrifter på mindre end 5 ha og derfor er antallet højere end angivet i Landbrugsstatistikken. Årsproduktionen opgøres derfor som bestanden af moderfår angivet i DSt tillagt 20%.

$$\text{Antal}_{\text{får}} = \text{moderfår}_{DSt} * 1,2$$

Eks. fra 2002 for antal års-moderfår:

$$73.800 = 61.502 * 1,2$$

De seneste publicerede normtal fra 2001 (Poulsen et al.) omfatter også normtal for geder. Normtallet er baseret på årsged inkl. kid. Da antallet af geder ikke opgøres i Landbrugsstatistikken, er oplysningerne derfor baseret på Centralt HusdyrbrugsRegister (CHR-registreret) indhentet fra Dansk Landbrugsrådgivning (tabel 12).

Tabel 12 Antal geder 1985 til 2002.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Landscentret	8.000	8.000	8.000	8.400	8.400	8.400	8.800	8.800	8.800	9.200	9.200	9.200	9.600	9.600	9.600	10.000	10.500	11.000

Emissionen fra geder udgør mindre end 0,5% af den samlede emission fra husdyrgødning. Det betyder at inddragelse af geder i opgørelsen ikke medvirker til en forskydning i den totale emission hverken af ammoniak eller drivhusgasser i forhold til tidligere opgørelser.

4.3.6 Pelsdyr

Normtallene for pelsdyr er baseret på en årstæve. Årsproduktionen for pelsdyr er opgjort som bestanden af mink og ræve angivet i DSt.

4.4 Staldtypesystemer

Inden for hver husdyrkategori skelnes mellem en række forskellige staldtypesystemer. Driftsformen er bestemmende for hvordan gødningen håndteres i den enkelte staldtype.

Der findes ikke en systematisk opgørelse for fordelingen af de forskellige staldtyper og derfor er fordelingen i opgørelsen baseret på et skøn. For kvæg- og svin er fordelingen baseret på oplysninger fra Jan Brøgger Rasmussen og Niels H. Lundgaard, (pers. medd.) fra Landscentret, sektionen for Byggeri og Teknik. Fordeling af staldtypesystemer for pelsdyr er indhentet fra Hans Jørgen Risager (pers. medd.) fra Landscentret – sektion for Pelsdyr. Staldtypefordeling for fjerkræ er bestemt på baggrund af effektivitetskontrollen fra Dansk Fjerkræråd (Henrik Bang Jensen, pers. medd.) – jf. tabel 10.

I tabel 13 og tabel 14 er angivet skønnet for staldtypefordelingen for malkekvæg og slagtesvin fra 1985 til 2002. I kvægstaldene er der siden 1985 sket en udskiftning af de ældre bindestalde, til staldsystemer med sengebåse og dybstrøelse. I stalde med slagtesvin er en stor del af staldene med fast gulv erstattet af stalde med fuldspaltegulv. Det betyder at en større del af husdyrgødningen i dag håndteres som gylle.

Tabel 13 Staldtype fordeling for malkekvæg 1985 til 2002 (Landscenteret – skøn)

Malkekvæg - staldtyper	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	Procent																	
Bindestald i alt	85	84	82	81	80	79	78	77	76	75	73	72	66	60	60	46	40	35
med grebning	40	39	38	37	36	35	35	34	33	32	31	30	30	30	30	18	15	12
med riste	45	45	44	44	44	44	43	43	43	43	42	42	36	30	30	28	25	23
Sengebåse i alt	14	15	16	16	17	18	18	19	19	20	21	22	26	30	30	43	49	54
spalter, bag-skyll/ringkanalanlæg	9	10	11	11	12	13	13	15	15	16	17	18	21	24	24	34	36	39
spalter, skraberanlæg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4
fast gulv, skraberanlæg	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	6	9	11
Dybstrøelse i alt	1	1	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	8	10	10	11	11	11
spalter, bag-skyll/ringkanalanlæg	½	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	5	6	7½	7½	7	7	7
spalter, skraberanlæg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	½	½	1	1	1
fast gulv, skraberanlæg	½	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3

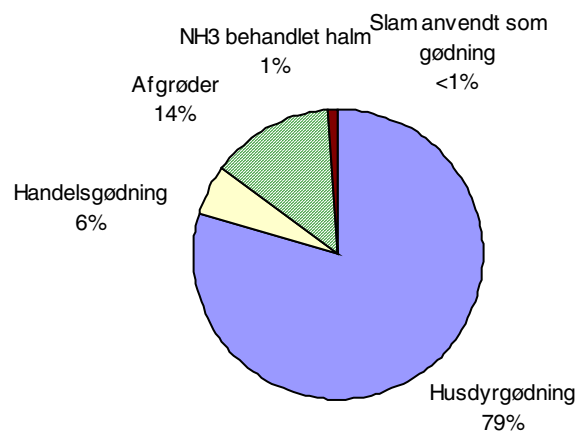
Tabel 14 Staldtype fordeling for slagtesvin 1985 til 2002 (Landscenteret - skøn)

Slagtesvin - staldtyper	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	Procent																	
I alt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Fuldspaltegulv	29	33	38	42	47	51	56	60	60	60	60	60	60	60	60	58	57	56
Delvis spaltegulv	30	29	27	26	24	23	21	20	21	23	24	25	26	28	29	31	33	34
Fast gulv	40	36	33	29	26	22	19	15	14	12	11	9	8	6	5	5	4	4
Dybstrøelse	1	2	2	3	3	4	4	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1
Opdelt lejeareal	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	4	5	5	5	5

5 Ammoniakemission

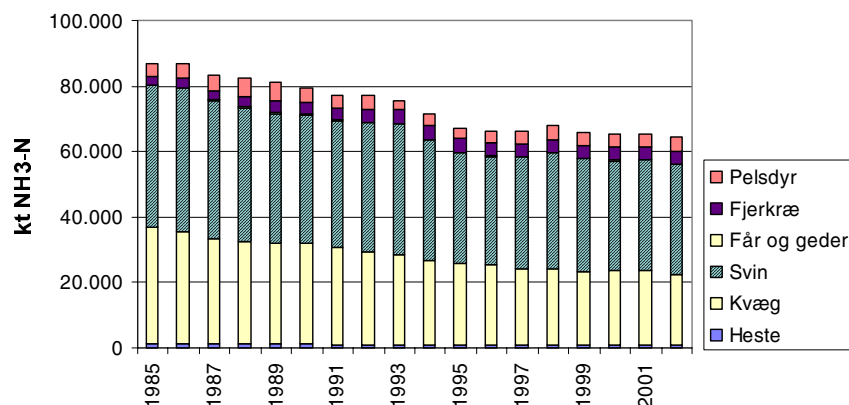
Figur 5 viser fordelingen af ammoniakemissionen på forskellige kilder i 2002. Emission fra håndtering af husdyrgødning udgør knap 80% af den samlede udledning af ammoniak. Emissionen fra afgrøder er beregnet til 14% og handelsgødningen bidrager med 6% af emissionen. Den resterende emission stammer fra ammoniakbehandlet halm samt fra den del af slammet, der er udbragt på landbrugsjord.

I det følgende gennemgås metoden for hvordan emissionen beregnes for hver af kilderne.



Figur 5 Ammoniak emission fra landbruget fordelt på kilder i 2002.

Figur 6 viser fordelingen af emissionen fra husdyrgødning på forskellige husdyrkatégorier fra 1985 til 2002. Her ses at langt den største andel af emissionen afhænger af svine- og kvægproduktionen. Den stigende svineproduktion har ikke givet anledning til højere emission fra svinesektoren som helhed, men emissionen fra svineproduktionen udgør en stadig voksende andel af den samlede emission fra husdyrgødning. I 2002 er godt halvdelen af den samlede ammoniak emission relateret til svineproduktionen.



Figur 6 Ammoniakemissionen fra husdyrgødning fordelt på forskellige husdyrkatogrier.

5.1 NH₃-emission fra husdyrgødning

Ammoniakemissionen fra husdyrgødning er beregnet som summen af emissionen fra stalden, fra lagring, fra udbringningsprocessen og fra afgræsning.

$$NH3_{\text{Emission}} = NH3_{\text{stald}} + NH3_{\text{lager}} + NH3_{\text{udbringning}} + NH3_{\text{græsning}}$$

For hver af ledene beregnes tabet af ammoniak for hver enkelt kombination af husdyrkatogri og staldtype. I beregningen tages højde for hvor stor en andel af tiden dyrene på hhv. stald og græs – angivet som andel af foder indtaget i hhv. stald ($dage_{\text{stald}}$) og på græs ($dage_{\text{græs}}$).

$$NH3_{\text{stald}} = \text{antal} \cdot N \text{ ab dyr} \cdot dage_{\text{stald}} \cdot EF_{\text{stald}}$$

$$NH3_{\text{lager}} = \text{antal} \cdot N \text{ ab stald} \cdot dage_{\text{stald}} \cdot EF_{\text{lager}}$$

$$NH3_{\text{udbring.}} = \text{antal} \cdot N \text{ ab lager} \cdot dage_{\text{stald}} \cdot EF_{\text{udbring.}}$$

$$NH3_{\text{græs}} = \text{antal} \cdot N \text{ ab dyr} \cdot dage_{\text{græs}} \cdot EF_{\text{græs}}$$

Som eksempel på beregning af emissionen vises opgørelse for slagtesvin opstaldet på fuldspaltegulv i 2002, baseret på normalt og emissionsfaktorer angivet i tabel 15.

I 2002 udgør slagtesvinproduktionen 23,7 mio. producerede svin (jf. 4.3.2.2). Heraf er 56% opstaldet i staldsystemer med på fuldspaltegulv 365 dage om året.

Tabel 15 Normtal og emissionsfaktorer for slagtesvin 2002

Normtal (kg N/prod. enhed/år)			Emissions faktorer EF (pct NH ₃ -N af total N)		
N ab dyr	N ab stald	N ab lager	stald	lager	udbringning
3,25	2,73	2,67	16	2,7	12,43 (gylle)

Beregning af emissionen fra slagtesvin opstaldet på fuldspaltegulv:

$$\text{NH}_3_{\text{stald}} = (23701663 * 0,56) * (3,25/1000) * (1 - 0/365) * 0,16 = 6.902 \text{ tons NH}_3 - \text{N}$$

$$\text{NH}_3_{\text{lager}} = (23701663 * 0,56) * (2,73/1000) * (1 - 0/365) * 0,027 = 978 \text{ tons NH}_3 - \text{N}$$

$$\text{NH}_3_{\text{græs}} = (23701663 * 0,56) * (3,25/1000) * (1 - 365/365) * 0,07 = 0$$

$$\text{NH}_3_{\text{udbring.}} = (23701663 * 0,56) * (2,67 / 1000) * (1 - 0/365) * 0,1243 = 4.405 \text{ tons NH}_3 - \text{N}$$

$$\text{Total NH}_3_{\text{sl.svin, fuldspalte}} = 6.902 + 978 + 4.405 = \underline{\underline{12.300 \text{ tons NH}_3 - \text{N}}}$$

5.1.1 Normtal for kvælstof i husdyrgødning

Normtal for kvælstofudskillelsen - N ab dyr, N ab stald og N ab lager er indhentet fra Danmarks JordbrugsForskning og er baseret på Effektivitetskontrollen, Plantedirektoratets analyser samt forskningsresultater (Laursen, 1994; Poulsen & Kristensen, 1997; Poulsen et al. 2001). Normtallene justeres løbende for at tilgodese bl.a. effektivitetsændringer i foderforbrug og fodersammensætning. Fra 2002 er anvendt de nyeste normtal oplyst af DJF (Poulsen, Hanne Damgaard. pers kom. 2003). Fremover forventes det at der vil blive anvendt opdaterede normtal hvert år.

I tabel 16 er angivet N ab dyr for de mest relevante husdyrkategorier.

En fokusering på optimering af fodersammensætningen har betydet en øget fodereffektivitet. For slagtesvin har det resulteret i at N-udskillelsen per dyr er reduceret med 35% fra 1985 til 2002. For søer og smågrise er effekten lidt mindre, men samtidig er der sket en stigning i antallet af smågrise per årssø.

For fjerkræ har der ligeledes været en øget fodereffektivitet. Stigningen i N-udskillelsen per dyr i perioden 1985 til 2002 er et udtryk for en vægtforøgelse per produceret enhed og øget ægproduktion per høne.

Tabel 16 Ændringer i N ab dyr for perioden 1985 til 2002

N ab dyr	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Kvæg (stor race)																		
Malkekøer	125,00	127,25	129,50	131,75	134,00	133,00	132,00	131,00	130,00	129,00	128,00	127,83	127,66	127,49	127,32	128,02	128,02	129,95
Tyre, 6 mdr.- slagtning	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30
Opdræt, 6 mdr.-kælving	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80	30,80
Svin																		
Årssøer	31,88	31,23	30,59	29,94	29,29	28,69	28,09	27,50	26,90	26,30	25,70	25,97	26,23	26,50	26,76	26,39	26,39	27,17
Slagtesvin	5,09	5,01	4,94	4,86	4,78	4,53	4,28	4,03	3,78	3,53	3,28	3,25	3,21	3,18	3,15	3,12	3,12	3,25
Fjerkræ																		
Burhøns	58,92	62,24	65,56	68,88	72,20	72,53	72,87	73,20	73,53	73,87	74,20	74,20	74,20	74,20	74,18	64,68	64,68	65,50
Slagtekyllinger	40,66	40,66	48,33	52,17	56,00	55,22	54,43	53,65	52,87	52,08	51,30	51,30	51,30	51,30	51,29	53,34	53,34	53,62
Pelsdyr																		
Mink	5,17	5,10	5,03	4,95	4,88	4,83	4,78	4,73	4,69	4,64	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59

Kilde: Laursen (1994), Poulsen og Kristensen (1997), Poulsen et al. (2001), Hanne Damgaard Poulsen (pers kom. 2003).

5.1.2 Emissions faktorer

Fordampningen af ammoniak i stalden afhænger af stalddypen. Emissionsfaktorer anvendt i emissionsopgørelsen er baseret på normtal fra Danmarks JordbrugsForskning (Poulsen et al. 2001). I disse emissionsfaktorer er forudsat et fast forhold mellem ammonium (NH_4) og det totale indhold af kvælstof. Imidlertid vil fordelingen af NH_4 og total N ikke være konstant over tid som følge af ændringer i foder-sammensætning og fodereffektivitet.

5.1.2.1 Stald

I tabel 17 er angivet emissionsfaktorer for ammoniakudledningen fra stalde baseret på værdier angivet i normtalsrapporten (Poulsen et al. 2001). Emissionsfaktorerne varierer afhængigt af stalddypen.

For pelsdyr er anvendt emissionsfaktorer fra forsøg udført af Søren Pedersen fra DJF (Andersen et al. 2001b). I gødningssystemer med gødningsrender (ugentlig tømning) er det vurderet, at ammoniakfordampningen udgør 20-30% af total N ab dyr. Systemer uden gødningsrender vil have en væsentlig højere fordampning svarende til mellem 20-50%. I emissionsopgørelsen er anvendt gennemsnitsværdier – dvs. 25% for systemer med gødningsrender og 35% uden gødningsrender.

Denitrifikation af N i husdyrgødningen, hvor ammonium kvælstof nitrificeres til N_2 , N_2O og NO_x , kan ske i stort omfang i dybstrøelse. Tab som følge af denne proces fratrækkes lageret. Tabet af N_2O er indregnet i emissionsopgørelsen for drivhusgasser.

Tabel 17 NH₃ emission fra stald (kilde: Poulsen et al. 2001 og Andersen et al., 2001b)

		Ajle	Gylle	Fast gødning	Dybstrøelse
NH ₃ -N tab i pct. af total N ab dyr					
Kvæg		5		16	15
Svin	Årssøer	16	10,12,14,20 ⁽¹⁾	16	45
	Smågrise	25	10,16 ⁽¹⁾	25	15
	Slagtesvin	18	12,16 ⁽¹⁾	18	15
Fjerkræ	Høns og hønniker	-	10,40 ⁽¹⁾	10,12,40 ⁽¹⁾	25
	Slagtekyllinger	-	-	-	20,25 ⁽¹⁾
	Kalkuner, ænder og gæs	-	-	-	20
Pelsdyr		0	2	15	-
Får/geder		-	-	-	5
Heste		-	-	-	5

⁽¹⁾ Afhængig af stalddtype

5.1.2.2 Lager

I tabel 18 er listet anvendte emissionsfaktorer ved lagring baseret på normtallene (Poulsen et al. 2001 – tabel 9.2 og 9.3).

For gylle er der taget højde for manglende overdækning af gyllebeholdere.

Tabel 18 NH₃ emission ved lagring (kilde: Poulsen et al. 2001).

		Ajle	Gylle ¹	Fast gødning	Dybstrøelse	Pct. af gødningen der oplagres i markstak
NH ₃ -N tab i pct. af total N ab dyr						
Kvæg		2	2,2	5	25	35
Svin	Årssøer	2	2,7	25	25	50
	Smågrise	2	2,7	25	25	-
	Slagtesvin	2	2,7	25	25	75
Fjerkræ	Høns og hønniker	-	2	5	10	95
	Slagtekyllinger	-	-	-	15	85
	Kalkuner, ænder og gæs	-	-	-	15	-
Pelsdyr		0	2	15	-	-
Får/geder		-	-	-	5	-
Heste		-	-	-	5	-

¹ Det antages at der mangler flydelag/overdækning på 10% af gyllebeholderne på svinebrug og 5% på kvægbrug i 2002. Emissionsfaktorerne er højere for de foregående år (jf. tabel 19)

Ajle

Fordampningen fra ajle er ifølge normtallene vurderet til 2% af total N ab stald fra lukkede ajlebeholdere.

Gylle

I opgørelsen er der taget hensyn til, at der ikke er fuld flydelag eller overdækning på samtlige gyllebeholdere (COWI, 1999 og 2000). Som følge af øget krav til tilsyn af gyllebeholdere vurderes at overdækningskapaciteten er forbedret de seneste år. I 2002 antages at der er manglende flydelag/overdækning på 10% af gyllebeholdere på svinebrug og 5% af gyllebeholdere på kvægbrug.

Korrektion for manglende flydelag/overdækning beregnes på baggrund af normtallene (Poulsen et al. 2001 tabel 9.2). Fordampningsfaktoren for svinegylle med og uden flydelag er på henholdsvis ca. 2% og 9% af total N ab stald. For kvæggylle er faktoren bestemt til ca. 2% med flydelag og ca. 6% uden flydelag.

$$\text{Emission}_{\text{svin,gylle}} = (0,1 * 9\%) + (0,9 * 2\%) = 2,7\%$$

$$\text{Emission}_{\text{kvæg,gylle}} = (0,05 * 6\%) + (0,95 * 2\%) = 2,2\%$$

Tabel 19 Korrektion for manglende flydelag/overdækning af gyllebeholdere.

	Emissions- faktor ¹	1985-1999 ²	2000-2001 ³	2002 ⁴
	NH3-N i % af N ab stald-total			
Svin				
Manglende overdækning	9%	40%	20%	10%
Fuld overdækning	2%	60%	80%	90%
Emission ved lagring		4,8%	3,4%	2,7%
Kvæg				
Manglende overdækning	6%	20%	5%	5%
Fuld overdækning	2%	80%	95%	95%
Emission ved lagring		2,8%	2,2%	2,2%

¹ Poulsen et al. 2001

² COWI 1999

³ COWI 2000

⁴ Skøn - DMU

Ammoniakfordampningen fra opbevaring af gylle fra høns, hønikker, mink og ræve er estimeret til 2% (Poulsen et al. 2001).

Fast gødning

Fordampningsfaktorerne fra fast gødning er baseret på normtallene (Poulsen et al. 2001 – tabel 9.3).

Dybstrøelse

Emissionen fra dybstrøelse er baseret på emissionsfaktorer angivet i normtallene (Poulsen et al. 2001 – tabel 9.3). I beregningen for emissionen fra kvæg, årssøer, slagtesvin, høns, høniker og slagtekyllinger er der taget højde for, at en del af gødningen køres direkte ud i marken og derfor ikke lagres i markstakken. I normtalsrapporten er angivet hvor stor en procentdel af gødningen der vurderes at blive lagret i markstak (Poulsen et al. 2001 – tabel 9.1).

Denitrifikation

I tabel 20 angives emissionsfaktorerne for denitrifikationen for henholdsvis fast gødning og dybstrøelse, baseret på normtallene (Poulsen et al. 2001). Emissionsfaktorerne er estimeret på baggrund af målinger i danske svine- og kvægstalde. Faktorerne for de øvrige husdyrgrupper er ikke målt direkte, men vurderet i forhold til denitrifikationen i kvæg- og svinestalde. I beregningen af emissionen er taget hensyn til at en vis andel af gødningen lagres i markstak (Poulsen et al. 2001).

Tabel 20 Denitrifikation ved lagring af fast gødning og dybstrøelse i markstak (kilde: Poulsen et al. 2001).

	Denitrifikation i pct. af total N ab stald	
	Fast gødning	Dybstrøelse
Kvæg	10	5
Årssøer	15	15
Smågrise	15	15
Slagtesvin	15	15
Slagtekyllinger	10	10
Høns	10	0
Øvrige fjerkræ	10	0

5.1.2.3 Udbringning

I emissionsopgørelsen skelnes mellem udbringning af fast- og flydende gødning.

$$\text{NH}_3_{\text{udbring.}} = \text{NH}_3_{\text{udbring., flyd.}} + \text{NH}_3_{\text{udbring., fast}}$$

Der anvendes en vægtet emissionsfaktor for henholdsvis flydende og fast gødning. Denne er et udtryk for emissionen for den udbringningspraksis der i gennemsnit er anvendt på landsplan. Den vægtede emissionsfaktor vil således variere fra år til år afhængig af ændringer i udbringningspraksis.

$$\text{NH}_3_{\text{udbring., flyd.}} = \text{N ab lager}_{\text{flyd.}} * \text{Vægtet emf}_{\text{flyd.}}$$

$$\text{NH}_3_{\text{udbring., fast}} = \text{N ab lager}_{\text{fast.}} * \text{Vægtet emf}_{\text{fast}}$$

Beregning af den vægtede emissionsfaktor

Den vægtede emissionsfaktor for hvert enkelt år beregnes som summen af andelen af gødning udbragt med en given udbringningsprak-

sis (i) multipliceret med den tilhørende emissionsfaktor for denne udbringningspraksis (emf_i).

$$\text{Vægtet emf} = \sum \text{udbringningspraksis}_i * \text{emf}_i$$

Eksempel på beregning af vægtet emissionsfaktor for flydende gødning ved en udbringningspraksis på landsplan svarende til:

25% udbragt med nedfælder: $emf = 2\%$

45% slangeudbragt vinter/forår i begyndelsen af vækstsæson: $emf = 20,5\%$

20% slangeudbragt vinter/forår på bar jord, nedfældet indenfor 6 timer: $emf = 5,2\%$

10% slangeudbragt sensommer/efterår i voksende afgrøder: $emf = 6,5\%$

Under forudsætning af denne udbringningspraksis på landsplan fås en vægtet emissionsfaktor for på 11,4%. Det vil sige at NH_3 emissionen for flydende gødning udgør 11,4% af N ab lager.

$$\text{Vægtet emf}_{\text{flyd.}} = 0,25 * 0,02 + 0,45 * 0,205 + 0,20 * 0,052 + 0,10 * 0,065 = \underline{\underline{11,4\%}}$$

I tabel 21 ses at den vægtede emissionsfaktor for henholdsvis fast- og flydende gødning er faldet betydeligt i perioden fra 1985 til 2002. Vandmiljøplanerne har været medvirkende årsag til ændringer i udbringningspraksis. Kravet om vintergrønne marker har betydet, at en stigende andel af gødningen udbringes i vinterafgrøder. Stigende krav til N-udnyttelsen i gødningen betyder samtidigt, at en stadig voksende del af gyllen udbringes med slæbeslanger eller nedfældes direkte i jorden. Fra 1. august 2003 er der ifølge husdyrbekendtgørelsen lovkrav om forbud mod bredspredning af flydende husdyrgødning, hvilket vil reducere emissionen yderligere.

Ændringer i udbringningspraksis har ført til at emission fra udbringning er blevet reduceret med ca. 30% i perioden 1985 - 2002.

Tabel 21 Beregnet tabsprocent af ammoniak ved udbringning af hhv. flydende og fast gødning.

Vægtet EF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	<u>NH₃-N i procent af total N-indhold</u>																	
Flydende gødning	19,8	19,6	19,4	19,2	19,0	19,4	18,6	17,8	16,9	16,1	15,3	14,5	14,4	14,4	14,3	14,1	13,7	12,4
Fast gødning	9,2	8,9	8,7	8,4	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,1	7,0	6,8	6,4	6,0

Udbringningspraksis

Den vægtede emissionsfaktor er afhængig af udbringningspraksis, hvilket omfatter faktorer som:

- tidspunkt: - forår-vinter (bar jord, korn, græs)
 - forår-sommer (græs)
 - sensommer-efterår (raps, frøgræs)

- metode - nedfælder
 - slangeudlægning
 - bredspredning

- henliggetid - < 12(6) timer
 - > 12(6) timer
 - mere end 1 uge

- afgrødestatus - bar jord
 - voksende afgrøde

Der findes endnu ingen statistiske oplysninger for hvordan husdyrgødningen i praksis håndteres, og derfor er der i emissionsopgørelsen anvendt et skøn for udbringningspraksis baseret på undersøgelser af et begrænset antal bedrifter, tal for salg af udbringningsudstyr samt udviklingstendenser i LOOP områderne (Landovervågningsoplandene) (Andersen et al. 2001a).

Skønnet for udbringningspraksis i 2001 og 2002 er udover data fra LOOP (Grant et al. 2002; Grant et al. 2003) baseret på oplysninger fra Danske Maskinstationer (Mogens Kjeldal, pers. medd. 2002) og spørgeskemaundersøgelse af udbringningspraksis for 1.600 landmænd iværksat af Dansk Landbrug (2002).

Tabel 22 angiver vurderingen af hvordan den flydende og den faste husdyrgødning er håndteret i praksis for perioden 1985 til 2002. Fordelingen på de forskellige kombinationer af udbringningspraksis er angivet i procent.

Tabel 22 Den gennemsnitlige udbringningspraksis på landsplan.

Af-grøde status	Udbringnings-tidspunkt	Henlig-getid	1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002																	
			Timer			Procent mæssig fordeling														
Flydende gødning																				
<u>Nedfælder:</u>																				
-/+	Vinter-forår	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	5	10	16
-/+	Sommer-efterår	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4
<u>Slangeudlægning:</u>																				
-	Vinter-forår	< 12 (6)	0	0	0	0	0	1	2	3	4	6	7	8	9	10	9	10	10	10
-	Vinter-forår	> 12 (6)	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5
-/+	Vinter-forår	Ikke	0	0	0	0	0	3	7	10	13	17	20	23	27	30	32	43	41	
+	Forår-sommer	Ikke	0	0	0	0	0	1	2	3	3	4	5	5	4	4	4	4	3	
+	Sensommer-efterår	Ikke	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	5	5	
-	Sensommer-efterår	< 12 (6)	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	
-	Sensommer-efterår	> 12 (6)	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	
-	Sensommer-efterår	Ikke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<u>Bredspredning:</u>																				
-	Vinter-forår	< 12 (6)	26	27	28	29	30	26	25	24	23	22	21	20	18	17	15	14	6	5
-	Vinter-forår	> 12 (6)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	1
-/+	Vinter-forår	Ikke	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	18	17	15	14	6	4
+	Forår-sommer	Ikke	8	8	8	8	8	7	6	5	4	3	2	2	2	2	2	1	1	
+	Sensommer-efterår	Ikke	7	7	7	7	7	6	5	5	4	3	2	2	1	1	1	0,5	0	
-	Sensommer-efterår	< 12 (6)	2	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	1	2	
-	Sensommer-efterår	> 12 (6)	8	7	7	6	6	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	0,5	0	
-	Sensommer-efterår	Ikke	29	28	27	26	25	24	20	16	12	8	4	0	0	0	0	0	0	
<i>I alt</i>			<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Fast gødning																				
-	Vinter-forår	< 12 (6)	13	16	19	22	25	26	26	27	28	29	29	30	32	33	35	38	49	54
-	Vinter-forår	> 12 (6)	18	16	14	12	10	11	11	12	13	14	14	15	15	15	15	14	14	15
-	Vinter-forår	Ikke	19	18	17	16	15	14	14	13	12	11	11	10	10	10	9	10	11	
+	Forår-sommer	Ikke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
+	Sensommer-efterår	Ikke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-	Sensommer-efterår	< 12 (6)	13	16	19	22	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	26	18	13
-	Sensommer-efterår	> 12 (6)	13	11	9	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	2
-	Sensommer-efterår	Ikke	24	23	22	21	20	19	19	18	17	16	16	15	13	12	10	9	6	5
<i>I alt</i>			<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

Emission

Ammoniakfordampningen i forbindelse med udbringning af husdyrgødning på markerne forekommer i den tid hvor gødningen ligger på jordoverfladen. Emissionen varierer mellem ca. 2-30% af N-indholdet i gødningen (N ab lager) afhængig af udbringningstid- og metode (Sommer 1998). Det antages at der under selve udbringningsprocessen forekommer et mindre tab af ammoniak svarende til ca. 1% af N-indholdet i gødningen - dog 0,5% ved anvendelse af slangeudlægger (Rom et al. 1999). Ved brug af nedfælder vurderes, at der under udbringningsprocessen ikke vil ske et tab af ammoniak.

I tabel 23 er angivet de anvendte emissionsfaktorer baseret på en vurdering af DJF (Sommer 1998). Emissionen er inklusiv den 0,5-1% emission der forekommer under selve udbringningsprocessen. Emissionen er størst i de tilfælde hvor den flydende gødning udbringes med bredspredere, hvilket fra 1. august 2003 ifølge husdyrbekendtgørelsen ikke længere er tilladt.

Langt størstedelen af den flydende gødning udbringes i voksende afgrøder med slæbeslanger, hvor gødningen ikke efterfølgende nedpløjes i jorden. Der er betydelige forskelle i emissionen afhængig af hvornår i vækstsæsonen udbringningen sker. Emissionen vil være relativ høj i begyndelsen af vækstsæsonen, hvor planternes størrelse ikke bidrager med nogen væsentlig skygge- og læeffekt. Ved udbringning senere på sæsonen vil emissionen trods højere lufttemperaturer være væsentlig lavere, som følge af afgrødernes større bladareal. Udover en lavere fordampning på grund af bladernes læskyggevirksomhed, vil en del af ammoniakken på gasform kunne optages via bladene.

Ifølge Husdyrbekendtgørelsen er henliggetiden reduceret fra 12 til 6 timer gældende fra 2002. Det antages at emissionsfaktoren vil blive reduceret med 1/3 ved fald i henliggetid fra 12 til 6 timer (Sommer, pers. medd.). Emissionen ved henliggetid på 6 timer er angivet i parentes.

Tabel 23 Emissionsfaktorer for udbringning af gødning (Sommer, 1998).

Afgørde status	Udbringelses-tidspunkt	Henliggetid Antal timer	Fordampningsfaktor ved udbringning (NH ₃ -N i pct. af total N ab lager)			
			Flydende gødning		Fast gødning	
			ned-fældet ¹	slange-udlagt ²	bredspredt	bredspredt
-	Vinter-forår	< 12 (6)	2	7,5 (5,2)	8 (5,7)	4
-	Vinter-forår	> 12 (6)	2	10,5	11	5,5
-/+	Vinter-forår	> 1 uge	2	20,5	21	11
+	Forår-sommer	> 1 uge	2	6,5	31	16
+	Sensommer-efterår	> 1 uge	2	2,5	31	16
-	Sensommer-efterår	< 12 (6)	2	10,5 (7,2)	11 (7,7)	6
-	Sensommer-efterår	> 12 (6)	2	20,5	21	11
-	Sensommer-efterår	> 1 uge	2	25,5	26	13

¹Sommer, pers. medd.

²Emission ved henliggetid på 6 timer angivet i parentes – svarende til en reduktion på 1/3 i forhold til emission ved henliggetid på 12 timer (Sommer, pers. medd.).

5.1.2.4 Græsning

En del af gødningen fra malkekvæg, kvier, ammekvæg, får, geder og heste afsættes ved afgræsning. Det er antaget at malkekøerne i gennemsnit afsætter 15% af N-udskillelsen ved afgræsning, hvilket omregnet i antal græsningsdage per år svarer til 55 dage. Tilsvarende for ammekøer skønnes antal græsningsdage at udgøre 224 dage, 196 dage for kvier, 183 dage for heste, og 265 dage for får og geder (Poulsen et al., 2001). For ammekøer og opdræt har antallet af græsningsdage været stigende, men dette har ikke en nævneværdig betydning i forhold til den totale ammoniakemission.

Det skal understreges, at der er usikkerheder forbundet med vurderingen og de nævnte gennemsnitsbetragtninger skal betragtes som bedst mulige skøn. En del af foderet der indtages i stalden vil senere

afsættes på marken og den afsatte mængde er meget afhængig af de driftsmæssige forhold på den enkelte bedrift.

Til beregning af emissionen er for alle husdyrkategorier anvendt en emissionsfaktor på 7% af N-indholdet i gødningen. Emissionsfaktoren er baseret på undersøgelser af græssende kvæg i henholdsvis Holland og England (Andersen et al.. 2001a).

Tabel 24 Antal græsningsdage svarende til andel af N i gødning afsat på marken ved græsning.

Husdyr	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Heste	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183	183
Opdræt	165	165	165	165	165	165	171	177	184	190	196	196	196	196	196	196	196	196
Malkekøer	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Ammekøer	184	184	184	184	184	184	192	200	208	216	224	224	224	224	224	224	224	224
Får	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265
Geder	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265

5.2 Handelsgødning

Emissionen fra handelsgødning afhænger udover mængden af gødning også af gødningstypen. Data for forbrug (tabel 25) og gødningstyper er indhentet fra Plantedirektoratet (2003).

I Plantedirektoratet vurderes at 1-2% af handelsgødningsforbruget anvendes i parker, på golfbaner og sportsanlæg m.m. (Troels Knudsen, pers. medd. 2003) – dvs. områder der ikke direkte kan henføres til landbrugsaktiviteter. Alligevel er det valgt at de 1-2% af emission der kommer fra ikke-landbrugsrelateret forbrug af handelsgødning er inkluderet i emissionen fra landbrugssektoren. På denne måde matcher forbruget med data angivet i Landbrugsstatistikken, hvilket anvendes som sammenligningsgrundlag i international sammenhæng. I afrapporteringen til UNECE gøres dog opmærksom på, at ikke al handelsgødningen er relateret til landbruget.

Tabel 25 Handelsgødningsforbruget 1985 - 2002 (Plantedirektoratet).

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Forbrug	Mio kg N																	
Landbrugsgets andel	392,3	376,3	375,5	361,2	371,2	394,6	389,1	363,7	327,1	320,4	310,1	285,0	281,8	277,4	256,9	245,7	228,7	206,3
Øvrige	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,0	4,5
I alt	398,1	382,1	381,3	367,0	377,0	400,4	394,9	369,5	332,9	326,2	315,9	290,8	287,6	283,2	262,7	251,5	233,7	210,8

Emissionskoefficienterne for de forskellige gødningstyper er listet i tabel 26 og er baseret på en række undersøgelser af bl.a. Sommer & Ersbøll (1996) og Sommer & Jensen (1994).

Tabel 26 Anvendte emissionsfaktorer for handelsgødning.

Forbruget af kvælstof i handelsgødning 2002 ¹	Emissions faktor ² [Pct. af N i gødning]	Forbrug [Mio. kg N] ³
Gødningstype:		
Kalk- og borkalksalpeter	2	0,5
Svovlsur ammoniak	5	3,6
(og anden salpeter (fx natriumkalksalpeter)	2	78,5
Ammoniumnitrat	2	21,1
Flydende ammoniak	1	7,9
Urea	15	0,5
Øvrige enkeltgødninger	5	10,3
NPK -gødninger	2	75,2
Diammonfosfat (18-20-0)	5	0,5
NP -gødninger i øvrigt	2	2,4
NK -gødninger	2	10,3
Gennemsnit	2,2	210,8

¹Inkl. forbrug til parker, sportsanlæg m.m. - udgør ca. 2%

²Sommer & Christensen (1992), Sommer & Jensen (1994) og Sommer & Ersbøl (1996)

³Plantedirektoratet (2003)

Forbruget af handelsgødning i perioden 1985 til 2002 er vist i tabel 25. Her ses at forbruget siden 1985 er blevet reduceret med 35% i perioden 1985 til 2002. Faldet i anvendelsen af handelsgødning hænger sammen med stigende krav til at udnytte kvælstofindholdet i husdyrgødningen. Dette har også medført et fald i ammoniakfordampningen fra handelsgødning (tabel 27).

Tabel 27 Ammoniakfordampning fra handelsgødning 1985 - 2002 (kilde: Plantedirektoratet).

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Emission	tons NH₃-N																	
Landbrugets andel	7.754	7.199	7.216	7.030	7.328	8.546	8.311	7.750	7.453	7.745	7.489	6.528	6.055	6.118	5.671	5.466	5.043	4.503
Øvrige	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	100	90
I alt	7.900	7.300	7.300	7.100	7.400	8.700	8.400	7.900	7.600	7.900	7.600	6.600	6.200	6.200	5.800	5.600	5.100	4.600

5.3 Afgrøder

Planter udveksler ammoniak til den omgivende luft ved både at optage og afgive ammoniak. Mængden kan variere betydeligt afhængig af planternes udviklingsstadiet, gødskningsforhold og klimatiske forhold på den pågældende lokalitet (Andersen et al., 1999). Der er nogen usikkerhed forbundet med kvantificeringen af emissionen fra afgrøder, hvilket angiveligt er årsagen til at emissionen fra afgrøder er undtaget fra de fastsatte emissionslofterne i UNECE og EU sammenhæng.

I den danske emissionsopgørelse er valgt at inddrage emissionen fra afgrøder, da resultater fra nyere undersøgelse fortsat viser, at der kan forekomme emission fra afgrøder - op til 5 kg NH₃-N per hektar

(Schjoerring and Mattsson 2001). At der tages højde for emissionen fra afgrøder i emissionsopgørelsen kan betragtes som en form for worse case situation.

På baggrund af en undersøgelse af Schjoerring og Mattsson (2001) er der i emissionsopgørelsen anvendt en fordampningsfaktor på 5 kg N/ha for sædskifteafgrøder og 3 kg N/ha for græs og kløver.

Opgørelsen for landbrugsarealet er baseret på oplysninger fra DSt.

Tabel 28 Emissionsfaktor (kg N/ha) anvendt for afgrøder.

Emission fra afgrøder	Ammoniakemission
	kg N/ha
Alle afgrøder (ekskl. græs)	5
Græs/kløver i omdrift	3
Vedvarende græs	3

Tabel 29 viser emissionen fra afgrøder i perioden 1985 til 2002 og her ses et fald i emissionen på 16%. Den væsentligste årsag til reduktionen skyldes et fald i landbrugsarealet. Ændringer i det økologisk dyrkede areal har en mindre betydning for emissionen, da det økologiske areal udgør 6% af de samlede landbrugsareal (2002).

Tabel 29 Emission fra afgrøder 1985-2002.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	<u>1000 ha</u>																	
<u>Dyrket areal i alt</u>	2.834	2.819	2.800	2.787	2.774	2.788	2.770	2.756	2.739	2.691	2.726	2.716	2.688	2.672	2.644	2.647	2.676	2.666
	<u>tons NH₃-N</u>																	
<u>Emission</u>																		
NH ₃ -N	13.20	13.10	13.10	13.00	12.90	13.00	12.90	12.80	11.80	11.50	11.60	11.60	11.80	11.70	11.20	11.10	11.20	11.10
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.4 Slam

Slam fra henholdsvis spildevand og fra produktionsindustrien udbringes på landbrugsjorden og indgår derfor som en af kilderne til udledning af ammoniak. Oplysninger om slam udbragt på landbrugsjord er indhentet fra rapporter udarbejdet af Miljøstyrelsen (seneste rapporter vedrørende 2002 data – Miljøstyrelsen 2003 og 2004).

Ammoniakemissionen fra industrislam vurderes at være meget begrænset (Andersen et al. 1999) fordi hovedparten er bundet i organisk stof. Derfor indgår emissionen ikke som kilde i ammoniakopgørelsen.

Godt halvdelen af slammet fra spildevandet udbringes på landbrugsjorden. Miljøstyrelsen skønner at ammoniakfordampningen udgør 3% af N-indholdet i slam. N-indholdet varierer fra år til år og udgør normalt 4 – 4,5%.

Der eksisterer ingen opgørelse over den praktiske håndtering ved udbringning af spildevandsslam. Det skønnes at ¼ del af slammet ikke nedbringes, mens de resterende ¾ nedbringes inden for 6 timer. Det antages at emissionen halveres ved nedbringning af slammet. Det betyder at emissionsfaktoren for spildevandsslam udbragt på landbrugsjord er beregnet 1,9%

$$EF_{\text{Spild.slam}} = 0,25 * 0,03 + 0,75 * 0,015 = 0,01875$$

Tabel 30 viser at mængden af spildevand udbragt på landbrugsjord har været stigende fra 1985 til midten af 1990'erne, mens den er faldende i den efterfølgende periode, som følge af den stigende interesse for anvendelse slam i industriprocesser, bl.a. i forbindelse med cementproduktion og ved produktion af sandblæsningsmiddel.

Tabel 30 Emission fra spildevandsslam udbragt på landbrugsjord 1985-2002.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
	<u>1000 tons tørstof</u>																		
Slam tilført landbrugsjord	50	50	52	58	70	78	80	96	123	111	112	104	90	87	86	84	81	80	
	<u>pct.</u>																		
N-indhold	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,4	4,4	
	<u>tons tørstof</u>																		
N tilført landbrugsjord	2.000	2.000	2.100	2.300	2.800	3.100	3.200	3.800	4.900	4.400	4.600	4.500	4.000	3.800	3.700	3.600	3.500	3.500	
	<u>tons NH₃-N</u>																		
NH ₃ -N emission	38	38	39	44	52	58	60	72	93	83	87	85	74	70	69	68	66	66	

5.5 Ammoniakbehandlet halm

Ammoniakbehandlet halm anvendes som foder til kvæg. Tilførslen af ammoniak fremmer nedbrydningen af halmen, hvilket fremmer fordøjelsesprocessen. Det antages at salget af ammoniak i andet halvår anvendes til ammoniakbehandling af halm. Oplysninger vedrørende salg af ammoniak indhentes fra leverandørerne.

Undersøgelserne viser, at 80-90% af den tilførte mængde ammoniakkvælstof i halmen kan fordampe (Andersen et al., 1999). Ved at dose den rette mængde ammoniak i forhold til halmens tørstofindhold, kan fordampningen dog reduceres betydeligt. Det er derfor vurderet at emissionen udgør 65% af den tilførte mængde ammoniakkvælstof.

Af tabel 31 ses, at der er i perioden fra 1985 til 2002 har været et kraftigt fald i emissionen fra ammoniakbehandlet halm. Ifølge Husdyrbekendtgørelsens seneste ændringer, baseret på Ammoniakhandlingsplanen, er ammoniakbehandling af halm fra 1. august 2004 ikke længere tilladt.

Tabel 31 Emission af ammoniakbehandlet halm 1985-2002.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Forbrug af NH ₃ -N	8.285	10.186	11.305	9.181	11.399	12.912	10.951	9.722	9.600	10.264	8.406	6.412	5.672	4.685	2.630	3.125	2.050	1.191
Emission af NH ₃ -N	5.400	6.600	7.300	6.000	7.400	8.400	7.100	6.300	6.200	6.700	5.500	4.200	3.700	3.000	1.700	2.000	1.300	800

5.6 Halmafbrænding

I 1990 indførtes forbud mod afbrænding af halm på markerne (LBK nr. 68 af 24. jan. 1989). Afbrænding af marker må kun ske i forbindelse med dyrkning af frøgræs, eller kan ske ved dispensation i år præget af voldsom nedbør. Omfanget vurderes at være relativt lille og inddrages derfor ikke i emissionsopgørelsen.

I tabel 32 er angivet opgørelsen af emissionen fra afbrænding af halm indtil 1989. Emissionen er beregnet som en fast andel af N-indholdet i den afbrændte mængde halm, hvilket er opgjort på baggrund af data fra DSt (Andersen et al. 2001a).

Tabel 32 Emission fra afbrænding af halm 1985 – 1989.

Ikke bjærget halm		1985	1986	1987	1988	1989	1990
Afbrændt halm	1000 tons	1.094	938	901	708	1.065	0
Afbrændt halm	tons N	6.374	5.518	5.168	4.169	5.857	0
Emission	tons NH ₃ -N	255	221	207	167	234	0

6 Metanemission

CH₄-emissionen stammer primært fra husdyrenes fordøjelsessystem, mens en mindre del kommer fra bakteriel omsætning af husdyrgødning under anaerobe forhold (primært i gylle). Metanudledningen fra fordøjelsessystemet kan betragtes som et energitab under fordøjelsesprocessen. Det er primært drøvtyggere som danner CH₄, mens enmavede dyr – dvs. grise, heste, fjerkræ og pelsdyr danner CH₄ i langt mindre grad.

Ved fordelingen af metangasemissionen på de forskellige husdyrarter tegner kvægbruget sig for 70% af emissionen, mens svinebruget udgør 26% i 2002. Svineproduktionens andel er steget de senere år som følge af den øgede svineproduktion samt reduktionen i kvægholdet.

Mængden af dannet CH₄ afhænger af foderforbruget og valget af fodermidler og dermed er emissionen bestemt af foderets bruttoenergiindhold (BE).

I de internationale retningslinier (IPCC 1996) beregnes metanproduktionen ud fra det enkelte dyrs bruttoenergiforbrug opgjort i MJ (Mega Joule). Energiforbruget er delt op i bidrag til:

1. Vedligeholdelse
2. Fosterdannelse
3. Tilvækst
4. Mælkeproduktion
5. Arbejde

I de danske normtal (Poulsen et al., 2001) er disse faktorer indregnet, ligesom de fodringsmæssige omkostninger ved udskiftningen i besætningerne, hvorfor normtallene kan anvendes i emissionsopgørelserne.

Ved beregning af CH₄-emissionen anvendes samme data for foderindtagelse, husdyrproduktion, staldtypefordeling m.m. som anvendt i opgørelsen for ammoniakemissionen.

6.1 CH₄-emission fra fordøjelsesprocessen

Metanproduktionen fra fordøjelsesprocessen beregnes ud fra dyrenes samlede bruttoenergiindtag (BE).

Ligning 1

$$CH_{4_{\text{år}}} = \frac{BE_{\text{år}} * Y_m}{55.65}$$

hvor CH₄ = CH₄ kg dyr⁻¹ år⁻¹
BE_{år} = Bruttoenergiindtaget, MJ, år⁻¹
Y_m = Metan dannelsesfaktor (IPCC 1996)
55.65 = omregningsfaktor fra MJ til kg CH₄ (IPCC 1996)

For omregning af MJ til kg CH₄ og ved beregning af metanudledningen fra fordøjelsessystemet (metandannelsesfaktoren - Y_m) er anvendt de af IPCC anbefalede værdier. Y_m varierer afhængig af dyreart og fodringsstrategi.

6.1.1 Energiindhold i foder

Til opgørelsen af foderforbrug og energiindtag anvendes data som angivet i Poulsen et al. 2001; Poulsen & Kristensen, 1997 og Laursen, 1994.

De danske normtal for kvæg, grise, heste, får og geder angives i foderenheder (FE), mens de angives i kg foder for fjerkræ og pelsdyr. En omregning af normtallene til MJ er derfor nødvendig. Udarbejdelsen af omregningsfaktorer er sket i samarbejde med Danmarks JordbrugsForskning (Torben Hvelplund og Hanne Damgaard Poulsen, pers. medd.).

BE er generelt bestemt ud fra ligning 2 hvor den samlede energimængde er beregnet ud fra energiindholdet i protein, fedt og kulhydrater.

Ligning 2

$$BE_{FE} = \frac{\% \text{ råprotein} * BE_{Prot} + \% \text{ Råfedt} * BE_{Fedt} + \% \text{ Kulhydrater} * BE_{Kul}}{FE_{100}}$$

hvor BE_{FE} = Bruttoenergi, MJ FE⁻¹

BE_{Prot} = Bruttoenergi i protein, MJ kg⁻¹ tørstof

BE_{Fedt} = Bruttoenergi i fedt, MJ kg⁻¹ tørstof

BE_{Kul} = Bruttoenergi i kulhydrater, MJ kg⁻¹ tørstof

FE₁₀₀ = FE per 100 kg foder

I beregningen af energiindholdet i foderet - dvs. i omregningen til mængde MJ - skelnes mellem svin og øvrige dyrearter (tabel 33). Ved beregning af BE er anvendt en foderplan baseret på et gennemsnitligt foderforbrug.

Tabel 33 Anvendte energifaktorer til beregning af energiindholdet i MJ i foder.

	Protein	Fedt	Kulhydrat
Svin (EFOS-metoden) ¹	0,237	0,389	0,175
Øvrige dyrearter	0,242	0,342	0,173

¹Kilde: Info Svin, Svinefaglig database, Landsudvalget for Svin, Danske Slagterier samt Håndbog for Kvæghold, Landbrugets Informations Kontor. EFOS er den nye metode for beregning af energiindholdet i foder for svin, hvor der skelnes mellem energiindholdet i de forskellige aminosyrer.

For græssende dyr (undtagen malkekvæg) skelnes mellem energiindholdet i vinterfoderplanen og energiindholdet i græs.

Fordelingen af energioptaget mellem vinter- og sommerfoderplanen er opgjort i normtabellen (Poulsen et al. 2001), hvor det skønnes at andelen af energi som indtages i sommerperioden for heste, opdræt,

ammekøer, får og geder er hhv. 0,5, 0,537, 0,614, 0,726 og 0,726, svarende til fordelingen anvendt i opgørelsen af ammoniakemissionen.

For udegående svin, høns, etc. antages det at afgræsningen ikke bidrager til foderindtaget, hvorfor foderets BE beregnes ud fra fuldfoder.

For malkekvæg er energiindholdet beregnet i en standard vinterfoderplan til $18,3 \text{ MJ FE}^{-1}_{\text{kvæg}}$ (T. Hvelplund, pers. medd, Olesen et al. 2001), gældende uanset om dyrene afgræsser eller ej.

For kalve under $\frac{1}{2}$ år samt for tyrekalve fra $\frac{1}{2}$ år til slagtning anvendes samme energiindhold som for malkekvæg.

For heste, kvægopdræt, ammekøer og får og geder er der sammensat en gennemsnitlig vinterfoderplan (Refsgaard Andersen (DJF), Eric Clausen (DLR), Hanne Bang Bligaard (DLR), Anette Holmenlund (DLR), pers. medd.). På baggrund heraf er bruttoenergiindhold beregnet – se appendiks C.

For øvrige husdyr beregnes BE i foderet ud fra de enkelte fodermidlers indhold af protein, fedt og kulhydrater målt ved samtlige analyser for fuldfoder gennemført af Plantedirektoratet i 2002 (Plantedirektoratet 2002). Gennemsnitsværdierne er angivet i tabel 34. Baggrundsdata for beregningen er angivet i appendiks C.

BE-indholdet i fodermidlerne målt som energiindholdet per FE, antages at have været uændret siden 1987, hvorfor ændringer i foderefektivitet afspejles i ændringer i foderforbruget.

Tabel 34 Foderbrug for 2002 og omregningsfaktorer til bestemmelse af metan udledningen fra husdyrenes fordøjelsesproces. For kvæg, svin, heste, får og geder er foderforbruget angivet i FE og for øvrige husdyr i kg.

Husdyrkategori	Foderindtag	Bruttoenergi (BE)		Foder på græs	Metan dannelse	Emission 2002	
	2002 ^a	Vinterfoder	Sommerfoder	Andel	Y_m^b	Per produceret enhed	Total
	FE dyr ⁻¹ år ⁻¹	MJ FE ⁻¹ dyr ⁻¹ år ⁻¹	MJ FE ⁻¹ dyr ⁻¹ år ⁻¹	Pct.	Pct.	Kg CH ₄ prod. dyr ⁻¹ år ⁻¹	Gg CH ₄
Kvæg:							
Malkekvæg, st. race (jersey)	6100 (5100)	18,30	18,30	-	6	117,95	71,90
Kviekalve, < ½ år	188 (158) ^c	18,30	18,83	-	6	3,66	2,83
Opdræt, ½ år til kælvning	1406 (1018) ^c	25,75	18,83	54	6	32,39	24,51
Tyrekalve, < ½ år	620 (442)	18,30	18,83	-	4	8,78	1,90
Tyrekalve, ½ år til slagting (440 kg)	1280 (1007)	18,30	18,83	-	4	16,63	5,18
Ammekøer	2515	34,02	18,83	61	6	66,97	8,06
Svin:							
Søer incl. smågrise	1340	17,49	17,49	-	0,6	2,53	2,85
Smågrise, 7,2-30 kg	47	16,46	16,46	-	0,6	0,08	2,05
Slagtesvin, > 30 kg	202	17,25	17,25	-	0,6	0,37	8,89
Øvrige:							
Heste	2555 ^d	29,83	18,83	50	2,5	23,91	3,66
Får (incl. lam)	728	29,95	18,83	73	6	17,17	1,27
Malkegeder (incl. kid)	669	29,95	18,83	73	5	13,15	0,14
	Kg foder dyr ⁻¹ år ⁻¹	MJ kg ⁻¹ foder	MJ kg ⁻¹ foder				
Høns i bure	40	17,46	17,46	-	-	-	-
Slagtekyllinger 40 dage	4	18,99	18,99	-	-	-	-
Mink incl. hvalpe:	196	11,71	11,71	-	-	-	-
Fordøjelsessystemet i alt							133,23

^aData fra Danmarks JordbrugsForskning. Forbruget ændrer sig som følge af ændring i produktiviteten.

^bIPCCs standard værdier

^cFE opgives i normtablerne som andele af årsopdræt. Dette er omregnet til FE dyr⁻¹ i DSt s opgørelser ved dividere med hvor stor en andel af opdrættet der findes indenfor gruppen. FE er opgjort som andele af årsopdræt.

^d600 kg hest

I CH₄-emissionen fra fordøjelsesprocessen indgår ikke emissionen fra fjerkræ og pelsdyr. Der vil forekomme en udledning, men mængden betragtes som værende af så lille en størrelsesorden at den anses for at være uden betydning. Beregning af bruttoenergiindholdet er alligevel beregnet, fordi denne anvendes i den videre beregning af CH₄-emissionen fra håndtering af husdyrgødning – jf. afsnit 6.2

6.2 CH₄-emission fra håndtering af husdyrgødning

Metangasproduktionen fra husdyrgødning beregnes ud fra energien i husdyrgødningen under hensyntagen til lagringsforholdene. I emissionsopgørelsen tages hensyn til at der i forskellige staldsystemer tilføjes energi som følge af strøning med halm og foderspild baseret på oplysninger fra Poulsen et al. (2001).

Lagringsforholdene for husdyrgødning har indvirkning på metandannelsen. Anaerobe forhold, som findes i gylle, fremmer metandannelsen, mens fast gødning der kun tilføres ilt, kun har en lille metan-

produktion. De senere års udvikling mod flere dyr i løsdrift og i gyllebaserede staldsystemer medfører derfor en relativ højere metandannelse.

CH₄-dannelsen fra husdyrgødning beregnes ud fra IPCCs guidelines, hvor andelen af organisk stof, VS (Volatile Solids) bestemmes (ligning 3) og på baggrund heraf beregnes CH₄-udledningen (ligning 4).

Ligning 3

$$VS_{foder} = \frac{BE}{18.45} * \left(1 - \frac{FK}{100}\right) * \left(1 - \frac{\% aske}{100}\right)$$

hvor

VS	=	kg organisk stof (Volatile Solids)
BE	=	Bruttoenergiindtag
18.45	=	Omregningsfaktor fra MJ til kg tørstof
FK	=	Fordøjelighedskoefficient
% aske	=	Gødningens askeindhold (IPCC 1996)

Gennemsnitlige fordøjelighedskoefficienter (FK) for forskellige dyrearter er angivet i normtalsrapporten (Poulsen et al., 2001) og gengivet i tabel 36. For dyrearter hvor FK mangler, er der skønnet ud fra nærmeste sammenlignelige dyreart. Til bestemmelse af askeindholdet i gødningen anvendes IPCCs standardværdier, hvilket er 8% for drøvtyggere og heste og 2% for øvrige dyr. I beregningen tages højde for strøelsesforbruget i de forskellige staldsystemer.

Ligning 4

$$VS_{halm} = \frac{Strøelsesforbrug}{18.45} * TS_{halm}$$

hvor

VS _{halm}	=	kg organisk stof (Volatile Solids) i halm
TS _{halm}	=	Tørstofprocent (85%)
18.45	=	Omregningsfaktor fra MJ til kg tørstof

Mængden af dannet metan bestemmes ud fra ligning 5, hvor VS multipliceres med den maksimale metandannende kapacitet, B₀, som er individuel for hver dyreart og den maksimale metandannelsesfaktor MCF, som er afhængig af de aktuelle temperatur- og lagerforhold. Danmark befinder sig i et koldt klima og har derfor en forholdsvis lav MCF.

Ligning 5

$$CH_{4,i} = VS_i * B_{0,i} * 0.67 * MCF_i$$

hvor

CH _{4,i}	=	Metan emissionen for husdyrart i
B ₀	=	Maksimale metandannende kapacitet (IPCC 1996)
MCF	=	Metan konverteringsfaktor (IPCC 1996)

I tabel 36 er angivet de i opgørelsen anvendte B₀-værdier baseret på IPCC standardværdier. Her fremgår det at metandannelsen i svinegødning er betydeligt højere i forhold til kvæggødning.

I tabel 35 er vist de anvendte MCF-faktorer. IPCC har for flydende gødning i kolde områder (IPCC 2000) foreslået at MCF bør hæves fra 10% til 39%. Der foreligger imidlertid dokumentation for at MCF er omkring 10% under danske forhold (Husted 1994, Massé et al., 2003). Til sammenligning kan oplyses, at også Finland anvender denne værdi (Paula Perälä, pers. medd.).

Gødning afsat på mark er af IPCC opgivet til at have samme MCF som fast gødning afsat i lager.

Tabel 35 Anvendte værdier for metan konverteringsfaktor MCF.

	MCF
Fast gødning og dybstrøelse, ekskl. fjerkræ	1 %
Ajle og gylle	10 %
Gødning fra fjerkræ	1,5 %
Gødning afsat på græs	1 %

I tabel 36 gives et overblik over data anvendt til beregning af metan-emissionen fra husdyrgødning fra de forskellige husdyrarter.

Tabel 36 Omregningsfaktorer til bestemmelse af metan udledningen fra håndtering af husdyrgødning.

Husdyrkategori	Fordøjeligheds-koefficient (FK)		Aske i gødning	Metan dannelses kapacitet	Emission 2002	
	<u>Vinter</u>	<u>Sommer</u>			<u>Per produceret enhed</u>	<u>Total</u>
	Pct.	Pct.	Pct.	M ³ CH ₄ / kg VS	Kg CH ₄ prod. dyr ⁻¹ år ⁻¹	Gg CH ₄
<u>Kvæg:</u>						
Malkekvæg	71	71	8,0	0,24	17,26	10,52
Kviekalve, < ½ år	78	78	8,0	0,17	0,07	0,05
Opdræt, ½ år til kælving	71	78	8,0	0,17	1,66	1,26
Tyrekalve, < ½ år	79	79	8,0	0,17	0,14	0,04
Tyrekalve, ½ år til slagting (440 kg)	75	75	8,0	0,17	1,43	0,45
Ammekøer	67	77	8,0	0,17	1,10	0,13
<u>Svin (produceret):</u>						
Søer incl. smågrise	81	81	2,2	0,45	5,05	5,70
Smågrise, 7,2-30 kg	81	81	2,2	0,45	0,20	5,02
Slagtesvin, > 30 kg	81	81	2,2	0,45	0,94	22,25
<u>Øvrige:</u>						
Heste	75	67	8,0	0,33	1,74	0,27
Får (incl. lam)	75	67	8,0	0,19	0,32	0,02
Malkegeder (incl. kid)	75	67	8,0	0,17	0,26	0,00
Fjerkræ (produceret)	81	81	8,0	0,32	(100 stk.) 0,20	0,30
Pelsdyr (incl. ræve)	81	81	2,0	0,48	0,44	1,06
Husdyrgødning i alt						47,07

6.3 Afbrænding

Ved afbrænding af halm dannes CH₄. Siden 1990 har afbrænding af halm på marken alene været tilladt for frøgræshalm. Mængden af dannet CH₄ herfra anses for at være ubetydeligt og er derfor udeladt i opgørelsen fra 1990. Udledning af CH₄ i perioden 1985 til 1989 er opgjort på baggrund af data for halmafbændning fra DSt. Emissionen af CH₄ fra afbrænding beregnes efter ligning 6.

Ligning 6

$$CH_{4, \text{halmbændning}} = T_{s, \text{halm}} * C_{T_s} * EF_{\text{halmbændning}} * \frac{16}{12}$$

hvor T_s er mængden af afbrændt halmtørstof, C_{T_s} halmens indhold af kulstof (her er anvendt halvt hvede- og halvt byghalm hvilket giver en kulstofandel på 0,47), EF_{halmbændning} metanemissionsfaktoren (0,005) og 16 og 12 de respektive molekylvægte.

Tabel 37 Halmafbændningens bidrag af CH₄ fra 1985-1989.

	1985	1986	1987	1988	1989
Halm brænding, Mio. tons halm	1,094	0,938	0,901	0,708	1,065
CH ₄ -emission, 1000 tons CH ₄	2,9	2,5	2,4	1,9	2,8

6.4 CH₄ reduktion fra biogasbehandlet gylle

Det første biogasanlæg blev taget i brug i 1984, og i dag er der ca. 20 fællesanlæg i Danmark samt 50-55 gårdanlæg. I 2002 blev der behandlet ca. 1,4 mio. tons husdyrgødning, svarende til ca. 4% af den samlede mængde husdyrgødning suppleret med omkring 200.000 tons organisk affald fra industrier, rensningsanlæg og husholdninger (Brancheforeningen for biogas 2003). Deres samlede energiproduktion er vist i tabelform i appendiks D.

Ved anvendelse af gylle i biogasanlæg reduceres udslippet af både metan og lattergas. Der findes ingen beskrivelser i IPCC guidelines om retningslinier for hvordan reduktion fra biogasanlæg skal indregnes i opgørelsen. Derfor er der i den danske opgørelse anvendt data baseret på danske undersøgelser (Sommer et al. 2001). Det forventes at CH₄-emissionen fra biogasbehandlet gylle kan reduceres med 30% fra kvæggylle og 50% fra svinegylle (tabel 38).

Tabel 38 Reduktion af CH₄-udledning ved behandling i et stort biogASFællesanlæg. Kapacitet: 550 m³ dag⁻¹. (Kilde: Nielsen et al 2002 på basis af Sommer et al. 2001).

Reduktion af metan	Konventionel	Biogas-	Reduktion ved	Reduktion i emission
		behandling	biogasbehandling	(R _{N₂O, potentiale}
	Ton CH ₄	Ton CH ₄	Ton CH ₄	Pct
Kvæggylle	263,1	183,6	-79,5	30
Svinegylle	197,7	97,2	-100,5	50

Ved vurderingen af effekten af biogasanlæggene på udslippet af drivhusgasser bør der tages hensyn til, at der i biogasanlæg oftest tilføres animalsk fedt der øger produktiviteten i anlæggene. Derudover er der i beregningen ikke taget hensyn til at biogasproduktion substituerer fossilt brændsel. Under forudsætning af at den udvundne energi på 1703 TJ (Terra Joule = 10^{12} Joule) i 2002 i gyllebaserede biogasanlæg substituerer naturgas, vil det medføre en yderligere reduktion i CO_2 -udslippet på 0,097 mio. tons CO_2 (1703 TJ * 57,25 tons CO_2 per TJ).

Reduktion i CH_4 -emissionen er baseret på mængden af organisk stof VS (Volatile Solids). Mængden af VS i behandlet gylle er beregnet som angivet i ligning 5. Det antages at gylle fra kvæg stammer fra malkekvæg og gylle fra svin stammer fra slagtesvin. Energistyrelsen (Søren Tafdrup, pers. medd. 2003) anslår at kvæggylle udgør 45% og svinegylle udgør 55% af den samlede mængde biogasbehandlede gylle.

Ligning 7

$$\text{CH}_4_{\text{reduktion},i} = \text{VS}_{\text{gyllebehandlet},i} * \text{B}_{0,i} * \text{MCF} * 0,67 * \text{R}_{\text{CH}_4\text{-potetiale},i}$$

hvor $\text{CH}_4_{\text{reduktion}}$ er reduktionen i mængden af metan fra husdyrart i , $\text{VS}_{\text{Gylle,behandlet}}$ er mængden af behandlet gylle, B_0 er den maksimale metandannende kapacitet, MCF er metankonverteringsfaktor og $\text{R}_{\text{CH}_4\text{-potetiale}}$ er reduktionspotentialet – dvs. 30% for kvæggylle og 50% for svinegylle. I tabel 39 er vist baggrundsdata for beregningen af metanreduktionen fra biogasbehandlet gylle.

Tabel 39 Anvendte data til beregning af VS i biogasbehandlet gylle og reduktionen i CH_4 emissionen i 2002.

2002	Anvendt mængde gylle i biogasproduktionen	Tørstof (Ts) ^a	VS af Ts ^b	VS i behandlet gylle	Reduceret CH_4 emission som følge af biogasbehandling
	mio. ton gylle	Pct	Pct	10^6 kg VS	Gg CH_4
Kvæggylle	0,63	10,3	80	15,69	0,25
Svinegylle	0,78	6,1	80	18,92	0,57
Reduktion i alt					0,82

^a efter Poulsen et al. 2001

^b efter Henrik.B. Møller, DJF (pers. medd. 2003), Husted 1994 og Massé et al. 2003

I 2002 er den samlede effekt af biogasanlæggene beregnet til en reduktion på 0,82 Gg CH_4 , hvilket svarer til 0,5% af den totale CH_4 -emission fra landbrugssektoren. Reduktionen forventes at være stigende de kommende år som følge af øget fokus på biogasproduktionen, som et af mulige tiltag til reduktion af drivhusgasemissionen fra landbrugets aktiviteter.

I emissionsopgørelsen fratrækkes effekten fra biogasbehandlet gylle i emissionen fra henholdsvis malkekøer og slagtesvin.

6.5 Afvigelser fra IPCC CH₄ standard værdier

I IPCCs guidelines anbefales at der anvendes nationale produktions-tal i videst muligt omfang. I tidligere opgørelser var emissionsfaktoren baseret på danske normtal, men svarende til produktionsforholdene i 1995. Det vil sige der anvendtes samme emissionsfaktor for alle årene og denne var beregnet på baggrund af foderindtag og staldtype, svarende til forholdene i 1995. Genberegningen af CH₄-emissionen er baseret på en videreudvikling af den metode som hidtil er anvendt. I genberegningen er taget hensyn til, at der over årene sker en ændring i foderindtag og staldtypefordeling, hvilket afspejles som ændringer i emissionsfaktorerne.

For at kunne sammenligne emissionsfaktorerne med de i IPCC anbefalede standardværdier, er de danske emissionsfaktorer i tabel 40 opgjort som den gennemsnitlige metanudledning per år for hver husdyrkategori. Dvs. den beregnede emissionsfaktor svarer til emissionen per dyr svarende til det antal som er angivet i Landbrugsstatistikken fra DSt.

Tabel 40 Sammenligning af IPCC standardværdier med den beregnede emissionsfaktor i tidligere emissionsopgørelse og i den reviderede opgørelse.

	IPCC	Tidligere beregning	Genberegning	
	Tier 1 kg CH ₄ /dyr/år	Tier 2 kg CH ₄ /dyr/år	Tier 2 kg CH ₄ /dyr/år <u>1985</u>	Tier 2 kg CH ₄ /dyr/år <u>2002</u>
Fordøjelsesprocessen:				
Malkekvæg	100,00	104,14	109,31	117,95
Øvrige kvæg	48,00	37,77	32,81	35,80
Får (inkl. lam)	8,00	8,00	17,17	17,17
Slagtesvin + smågrise	1,50	1,50	0,92	0,94
Heste	18,00	18,00	23,90	23,90
Geder (inkl. kid)	5,00	Ikke beregnet	13,15	13,15
Søer	1,50	1,50	2,40	2,53
Husdyrgødning:				
Malkekvæg	14,00	21,80	13,57	17,26
Øvrige kvæg	6,00	1,60	2,47	1,62
Slagtesvin + smågrise	3,00	2,10	1,65	2,35
Søer	3,00	6,00	4,00	5,05
Får (inkl. lam)	0,19	0,46	0,32	0,32
Heste	1,60	1,10	1,74	1,74
Høns + hønniker	0,08	0,07	0,03	0,02
Slagtekyllinger	0,08	0,02	0,01	0,01
Ænder, gæs og kalkuner	0,08	0,06	0,02	0,03
Pelsdyr	Ikke beregnet	Ikke beregnet	0,23	0,44
Geder (inkl. kid)	0,12	Ikke beregnet	0,26	0,26

For malkekvæg er den beregnede emissionsfaktor i genberegningen i bedre overensstemmelse med emissionen fra andre lande med tilsvarende produktivitetsforhold (USA og Holland). Emissionsfaktoren for malkekvæg er højere sammenholdt med IPCCs standardværdier, hvilket skyldes de danske landbrugsforhold med relative højtydende

malkekøer og som følge heraf større foderforbrug. Foderforbruget for malkekøer af stor race er steget fra 5700 FE i 1985 til 6100 FE i 2002.

Den beregnede emissionsfaktor for øvrige kvæg er noget lavere end angivet i IPCC standardværdier. Det kan bl.a. skyldes et forholdsmæssigt lavt antal ammekvæg, en stor andel af foderindtag i stald og et relativt højt produktivitetsniveau i dansk landbrugspraksis.

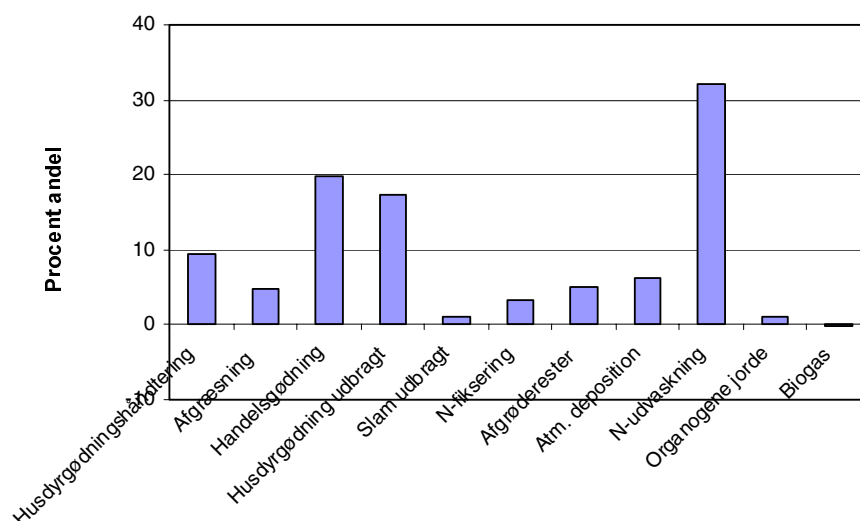
I genberegningen af CH₄-emissionen for svin skelnes mellem søer, smågrise og slagtesvin, til forskel fra tidligere, hvor der i beregning af emissionen fra fordøjelsessystemet ikke blev skelnet mellem de forskellige underkategorier. I beregningen anvendtes således samme værdi som anbefalet af IPCC – dvs. 1,5 kg CH₄ per år per dyr.

Emissionsfaktoren for får og geder er næsten dobbelt så høj sammenlignet med IPCC standardværdi, hvilket skal ses i sammenhæng med at der i de danske værdier er inkluderet emission fra lam og kid. Den beregnede emissionsfaktor for heste er ligeledes højere end standardværdien angivet i IPCC.

IPCC har ikke udarbejdet guidelines for metanemissionen fra pelsdyr. I betragtning af at Danmark er verdens største producent af mink, er det valgt at emissionen fra pelsdyr indgår i emissionsopgørelsen. Det forventes ikke at der fra mink forekommer en metanemission af betydning fra fordøjelsessystemet, så emissionen stammer udelukkende fra gødningshåndteringen.

7 Lattergasemission

Lattergas dannes ved hovedparten af de reaktioner hvor kvælstof er til stede. Det betyder at der forekommer emission af N_2O i stort set alle led i landbrugsproduktionen. Af figur 7 ses at størstedelen af emissionen er knyttet til anvendelsen af husdyr- og handelsgødning. Emissionen fra kvælstofudvaskningen udgør i opgørelsen den største enkeltkilde svarende til 32% af den total N_2O -emission fra landbrugssektoren i 2002. Den direkte emission fra handelsgødning- og husdyrgødning, udbragt på marken, bidrager med henholdsvis 20% og 17%.



Figur 7 Den procentmæssige fordeling af N_2O -emission 2002 på forskellige kilder.

7.1 Emissionsfaktorer

Udledningen af N_2O bestemmes som en fraktion af kvælstofmængden for hver kilde. Fraktionen varierer mellem kilder og er ofte meget usikkert bestemt, fordi emissionen er afhængig af aktuelle biologiske og klimatiske betingelser.

I tabel 41 er vist de kilder hvorfra N_2O -emissionen opgøres. I beregningen af emissionen er for alle kilder anvendt standardværdier for emissionsfaktorer anbefalet af IPCC. Emissionen af N_2O-N beregnes efter ligning 8.

Ligning 8

$$N_2O = N_i * EF_i * \frac{44}{28}$$

hvor N_i er N i kvælstofkilden og EF_i er emissionsfaktoren. Omregning fra N_2O-N til N_2O sker ved at multiplicere med de respektive molekylvægte.

Tabel 41 Emissionsfaktorer anvendt til beregning af lattergas emissionen.

Kilde	Emissionsfaktor (IPCC)
Håndtering af husdyrgødning: -fast staldgødning og dybstrøelse	EF ₁ 0,02
-gylle og ajle	EF ₂ 0,001
- fjerkræ opstaldet uden fast gulv	EF ₃ 0,005
Husdyrgødning afsat på græs	EF ₄ 0,02
Handelsgødning udbragt på jord ^a	EF ₅ 0,0125
Husdyrgødning udbragt på jord ^b	EF ₆ 0,0125
Slam udbragt på landbrugsjord	EF ₇ 0,01
N-fikserende afgrøder	EF ₈ 0,0125
Afgrøderester efterladt på marken efter høst	EF ₉ 0,0125
NH ₃ og NO _x -fordampning	EF ₁₀ 0,01
Udvaskning	EF ₁₁ 0,025
Dyrkning af organogene jorde	EF ₁₂ 8 kg N ₂ O-N per ha
Afbrænding af halm	EF ₁₃ 0,007

^a Beregnes som solgt N i handelsgødning fratrukket NH₃-emissionen.

^b Beregnes som N ab lager fratrukket NH₃-emissionen fra udbringning

7.2 N₂O fra lagret husdyrgødning og fra græsning

Mængden af N i husdyrgødningen er bestemt ud fra normtallene (Poulsen et al. 2001). Under iltfrie forhold (anaerob) i gylle og ajle forventes at der forekommer en relativ lille udledning N₂O, mens emissionen i dybstrøelse og fast staldgødning forventes at være større. Emissionen af lattergas beregnes som angivet i ligning 9.

Ligning 9

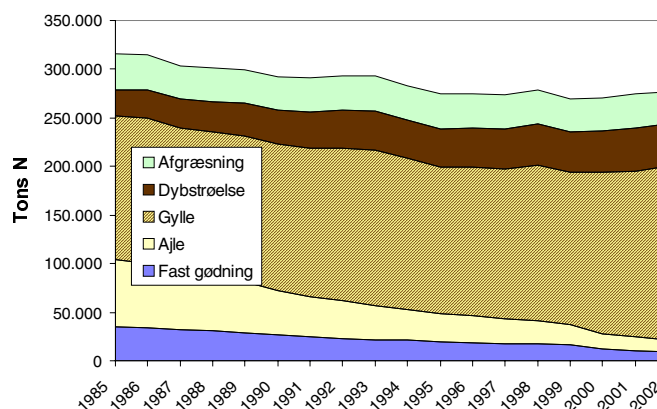
$$N_2O - N_{\text{gødningshåndtering}} = \sum N_{\text{ab dyr, gødningstype, } i} * EF_i$$

hvor $N_2O - N_{\text{gødningshåndtering}}$ er emissionen af N₂O-N fra håndtering af husdyrgødning, $N_{\text{ab dyr, gødningstype, } i}$ er kvælstofmængden ab dyr fordelt på *i* gødningstyper (ajle, gylle, fast gødning, dybstrøelse) og EF_i er emissionsfaktoren for den respektive gødningstype. For fastgødning og dybstrøelse er emissionsfaktoren 0,02 (EF₁) og for ajle og gylle 0,001 (EF₂). For fjerkræ opstaldet uden fast gulv er emissionsfaktoren 0,005 (EF₃). For gødning afsat på græs regnes med en emissionsfaktor på 0,02 (EF₄).

Da emissionsfaktoren for flydende gødning er lavere end for fast gødning, vil en overgang fra de hidtil mere traditionelle halmbaserede staldsystemer til gyllebaserede systemer mindske emissionen af lattergas.

I figur 8 er vist den samlede kvælstofmængde i husdyrgødning (N ab dyr) i perioden 1985 til 2002. N ab dyr er faldet fra 316 kt i 1985 til 277 kt i 2002, hvilket svarer til en reduktion på 12%. Fra 1985 har der væ-

ret et fald i antallet af kvæg, men en stigning i svineproduktionen. Reduktionen i N ab dyr skal ses i sammenhæng med en markant forbedring i foderudnyttelsen.



Figur 8 Samlet kvælstofmængde i husdyrgødning (N ab dyr).

7.3 N₂O fra kvælstof udbragt på jord

Beregningen af N₂O fra udbragt kvælstof opgøres som summen af N i handelsgødning, N i husdyrgødning og N i slam.

Ligning 10

$$N_2O - N_{gødning} = \begin{cases} (N_{handelsgødning} - N_{NH_3,handel}) * EF_5 + \\ (N_{husdyrgødning,ab\ lager} - N_{NH_3,udb}) * EF_6 + \\ (N_{slam} - N_{NH_3,slam}) * EF_7 \end{cases}$$

hvor:

$N_2O - N_{gødning}$ er emissionen af N₂O-N, $N_{handelsgødning}$ er forbrug af handelsgødning i rent kvælstof, $N_{NH_3,handel}$ er ammoniakfordampningen fra handelsgødning, $N_{husdyr,ab\ lager}$ er kvælstofmængden i husdyrgødning ab lager, $N_{NH_3,udb}$ er ammoniaktabet under udbringning af husdyrgødning, N_{slam} er kvælstofmængden i slam fra rensningsanlæg og industrislam udbragt på landbrugsjord og $N_{NH_3,slam}$ den dertil hørende ammoniakfordampning. EF_x er emissionskoefficienten (jf. tabel 41). Alle tal har samme mængdeangivelse.

Husdyrgødning der indgår som plantenæringsstof er opgjort som N ab lager ud fra normtallene (Poulsen et al. 2001) fratrukket den NH₃-fordampningen der forekommer under udbringning opgjort i ammoniakopgørelsen.

Handelsgødningsforbruget af kvælstof opgøres af Plantedirektoratet og herfra fratrækkes ammoniakfordampningen opgjort i ammoniakopgørelsen (jf. afsnit 5.2).

Kvælstofmængden i slam fra rensningsanlæg udbragt på landbrugsjorden samt industrispildevand udbragt på landbrugsjord, er opgjort

af Miljøstyrelsen (jf. afsnit 5.4). Emissionen fra slam er opgjort i ammoniakopgørelsen.

Tabel 42 viser den samlede mængde kvælstof tilført fra husdyrgødning, handelsgødning og slam udbragt på landbrugsjord samt emissionen af lattergas fra perioden 1985 til 2002. N₂O-emissionen fra gødsning af planter er reduceret fra 7,35 Gg N₂O-N i 1985 til 5,00 Gg N₂O-N i 2002 eller i alt 32%. Faldet skyldes primært reduktionen i handelsgødningsforbruget.

Tabel 42 Lattergasemissionen beregnet på baggrund af mængde N udbragt på landbrugsjord fratrukket ammoniakfordampning.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
N udbragt på mark:	kt N																		
N i handelsgødning	398,1	382,1	381,3	367,0	377,0	400,4	394,9	369,5	332,9	326,2	315,9	290,8	287,6	283,2	262,7	251,5	233,7	210,8	
NH ₃ -N, handelsgødning	7,9	7,3	7,3	7,1	7,4	8,7	8,4	7,9	7,6	7,9	7,6	6,6	6,2	6,2	5,8	5,6	5,1	4,6	
N i husdyrgødning	279,1	279,0	269,1	266,9	264,9	258,1	255,9	257,6	257,3	247,9	238,5	239,1	238,7	244,0	235,8	236,5	240,0	244,0	
NH ₃ -N, husdyrgødning	84,5	84,3	80,9	80,0	78,8	76,8	74,9	74,6	72,9	69,0	64,8	63,6	63,9	65,5	63,4	62,9	63,1	62,0	
N i slam	3,5	3,5	3,6	3,8	4,3	4,6	5,9	6,9	9,5	8,9	9,1	9,2	8,5	8,9	8,0	8,8	10,8	11,5	
NH ₃ -N, slam	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
N-total	588,3	572,9	565,7	550,5	559,8	577,6	573,3	551,4	519,0	506,0	491,0	468,8	464,7	464,3	437,3	428,3	416,2	399,7	
Emission:																			
Gg N ₂ O-N	7,35	7,16	7,07	6,88	7,00	7,22	7,17	6,89	6,49	6,33	6,14	5,86	5,81	5,80	5,47	5,35	5,20	5,00	
Gg N ₂ O	11,56	11,25	11,11	10,81	11,00	11,35	11,26	10,83	10,20	9,94	9,65	9,21	9,13	9,12	8,59	8,41	8,18	7,85	
Gg CO ₂ -ækv.	3,58	3,49	3,44	3,35	3,41	3,52	3,49	3,36	3,16	3,08	2,99	2,85	2,83	2,83	2,66	2,61	2,53	2,43	

Emissionsfaktoren på 1,25% for handel- og husdyrgødning er på nuværende tidspunkt genstand for diskussion. Der argumenteres for at emissionen fra husdyrgødning givetvis er noget højere end fra handelsgødning, fordi kulstofindholdet i gødningen fremmer N₂O-dannelsen. Det kan betyde at emissionsfaktoren fra handelsgødning vil blive nedsat til 0,7-0,8%, og omvendt en opjustering af emissionsfaktoren for husdyrgødning på 2,5%. En ændring af emissionsfaktorerne vil betyde en lavere reduktion af lattergas i perioden 1985 til 2002 pga. det markante fald i forbruget af handelsgødning.

7.4 N₂O fra N-fikserende planter

Kvælstoffikserende afgrøder bidrager til N₂O-emissionen. Ifølge IPCCs guidelines bør den totale mængde af kvælstof fra kvælstoffikserende afgrøder indgå i beregningen af N₂O-emissionen.

Beregningen af N-fiksering for bælg-sæd, ærte/byg-helsæd, lucerne og kløver-græs marker er baseret på det høstede udbytte, mens beregningen græsmarksbælgplanter til frøavl og ært til konserves er baseret på det dyrkede areal. Udbytte og dyrket areal for de enkelte kvælstoffikserende afgrøder er baseret på data fra DSt.

Metoden for opgørelse af N-fiksering i afgrøder er baseret på beregninger og data fra DJF (Kyllingsbæk, 2000; Kristensen, 2003). Den fikserede mængde kvælstof i afgrøder er bestemt på baggrund af N-indholdet i udbyttet for de enkelte år, beregnet på baggrund af op-

lysninger om tørstofindhold og råprotein fra fodermiddeltabellen (Landscentret, 2000). I beregningen tages højde for N-indholdet i rod og stub og hvor stor en andel af N-indholdet i planten som kan tildeles fikseringen (ligning 11).

Ligning 11

$$N_2O - N_{N\text{-fix}} = \sum (T_{s_{i, \text{udbytte}}} * N_{i, \text{pct}} * (1 + N_{i, \text{andel rod+stub}}) * A_{\text{andel fix}}) * EF_8$$

hvor N_2O-N = Lattergasemissionen
 $T_{s_{i, \text{udbytte}}}$ = Tørstofudbytte, kg per ha for afgrøde i
 $N_{i, \text{pct}}$ = Kvælstofprocenten i tørstoffet
 $N_{i, \text{andel rod + stub}}$ = Kvælstofandelen i rod og stub
 $A_{\text{andel fix}}$ = Andelen af N der fikseres

I tabel 43 er angivet baggrundsdata for beregning af mængde kvælstof fra kvælstoffikserende afgrøder.

Tabel 43 Baggrundsdata til beregning af N fra kvælstoffikserende afgrøder.

Afgrøde	Tørstofindhold ¹	N-indhold i Ts ¹	Halmudbytte i pct. af kerneudbytte ²	Andel, rod+stub ³	Andel af N i afgrøde som er fikseret ³	N-fix
	pct.	pct.	pct.	pct.	pct.	kg N/tons høstet
Baseret på udbytte:						
Bælgsæd til modenhed						
Kerne	85	3,97		25	75	
Halm	87	1,15	60			
Bælgsæd til modenhed, I alt						37,3
Ærte/byg-helsæd til ensilering						
	23	2,64		25	80	6,1
Bælgsæd, fodermarvkål og grøntfoder						
	23	2,64		25	80	6,1
Lucerne						
	21	3,04		60	75	7,7
Græs- og kløvermarker samt udlægsmarker						
	13	4,00		75	90	8,2

Baseret på areal:

kg N/ha/år

Konservesærter (N-fix som bælgsæd til modenhed – antages at ærter udgør 80% af arealet)

Frøavl:

Rødkløver 200

Hvidløver 180

Sneglebælg 180

¹ Fodermiddeltabel (Dansk Landbrugsrådgivning 2000)

² Kyllingsbæk 2000

³ Kristensen 2003 og Kyllingsbæk 2000

I beregningen af N-fikseringen er der taget højde for andelen af kvælstoffikserende planter i de forskellige afgrøder. Andelen som er vurderet af DJF (Kyllingsbæk 2000) er vist i tabel 44. Andelen af ærte-helsæd i korn til ensilering har været stigende i perioden fra 1985 til

2002, ligesom det er tilfældet med andelen af kløver i udlægs- og kløvergræsmarker samt kløverprocenten i kløvergræsmarker.

Tabel 44 Skøn for andelen af kvælstoffikserende planter i afgrøder (Kyllingsbæk 2000).

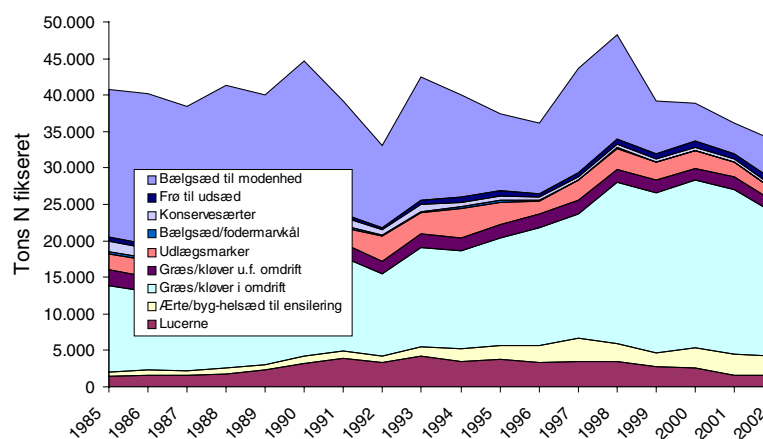
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	<u>Pct.</u>																	
<u>Korn til ensilering</u>																		
heraf andel af ærtehelsæd	15	20	20	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45	50	50	50	50	50
heraf andel af ært i helsæd	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<u>Bælgsæd, fodermarkkål og andet grøntfoder</u>																		
andel med bælgplanter	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
heraf andel af ærter	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<u>Konservesærter</u>																		
	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
<u>Kløvergræs i omdrift</u>																		
Andel af kløver i kløvergræsmark	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	85	86	87	88	89	90	90	90
Kløverprocent	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	24	26	28	30	30	30	30
<u>Græs uden for omdrift</u>																		
Kløverprocent	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<u>Udlægsmarker</u>																		
Andel af kløvergræs	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	85	86	87	88	89	90	90	90
Kløverprocent	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

I tabel 45 er angivet den beregnede N-fiksering for de forskellige afgrøder. Af tabellens første kolonne ses at N-fikseringen per hektar har varieret betydeligt over årene som følge af forskelle i udbyttene. I 2002 er den samlede N-fiksering opgjort til 33.800 tons N. Ifølge IPCCs standardværdier er det antaget, at N₂O-emissionen udgør 1,25% den fikserede kvælstofmængde svarende til 0,66 Gg N₂O, eller opgjort i til CO₂-ækvivalenter, 0,21 mio. tons. Hovedparten af denne emission, dvs. ca. 75%, kommer fra kløvergræsmarkerne og fra dyrkning af bælgssæd til modenhed.

Tabel 45 N-fiksering per hektar samt fiksering for 2002.

	N-fiksering per hektar		N-fiksering 2002	
	Variationer			
	1985-2002	2002	N-fiksering	Fordeling
	kg N/ha	kg N/ha	Kg N fix	pct.
Bælgsæd til modenhed	95-179	139	5.572	16
Korn til ensilering	10-38	23	2.598	8
Bælgsæd/fodermarkkål	0-1	0	50	0
Lucerne	307-517	449	1.600	5
Kløvergræs i omdrift	41-94	90	19.685	58
Græs udenfor omdrift	6-11	9	1.515	4
Udlægsmarker	6-15	6	1.590	5
Konservesærter	76-144	111	480	1
Frø til udsæd	181-186	182	757	2
Total N-fix			33.846	100

Som det fremgår af figur 9 har niveauet for N-fikseringen fra 1985 til 2002 ikke ændret sig betydeligt. N-fiksering fra dyrkning af bælgssæd til modenhed er blevet reduceret, mens N-fikseringen i kløvergræs marker i omdrift er vokset, som følge af en stigning i kløverandelen.



Figur 9 Samlet kvælstoffiksering 1985-2002

7.5 Afgrøderester

Af IPCC guidelines fremgår det at den kvælstofomsætning, der sker fra afgrøderester som efterlades på marken efter høst, bør indgå som kilde i opgørelsen af lattergasemissionen.

IPCCs guidelines er baseret på generelle tal for forholdet mellem kerne- og halmudbyttet. I den danske opgørelse anvendes nationale værdier for N-indholdet i afgrøderester baseret på data fra DJF. Data for udbytte og dyrket areal er indhentet fra DSt.

7.5.1 N-indhold i afgrøder

For kvælstofindholdet i afgrøderester skelnes mellem N-indholdet i de forskellige plantedele – dvs. avner, stub, top (kartofler og roer) samt bladhenfald fra græs- og brakmarker. N-indholdet er baseret på beregningen af Djurhuus og Hansen (2003). Afgrøderester i form af halm opgøres som mængden af ikke-bjærget halm angivet i Landbrugsstatistikken.

Det samlede N-mængde beregnes herefter som angivet i ligning 12.

Ligning 12

$$N_2O - N_{\text{Afgrøderest},j} = \sum_1^N ha_{i,j} * \left(\left(\frac{N_{i,stub}}{N_{i,ompløjningshypp.}} \right) + N_{i,avner} + N_{i,top} + N_{i,bladhenfald} \right) * EF_9$$

hvor i er afgrøden, j er året, ha er arealet med afgrøden, N_i er N-afsætningen fra hhv. avner, stub, top og bladhenfald i $kg\ ha^{-1}$,

$N_{i, \text{ompløjningshypp.}}$ er antal år mellem opløjning og EF_9 er IPCC standard emissionsfaktor (0,0125).

Mængden af N i de respektive plantedele under danske forhold er vist i tabel 46. For de afgrødetyper, hvis N-indhold ikke er angivet i Djurhuus & Hansen (2003), er anvendt værdier som svarer til lignende afgrøder. N-indholdet er opgjort på baggrund af relativ få observationer, men udgør på nuværende tidspunkt det bedste datagrundlag.

I opgørelsen antages at græsmarker i gennemsnit opløjes hvert andet år og brakmarker hvert 10 år.

Tabel 46 Oversigt over N-indholdet i rester fra landbrugsafgrøder ved normal gødsning (Djurhuus & Hansen 2003).

Afgroede	Stub	Avner	Top	Bladhenfald	Ompløjningshyppighed	N-indhold i afgrøderester	
	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha	år mellem opløjning	kg N/ha/år	mio. kg N/år
Vinterhvede	6,3	10,7	-	-	1	17,0	9,60
Vårhvede	6,3	7,4	-	-	1	13,7	0,15
Vinterrug	6,3	10,7	-	-	1	17,0	0,79
Triticale	6,3	10,7	-	-	1	17,0	0,61
Vinterbyg	6,3	5,9	-	-	1	11,3	1,32
Vårbyg	6,3	4,1	-	-	1	10,4	7,30
Havre	6,3	4,1	-	-	1	10,4	0,57
Vinterraps	4,4	-	-	-	1	4,4	0,34
Vårraps	4,4	-	-	-	1	4,4	0,03
Kartofler (top)	-	-	48,7	-	1	48,7	1,83
Roe (top) – ikke bjærget	-	-	53,9 ^a	-	1	53,9	3,65
Halm – ikke bjærget	-	-	-	-	1	7,6 ^a	11,67
Majs til ensilering	6,3	-	-	-	1	6,3	0,60
Byg/ært-helsæd til ensilering	6,3	-	-	-	1	6,3	0,21
Korn til ensilering	6,3	-	-	-	1	6,3	0,35
Bælgsæd, fodermarvkål og andet grøntfoder	6,3	-	-	-	1	6,3	0,00
Konservesærter	11,3	-	-	-	1	11,3	0,01
Grønsager	11,3	-	-	-	1	11,3	0,07
Græs og kløvergræs i omdrift	32,3	-	-	10,0	2	26,2	5,63
Græs og kløvergræs uden for omdrift	38,8	-	-	20,0	-	20,0	3,55
Brak	38,8	-	-	15,0	10	18,9	4,26
Total N fra afgrøderester – 2002							52,55

^a Værdi for 2002 - varierer fra år til år. Beregnet på baggrund af udbytte opgjort i DSt samt N-indhold baseret på fodermiddeltabellen.

7.5.2 N-indhold i halm og roetop

For halm og roetop som nedpløjes, opgøres kvælstofmængden som mængden af ikke bjærget halm i DSt s opgørelser over halmudbyttet og mængden af bjærget halm og roetop.

Størsteparten af halm som ikke bjærges er hvede- og rughalm. N-mængden beregnes derfor som den totale mængde af ikke-bjærget halm multipliceret med tørstofprocent og kvælstofindhold for hvedehalm. I fodermiddeltabellen er råproteinindholdet opgjort til 3,3%. Som omregningsfaktor til beregning af N-indholdet er anvendt 6,25.

For roetop er antaget at fabriks- og fodersukkerroer har samme topudbytte. Det samlede roetopareal som nedmuldes er opgjort som differencen mellem det samlede roeareal og mængden af bjærget roetop divideret med roetopudbyttet (Landbrugsstatistikken tabel 10.1). Kvælstofindholdet i roetoppen er beregnet ud fra fodermiddelstabellens opgørelse for frisk roetop (Foderkode 353) med et tørstofindhold på 12% og et råproteinindhold på 16,4%.

7.5.3 Emission

I tabel 47 er vist mængden af kvælstof i afgrøderester fordelt på forskellige kilder. Det ses heraf, at der er sket en stigning i kvælstofmængden i perioden 1985 til 2002. Stigningen skyldes, udover indførelse af brakordningen i 1992, at en voksende del af halmen efterlades på marken efter høst. Lattergasemissionen er i perioden 1985 til 2002 steget fra 0,57 Gg N₂O-N til 0,66 Gg N₂O-N svarende til en stigning på 0,04 mio. tons CO₂-ækvivalenter.

Tabel 47 Mio. kg N i afgrøderester fordelt på stub, avner, top og halm samt N₂O emissionen 1985 til 2002.

N ₂ O emission fra afgrøderester	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Afgrøderester i alt (Mio. kg N)	45,9	45,1	44,7	45,1	49,5	57,6	56,1	48,4	49,8	50,4	54,9	55,9	54,9	54,8	53,5	54,9	56,4	52,6
- heraf stub	17,6	17,3	15,9	16,8	17,2	17,3	17,0	17,3	17,4	17,1	17,0	17,6	17,4	17,4	17,6	17,9	17,9	15,6
- heraf avner	10,2	10,1	10,3	9,7	10,7	11,3	11,0	11,7	11,2	11,3	11,4	12,1	12,4	12,4	11,6	11,8	12,1	10,7
- heraf roe- og kartoffeltop	4,8	4,7	4,7	5,5	5,7	7,1	7,1	6,7	7,2	6,1	5,8	5,9	5,5	5,7	5,4	5,3	5,2	5,5
- heraf bladhenfald	7,2	6,9	6,7	6,9	6,9	6,8	6,7	6,7	10,1	10,4	10,3	9,7	8,1	7,9	8,7	9,0	9,2	9,1
- heraf halm	6,1	6,1	7,0	6,2	9,0	15,1	14,3	6,1	3,9	5,4	10,4	10,7	11,6	11,4	10,1	10,8	12,0	11,7
Emission:																		
Gg N ₂ O-N	0,57	0,56	0,56	0,56	0,62	0,72	0,70	0,61	0,62	0,63	0,69	0,70	0,69	0,68	0,67	0,69	0,71	0,66
Gg N ₂ O	0,90	0,89	0,88	0,89	0,97	1,13	1,10	0,95	0,98	0,99	1,08	1,10	1,08	1,08	1,05	1,08	1,11	1,03
Mio. tons																		
CO ₂ -ækv.	0,28	0,27	0,27	0,27	0,30	0,35	0,34	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,32

7.6 Atmosfærisk deposition af ammoniak og kvælstofilter (NO_x)

Emissionen af NH₃ og NO_x-kvælstofholdige gasser bidrager til emission af lattergas. Ifølge IPCCs guidelines skal den afledte lattergasemission fra ammoniakfordampningen indgå som kilde i N₂O-emissionen. Af IPCC er valgt, at der i opgørelsen alene skal tages hensyn til den udledte mængde ammoniak og ikke den mængde der er afsat som følge af de omkringliggende landes NH₃-emissioner.

Omkring 98% af den samlede ammoniakemission stammer fra landbruget (Illerup et al. 2002). Ved opbevaring af husdyrgødning kan der ske en denitrifikation. Udover dannelse af N₂O sker der yderligere en frigørelse af N₂ og NO_x. Hvor meget NO_x der dannes, er imidlertid usikkert, hvorfor der i de generelle guidelines ikke er angivet nogle anbefalede værdier. Der findes heller ikke danske oplysninger der gør det muligt at kvantificere NO_x-dannelsen. Den samlede emission fra ammoniakfordampning og kvælstofilter er således i dette tilfælde, udelukkende beregnet ud fra ammoniakfordampningen.

Emissionen beregnes som angivet i ligning 13 – dvs. som den samlede ammoniakfordampning multipliceret med IPCCs standardværdi for emissionsfaktoren på 0,01 (EF_{10}).

Ligning 13

$$N_2O - N_{dep} = (NH_3_{husdyr} + NH_3_{handelsgod} + NH_3_{slam} + NH_3_{afgrøder} + NH_3_{amm.halm}) * EF_{10}$$

Ammoniakemissionen og den heraf afledte lattergasemission fra landbruget, er vist i tabel 48. Emissionen er faldet fra 1100 Gg N₂O i 1985 til 800 Gg N₂O i 2002, hvilket svarer til et fald i CO₂-ækvivalenter på 0,16 mio. tons eller 29%.

Tabel 48 Den samlede ammoniakemission og den afledte N₂O-emission, 1985-2002 (Kilde: DMU 2004a).

Emission per år	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Ammoniak emission																		
tons NH ₃ -N	113800	114200	111400	108800	109300	109300	105900	104200	101100	97600	92000	88600	88100	88900	84500	84100	83200	80800
Lattergas emission																		
N ₂ O-N, tons	1138	1142	1114	1088	1093	1093	1059	1042	1011	976	920	886	881	889	845	841	832	808
CO ₂ emission																		
Mio. tons CO ₂ -ækv.	0,55	0,56	0,54	0,53	0,53	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,45	0,43	0,43	0,43	0,41	0,41	0,41	0,39

7.7 Udvaskning

Kvælstof som transporteres ud af rodzonen kan omdannes til lattergas. Ifølge IPCC anbefales at anvende en N₂O-emissionsfaktor på 0,025, hvoraf 0,015 stammer fra udvaskning til grundvand, 0,0075 stammer fra den videre transport ud i vandløb og 0,0025 ved udløb til havet.

Lattergasemissionen fra udvaskning af kvælstof beregnes som mængden af udvasket kvælstof fra rodzonen multipliceret med emissionsfaktoren angivet som standardværdi i IPCC.

Ligning 14

$$N_2O - N_{udv.} = N_{udvaskning} * EF_{11}$$

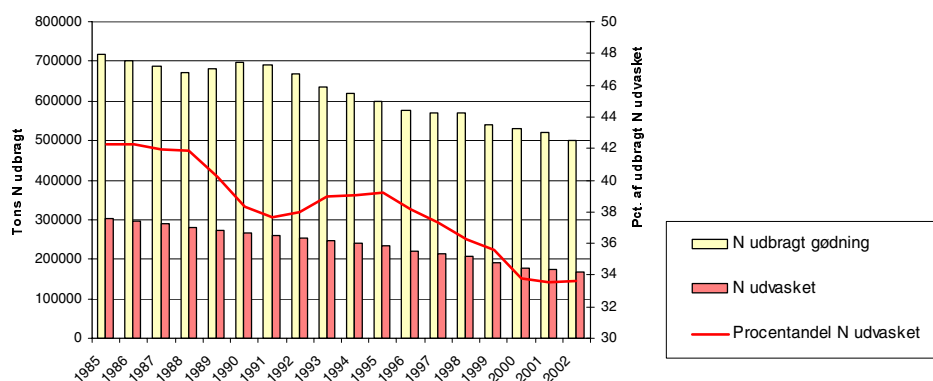
I forbindelse med slutevalueringen af VMP II er data for kvælstofudvaskningen blevet revurderet. Mængden af udvasket kvælstof er baseret på grundlag af to forskellige modelberegninger; SKEP/Daisy and N-Les2 (Børgesen & Grant, 2003) foretaget af DJF og DMU. Modellerne giver et nogenlunde sammenfaldende resultat af kvælstofudvaskningen på landsplan. Et gennemsnit af de to modelberegninger er anvendt ved slutevalueringen af VMP II, hvorfor samme gennemsnit også anvendes i sammenhæng med emissionsopgørelsen.

I perioden 1985 til 2002 er mængden af udvasket kvælstof næsten halveret som følge af et markant fald i handelsgødningsforbruget og øget udnyttelse af kvælstofindholdet i husdyrgødning (tabel 49). Dette har samtidig medvirket til et tilsvarende fald i emissionen af lattergas fra 7,6 Gg N₂O-N i 1985 til 4,2 Gg N₂O-N i 2002 eller 1,66 mio. tons CO₂-ækvivalenter.

Tabel 49 Udvasning af kvælstof 1985 - 2002 (Børgesen & Grant, 2003)

	N-udvasning kt N	Gg N ₂ O-N	Mio tons CO ₂ -ækv.
1985	304	7,59	3,70
1986	296	7,40	3,61
1987	289	7,22	3,51
1988	281	7,03	3,42
1989	274	6,84	3,33
1990	267	6,68	3,25
1991	261	6,52	3,18
1992	254	6,36	3,10
1993	248	6,20	3,02
1994	241	6,04	2,94
1995	235	5,88	2,86
1996	219	5,48	2,67
1997	213	5,32	2,59
1998	207	5,18	2,52
1999	192	4,81	2,34
2000	179	4,48	2,18
2001	174	4,35	2,12
2002	168	4,19	2,04

På figur 10 er angivet den samlede mængde kvælstof udbragt som gødning på landbrugsjord i form af husdyrgødning, handelsgødning og slam sammenholdt med mængden af udvasket N. Heraf ses, at N udvasket som procentandel af udbragt N, er faldende fra 42% i 1985 til 34% i 2002. I IPCC anvendes en standardværdi på 30%.



Figur 10 Udvasning af kvælstof 1985 til 2002

I beregningen af udvaskningen (Børgesen & Grant 2003) er der ikke taget hensyn til den kvælstoffjernende effekt, som etablering af vådområder kan bidrage med. Effekten fra vådområder må på nuværende tidspunkt på landsplan betragtes som værende af mindre betydning. Der var indtil slutningen af 2003 fuldført etablering af 1.880 ha vådområde og givet tilsag til yderligere 3.200 ha (Skov- og Naturstyrelsen 2003). Der er givet tilsagn om midler til forundersøgelser af 66 projekter, i alt knap 10.000 ha, hvorfor effekten fremover kan være væsentlig at inddrage i emissionsopgørelsen.

7.8 Dyrkning af organogene jorde

Ved dyrkning af organogene jorde (humusholdige jorde) nedbrydes det organiske stof og derved frigives både CO_2 og N_2O . Emissionens størrelse er afhængig af dyrkningsforholdene (afgrøde, rotation, jordbearbejdning, vandmætning, surhedsgrad, osv.).

I tidligere opgørelser er emissionen fra dyrkning af organogene jorde opgjort som et fast areal for alle årene 1985 til 2002 på 18.400 ha. Arealet svarer til 10% af jorde defineret som JB 11 i den danske jordbundsclassificering. Ved beregning af emissionen anvendtes IPCC standardværdi på $8 \text{ kg N}_2\text{O-N ha}^{-1}$.

Fremover vil emissionen fra dyrkning af organogene jorde ikke indgå i emissionen fra landbrugssektoren, men vil i stedet for indgå i LUCF (Land-Use Change and Forestry).

7.9 N_2O reduktion fra biogasbehandlet gylle

Anvendelsen af gylle i biogasanlæg medvirker til en reduktion i udslippet af lattergas. I biogasbehandlet gylle fjernes en del af det lettest omsættelige tørstof. Denne behandling vil - alt andet lige - betinge en reduktion i emissionen af lattergas under og efter udbringning af husdyrgødning.

Af danske undersøgelser fremgår det, at N₂O-emissionen fra udbragt biogasbehandlet gylle kan forventes at blive reduceret med 36% fra kvæggylle og 40% fra svinegylle.

Tabel 50 Reduktion af N₂O-udledning ved behandling i et stort biogasfællesanlæg. Kapacitet: 550 m³ dag⁻¹ (Kilde: Nielsen et al. 2002 på basis af Sommer et al. 2001).

Reduktion af lattergas	Konventionel	Biogas- behandling	Reduktion ved biogasbehandling	Reduktion i emission
	Ton N ₂ O	Ton N ₂ O	Ton N ₂ O	Pct
Kvæggylle	2.518	1.601	-917	36
Svinegylle	2.483	1.489	1014	40

Den opnåede reduktion i emissionen er beregnet som angivet i ligning 15, dvs. som mængden af kvælstof i behandlet gylle multipliceret med reduktionspotentialet.

Ligning 15

$$N_{2O} - N_{reduktion} = N_{i,Gylle,behandlet} * N_{indhold} * R_{N_{2O},potentiale} * EF_{N_{2O}}$$

hvor $N_{2O} - N_{reduktion}$ er reduktionen i mængden af lattergas, $N_{i,Gylle,behandlet}$ er N-mængden i behandlet gylle fra husdyrart i , $R_{N_{2O},potentiale}$ er reduktionspotentialet – dvs. 36% for kvæggylle og 40% for svinegylle. For emissionsfaktoren for N₂O-udledningen $EF_{N_{2O}}$ er anvendt IPCC standardværdi på 1,25% .

I tabel 51 er vist baggrundsdata til beregning af reduktion af lattergas.

Tabel 51 Anvendte data til beregning af reduktionen i N₂O-emissionen i 2002.

2002	Anvendt mængde gylle i biogasproduktionen	Gennemsnitlig N- indhold i gylle ^a	Reduceret N ₂ O emission
	mio. ton gylle	Pct	Gg N ₂ O
Kvæggylle	0,63	0,00538	0,02
Svinegylle	0,78	0,00541	0,02
Reduktion i alt			0,04

^a efter Poulsen et al. 2001

I 2002 er N₂O-reduktionen opgjort til 0,04 Gg, hvilket svarer til mindre end 0,5% af den samlede N₂O-emission fra landbrugssektoren.

I emissionsopgørelsen fratrækkes effekten fra biogasbehandlet gylle i emissionen fra henholdsvis malkekøer og slagtesvin.

Den samlede reduktion fra 1990 til 2002, som følge af biogasanlægge-
ne, er vist i appendiks D.

7.10 Afbrænding af halm

Ved afbrænding af halm sker der en udledning af lattergas. Afbrænding af halm er siden 1990 blevet forbudt med undtagelse af afbrænding af halm fra dyrkning af frøgræs. I perioden 1985 til 1989 er emissionen af lattergas opgjort som mængden af kvælstof i afbrændt halm multipliceret med emissionsfaktoren på 0,007, baseret på standardværdi anbefalet af IPCC. Baggrundsdata for halmafbrænding er baseret på DSt.

Ligning 16

$$N_2O - N_{\text{halmbrending}} = N_{\text{indhold}} * EF_{\text{halmbrending}}$$

Tabel 52 Halmafbrændingens bidrag af N₂O fra 1985-1989.

	1985	1986	1987	1988	1989
Halm brænding, Mio. tons halm	1,094	0,938	0,901	0,708	1,065
N-indhold	6,374	5,518	5,168	4,169	5,857
N ₂ O-emission, Gg N ₂ O	0,07	0,06	0,06	0,05	0,06
CO ₂ -emission Mio. tons CO ₂ -ækv.	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02

7.11 Afvigelser fra IPCC N₂O standardværdier

Til beregning af N₂O-emissionen anvendes for alle kilder emissionsfaktorer baseret på standardværdier anbefalet i IPCC guidelines (IPCC 1996, 2000). Imidlertid anvendes nationale værdier for NH₃-emissionen, hvilket har en indirekte påvirkning på N₂O-emissionen.

I relation til NH₃-emission fra handelsgødning er en emissionsfaktor på 10% anbefalet i IPCC guidelines, hvor der i den danske opgørelse anvendes 2,2%. Forskellen skal formodentlig ses i sammenhæng med fordelingen af gødningstyper. I Danmark udgør forbruget af urea, som har en høj emissionsfaktor, mindre 1% af det samlede forbrug (jf. tabel 26).

Af IPCCs guidelines fremgår det at standardværdien for NH₃-emissionen fra husdyrgødning er 20% af kvælstofindholdet i husdyrgødning (N ab dyr). I den danske opgørelse anvendes data direkte fra ammoniakopgørelsen og emissionen falder fra 27% til 23% i perioden 1985 til 2002.

Som nævnt i afsnittet vedrørende N₂O-emission fra udvaskning af kvælstof, er andelen af udvasket kvælstof, opgjort i forhold til mængden af N udbragt som gødning på marken, højere end standardværdien angivet i IPCC. Fra 1990 til 2002 er den udvaskede andel faldet fra 38% til 35%, mens der i IPCC anvendes en værdi på 30%.

Opgøres N₂O-emissionen på baggrund af IPCC standardværdier for ammoniakfordampningen og N-udvaskningen, vil emissionen være 11% lavere i 1985 og 4% lavere i 2002. Den vigtigste årsag til denne forskel er, at der i den danske opgørelse anvendes en højere andel for

udvaskning af kvælstof. Endvidere er der i den danske opgørelse taget hensyn til ammoniakfordampningen fra dyrkning af afgrøder og fra ammoniakbehandlet halm.

8 CO₂ fra landbrugsjord

Ændringer i jordens C-indhold skal indregnes i opgørelsen for drivhusgasser, under forudsætning af at ændringerne kan relateres til menneskelig aktivitet. Som følge af ændringer i dyrkningspraksis over tid, påvirkes jordens kulstofbalance, hvilket medvirker til ændringer i CO₂-udledningen. Derudover har kalkning af landbrugsjord og dyrkning af organogene jorde ligeledes en indflydelse på CO₂-emissionen.

Ifølge IPCC guidelines bør emissionen fra disse kilder ikke indgå i opgørelsen fra landbrugssektoren, men angives under LUCF (Land-Use Change and Forestry). Første estimat for emission fra dyrkning af landbrugsjorde vil blive implementeret i LUCF i den danske drivhusgasopgørelse ved afrapportering af emissionen for 2003.

9 Konklusion

Danmark har via en række internationale konventioner forpligtet sig til at opgøre den danske udledning til atmosfæren af en række forskellige stoffer. For landbrugssektoren gælder dette ammoniak og drivhusgasserne metan og lattergas. Danmarks Miljøundersøgelser har ansvaret for udarbejdelse og afrapportering af de årlige emissionsopgørelser. Udover emissionsopgørelserne stilles der i konventionerne krav om dokumentation for den beregningsmetode, der er anvendt i opgørelserne. Denne rapport skal ses i sammenhæng med afrapporteringskravene og omhandler derfor, dels en opgørelse af emissioner fra landbrugssektoren 1985 til 2002, dels en beskrivelse af metode- og datagrundlag for hvordan emissionerne opgøres.

9.1 Emissioner 1985 til 2002

Emissionen af ammoniak og drivhusgasser fra landbrugssektoren stammer primært fra husdyrproduktionen, mens en mindre del af emissionerne er relateret til gødskning og dyrkning af afgrøder.

Ammoniakfordampningen er i perioden 1985 til 2002 reduceret fra 138.400 tons ren ammoniak (NH_3) til 98.300 tons NH_3 , hvilket svarer til et fald på 29%. Ligeledes er der i samme periode sket et fald i drivhusgasser fra 13,79 mio. tons til 10,15 mio. tons, hvilket svarer til en samlet reduktion på 26%.

De mest betydende årsager til reduktionen i emissionen af ammoniak og drivhusgasser fra landbrugssektoren skal ses i sammenhæng med de tiltag, der er blevet iværksat i forbindelse med Vandmiljøplanerne. Resultaterne har bl.a. betydet en forbedring i udnyttelsen af kvælstofet i husdyrgødningen, og som følge heraf fald i anvendelsen af handelsgødning. Dette har ført til yderligere reduktion i emissionerne. En forbedring af kvælstofudnyttelsen er sket ved forbedring i fodereffektiviteten, strammere lovkrav til håndtering af husdyrgødning ved lagring og udbringning.

9.2 Beskrivelse af metode for emissionsopgørelser

De danske emissionsopgørelser er baseret på internationale guidelines (EEA 2004, IPCC 1996 og IPCC 2000). I Danmark eksisterer der relativt mange tilgængelige informationer og data vedrørende landbrugsproduktionen, hvilket bl.a. omfatter data vedrørende husdyrbeholdningen, slagteriproduktionen, foderindtagelse, kvælstofudskillelse mm. I de tilfælde hvor der ikke foreligger data gældende specifikt for danske landbrugsforhold, er anvendt standardværdier anbefalet i guidelines.

Data anvendt i emissionsopgørelserne er indhentet, vurderet og diskuteret i samarbejde med en række forskellige institutioner, der er beskæftiget med forskning eller forvaltning inden for landbrugsområdet. Dette gælder især DSt, Danmarks JordbrugsForskning, Dansk

Landbrug (Landscentret), men også Miljøstyrelsen, Plantedirektoratet, Danske Maskinstationer og Energistyrelsen.

Metode- og datagrundlaget vil løbende blive vurderet og om nødvendigt justeret, svarende til udviklingen inden for forskning på såvel nationalt plan som internationalt plan via ændringer i guidelines.

Referencer

Andersen, J.M., 1999: Estimering af emission af metan og lattergas fra landbruget (baseret på IPCC's estimationsmetode). Arbejdsrapport fra DMU nr.: 116, Afd. for Systemanalyse, Danmarks Miljøundersøgelser.

Andersen, J.M., Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Rom, H.B., Sommer, S., Hutchings N.J., 2001a: Ammoniakfordampning fra landbruget siden midten af 80'erne. Faglig rapport fra DMU nr. 353.

Andersen, J.M., Børsting, C.F., Pedersen, S., 2001b: Kvælstof fra minkfarme afhængig af gødningshåndtering. Notat af 26. januar 2001 fra DMU og DJF.

Andersen, J.M., Sommer, S.G., Hutchings, N., Kristensen, V.F. & Poulsen, H.D., 1999: Emission af ammoniak fra landbruget – status og kilde. Ammoniakredegørelse nr. 1. Dansk Jordbrugsforskning og Danmarks Miljøundersøgelser.

Bligaard, Hanne Bang, pers. medd. Dansk Kvæg, Dansk Landbrugsrådgivning.

Brancheforeningen for biogas, 2003: Tilgængelig på internettet (september 2004) <http://www.biogasbranchen.dk>.

Børgesen, C.D. & Grant, R., 2003: Vandmiljøplan II – modelberegning af kvælstofudvaskning på landsplan, 1984-2002. Baggrundsnotat til Vandmiljøplan II – slutevaluering. Danmarks Jordbrugsforskning og Danmarks Miljøundersøgelser.

Clausen, Eric. Pers. medd. Landscentret Heste, Dansk Landbrugsrådgivning.

Council Directive 2001/81/EC of 23 October 2001, "National emission ceilings for certain atmospheric pollutants".

COWI, 2000: Overdækning af gyllebeholdere og kommunernes tilsyn hermed – undersøgelsesrapport. Skov- og Naturstyrelsen.

COWI, 1999: Undersøgelse af flydelag i gyllebeholdere og kommunernes tilsyn hermed. Miljøstyrelsen.

Danmarks Statistik, Landbrugsstatistik, 1985-2001, diverse årgange.

Danmarks Statistik, 2000: Kæledyr – 40% af familierne holder kæledyr. Tilgængelig på internettet (september 2004) <http://www.dst.dk/Statistik/husdyr.aspx>.

Dansk Kvæg, 2003: Dataudtræk fra ydelseskontrollen, oktober 2002. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscenteret.

Dansk Landbrug, 2002: Udbringningspraksis for husdyrgødning 2002. Notat af 25. oktober 2002 – Andersen, J.M., Økonomisk-Statistisk Afdeling.

- DJF, 2002: Notat om ammoniakfordampningen fra dansk landbrug, notat af 30. august 2002, Kyllingsbæk, A., og Poulsen, H.D.
- Djurhuus, J. og Hansen, E.M., 2003: Notat af 21. maj 2003. Notat vedr. tørstof og kvælstof i efterladte planterester for landbrugsjord. Forskningscenter Foulum, Tjele.
- DMU, 2003: Ændringer i beregning af ammoniakfordampning fra landbruget (J.nr. 151/191-0061/19). Notat fra Danmarks Miljøundersøgelser af 24. april 2003.
- DMU, 2004a: Afrapportering af ammoniak emissionen 1990-2002. Tilgængelig på internettet (september 2004): http://cdr.eionet.eu.int/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_EU/envqcelpg.
- DMU, 2004b: Afrapportering af drivhusgasemissionen 1990-2002. Tilgængelig på internettet (september 2004): http://cdr.eionet.eu.int/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_EU/envqcelpg.
- EEA, 2004: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition September 2003 UPDATE. Technical report No 30. Published by EEA 2004/01/19. Tilgængelig på internettet (september 2004): <http://www.tfeip-secretariat.org>.
- Energistyrelsen, 2003: Mængde af gylle anvendt i biogasanlæg. Intern notat af Søren Tafdrup, Energistyrelsen.
- Fenhann, J. og Kilde, N.A., 1994: Inventory of Emission to the Air from Danish Sources 1972-1992. RISØ.
- Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Pedersen, M.L., Jensen, P.G., Pedersen, M. & Rasmussen, P., 2003: Landovervågningsoplande 2002. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 468: 131 s. [Elektronisk udgave](#).
- Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, H.E., Grewy Jensen, P., Pedersen, M. & Rasmussen, P., 2002: Landovervågningsoplande 2001. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 420: 125 s. [Elektronisk udgave](#).
- Gyldenkerne, S., Münier, B., Olsen, J.E., Olesen, S.E., Petersen, B.M. & Christensen, B.T. 2005: Opgørelse af CO₂-emissioner fra arealanvendelse og ændringer i arealanvendelse -LULUCF, Metodebeskrivelse samt opgørelse for 1990 - 2003 (under udgivelse).
- Husdyrbekendtgørelsen, BEK nr. 604 af 15/7-2002. Bekendtgørelse om erhvervsmæssig dyrehold, husdyrgødning, ensilage m.v.
- Husted, S., 1994: Waste Management, Seasonal variation in methane emission from stored slurry and solid manures. J. Environ. Qual., 23: 585-592.
- Hvelplund, Torben. Pers. medd. Afd. for Husdyrernæring og Fysiologi – Danmarks JordbrugsForskning.

Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jensen, E.S., Jørgensen, F.V. & Vinther, F.P., 1998: Empirisk model til kvantificering af symbiotisk kvælstof-fiksering i bælgplanter – Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer (Red. Kristensen E.S. & Olesen, J.E.) s. 69-86, Forskningscenter for Økologisk Jordbrug.

Illerup, J.B., Birr-Pedersen, K., Mikkelsen, M.H., Winther, M., Gyldenkerne, S., Bruun, H.G. & Fenhann, J. 2002: Projection models 2010, Danish emissions of SO₂, NO_x, NMVOC and NH₃. NERI Technical Report No. 414.

IPCC, 1996: Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Tilgængelig på internettet (september 2004): <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>.

IPCC, 2000: IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Tilgængelig på internettet (september 2004): <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>.

Jensen, Henrik Bang. Det Danske Fjerkræsråd - Personlig meddelelse.

Kjeldal Mogens, 2002: Pers. medd. Teknisk rådgiver hos Danske Maskinstationer.

Knudsen Troels, pers. medd. Plantedirektoratet.

Kristensen, I.S., 2003: Indirekte beregning af N-fiksering, ikke publiceret udkast, Dansk Jordbrugsforskning.

Kyllingsbæk, A., 2000: Kvælstofbalancer og kvælstofoverskud i dansk landbrug 1979-1999. DJF rapport nr. 36/markbrug, Dansk Jordbrugsforskning.

Landscentret, 2000: Ny fodermiddeltabel, LK-meddelelse Landskontoret for kvæg nr.: 557 29. september 2000, Dansk Landbrugsrådgivning.

Laursen, B., 1994: Normtal for husdyrgødning – revideret udgave af rapport nr. 28. Rapport nr. 82. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut.

LBK nr. 68 af 24. januar 1989. Bekendtgørelse om forbud mod markafbrænding af halm m.v.

Lundgaard, Niels H., 2003: Pers, medd. Landskontoret for Byggeri og Teknik, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret.

Massé, D.I., Croteau, F., Patni, N.K., Masse, L., 2003: Methane emissions from dairy cow and swine manure slurries stored at 10°C and 15°C. Canadian Biosystems Engineering, 45: 6.1-6.6.

Miljøstyrelsen, 2003: Slam fra rensningsanlæg udbragt på landbrugsjord

Miljøstyrelsen, 2004: Spildevandsslam fra kommunale og private rensningsanlæg i 2002. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5.

- Møller, Henrik B., 2003: Pers. medd. Afd. for Jordbrugsteknik, Forskningscenter Bygholm, Danmarks JordbrugsForskning.
- Nielsen, L.H., Hjort-Gregersen, K., Thygesen, P., Christensen, J., 2002: Samfundsøkonomiske analyser af biogasfællesanlæg - med tekniske og selskabsøkonomiske baggrundsanalyser. Fødevareøkonomisk Institut, København, Rapport nr. 136.
- Olesen, J.E., Andersen, J.M., Jacobsen, B.H., Hvelplund, T., Jørgensen, U., Schou, J.S., Graversen, J., Dalgaard, T., Fenhann, J.V., 2001: Kvantificering af tre tiltag til reduktion af landbrugets emissioner af drivhusgasser. DJF rapport nr. 48 Markbrug, Danmarks JordbrugsForskning.
- Plantedirektoratet, 2003: Forbruget af handelsgødning i 2001/2.
- Plantedirektoratet, 2002: Foderstof kontrol 1. kvartal 2002. Tilgængeligt på net (september 2004): <http://www.pdir.dk/Files/Filer/Tvaergaaende/Kontrol/Resultater/Foderstof/2002/FO1kv02.pdf>.
- Poulsen, Hanne Damgaard. 2003. pers medd. Afd. for Husdyrernæring og Fysiologi – Danmarks JordbrugsForskning.
- Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Rom, H.B. & Sommer, S.G., 2001: Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport nr. 36 – husdyrbrug, Danmarks Jordbrugsforskning.
- Poulsen, H.D. & Kristensen, V.F., 1997: Normtal for husdyrgødning – en revurdering af danske normtal for husdyrgødningsens indhold af kvælstof, fosfor og kalium. Beretning nr. 736 fra Danmarks JordbrugsForskning.
- Priemé, A. & Christensen, S., 1991: Emission of methane and non-methane volatile organic compounds in Denmark. NERI, Technical Report No. 19.
- Rasmussen, Jan Brøgger, 2003: Pers. medd. Landskontoret for Byggeri og Teknik, Dansk Landbrugsrådgivning - Landscentret.
- Refsgaard Andersen, H., 2003: per. medd. Afd. for Husdyrernæring og Fysologi, Danmarks JorbrugsForskning.
- Risager, Hans Jørgen, 2003: Pers. medd., Midtjylland Pelsdyravlerforening.
- Rom , H.B., Petersen, J., Andersen, J.M., Poulsen, H.D., Kristensen, V.F., Hansen, J.F., Kyllingsbæk, A. & Jørgensen, V., 1999: Teknologiske muligheder for reduktion af ammoniakfordampningen fra landbruget. Ammoniakfordampning, redegørelse nr. 2. Dansk Jordbrugsforskning og Danmarks Miljøundersøgelser.
- Schjoerring, Jan, K., & Mattsson, M., 2001: Quantification of ammonia exchange between agricultural cropland and the atmosphere: Measurement over two complete growth cycles of oilseed rape, wheat, barley and pea. Plant and Soil 228: 105-115. Tabel 46 Oversigt over N-

indholdet i rester fra landbrugsafgrøder ved normal gødskning (Djurhuus og Hansen 2003).

Skov- og Naturstyrelsen, 2003: Genopretning af vådområder under Vandmiljøplan II - Årsberetning 2003.

Sommer, S.G., 2002: Pers. medd., Dansk Jordbrugsforskning, Afd. for Jordbrugsteknik.

Sommer, S.G., 1998: Ammoniakfordampning i Danmark 1988-95. - Vand & Jord 4, 144-146.

Sommer, S.G., Møller, H.B. & Petersen, S.O., 2001: Reduktion af drivhusgasemission fra gylle og organisk affald ved Biogasbehandling. DJF rapport - Husdyrbrug, 31, 53 pp.

Sommer, S.G. & Ersbøll, A.K., 1996: Effect of flow rate, lime amendments and chemical soil properties on the volatilization of ammonia from fertilizers applied to sandy soils. Biol. Fertil Soils. 21, 53-60.

Sommer, S.G. & Jensen, C., 1994: Ammonia volatilization from urea and ammoniacal fertilizers surface applied to winter wheat and grassland. Fert. Res. 37, 85-92.

Sommer, S.G. & Christensen, B.T., 1992: Ammonia volatilization after injection of anhydrous ammonia into arable soils of different moisture levels. plant Soil. 142, 143-146.

Tafdrup, Søren, 2003: Pers. medd. Energistyrelsen.

Knudsen, Troels, 2003: Pers. medd. Plantedirektoratet.

Appendiks

A) Ammoniakemission fra dansk landbrug 1985 - 2002

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	Tons NH ₃ -N																	
<u>Emission (NH₃-N)</u>																		
Husdyrgødning ¹	87.000	86.900	83.400	82.400	81.200	79.200	77.400	77.100	75.400	71.500	67.300	66.100	66.400	67.900	65.700	65.200	65.500	64.300
Handelsgødning ²	7.900	7.300	7.300	7.100	7.400	8.700	8.400	7.900	7.600	7.900	7.600	6.600	6.200	6.200	5.800	5.600	5.100	4.600
Afgrøder	13.200	13.100	13.100	13.000	12.900	13.000	12.900	12.800	11.800	11.500	11.600	11.600	11.800	11.700	11.200	11.100	11.200	11.100
NH ₃ behandlet halm	5.400	6.600	7.300	6.000	7.400	8.400	7.100	6.300	6.200	6.700	5.500	4.200	3.700	3.000	1.700	2.000	1.300	800
Spildevandsslam	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Halmafbrænding	300	200	200	200	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emission total	113.800	114.200	111.400	108.800	109.300	109.300	105.900	104.200	101.100	97.600	92.000	88.600	88.100	88.900	84.500	84.100	83.200	80.800
	Tons NH ₃																	
<u>Emission (NH₃)</u>																		
Husdyrgødning ¹	105.900	105.700	101.400	100.300	98.800	96.400	94.100	93.800	91.800	87.000	81.900	80.400	80.800	82.600	80.000	79.400	79.700	78.200
Handelsgødning ²	9.600	8.900	8.900	8.700	9.100	10.500	10.300	9.600	9.200	9.600	9.300	8.100	7.500	7.600	7.000	6.800	6.300	5.600
Afgrøder	16.000	16.000	15.900	15.800	15.700	15.800	15.700	15.600	14.300	14.000	14.100	14.200	14.300	14.200	13.700	13.600	13.600	13.500
NH ₃ behandlet halm	6.600	8.100	8.900	7.300	9.000	10.200	8.700	7.700	7.600	8.100	6.600	5.100	4.500	3.700	2.100	2.500	1.600	900
Spildevandsslam	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Halmafbrænding	300	300	300	200	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emission total	138.400	138.900	135.500	132.300	132.900	133.000	128.800	126.700	123.000	118.700	112.000	107.800	107.200	108.200	102.800	102.300	101.300	98.300

¹ Incl. heste på rideskoler – svarende til tre til fire gange antallet angivet i DSt.

² Incl. forbrug anvendt uden for landbruget – svarende til 1-2% af det totale forbrug.

B) Kvælstofudskillelse og ammoniakemission fordelt på husdyrkategorier 1985 - 2002

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	Tons N																	
<u>N-udskillelse</u>																		
Kvæg	170.413	165.196	157.344	152.913	152.094	151.860	149.672	145.344	145.305	139.681	138.707	138.641	132.760	131.614	125.901	125.426	126.280	122.101
Svin	120.004	122.402	117.714	115.967	112.822	110.404	111.860	116.814	120.287	113.411	106.592	107.179	110.925	116.744	114.314	114.842	117.213	123.629
Fjerkræ	7.609	7.972	8.191	9.246	10.367	10.510	10.441	10.995	11.816	13.119	12.156	11.950	11.759	11.541	11.893	11.912	12.062	12.040
Heste	7.000	6.950	6.900	6.850	6.800	6.599	6.521	6.438	6.353	6.264	6.172	6.237	6.302	6.367	6.432	6.497	6.561	6.626
Får og geder	1.003	1.269	1.417	1.710	1.926	2.125	2.459	2.388	2.098	1.940	1.969	2.076	1.601	1.537	1.359	1.547	1.745	1.436
Pelsdyr	10.062	11.397	12.268	14.481	15.069	11.089	10.189	10.952	7.295	8.588	8.604	8.931	10.289	10.889	9.674	10.171	10.641	11.174
N-udskillelse total	316.091	315.185	303.833	301.167	299.078	292.587	291.142	292.932	293.153	283.004	274.200	275.015	273.635	278.693	269.573	270.395	274.503	277.006
	Tons NH ₃ -N																	
<u>Ammoniakemission</u>																		
Heste	1.208	1.192	1.175	1.159	1.143	1.108	1.093	1.078	1.062	1.046	1.029	1.037	1.044	1.051	1.080	1.075	1.073	1.073
Kvæg	35.624	34.259	32.374	31.164	30.756	30.999	29.731	28.120	27.394	25.677	24.836	24.252	23.207	23.048	22.136	22.633	22.627	21.135
Får og geder	126	159	176	212	237	261	302	293	256	237	240	253	195	187	167	187	210	171
Svin	43.443	43.985	41.974	41.040	39.613	38.961	38.685	39.560	39.866	36.756	33.718	33.072	33.972	35.517	34.600	33.427	33.570	33.800
Fjerkræ	2.620	2.716	2.789	3.137	3.519	3.550	3.551	3.754	4.029	4.454	4.156	4.057	4.025	3.959	4.075	4.127	4.141	4.092
Pelsdyr	4.027	4.546	4.876	5.736	5.946	4.370	3.997	4.287	2.841	3.327	3.315	3.424	3.933	4.149	3.674	3.779	3.878	3.989
Emission total	87.048	86.856	83.365	82.447	81.215	79.249	77.358	77.091	75.449	71.497	67.294	66.095	66.376	67.910	65.732	65.228	65.498	64.259
	Tons NH ₃ -N																	
<u>Ammoniakemission</u>																		
Stald	30.713	31.362	30.641	31.127	31.013	29.287	29.036	29.901	29.208	28.508	27.084	27.136	27.821	28.798	27.707	28.173	28.712	29.689
Lager	13.936	13.862	13.232	12.996	12.736	12.298	12.133	12.206	12.239	11.685	11.125	11.030	11.053	11.260	11.051	10.198	10.326	9.741
Udbringning	39.808	39.100	37.062	35.923	35.070	35.250	33.720	32.513	31.489	28.844	26.586	25.413	25.061	25.423	24.610	24.487	24.047	22.522
Græs	2.591	2.533	2.430	2.401	2.395	2.413	2.470	2.471	2.512	2.459	2.500	2.517	2.442	2.430	2.365	2.370	2.414	2.308
Emission total	87.048	86.856	83.365	82.447	81.215	79.249	77.358	77.091	75.449	71.497	67.294	66.095	66.376	67.910	65.732	65.228	65.498	64.259

C) Foderplaner

Gennemsnitsanalyser for fuldfoder udført af Plantedirektoratet 2002 (Pdir.dk) samt beregnede værdier.

<i>Vinterfoderplan</i>	Foderkode	% ts	% Råprotein	% Råfedt	% Råaske	% Kul- hydrater	FE/kg ts	kg foder/dag	MJ/dag	MJ/FE	
	PDIR (2002)										
Opdræt:	Halm	781	85	4	1,9	4,5	89,6	0,23	33,4	571,76	
	Majsensilage	593	31	8,7	2,2	4,2	84,9	0,85	57,5	1008,95	
	Sojaskrå	155	87,5	49,1	3,2	7,4	40,3	1,37	8,1	161,71	
								99	1742,41	25,75	
Ammekvæg: Periode 1 (2 mdr)	Halm	781	85	4	1,9	4,5	89,6	0,23	1,60	119,09	
	Sojaskrå	155	87,5	49,1	3,2	7,4	40,3	1,37	3,40	49,55	
	Byg	201	85	11,20	2,90	2,20	83,70	1,12	1,80	29,22	
Periode 2 (4 mdr)	Halm	781	85	4	1,9	4,5	89,6	0,23	3,20	238,18	
	Sojaskrå	155	87,5	49,1	3,2	7,4	40,3	1,37	3,00	29,14	
	Byg	202	85	11,20	2,90	2,20	83,70	1,12	3,20	51,96	
								15,20	517,12	34,02	
Heste:	Halm	781	85	4	1,9	4,5	89,6	0,23	4,00	58,20	
	Hø	665	85	12,10	2,60	7,70	77,60	0,63	3,00	43,97	
	Havre	202	86	12,10	5,70	2,70	79,50	0,93	2,50	40,06	
	Tilskudsfoder		86,4	15,39	4,28	6,60	73,73	1,04	1,00	15,51	
									157,74	29,83	
Får og Geder:	Halm	781	85	4	1,9	4,5	89,6	0,23	1,00	14,55	
	Sojaskrå	155	87,5	49,1	3,2	7,4	40,3	1,37	0,10	1,75	
	Byg	202	85	11,20	2,90	2,20	83,70	1,12	0,40	6,18	
	Grøntpiller	707	92,0	17,00	3,10	11,00	68,90	0,63	1,00	15,73	
									38,21	29,95	
Sommergræsning ¹ Afgræsning	Kl. græs 2 uger	422	18	22	4,1	9,4	64,5	0,95	1	18,83	
									1	18,83	18,83
Svin:	Fuldfoder										
	Søer	-	87,1	16,08	5,17	5,53	73,22	1,20	-	64,21	17,49
	Smågrise	-	87,4	18,81	5,73	5,51	69,95	1,28	-	2,12	16,46
	Slagtesvin	-	86,9	17,0	4,65	5,09	73,25	1,21	-	9,55	17,25

D) Biogasproduktion

Produktion af biogas 1990-2002, samt mængden af anvendt gylle (Kilde: Søren Tafdrup, Energistyrelsen) samt egne beregninger.

	Energiproduktion			Anslået, mio. tons gylle anvendt i Reduktion biogasproduktionen				
	Fællesanlæg T Joule	Gårdanlæg T Joule	I alt T Joule	Kvæggylle, mio. tons	Svinegylle, mio. tons	Gg CH ₄	Gg N ₂ O	CO ₂ -eq. Mio. tons CO ₂
1990	211	19	230	0,09	0,10	0,111	0,0025	0,003
1991	369	19	388	0,14	0,18	0,187	0,0043	0,005
1992	449	24	473	0,18	0,21	0,228	0,0052	0,006
1993	529	27	556	0,21	0,25	0,268	0,0061	0,008
1994	632	26	658	0,24	0,30	0,315	0,0072	0,009
1995	745	27	772	0,29	0,35	0,373	0,0085	0,010
1996	803	27	830	0,31	0,38	0,403	0,0092	0,011
1997	973	32	1005	0,37	0,46	0,484	0,0111	0,014
1998	1166	56	1222	0,45	0,56	0,589	0,0135	0,017
1999	1183	70	1253	0,47	0,57	0,607	0,0139	0,017
2000	1279	129	1408	0,52	0,64	0,677	0,0155	0,019
2001	1345	179	1524	0,57	0,69	0,735	0,0168	0,021
2002	1403	300	1703	0,63	0,78	0,823	0,0188	0,023

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

*Direktion
Personale- og Økonomisekretariat
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Marin Økologi
Afd. for Miljøkemi og Mikrobiologi
Afd. for Arktisk Miljø
Projektchef for kvalitets- og analyseområdet*

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejsløvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

*Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Ferskvandsøkologi*

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12-14, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 15

Afd. for Vildtbiologi og Biodiversitet

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web. I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.