

## Kvægbedriften – udledning af klimagasser

*Troels Kristensen og Lisbeth Mogensen  
Århus Universitet, Institut for Agroøkologi*

### Sammendrag

Med et klimaregnskab for kvægbedriften får driftslederen et grundlag for at vurdere bedriftens status og muligheder for at nedbringe udledningen af drivhusgasser. I klimaregnskabet er den enkelte bedrifts årlige udledning af klimagasser fra produktion og forbrug af foder, gødning og andre driftsfaktorer beregnet som summen af drivhusgasserne metan, lattergas og kuldioxid. Den samlede udledning er efterfølgende fordelt på produkterne mælk, kød og salgsafgrøder.

I denne artikel beskrives grundlaget for klimaregnskabet og resultaterne præsenteres baseret på data fra 20 kvægbedrifter fra 2010. Metan udgør over halvdelen af den samlede udledning fra bedriften primært forårsaget dannelsen af metan i forbindelse med dyrenes omsætning af foderet. Lattergas udgør omkring 20% af den samlede udledning. Her er der flere kilder, der bidrager, men overordnet er det omsætningen af kvælstof fra især husdyrgødning, men også handelsgødning, der er den største kilde. Derimod forårsager forbruget af fossil energi kun 12% af bedriftens samlede udledning. Betydende reduktion i udledningen per kg mælk kan derfor kun opnås ved tiltag, der reducerer metan og/eller lattergas. Derfor er en høj foderudnyttelse (kg mælk per kg ts) meget centralt da det både reducerer metan udledningen pga. mindre foder der skal fordøjes i vommen og lattergas udledningen pga. en mindre mængde kvælstof udskilt som husdyrgødning per kg mælk produceret.

### Kvægbruget har betydning for den samlede udledning af klimagasser

Der er en stigende opmærksomhed på, at den menneske skabte aktivitet forøger udledningen af drivhusgasser til atmosfæren og dermed bidrager til den globale temperaturstigning. I et globalt perspektiv er det anslået, at jordbruget er årsagen til 18% af den samlede udledning af drivhusgasser og i de seneste opgørelser fra FAO (2010) henføres ca. 22% heraf til at stamme fra mælkeproduktionen. Også i Danmark er bidraget fra jordbruget markant, 16% ifølge den seneste nationale opgørelse (Mikkelsen et al., 2011). Ved en skønsommæssig opdeling på produktionsgrene udgør kvægbruget ca. 40% heraf i Danmark.

I den nationale opgørelse af Danmarks samlede udledning af klimagasser, indgår kun den udledning, som rent faktisk sker i Danmark, i forbindelse med produktionen af mælk og kød. Mens den udledning der forårsages af produktionen af importerede ressourcer som foder og handelsgødning ikke medregnes. Dette er i overensstemmelse med de principper som ligger i forpligtelserne som Danmark har tilsluttet sig med Kyoto-aftalen. Men en hensigtsmæssig tilpasning af produktionen på den enkelte bedrift, bør baseres på udledningen i hele kæden, fra produktion af gødning og foder, til produktet leveres til forbrugeren. I tidligere undersøgelser er det vist, at udledningen af drivhusgasser i kæden indtil mælken forlader gården udgør 80-90% af det samlede bidrag frem til forbrugeren. For at opnå mar-

kante reduktioner i bidraget fra produktionen af mælkeprodukter, er det dermed afgørende at der sker en reduktion i udledningen fra primærproduktionen. Formålet med dette indlæg er at præsentere en metode, baseret på liv cyklus vurdering (LCA), til at opstille et årsregnskab for udledningen af klimagasser fra et kvægbrug. Herefter dokumenteres udledningen af klimagasser fra typiske danske kvægbrug og mulighederne for at nedbringe udledningen analyses i forhold til variationen mellem bedrifterne, samt resultater fra litteraturen.

### **Metode til beregning af udledningen**

Fra kvægbedriften udledes der tre betydende drivhusgasser, metan ( $\text{CH}_4$ ), lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) og kuldioxid ( $\text{CO}_2$ ). Den samlede udledningen af drivhusgasser opgøres i  $\text{CO}_2$  ækvivalenter (eq.) som er en fællesregneenhed, hvor udledningen af drivhusgasser omregnes ud fra deres relative drivhuseffekt i forhold til effekten af  $\text{CO}_2$  i atmosfæren i et 100-årigt perspektiv. Det betyder, at 1 kg metan svarer til 25 kg  $\text{CO}_2$  eq, mens 1 kg lattergas N svarer til 298 kg  $\text{CO}_2$  eq og 1 kg kuldioxid svarer til 1 kg  $\text{CO}_2$  eq.

Kuldioxid stammer fra forbruget af energi i form af el og diesel, mens metan primært stammer fra dyrenes omsætning af foder og lattergas dannes i forbindelse med anvendelse af handels- og husdyrgødning i planteproduktionen. Det er karakteristisk for drivhusgasserne, at det ikke er muligt at måle mængde eller koncentration på bedriften. Princippet i beregninger er derfor at der til indkøbte mængder af produktionsfaktorer som foder, gødning og energi og den interne produktion og omsætning af foder og gødning på bedriften over et år knyttes et estimat for dannelsen af drivhusgasser ud fra principperne opstillet af det Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

### *Emissionsfaktorer*

Udledningen er typisk estimeret ved de såkaldte Tier 2 metoder, hvor emissionsfaktorerne er fastlagt ud fra omsætning og forbrug indenfor forskellige produktionssystemer. Mens der kun i begrænset omfang tages direkte hensyn til effekten af forskelle i den direkte gennemførelse af produktionen, som f.eks. tidspunkter for udbringning af husdyrgødning. Såfremt effekten heraf er betydelig for udledningen af N vil det dog indgå indirekte via beregning af N omsætning og udnyttelse på bedriftsniveau.

I tabel 1 er vist en oversigt over de anvendte emissionsfaktorer, idet der henvises til Kristensen et al. (2011a) for en nærmere redegørelse for beregning af kvægbedriftens udledning af klimagasser. Her skal fremhæves et par væsentlige områder. Indkøbt foder er opgjort i FE og kvælstof, hvorefter emissionen er beregnet ved en fordeling mellem byg (0,531 kg  $\text{CO}_2$  eq. pr FE) og sojaskrå (0,632 kg  $\text{CO}_2$  eq. pr FE) der svarer til kvælstof koncentrationen i det indkøbte foder. Tilsvarende princip er anvendt for solgte afgrøder. For husdyrgødning er kvægbedriften ansvarlig for emissionen indtil efter lageret for eget produceret gødning der sælges, og tilsvarende er der på bedrifter hvor der købes husdyrgødning kun medtaget emissionen efter lageret. Køb af husdyrgødning er antaget udnyttet med 70%, hvorefter der er regnet med samme emission som for handelsgødning (5,44 kg  $\text{CO}_2$  eq. pr kg N) til fremstilling og transport af gødningen.

Der er indregnet en ændring i jordens C/N forhold på bedrifternes arealer baseret på værdierne angivet i tabel 1, mens der ikke er indregnet effekten af ændret arealanvendelse forårsaget af rydning af regnskov og vedvarende græsarealer til dyrkning af f.eks. soja i Sydamerika. Betydningen heraf er omtalt af Mogensen et al. (2011).

**Tabel 1. Emissionsfaktorer (EF) for metan og lattergas.**

CH <sub>4</sub> , kg	Kilde	Mængde	EF	Litteratur	
	Fordøjelse	Tørstof optag x 18.45 MJ brutto energi / 55.65	0.06	Mikkelsen, et al., 2006 IPCC, 2006	
	Gødning	Ikke fordøjeligt org stof + organisk strøelse; Metan kapacitet=0.22		Mikkelsen, et al., 2006	
	- gylle		0.1		
	- dybstrøelse <sup>1)</sup>		0.01		
	- afgræsning <sup>2)</sup>		0.01		
N <sub>2</sub> O-N, kg Direkte	Stald	N ab dyr		IPCC, 2006	
	- gylle		0.005		
	- dybstrøelse <sup>1)</sup>		0.01		
	Udspreddning	N ab lager <sup>3)</sup>		IPCC, 2006	
	- gylle		0.01		
	- dybstrøelse <sup>1)</sup>		0.01		
		- afgræsning <sup>2)</sup>		0.02	
		Handelsgødn.	N import	0.01	IPCC, 2006
	Afgrøderester	Afgrøde kg N pr ha pr år Græs, konv. 60 N Græs, økologisk 47 N Græs, permanent 5 N Majs- og helsædsens 25 N Andre sædskifte afgrøde 28 N Efterafgrøde 35 N	0.01	IPCC, 2006 Mikkelsen et al., 2006	
	Mineralisering	Jord C ændring <sup>4)</sup> *0,27*0.1	0.01	IPCC, 2006	
NH <sub>3</sub> -N, kg	Stald	N ab dyr		Poulsen & Kristensen, 1998 Mikkelsen, et al., 2006	
	- gylle		0.08		
		- dybstrøelse <sup>1)</sup>		0.06	
	Lager	N ab dyr		Mikkelsen, et al., 2006	
	- gylle		0.022		
		- dybstrøelse <sup>1)</sup>		0.25	
	Udspreddning	N ab lager <sup>3)</sup>		Mikkelsen, et al., 2006	
	- gylle		0.12		
	- dybstrøelse <sup>1)</sup>		0.06		
		- afgræsning <sup>2)</sup>		0.07	
		Handelsgødn.	N import	0.022	Mikkelsen, et al., 2006
		Afgrøderester	Ha årligt		Gyldenkerne & Albrektsen, 2008
	- græs		0.5 kg / ha		
	- andre afg.		2.0 kg / ha		
N <sub>2</sub> O-N, kg indirekte	Fra NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> -N	0.01	IPCC, 2006	
	Fra udvaskning	NO <sub>3</sub> -N=0.33*(N ab lager+N handels-gødning)	0.0075	Nielsen et al., 2009 IPCC, 2006	

1) Dybstrøelsesstalde: Som standard 40% gylle og 60% dybstrøelse.

2) Andel af N afsat under afgræsning regnes proportional med N foder fra græs.

3) N ab dyr – NH<sub>3</sub>-N tab stald og lager – N købt – N solgt

4) Jord kulstof ændringer, kg CO<sub>2</sub> pr ha pr år: græs, sædskifte +1900; græs permanent 0; majs og andre sædskifte afgrøder -3000; efterafgrøde 1500; snittet halm 1000.

Estimaterne for emissionen af drivhusgasserne er baseret på eksperimentelle forsøg, hvor det er muligt at måle udledningen i forhold til f.eks. koens foderoptagelse eller mængde af kvælstof tildelt marken. Typisk for disse forsøg er, at de er gennemført i mindre skala end bedriften og over kortere tid end som her et år. Når disse estimater anvendes på større skala som bedriften og over en længere tidsperiode, som her et år, vil der være nogen usikkerhed. Hertil kommer usikkerhed forårsaget af, at forholdene på bedriften kan afvige fra de betingelser der var gældende for forsøgene. Det er dog almindeligt anerkendt at den anvendte metode samlet for bedriften og de enkelte produkter giver et rimeligt sikkert bud på udledningen af drivhusgasser, mens der kan være større usikkerhed på fordelingen specielt af lattergas på de enkelte poster i regnskabet. Der arbejdes videre med at indregne usikkerheden i beregningerne, som pt. antages at være 10-20% på den samlede udledning, heri indregnet usikkerhed på såvel emissionen som de mængder der indgår i beregningerne.

### *Produktionsdata*

Ved udviklingen af metoden til beregningen af udledningen af klimagasser, er der taget udgangspunkt i at de anvendte data skal være eksisterende generelle registreringer, som er til rådighed fra kvægbedriften i form af økonomiregnskab, gødningsregnskab, markplan, mælkeleverance og opgørelser af foderforbrug fordelt på driftsgrene, på niveau med det som findes i KvægNøglen. I 2009 og 2010 blev der i samarbejde med AgroTech indsamlet data fra som udgangspunkt 36 kvægbrug. Det har været nødvendigt at udelade nogle af bedrifterne fra den endelige opgørelse pga. diverse fejl og mangler i data. Desuden har der på nogle af de anvendte bedrifter været mindre mangler i data f.eks. ukendt foderforbrug til en mindre produktion af tyrekalve. I disse tilfælde er data estimeret ud fra standardtal eller gennemsnit fra de bedrifter med valide data.

I det følgende præsenteres resultater fra kalenderåret 2010, dog er der anvendt data fra gødningsregnskabet fra perioden 1/8 2009 til 31/7 2010 til fastlæggelse af gødningsforbruget og omsætningen. Blandt de 20 bedrifter er der en med økologisk produktion, mens alle bedrifter har en besætning af Holstein Frisian køer. Gødningsystemet er gylle på alle bedrifter, dog med en mindre andel som dybstrøelse fastlagt ud fra gødningsregnskabet. Disse resultater suppleres med resultaterne 29 bedrifter fra 2009 (Kristensen et al., 2011b) og resultater baseret på data indsamlet i Studielandbrugene 2001-2003 fra 67 bedrifter (Kristensen et al., 2011a) ved analysen af mulige tiltag til reduktion af klimagasudledningen.

## **Resultater**

Resultaterne for den enkelte bedrift præsenteres i et klimaregnskab hvor der samtidigt vises gennemsnittet, min og max indenfor hver enkelt faktor for en sammenlignelig gruppe det pågældende år, samt bedriftens eget resultat foregående år.

### *Produktionsgrundlag*

I tabel 2 er angivet produktionsgrundlaget og de overordnede resultater fra mark og kvægdelen som har en indvirkning på drivhusgasudledningen, så som belægning, foder- og gødningsforbrug samt produktion baseret på 20 bedrifter. De efterfølgende resultater viser ud-

ledningen dels for den konkrete bedrift "99999" i 2010 og det foregående år dels fra gruppen på 20 bedrifter.

**Tabel 2. Produktionsnøgletal – din bedrift sammenlignet med andre mælkeproducenter.**

	Enhed	Bedriften CHR 99999		Sammenligningsgruppe 20 bedrifter		
		2010	Sidste år	Gns	Min	Maks
Areal i alt	ha	269,3	270,2	251	103	547
-heraf vedv.	ha	13,9	15,7	12,6	0	50,5
Afgrøde udbytte	FE pr ha	6910	7133	7599	5048	10761
-heraf solgt	FE pr ha	0	0	932	0	4032
N gødning brutto	Kg N pr ha	249	248	209	140	249
-heraf husdyrgødning	Kg N pr ha	163	161	157	88	216
Besætning	DE	534	549	419	190	1337
Årskøer	Stk	315	317	244	111	758
Mælkeproduktion (leveret)	Kg EKM pr ko	9065	9394	9271	8100	10366
Årsopdræt	Stk	266	281	201	36	730
Foderforbrug	FE pr DE	5227	5056	5281	4910	5598
Tilvækst besætningen	Kg pr DE	159	163	164	36	275
Belægning	DE pr ha	1,98	2,03	1,78	0,79	3,42
Selvforsyning, FE	%	67	69	85	46	121

### Udledningen fordelt på kilder

Bedriftens samlede drivhusgasudledning er i tabel 3 vist totalt og udtrykt i forhold til bedriftens areal (ha) og i forhold til husdyrholdet (DE). Desuden er emissionen fordelt på bidrag fra metan og lattergas, fra omsætningen på bedriften, samt bidrag fra import af henholdsvis fossil energi, foder og gødning. De to sidste poster er kun angivet i CO<sub>2</sub> eq, men der vil reelt også her være en andel af emissionen, som er lattergas og evt. i mindre omfang metan.

**Tabel 3. Fordeling af emissionen på kilder og udtrykt enten i forhold til arealet eller mælk leveret.**

	Enhed	Bedriften CHR 99999		Sammenligningsgruppe 20 bedrifter		
		2010	Sidste år	Gns	Min	Maks
Samlet udledning	CO <sub>2</sub> eq (ton)	3221	3209	2595	1255	7690
-Pr areal	CO <sub>2</sub> eq (kg)	11962	11877	10931	6553	20070
-Pr DE	CO <sub>2</sub> eq (kg)	6038	5841	6272	5491	8435
Fordeling på kilder	%					
-metan fra bedriften		55	55	54	40	64
-lattergas fra bedriften		19	17	19	12	25
-fossil energi (incl. maskinstation)		9	10	12	8	21
-foderimport		15	14	12	0	26
-gødningsimport		2	3	2	-4	7

Når der som "min tal" for gødningsimport er en negativ værdi skyldes det, at denne post er opgjort som netto ekstern omsætning af handels- og husdyrgødning, hvorfor bedrifter med salg af husdyrgødning kan have en netto eksport. For husdyrgødning gælder, at emissionen knyttet til stald og lager er pålagt husdyrbedriften, selv om gødningen anvendes på en anden bedrift. Variationen i udledningen pr DE er væsentlig mindre end variationen i udledningen pr ha, hvilket skyldes, at den største andel af emissionen er knyttet til dyrene, specielt metan, men også lattergas fra husdyrgødningen. Den store variation i udledningen pr ha er derfor i betydeligt omfang knyttet til forskelle i belægningsgraden.

### *Emissionen fordelt på produkter*

I klimaregnskabet beregnes emissionen ud fra alle bidrag i hele kæden svarende til en livscyklus analyse (LCA). En sammenlignelig enhed på tværs af bedrifterne er derfor emissionen i forhold til de produkter, som er resultatet af produktionen. I tabel 4 er vist bedriftens samlede udledning fordelt på de tre produkter, mælk, kød og salgsafgrøder.

Det er karakteristisk for kvægbedrifterne at der kun er et beskedent salg af afgrøder, da langt det meste af afgrødeproduktionen opfodres på bedriften. I den nuværende udgave af klimaregnskabet fortages fordelingen mellem produkterne ved først at fratække en standard emission pr solgt FE salgsafgrøde, som for korn svarer til 0.530 kg CO<sub>2</sub> eq pr FE. Herefter er bedriftens resterende udledning fordelt på mælk og netto kødtilvækst ud fra det teoretiske foderforbrug til de to produkter baseret på metoden beskrevet af IDF (2010). Mælk er på alle bedrifterne det produkt som forårsager den største andel af udledningen i gennemsnit 75%, og som det ses for bedrift 99999 som ikke har noget salg af afgrøder udgør mælkeproduktionen 83% af udledningen, mens 17% kan henføres til tilvæksten.

På nogle af bedrifterne er opdrættet helt eller delvist udliciteret, hvorfor der her er en lav kødproduktion og dermed kun en lille andel af bedriftens emission knyttet til kødproduktion. Den anvendte metode til fordeling af bedriftens udledning mellem mælk og kød vil påvirke den beregnede udledning pr kg mælk, hvorfor variationen mellem bedrifterne fra 0,69 til 1,11 kg CO<sub>2</sub> eq pr kg EKM kan være påvirket heraf ud over den variation der direkte skyldes produktionen.

**Tabel 4. Fordeling af bedriftens emissioner på produkter og beregnet udledning pr produkt.**

	Enhed	Bedriften CHR 99999		Sammenligningsgruppe 20 bedrifter		
		2010	Sidste år	Gns	Min	Maks
Fordeling på produkter	%					
-mælk (EKM), kg leveret		83	83	78	62	97
-kød (levende vægt), kg		17	17	17	3	28
-afgrøde solgt, FE		0	0	5	0	19
Udledning for produkterne	CO <sub>2</sub> eq. (kg)					
-mælk (EKM), kg leveret		0,94	0,89	0,90	0,69	1,11
-kød (levende vægt), kg		6,52	6,22	6,31	4,93	7,77
-afgrøde solgt, FE				0,53	0,53	0,53

*Metan emission*

Metan fra omsætningen på bedriften udgør over halvdelen af bedriftens samlede udledning som det fremgår af tabel 3, og som det ses i tabel 5 kommer den overvejende del heraf fra dyrenes fordøjelse af foderet.

**Tabel 5. Fordeling og omfang af den årlige metan (CH<sub>4</sub>) emissionen.**

	Enhed	Bedriften CHR 99999		Sammenligningsgruppe 20 bedrifter		
		2010	Sidste år	Gns	Min	Maks
Kilder til emission						
Metan fra fordøjelsen	Kg pr DE	113	109	113	108	119
-heraf fra køer	%	79	77	78	64	93
Metan fra gødning	Kg pr DE	20	20	22	19	23
I alt metan	Kg pr DE	133	130	135	129	141
I alt metan	G pr kg EKM	25	24	25	19	31
Foderudnyttelsen (hele besætningen)	EKM pr kg ts	0,94	0,99	0,96	0,77	1,22

I den nuværende udgave af klimaregnskabet er metan emissionen fastlagt i forhold til optaget af bruttoenergi, hvilket stort set er identisk med indtaget af tørstof. Derfor afspejler variation mellem bedrifterne i metan udskillelse pr kg EKM dels forskelle i optag af tørstof forårsaget af produktionsniveau og foderudnyttelse og dels forholdet mellem antal foderdage i de forskellige kategorier af dyr. På sigt skal der indarbejdes en metode som direkte tager hensyn til rationens sammensætning og indhold af næringsstoffer på metan udskillelsen, baseret bl.a. på de resultater som præsenteres af Johannes et al (2011).

**Tabel 6. Fordeling og omfang af lattergas emissionen pr ha årligt.**

	Enhed	Bedriften CHR 99999		Sammenligningsgruppe 20 bedrifter		
		2010	Sidste år	Gns	Min	Maks
Kilder til emission	Kg N <sub>2</sub> O-N					
Husdyrgødning						
-stald og lagre		0,93	0,98	0,88	0,43	2,07
-udbringning		1,68	1,56	1,47	0,79	1,90
Handelsgødning		0,83	0,85	0,51	0	0,89
Afgrøderester		0,52	0,48	0,43	0,34	0,53
Mineralisering		-0,18	-0,13	0,21	-0,18	0,52
Via ammoniak fordampning		0,65	0,43	0,53	0,21	0,95
Via udvaskning		0,62	0,61	0,52	0,35	0,62
I alt lattergas		5,05	4,78	4,55	3,38	5,69
Fordeling på kilder						
Husdyrgødning						
-stald og lagre		18	20	19	11	36
-udbringning		33	33	32	23	48
Handelsgødning		17	18	11	0	23
Afgrøderester		10	10	10	8	11
Mineralisering		-3	-3	5	-3	14
Via ammoniak fordampning		13	9	11	6	18
Via udvaskning		12	13	11	9	13

### *Lattergas emission*

Lattergas udgør, som det fremgår af tabel 3, 19% af bedriftens udledning af klimagasser, men pga. at det er en meget potent drivhusgas er udledning af lattergas udgør kun 4,55 kg lattergas-N pr ha som gennemsnit for de 20 bedrifter som det fremgår af tabel 6. I forhold til den samlede N omsætning er det således en meget lille andel der tabes som lattergas - omkring 2% af brutto N tildelt marken. De største bidrag til udledning af lattergas kommer fra emissioner i forbindelse med håndtering og udbringning af husdyrgødning.

Der indgår i klimaregnskabet ikke en direkte effekt af afgrødevalg og -produktion på ændringer i jordens indhold af kulstof, men den afledte effekt heraf på mineraliseringen er estimeret, og udgør, som det ses i tabel 6, i gennemsnit 0,21 kg N<sub>2</sub>O-N pr ha. Emission pr ha fra mineraliseringen er negativ på den bedrift med lavest bidrag som udtryk for, at der i 2010 var en netto opbygning af kulstof. Det er valgt pt. ikke at medtage kulstof ændringerne direkte i regnskabet da det metodiske grundlag er mangelfuldt til beregning af den årlige ændring, og ikke mindst til at omregne det til drivhuseffekten set over en længere år-række.

### *Emission fra import til bedriften*

Emission knyttet til produktion, forarbejdning og transport af det importerede foder udgør som gennemsnit halvdelen af den samlede CO<sub>2</sub> udledning fra importerede hjælpepestoffer, som det fremgår af tabel 7. Det fremgår også at forbruget af fossil var på 1298 Co<sub>2</sub> eq pr ha, eller 12% af bedriftens samlede udledning.

**Tabel 7. Emissionen fra importerede hjælpepestoffer, CO<sub>2</sub> pr ha.**

	Enhed	Bedriften CHR 99999		Sammenligningsgruppe 20 bedrifter		
		2010	Sidste år	Gns	Min	Maks
	CO <sub>2</sub> eq kg pr ha					
Fossil energi						
-diesel, incl maskinst.		512	599	628	324	915
-el		538	613	670	319	1137
Foderimport		1817	1057	1457	24	5265
Gødning						
-handelsgødning		464	473	282	0	496
-husdyrgødning		-188	-124	-81	-977	196
I alt		3144	3219	2955	1299	6561

### **Diskussion og potentiale for reduktion**

Der er lavet en del beregninger af udledningen fra mælkeproduktionen i forskellige lande og produktionssystemer ud fra samme metode som anvendt her, dog ofte med forskellige afvigelse. Det betyder at det er vanskeligt at sammenligne på tværs af undersøgelser, men umiddelbart er en udledning på 0,90 kg CO<sub>2</sub> eq pr kg EKM i den lave ende. I sammenligninger baseret på nationale data er det fundet, at stigende årsydelsen per ko indtil ca. 7.000 kg giver en markant reduktion i udledningen per kg mælk, mens der ved ydelser



herover ikke er samme klare effekt af stigende ydelse. Det skyldes, at ved stigende ydelser udgør foder til vedligehold en mindre andel af det samlede foder, hvorfor andre forhold som foderudnyttelse og udledningen af andre klimagasser end metan får relativt større indvirkning. I en sammenligning mellem EU lande fandt JRC (2010) at dansk mælkeproduktion var blandt de lande med lavest udledning, 1,1 kg CO<sub>2</sub> eq, per kg mælk når der indgik de samme tre hovedkilder, metan, lattergas og fossil energi, som i vores beregninger, mens Danmark var relativt dårligere såfremt også bidraget fra areal ændringer blev indregnet. Det skyldes, at DK i forhold til mange andre EU lande har en relativ høj import af proteinfoder til mælkeproduktionen.

Ved analyser af udledningen af klimagasser fra danske kvægbrug er det fundet, at effektiviteten i stalden er det område som giver størst forskel mellem bedrifter på udledningen pr kg mælk. Såfremt foderforbruget på besætningsniveau kan reduceres med 25% per kg produceret mælk falder udledningen med ca. 12%. Det lavere foderforbrug kan skyldes en kombination af flere forhold som f.eks. højere fodereffektivitet blandt de lakterende køer og færre gold dage eller færre kvier pr kg mælk. De bedrifter der har højest selvforsyning med foder har lavere udledning, hvilket igen kan forklares ud fra flere forhold. Høj selvforsyning opnået ved et højt udbytte per ha betyder et lavere behov for indkøb af foder og en lavere emission per hjemmeproduceret FE, mens en høj selvforsyning pga. en lav belægning desuden betyder et lavere forbrug af husdyrgødning per ha og dermed en reduktion i lattergas.

Årsagerne til variationen i udledningen per kg produkt er som ovenstående illustrerer ofte vanskelig at gennemskue, fordi reduktioner et sted i produktion kan modsvares af forøgelse andre steder. Det betyder, at effekten af partielt erkendte reduktioner som f.eks. reduktion af metan udledningen via øget andel af kraftfoder eller udskiftning af græsensilage med majsensilage kan modsvares at øget udledning af lattergas eller forbrug af fossil energi. Før partielt lovende tiltag kan anbefales er det derfor nødvendigt at foretage en samlet vurdering for hele produktionen i et LCA perspektiv.

Kvægbrugets potentiale til at bidrage til en højere andel af energiforbruget baseret på vedvarende energi kan illustreres ved, at der ved biogas baseret på gylle fra 1 DE dannes en mængde gas der netto kan fortrænge ca. 600 kg CO<sub>2</sub> svarende til 80% af forbruget af fossil energi ved produktionen, men kun ca. 10% af den samlede emission. Ved mere radikale ændringer af driften kan netto udledningen reduceres yderligere. Konsekvensen heraf kræver mere konkrete, bedriftsspecifikke beregninger. Nettoudledningen kan f.eks. reduceres ved at anvende en del af arealet til bioenergi produktion, men samtidigt reduceres arealet der kan anvendes til foderproduktion og derved påvirkes bedriften mælkeproduktion. For de arealer som udtages af driften gælder at der netto er en fortrængning af CO<sub>2</sub>, således vil 1 ha med majs til biogas reducere bedriften udledning af drivhusgasser med ca. 5.300 kg CO<sub>2</sub> eq pr ha majs, mens 1 ha med energipil kan fortrænge netto ca. 12.700 kg CO<sub>2</sub> eq pr ha. Disse tal skal vurderes i forhold til, at den samlede udledning ved mælkeproduktionen var ca. 8.000 kg CO<sub>2</sub> eq pr ha.

Når der laves LCA af forskellige produkter, som her mælk, er formålet ofte at skaffe estimater til vejledning af forbrugerne omkring klimavenlige fødevarer. Overordnet er udledningen pr kg fødevarer stigende fra vegetabiliske fødevarer over animalske fødevarer fra enmavede dyr til fødevarer fra drøvtyggere. Det skyldes primært at drøvtyggeren i forbindelse med omsætningen af foderet udskiller metan samt at kvælstofudnyttelsen er relativt er lav, og derfor giver anledning til en større mængde lattergas per kg produkt. Såfremt udledningen udtrykkes i forhold til fødevarernes indhold af protein eller energi ses samme billede, dog med en reduceret forskel mellem vegetabiliske og animalske produkter

### **Litteratur**

- FAO, 2010. Greenhouse gas emissions from the dairy sector: A life cycle assessment. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- Kristensen T., Mogensen L., Knudsen M.T. & Hermansen, J.E., 2011. Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emission from commercial dairy farms in a life cycle approach. *Livst. Sci.* 140, 136-148
- Kristensen T., Mogensen L., Madsen B.E. & Aaes O., 2011. Klimaregnskab for danske kvægbedrifter. <http://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Miljoe/Sider/2193-Klimaregnskab-for-danske-kvaegbedrifter.aspx>
- Mikkelsen M.H., Albrektsen R. & Gyldenkerne S., 2011. Danish Emission Inventory for Agriculture. NERI Technical Report no. 810.