

# Klimabelastning for bedriften Ellinglund

- beregnet ved en livscyklusvurdering (LCA)

Af Lisbeth Mogensen og Marie Trydeman Knudsen, DJF, AU

15-12-09



## INDHOLD

### 1. Beskrivelse af systemet

### 2. Klimabelastning fra Ellinglund

2.1. Klimabelastning og hotspotanalyse af basisscenarium

2.2. Følsomhedsanalyse af basisscenarium (højere foderforbrug)

### 3. Tiltag til forbedring af klimabelastningen

3.1. Energi - reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion

3.2. Kvælstof - mere effektiv udnyttelse og mindre tab

3.2.1. Alternativt scenarium 1 – reduceret indkøb af husdyrgødning

3.3. Kulstof - øget binding i jord og biomasse

### 4. Konklusion

## BILAG

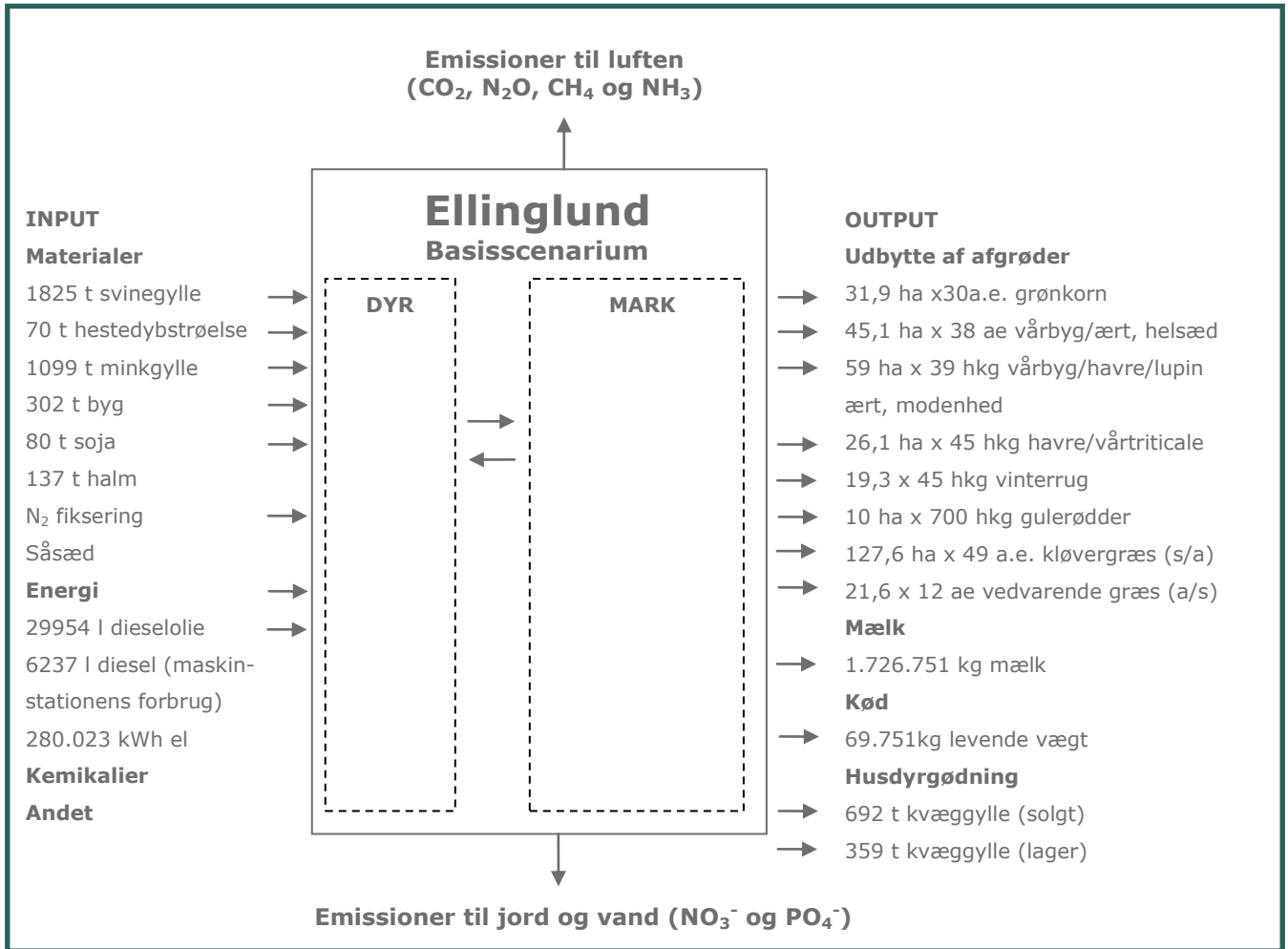
## 1. Beskrivelse af systemet

Ellinglund ligger i Midtjylland ved Silkeborg på sandjord (JB 1). Omlægningen til økologisk drift blev påbegyndt i 1995. Bedriften bestod i 2008 af 192 årskøer og et dyrket areal på 341,2 ha økologisk planteproduktion, heraf udgør sædskiftearealet 319,5 ha. Derudover er der 9,9 ha med vedvarende græs og et naturlignende areal på 11,8 ha. Dette areal har tidligere været vedvarende græs og har et meget lavt udbytte. Afgrødefordelingen og gødningstildelingen på Ellinglund i dyrknings sæsonen 2008 er vist i Tabel 1.

**Tabel 1. Dyrkede afgrøder og gødningstildeling på Ellinglund i 2008.**

Afgrøder	Areal (ha)	Forfrugt	Gødningstype	Total N tilført (kg N/ha)	Plantetilgængeligt N tilført (kg N/ha)
Vikke/havre/hvede grønkorn	31,9	Vårtritikale el vårbyg	Svinegylle el. dybstrø + minkgylle	65 - 292	49 - 182
Havre + vårtriticale	26,11	Kl.græs	Svinegylle el. Kvæggylle + dybstrø	65 - 188	65-105
Vårbyg/ært, helsæd	45,1	Grønkorn el. kl.græs	Svinegylle el. kvæggylle	65-107	49-75
Gulerødder	10	Kl.græs	Kvæggylle	160	112
Vinterrug	19,26	vårbyg	Mink gylle	160	112
Kl.græs slæt og afgræsning	127,63	Kl.græs el. helsæd	Svinegylle e. kvæggylle	65-258	49-185
Vårbyg/ært/havre lupin modenhed	59,54	Grønkorn	Kvæggylle + dybstrø	80- 136	56
Sædskifteareal i alt	319,54				
Vedv græs	9,87	Vedv græs		0	0
Naturlign arealer - tidl vedv - lavt udbytte	11,77	Naturlign arealer - tidl vedv - lavt udbytte	-	0	0
Vedvarende areal i alt	21,64		-		
<b>Areal I alt</b>	<b>341,2</b>				

Klimabelastningen for Ellinglund beregnes ved en livscyklusanalyse (LCA). En LCA er en miljøvurdering, hvor alle delprocesser, der påvirker fremstillingen af enten et specifikt produkt (f.eks. 1 kg mælk) eller som i dette eksempel de delprocesser, der påvirker en bedrifts samlede produktion, inddrages. Det vil i dette eksempel sige, at bidrag fra f.eks. fremstilling af indkøbte hjælpestoffer som foder, husdyrgødning, energi i form af diesel og el indregnes i bedriftens samlede klimabelastning. I denne beregning er der indregnet delprocesser frem til produkterne forlader landbrugsbedriften. Alt hvad der går ind på bedriften i form af materialer, energi, kemikalier og andet tages med i beregningen og sammenholdes med det der går ud fra bedriften, i form af afgrøder, mælk og kød i dette tilfælde. Ud fra oplysningerne estimeres emissioner til jord, luft og vand og inddrages i beregningerne. I Figur 1 er input, output og emissioner for basisscenariet for Ellinglund illustreret. I Bilag, Tabel B1 er bedriftens kvælstofbalance angivet.



Figur 1. Illustration af input, output og emissioner der inddrages i beregningen af klimabelastningen for Ellinglund.

Klimabelastningen beregnes for hele bedriften, som er den funktionelle enhed. CO<sub>2</sub>-ækv. er en fælles enhed for drivhusgasserne kuldioxid (CO<sub>2</sub>), lattergas (N<sub>2</sub>O) og metan (CH<sub>4</sub>), hvor klimaeffekten for CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O omregnes til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter med hhv. en faktor 25 og 298, da disse drivhusgasser er langt kraftigere klimagasser end CO<sub>2</sub>. For at kunne sammenligne med resultater fra lignende bedrifter med økologisk mælkeproduktion angives endvidere resultatet pr ha og pr. kg mælk produceret.

Input til bedriften er dels materialer i form af indkøbt foder, husdyrgødning, kvælstoffiksering og såsåed og dels energi (Figur 1). Klimabelastningen for indkøbt husdyrgødning tillægges en værdi svarende til klimabelastningen ved at fremstille samme mængde plantetilgængeligt N i kunstgødning. Kvælstoffikseringen bidrager ikke direkte til lattergasemissionen (IPCC, 2006), men påvirker den potentielle udvaskning i form af N-input til kvælstofbalancen, og mængden af kvælstof udvasket har en afledt lattergasemission.

Input af energi består dels af det direkte energiforbrug på bedriften, dels det opgivne forbrug af diesel i marken og forbrug af el i husdyrholdet og til markdriften og dels af det indirekte energifor-

brug fra maskinstationens transport og udbringning af husdyrgødning. Dieselforbruget hertil tillægges bedriftens klimabelastning.

Fra afgrødeproduktionen sker der en udledning af lattergas ( $N_2O$ ) fra udbragt husdyrgødning og fra afgrøderester efterladt på marken (både overjordiske og underjordiske rester medtages). Beregning af udledningen af lattergas i basisscenariet er vist i Bilag, Tabel B2. Fra husdyrholdet sker der en udledning af lattergas ( $N_2O$ ) og fra gødning afsat af græssende dyr og fra gødning afsat i stalden, samt opbevaring af gødning før udbringning. Endvidere er der en indirekte udledning af lattergas fra ammoniakfordampningen (Bilag, Tabel B4) og nitratudvaskningen (Bilag, Tabel B1).

Fra afgrødeproduktionen sker der ligeledes en udledning af metan ( $CH_4$ ) fra det udbragte husdyrgødning. Beregningen af udledning af metan i basisscenariet er angivet i Bilag, Tabel B3. Det største bidrag til metanudledningen kommer fra husdyrholdet, fra dyrenes foderomsætning, samt fra gødning afsat af græssende dyr, og fra gødning afsat i stalden, samt opbevaring af gødning og fra udbringning.

Bedriftens samlede udledning af drivhusgasser skal ses i forhold til den frembragte produktion, her især mælkeproduktionen.

I denne beregning er der i basisscenariet ikke indregnet et bidrag fra ændring af kulstof i jordpuljen.

### ***Basisscenarium (2008 data)***

Beregning af klimabelastningen fra bedriften er baseret på tilgængelige data fra 2008. Data består hovedsagelig af markdata, hvor dyrehold og foderbehov fremgår som normproduktion.

Afgrødefordeling og udbyttene anvendt i beregningerne fremgår af figur 1. Udbyttene stammer fra "Udbytteoversigt 2008".

Udbragt gødningsmængde er taget fra Gødningsregnskabet 2008 – skema A2: 19.615 kg total N fra kvæggylle, 7.957kg total N fra svinegylle, 9658 kg total N fra kvæg dybstrøelse, 7020 kg total N fra mink gylle og 524 kg total N fra heste dybstrøelse, i alt 44.774 kg total N inklusiv N afsat under afgræsning.

Produktionsomfanget i nedenstående Tabel 2 er besætningen, som den så ud i 2008. Derudover er der 16 heste.

Tabel 2. Produktionsomfang i stalden på Ellinglund 2008.

	Malkekøer	Opdræt	Prod. Tyre
Antal årssdyr (prod. tyre)	192 <sup>1)</sup>	297	142
Ydelse pr. årsko, kg lev.	8993 kg mælk <sup>2)</sup>		
FE pr årssdyr	65174 <sup>3)</sup>	874 (0-6 mdr) 1783 (6 mdr-kælv)	56 (til 60 kg)
G råprot pr. FE	177 <sup>4)</sup>	199 160	169
Staldsystem	Sengestald	dybstr (0-6 mdr) dybstr (6mdr->)	dybstr
Tid på græs, %	18	0 (0-6 mdr) 50 (6 mdr ->)	0

1) Antal årskøer fra Gødningsregnskabet – ifølge regnskabet er der 192 køer ved årets begyndelse og 235 stk ved året afslutning - > ydelse pr ko ss mindre end her antaget

2) Ydelsen pr ko er beregnet ud fra leveret mælkemængde i regnskab 2008)

3) Fodereffektiviteten fra normproduktionen i gødningsregnskabet (1,38 kg mælk/FE) og den beregnede ydelse pr. ko

4) Normtal fra gødningsregnskabet

Fodringen er opgjort per mælkeproducerende enhed, MPE ud af sammensætningen af det hjemmeavlede foder og det indkøbte foder (fremgår af regnskabet). Foderet består af 3322 FE korn, 796 FE kraftfoder og 4381 FE grovfoder pr. MPE pr. år. Grovfoderet består af 43% frisk græs og 57% ensilage (heraf 9% grønkorn, 74% kløvergræs ensilage, og 17% vårbyg/ært helsæd).

## 2. Klimabelastning fra Ellinglund

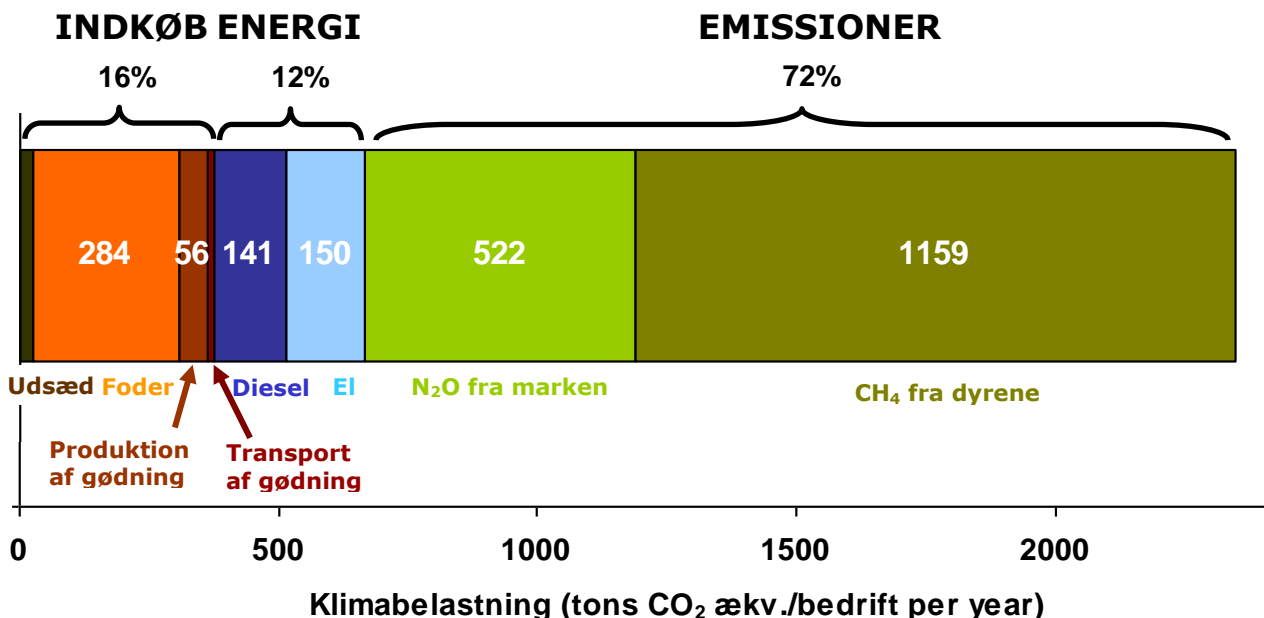
### 2.1. Klimabelastning og hotspotanalyse af basisscenarium

Af Tabel 3 fremgår, at det samlede klimaaftryk fra Ellinglund som udgangspunkt er 2348 t CO<sub>2</sub>-ækv. per bedrift per år. Omregnet til klimabelastning per ha dyrket areal giver det 6,9 t CO<sub>2</sub>-ækv. per ha per år eller 1,63 kg CO<sub>2</sub>-ækv. per FE i grovfoder produceret (hvis hele klimabelastningen fordeles på afgrøderne). Omvendt bliver klimaaftrykket 1,36 kg CO<sub>2</sub>-ækv pr. kg mælk. (bedriftens samlede klimabelastning tildelt mælkeproduktionen.). Hvis klimabelastningen fordeles mellem den producerede mælk (1726.751 kg) og den samlede tilvækst i besætningen (69.700 kg tilvækst – levende vægt) fås 1,02 kg CO<sub>2</sub>-ækv pr. kg mælk og 15,3 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. kg kød.

**Tabel 3. Klimaaftryk for basisscenariet for den samlede bedrift Ellinglund (kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter).**

Scenarie	Basisscenariet (2008 data)
<b>Bedriftens samlede klimabelastning</b>	<b>2.347.658</b>
Pr. ha dyrket (341,2 ha)	6881
Pr. FE salgsafgrøde (hele bedriftens klimabelastning)	1,63
Pr. kg mælk (hele bedriftens klimabelastning)	1,36

I Figur 2 er vist en oversigt over bedriftens samlede klimabelastning. Som det ses kommer 16% af klimabelastningen fra indkøb af husdyrgødning, foder og udsæd, 12% fra energiforbruget og 72% fra emissioner fra selve afgrødeproduktionen på bedriften.



**Figur 2. Hotspotanalyse af klimabelastningen fra basisscenariet for Ellinglund.**

For en bedrift som Ellinglund kommer 17% af klimabidraget fra CO<sub>2</sub>, 33% fra lattergasemissioner og 50% fra metanemissioner. I Tabel 4 er disse bidrag udspecificeret yderligere, således at man kan se bidraget fra de forskellige klimagasser for de forskellige input til bedriften.

**Tabel 4. De vigtigste bidrag til klimabelastningen for basisscenariet for bedriften Ellinglund (kg CO<sub>2</sub>-ækv. per bedrift per år). I bidraget fra de forskellige drivhusgasser angives den procentvise andel i parentes.**

	Bidrag fra forskellige klimagasser; %			I alt	
	CO <sub>2</sub> ( kg Co2-ækv)	N <sub>2</sub> O ( kg Co2-ækv)	CH <sub>4</sub> ( kg Co2-ækv)	Kg CO <sub>2</sub> -ækv.	% af total
Indkøb					
- udsæd	27,4	68,5	3,8	23.736	1,0
- husdyrgødning	32,6	67,3	0	55.998	2,4
- foder				284.463	12,1
Energi					
- el	98,6	0,02	1,4	150.218	6,4
- diesel	94,7	2,9	2,7	116.611	5,0
Transport					
- gødning	94,7	2,9	2,7	10.955	0,5
Maskinstation					
- udbringe gødning, ensilere etc.	94,7	2,9	2,7	24.282	1,0
Bedriften		31 (521.960)	69 (1.159.436)	1.681.396	71,6
<b>I alt</b>	<b>17 (394.617)</b>	<b>33 (774.469)</b>	<b>50 (1.178.078)</b>	<b>2.347.658</b>	<b>100</b>

## 2.2. Følsomhedsanalyse af basisscenarium

I følsomhedsanalysen vises, hvor følsomme resultaterne er overfor ændringer i forhold til de værdier, der er brugt i basisscenariet. I nedenstående følsomhedsanalyse vises, hvor meget klimabelastningen ændrer sig, hvis der bruges værdier fra et højere foderniveau end der er brugt i basisscenariet.

I basisscenariet er foderforbruget pr. årsko fastsat ud fra en mælkeydelsen pr. ko på 8993 kg (leveret). Mælkeydelsen er fastsat ud fra den samlede afregnede mælkeproduktion ifølge Regnskabet for 2008 (1.726.751 kg mælk) og antal årskøer (192 stk.). Fodereffektiviteten er 1,38 kg mælk/FE ifølge 'Besætningsoversigten' til Gødningsregnskabet 2008. Dette giver et foderforbrug pr. årsko på 6517 FE. Foderforbruget til opdrættet er ligeledes fastsat ud fra 'Besætningsoversigten' til Gødningsregnskabet 2008, hvor der anvendes Plantedirektoratets standard normer. (I beregningen er der ikke taget højde for, at i kun ca. 90-97% af den producerede mælkemængde leveres til mejeriet).

Ifølge en EFK fra Ellinglund fra den 8/12/09 var der en fodereffektivitet på 1,38 kg mælk pr. kg tørstof. Ved antaget 1,04 kg ts/FE svarer det til 1,33 kg mælk pr. FE, eller 4% højere foderforbrug end i basis scenariet. Hertil er lagt 2% for mælk anvendt i egen besætning. Alt i alt er der i følsomhedsberegningerne regnet med et foderforbrug pr. årsko på 6918 FE. Samtidig øges foderforbruget til

opdrættet svarende til de nye fodernormer fra 2009: Foder til småkalve øges fra 874 FE/årsdyr til 1047 FE/årsdyr og for opdræt fra 6 måneder øges fodertildelingen fra 1783 FE/årsdyr til 2094 FE/årsdyr.

Alt i alt øges besætningens foderbehov med 8% fra 1.631.671 FE til 1.762.727 FE. Klimamæssigt regnes det ekstra foderbehov som ekstra indkøb af samme mængde energi (FE) i byg – i praksis svarer det med 2008 data til, at der lægges mindre grovfoder på lager.

Som det ses i nedenstående tabel betyder det øgede foderbehov at bedriftens samlede klimaaftryk øges med 8% fra 2348 t til 2542 t CO<sub>2</sub>-ækv.

Det øgede foderbehov betyder, at input af N med foder øges (her dog at mindre foder og N lægges på lager), men når det som i dette tilfælde antages at den ekstra producerede mængde husdyrgødning (mere husdyrgødning lagt på lager) sælges modsvares dette ekstra input af ekstra output af N med solgt husdyrgødning, dog fratrukket tabet af N med ammoniakfordampningen. Alt i alt forbliver udvaskningen uændret. Dette vil naturligvis ikke være tilfældet, hvis den ekstra mængde husdyrgødning udbringes på marken.

**Tabel 5. Klimaaftryk for basisscenariet – følsomhedsberegning med et højere foderforbrug på Ellinglund (kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter).**

Scenarie	Basisscenariet (2008 data)	Basisscenariet (højere foderforbrug)
<b>Bedriftens samlede klimabelastning</b>	<b>2.347.658</b>	<b>2.541.952 (108%)</b>
Pr. ha dyrket (341,2 ha)	6881	7450
Pr. FE salgsafgrøde (hele bedriftens klimabelastning)	1,63	1,76
Pr. kg mælk (hele bedriftens klimabelastning)	1,36	1,47

**Tabel 6. Bedriftens kvælstofbalance – Følsomhedsberegning ved øget foderbehovreduceret gødningsmængde i scenarium 2.**

Bedrifts N-balance	Basis		Basis – med øget foderbehov	
	Kg N/ha	Kg N i alt	Kg N/ha	Kg N i alt
<b>INPUT</b>				
<b>Indkøbt husdyrgødning</b>	<i>Pr ha dyrket</i>		<i>Pr ha dyrket</i>	
I alt ( <i>pr ha dyrket</i> )	45	<b>15502</b>	45	15502
<b>Input i alt (<i>pr ha dyrket</i>)</b>	<b>178</b>		<b>178</b>	
<b>Grovfoder lagt på lager</b>	23		9	
<b>Husdyrgødning lagt på lager</b>	6		16	
<b>Output i alt</b>	<b>68</b>		<b>66</b>	
Bedriftens N-balance	110		<b>112</b>	
<b>Fordeling af overskud</b>	<b>Kg N/ha</b>	<b>Kg N i alt</b>	<b>Kg N/ha</b>	<b>Kg N i alt</b>
<b>Udvaskning (NO<sub>3</sub>-N)<sup>3)</sup></b>	82		83	



Tabel 7. De vigtigste forskelle i bidrag til klimabelastningen for basisscenariet for bedriften Ellinglund og en følsomhedsberegning med øget foderinput (kg CO<sub>2</sub>-ækv. per bedrift per år). I bidraget fra de forskellige drivhusgasser angives den procentvise andel i parentes.

	Bidrag fra forskellige klimagasser; %			I alt	
	CO <sub>2</sub> ( kg Co2-ækv)	N <sub>2</sub> O ( kg Co2-ækv)	CH <sub>4</sub> ( kg Co2-ækv)	Kg CO <sub>2</sub> -ækv.	% af total
Indkøb					
- udsæd	27,4	68,5	3,8	23.736	0,9
- husdyrgødning	32,6	67,3	0	34.241	1,3
- foder				380.873	14,9
Energi					
- el	98,6	0,02	1,4	150.218	5,9
- diesel	94,7	2,9	2,7	116.611	4,6
-					
Transport					
- gødning	94,7	2,9	2,7	10.955	0,4
Maskinstation					
- udbringe gødning, ensilere etc.	94,7	2,9	2,7	24.025	0,9
Bedriften		30 (541.245)	70 (1.260.048)	1.801.294	70,9
<b>I alt</b>	<b>16 (413.697)</b>	<b>33 (845.016)</b>	<b>50 (1.282.477)</b>	<b>2.541.952</b>	<b>100</b>

### 3. Tiltag til forbedring af klimabelastningen

På en økologisk bedrift er der en række virkemidler, der kan tages i brug for at reducere klimabelastningen fra den samlede bedrift og dermed også klimabelastningen for de enkelte produkter, der bliver solgt fra bedriften. Overordnet kan virkemidlerne inddeles i tre hovedemner, nemlig energi, kvælstof og kulstof – der alle på hver deres måde påvirker klimabelastningen fra en bedrift:

1. Energi – reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion
2. Kvælstof – mere effektiv udnyttelse og mindre tab
3. Kulstof – øget binding i jord og biomasse

De tre tiltag beskrives nærmere i de enkelte efterfølgende afsnit.

#### 3.1 Energi – reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion

Energiforbruget på Ellinglund udgør, som nævnt, ca. 12% af bedriftens totale klimabelastning og går primært til forbrug af diesel (trækkraft) og elektricitet i mark og stald (Figur 3). Klimabelastningen fra energiforbruget kan reduceres ved enten at 1) reducere energiforbruget og/eller 2) benytte vedvarende energi produceret enten på bedriften eller andetsteds.

Energiforbruget kan generelt reduceres ved at vælge afgrøder, der har et lavt energiforbrug, såsom flerårige afgrøder (hvor dieselforbruget til jordbehandling og såning reduceres), afgræssede afgrøder (hvor dieselforbruget til slæt spares), N<sub>2</sub>-fikserende afgrøder (hvor energiforbruget til gødning reduceres) eller hårdføre afgrøder (hvor markvanding kan reduceres) (Jørgensen & Dalgaard, 2004). Desuden kan reducerede transportafstande og let reduceret jordbearbejdning reducere energiforbruget, hvor det sidstnævnte dog er vanskeligt på økologiske jordbrug i relation til ukrudtsbekæmpelse (Jørgensen & Dalgaard, 2004).

Alternativt kan bedriften søge at blive selvforsynende med energi eller benytte vedvarende energi produceret andetsteds enten via biogasproduktion (fra bl.a. husdyrgødning og grøngødning), rapsolie, vindmøller, solceller (Jørgensen & Dalgaard, 2004) eller 2. generations ethanol. El- og biogasdrevne maskiner og traktorer er en mulighed der nærmer sig, men endnu ikke er en realitet. I forbindelse med produktion af energi på bedriften, er det vigtigt at være opmærksom på, at hvis dyrkningseggede arealer benyttes til energiproduktion og mængden af salgsafgrøder reduceres tilsvarende, så risikerer klimabelastningen at stige per kg solgte produkt. Desuden er det vigtigt at være opmærksom på at produktionen af energi ikke tærer på kulstofpuljen i jorden – hvilket reelt set frigiver CO<sub>2</sub> til atmosfæren og dermed tæller negativt i klimabelastningsregnskabet og samtidig forringer jordens frugtbarhed og produktionsevne.

Bedriften Ellinglund har allerede mange af de afgrøder, der kan reducere energiforbruget, såsom kvælstoffikserende afgrøder, flerårige og afgræssede afgrøder. Derudover kan det overvejes på længere sigt at erstatte dieselforbruget med vedvarende energi.

#### 3.2 Kvælstof – mere effektiv udnyttelse og mindre tab

Reduktion af det direkte energiforbrug på bedriften er dog ikke det eneste, der kan reducere klimabelastningen fra bedriften, da CO<sub>2</sub> ikke er den eneste gas, der bidrager til global opvarmning.

Kvælstofforbruget, -omsætningen og -tabet på bedriften påvirker også i høj grad bedriftens klimabelastning, idet kvælstof kan omdannes til drivhusgassen lattergas,  $N_2O$ , der er en 298 gange mere potent drivhusgas end  $CO_2$ . Jo mere kvælstof der cirkulerer på bedriften og jo større tabet er, jo større er den potentielle udledning af  $N_2O$ . Jo mere kvælstof der kan omdannes til udbytte, f.eks. ved hjælp af effektive efterafgrøder, jo mindre bliver klimabelastningen per kg af de solgte produkter. En mere effektiv udnyttelse af kvælstof på bedriften påvirker derfor automatisk klimabelastningen for bedriften og for de solgte produkter (mælk, kød og evt. afgrøder). Der er desuden som tidligere beskrevet sat en klimabelastning på produktionen af husdyrgødning, i det det har en gødningsværdi og derfor ikke bør være gratis. Ved reduktion af indkøb af husdyrgødning, reduceres denne post til produktion af husdyrgødning ligeledes. På Ellinglund kommer 3% af klimabelastningen fra produktionen og transporten af indkøbt husdyrgødning og 33% fra udledningen af  $N_2O$ . Der er derfor noget at hente, hvis indkøbet af kvælstof til bedriften minimeres (uden at det går ud over udbytte) og udnyttelsen og tabet af kvælstof optimeres. Et tiltag kunne være flere efterafgrøder, hvilket dog allerede er opfyldt på Ellinglund. Optimering af kvælstofudnyttelsen bør derfor være i fokus i forsøget på at reducere klimabelastningen fra bedriften.

Hvis man ser på kvælstofbalancen for basisscenariet, er der et overskud på 1118 kg kvælstof per ha sædskifteareal (og 110 kg N/ha, når hele det dyrkede areal indregnes) og en estimeret udvaskning på 82 kg N/ha (det dyrkede areal). Hvis N-effektiviteten kunne optimeres og kvælstofindkøbet til bedriften minimeres ville klimabelastningen falde. I et alternativt scenarium 1 i det efterfølgende illustreres således effekten på klimabelastningen af at reducere kvælstofindkøbet til bedriften til et minimum, hvorved cirkulering af uudnyttet kvælstof reduceres og risikoen for lattergasemissioner reduceres.

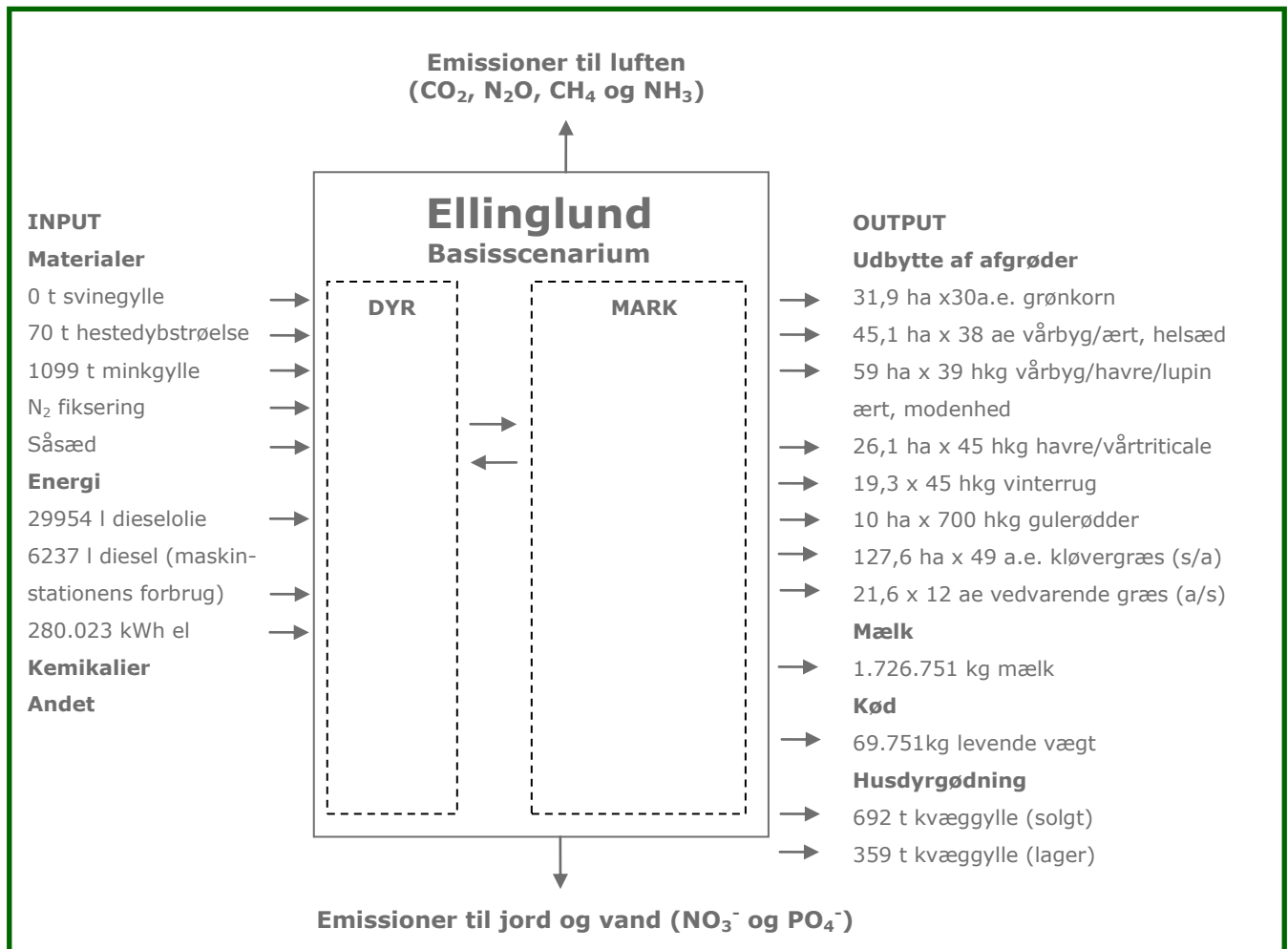
### 3.2.1 Alternativt scenarium 1 (reduceret N-tildeling)

I basis scenariet udbringes 140 kg total N pr ha (sædskifteareal på 320 ha) inkl. N afsat under afgræsning. I scenarium 1 reduceres mængden af udbragt husdyrgødning i forhold til mængden i basisscenariet med 7.957 kg total N til 115 kg total N pr. ha (sædskifteareal) inkl. N afsat under afgræsning, dette svarer til 18% reduktion af udbragt kvælstofmængde. Den sparede mængde husdyrgødning svarer til, at der ikke indkøbes svinegødning og at kløvergræsmarkerne (127,6 ha) stort set ikke gødes.

I basisscenariet svarer netto-indkøb af gødning til 9891 kg total N, når den mængde gødning, der lægges på lager regnes, som var det solgt.

I scenarie 1 bliver netto-indkøb af gødning reduceret til 1934 kg total N.

I scenarium 1 antages det at være agronomisk muligt at reducere tilført gødningsmængden samtidig med, at udbytniveauet fastholdes.



Figur 3. Illustration af input, output og emissioner der inddrages i beregningen klimabelastningen af Scenarium 2 for Ellinglund (reduceret N-tildeling).

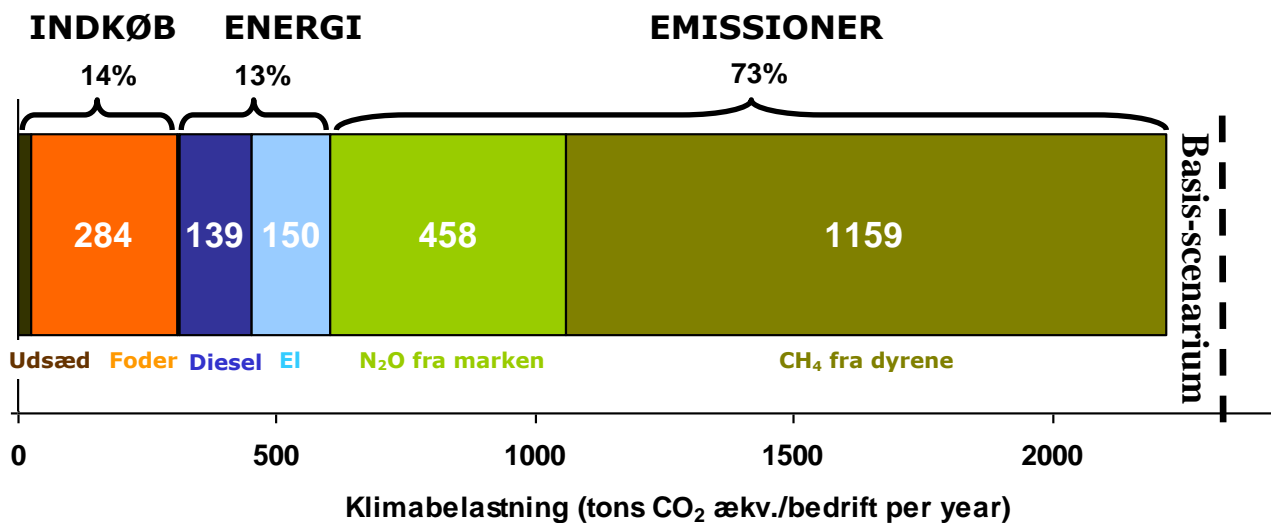
Resultatet af scenarium 1 for klimabelastningen ses i Tabel 8 og Figur 3. Den reducerede gødnings-tildeling i scenarium 1 reducerer bedriftens klimabelastning med 5% fra 2348 til 2219 ton CO<sub>2</sub>-ækv. per bedrift per år. I scenarium 1 er klimaaftrykket pr. ha kun 6504 kg CO<sub>2</sub>-ækv. eller 1,29 kg CO<sub>2</sub>-ækv. pr. kg mælk mod hhv. 6881 kg CO<sub>2</sub>-ækv/ha og 1,36 kg CO<sub>2</sub>-ækv/kg mælk i basisscenariet.

Tabel 8. Klimaaftryk for basisscenariet for den samlede bedrift Ellinglund (kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter).

Scenarie	Basisscenariet (2008 data)	Scenarie 1
<b>Bedriftens samlede klimabelastning</b>	<b>2.347.658</b>	<b>2219.100 (95%)</b>
Pr. ha dyrket (341,2 ha)	6881	6504
Pr. FE salgsafgrøde (hele bedriftens klimabelastning )	1,63	1,54
Pr. kg mælk (hele bedriftens klimabelastning )	1,36	1,29

Den opnåede reduktion i bedriftens i klimaaftryk skyldes en betydelig reduktion i bidraget fra to vigtige poster, dels indkøbt husdyrgødning, der udgør 2,4% af bedriftens samlede klimaaftryk i

basisscenariet mod kun 0,1% i i scenarium 1, og dels lattergasemissioner fra afgrødedyrkningen, der udgør 22,2% af bedriftens samlede klimaaftryk i basisscenariet, mod 20,6% i scenarium 1.



Figur 4. Klimabelastning fra Scenarie 2 på Ellinglund (reduceret N-tildeling).

Tabel 9. De vigtigste bidrag til klimabelastningen for basisscenariet for bedriften Ellinglund (kg CO<sub>2</sub>-ækv. per bedrift per år). I bidraget fra de forskellige drivhusgasser angives den procentvise andel i parentes.

	Bidrag fra forskellige klimagasser; %			I alt	
	CO <sub>2</sub> (kg Co2-ækv)	N <sub>2</sub> O (kg Co2-ækv)	CH <sub>4</sub> (kg Co2-ækv)	Kg CO <sub>2</sub> -ækv.	% af total
Indkøb					
- udsæd	27,4	68,5	3,8	23.736	1,1
- husdyrgødning	32,6	67,3	0	1572	0,1
- foder				284.463	12,9
Energi					
- el	98,6	0,02	1,4	150.218	6,8
- diesel	94,7	2,9	2,7	116.611	5,3
Transport					
- gødning	94,7	2,9	2,7	3140	0,1
Maskinstation					
- udbringe gødning, ensilere etc.	94,7	2,9	2,7	22366	1,0
Bedriften		28 (457.610)	72 (1.159.436)	1.616995	72,9
<b>I alt</b>	<b>17 (367.659)</b>	<b>30 (673.935)</b>	<b>53 (1.177.037)</b>	<b>2.219.100</b>	<b>100</b>

Det reducerede bidrag fra indkøbt husdyrgødning skyldes, at husdyrgødning mht. klimaaftryk tillægges samme klimaaftryk som tilsvarende mængde plantetilgængeligt N fra kunstgødning. Det reducerede bidrag fra lattergasemissioner skyldes dels en direkte reduktion i lattergasemissionen som følge af den mindre mængde kvælstof udbragt, og dels en indirekte effekt som følge af mindre nitratudvaskning. I scenarium 1 reduceres bedriftens kvælstofoverskud med 23 kg N/ha, idet input i form af husdyrgødning er reduceret tilsvarende og output af N fra bedriften opretholdt. Der frigives dog lidt mere N (og CO<sub>2</sub>) fra jorden som følge af den mindre mængde gødning tilført og

ændring af gødningstype. Alt i alt reduceres den potentielle udvaskning dog fra 82 til 62 kg N/ha/år (Tabel 10).

**Tabel 10. Bedriftens kvælstofbalance – ændringer som følge af reduceret gødningsmængde i scenarium 2.**

Bedrifts N-balance	Basis		Scenarie 1	
	Kg N/ha	Kg N i alt	Kg N/ha	Kg N i alt
<b>INPUT</b>	<i>Pr ha dyrket</i>		<i>Pr ha dyrket</i>	
<b>Indkøbt husdyrgødning</b>				
svinegylle, slagtesvin		7957		0
Dybstrøelse hest		525		7020
Gylle mink		7020		7957
<b>I alt (pr ha dyrket)</b>	45	<b>15502</b>	22	7545
<b>Input i alt (pr ha dyrket)</b>	178		155	
<b>Output i alt</b>	68		68	
Bedriftens N-balance	110		<b>87</b>	
<b>Fordeling af overskud</b>	<b>Kg N/ha</b>	<b>Kg N i alt</b>	<b>Kg N/ha</b>	<b>Kg N i alt</b>
Ændring i Jordpulje <sup>2)</sup>	-1		-2	
Udvaskning (NO <sub>3</sub> -N) <sup>3)</sup>	82		62	

### 3.3.3 Kulstof – øget binding i jord og biomasse

Den forøgede mængde CO<sub>2</sub> i atmosfæren kan modvirkes ved at binde noget kulstof. Dette kan gøres på bedriften, hvorved det modregnes positivt i bedriftens klimabelastning. Binding af kulstof på bedriften kan ske enten i jorden eller den overjordiske biomasse. Binding af kulstof i jord kan stimuleres primært ved nedmuldning af afgrøderester (herunder halm), brug af efterafgrøder og husdyrgødning (især dybstrøelse) og flerårige græsmarker (Schjønning et al., 2009).

Risikoen ved en strategi, hvor kulstofindholdet i jorden løbende reduceres er både en negativt effekt for klimabelastningen fra bedriften, idet der løbende sker en nettotrigivelse af CO<sub>2</sub> til atmosfæren, men det er også negativt for jordens dyrkningsmæssige egenskaber, bl.a. i form af jordens evne til at smuldre og danne et godt såbed, hvilket især er kritisk for lerjorde (Schjønning et al., 2009).

Ellinglund har i basisscenariet en import af kulstof til bedriften i form af halm og samtidig dyrkes relativt mange efterafgrøder. Således er der efterafgrøder på 62,8 ha svarende til 18% af det dyrkede areal, samtidig er der udlæg af kløvergræs i 123 ha (der hvor der i markplanen er anvendt blanding Ø22 og Ø42 og der samtidig er antaget, at der høstes et udbytte).

En alternativ måde at binde kulstof på bedriften er at plante flere blivende hegn og træer, for på den måde at binde kulstof i biomasse (Gyldenkerne et al., 2005). Hvis det antages, at der plantes et 3-rækket læhegn, der har en lineær vækst indtil det er 25 år gammelt, hvorefter hegnes holdes på det samme niveau med udtyndinger hver 10. år, vil den gennemsnitlige bundne biomasse fra hegnene er 25 år gammelt og fremefter være ca. 127 m<sup>3</sup> per ha, hvilket svarer til ca. 64 tons biomasse per ha eller 32 tons C per ha (Gyldenkerne et al., 2005). Set i et 100-årigt perspektiv, vil der i gennemsnit bindes 0,32 ton C per ha per år eller 1,16 tons CO<sub>2</sub> per ha per år ved plantning af et læhegn. 1 ha 3-rækket læhegn svarer til 2 km hegn, da det har en bredde på 5 m. Dvs. plantning af 2 km 3-rækket læhegn vil binde ca. 1,16 tons CO<sub>2</sub> per år eller **1 km 3-rækket læhegn vil binde ca.**

**0,58 tons CO<sub>2</sub> per år** i et 100-årigt perspektiv. Dette tal kan multipliceres med den længde (km) læhegn der kan anlægges og den samlede CO<sub>2</sub>-binding kan fratrækkes bedriftens samlede klimabelastning. Hvis den biomasse der produceres ved udtynding af hegn bruges til energiformål og dermed fortrænger noget fossilt brændstof kan dette også indregnes i beregningerne.

## 4. Konklusion

Bedriften Ellinglund har en total klimabelastning på 2348 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per år, hvilket svarer til 6881 kg CO<sub>2</sub>-ækvivalenter per ha per år eller 1,63 kg CO<sub>2</sub>-ælk. Per FE i producerede afgrøder (hele bedriftens klimaaftryk fordelt på afgrødeproduktionen) eller 1,36 kg CO<sub>2</sub>-ækv. per kg mælk (hele bedriftens klimaaftryk fordelt på mælkeproduktionen). 16% af klimabelastningen fra bedriften stammer fra produktion og transport af input i form af husdyrgødning, foder og udsæd, 12% stammer fra det direkte energiforbrug på bedriften til primært trækkraft og el, hvorimod 72% af klimabelastningen stammer fra direkte emissioner af lattergas (N<sub>2</sub>O) og metan (CH<sub>4</sub>) på bedriften. En følsomhedsanalyse med et 8% højere foderforbrug illustrerer, at klimabelastningen for hele bedriften ville være 8% højere.

Klimabelastningen kan generelt reduceres på bedriften ved tre hovedfokusområder: 1) Energi – reduceret brug af fossil energi og øget energiproduktion, 2) Kvælstof – mere effektiv udnyttelse og mindre tab og 3) Kulstof – øget binding i jord og biomasse.

Med hensyn til energiforbruget på bedriften er fokus at reducere det nuværende forbrug (der er allerede et sædskifte med et lavt energiforbrug pga. mange e kvælstoffikserende, flerårige eller afgræssede afgrøder) ved at benytte vedvarende energi produceret enten på bedriften eller andetsteds.

Med hensyn til en mere effektiv udnyttelse og mindre tab af kvælstof, er effekten på klimabelastningen illustreret i et scenarium 1, hvor mængden af kvælstof udbragt er reduceret med 23 kg N/ha. Dette tiltag reducerer klimabelastningen på bedriften med 5% eller omregnet pr kg mælk fra 1,36 til 1,29 kg CO<sub>2</sub>-ækv/kg mælk.

Med hensyn til binding af kulstof eller CO<sub>2</sub> på bedriften er fokus på jord i form af bl.a. halmnedmuldning og efterafgrøder eller i biomasse i form af plantning af blivende træer og hegn.



**LITTERATUR**

- Askegaard, M., Thorup- Kristensen, K , Lindhard-Pedersen, H , Kristensen, I.S. , Oudshoorn, F., Tersbøl, M. 2008. Muligheder og barrierer i den økologiske planteproduktion. I: Udvikling, vækst og integritet i den danske økologisektor. Vidensyntese nr. 1, ICROFS. Online at <http://ecowiki.org/OekologiskUdvikling/Hvidbog>
- Ecoinvent Centre (2009) Ecoinvent Database v. 2.0. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Online på [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).
- Gyldenkærne S., Münier B., Olesen JE, Olesen SE, Petersen BM & Christensen BT (2005) Opgørelse af CO<sub>2</sub>-emissioner fra arealanvendelse og ændringer i arealanvendelse – LULUCF - metodebeskrivelse samt opgørelse for 1990-2003. Arbejdsrapport fra DMU nr. 213. 80 s.
- Jørgensen U. & Dalgaard T. (2004) Energi i økologisk jordbrug – reduktion af fossilt energiforbrug og produktion af vedvarende energi. FØJO-rapport nr. 19. 164 s.
- LCAfood (2007) Online på [www.lcafood.dk](http://www.lcafood.dk).
- Schjønning P., Heckrath G & Christensen B.T. (2009) Threats to soil quality in Denmark – a review of existing knowledge in the context of the EU soil thematic strategy. DJF report Plant Science No 143. Faculty of Agricultural Sciences, Dept. Of Agroecology and Environment, Aarhus University. 121 s.
- Økologisk Landsforening (2009) Klimastrategi for Økologisk Jordbrug – målsætninger, indsatsområder og virkemidler for bedre klimabeskyttelse med økologisk jordbrug. Online på [www.okologi.dk/klima](http://www.okologi.dk/klima).

## BILAG

Tabel B1. Bedriftens kvælstofbalance – Basisscenarium

Bedrifts N-balance		Basis 2009 data	
Sædskifteareal, ha		756,2	
Dyrkede areal, ha		756,2	
INPUT		Kg N/ha	Kg N i alt
<b>Indkøb</b>			
Foder		29,0	9897
Halm		2,2	744
Udsæd		2,1	710
<b>Fixering</b> <i>Pr. ha med afgrøden</i>			
Lupin			
Ært		110	
hestebønner			
Rødkløver til frø			
kl græs slæt		150	
Byg/ært		39	
vedv græs			
Udlæg <sup>1)</sup>		25	
efterafgrøde		10	
<b>I alt (pr ha dyrket)</b>		<b>82</b>	<b>28081</b>
<b>Indkøbt husdyrgødning</b> <i>Pr ha dyrket</i>			
svinegylle, slagtesvin		23,3	7957
Dybstrøelse hest			
Gylle mink		20,6	7020
<b>I alt (pr ha dyrket)</b>		<b>45,4</b>	<b>15505</b>
<b>Atmosf. deposition, nedbør</b>			
<b>I alt (pr ha dyrket)</b>		<b>15</b>	<b>5118</b>
<b>Input i alt (pr ha dyrket)</b>		<b>178</b>	<b>60736</b>
OUTPUT		Kg N/ha	Kg N i alt
<b>Salgsafgrøder</b>			
Gulerødder			1176
Kløvergræsens. til lager			
Helsæd til lager			4925

Mælk		9121
Kød		1112
Solgt husdyrgødning + lager		5611

---

<b>Output i alt</b>	<b>68</b>	<b>23108</b>
---------------------	-----------	--------------

---

Bedriftens N-balance	110	37628
----------------------	-----	-------

Fordeling af overskud	Kg N/ha	Kg N i alt
<b>Ammoniakfordampning</b>		<i>kg NH<sub>3</sub>-N</i>
stald, HG		1801
lager, HG		1230
udbringning af HG		2736
afgræsning, HG		511
afgrøder (kunstgødning)		459
I alt Ammoniakfordampn.	19,5	6736
<i>Heraf tabt som N<sub>2</sub>O-N</i>		67,4
<b>Amm. Fordampning</b> <i>(efter N<sub>2</sub>O-N tab)</i>	19,5	<b>6668</b>
<b>Denitrifikation</b> <sup>1)</sup>	9,5	<b>3241</b>
<b>Ændring i Jordpulje</b> <sup>2)</sup>	-1	<b>-341</b>
<b>Udvaskning (NO<sub>3</sub>-N)</b> <sup>3)</sup>	82	<b>28060</b>
heraf tabt som N <sub>2</sub> O-N	0,6	211

1) Beregnet vha SimDen

2) Beregnet med B.M. Pedersens nye C-tool model (2009) tilpasset økologi (kulstofskolen)

3) Beregnet som differens, N overskud minus øvrige tabsposter

Tabel B2. Beregning af lattergasemission – Basisscenarium.

Lattergas (N<sub>2</sub>O) emission:

<b>Afgræsning</b>	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>	faktor	*	kg N i gødning afsat på græs
Fra gødning afsat under afgræsning	146,0	0,02		7299
<b>Stalden</b>	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>	faktor	*	kg N i gødning afsat i stalden
Fra gødning afsat i stalden	64	0,01		6401 dybstrø
	48	0,002		24063 gylle
<b>Lager</b>	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>	faktor	*	kg N i gødning overført til lager
Fra gødning overført til lager	30	0,005		6050 dybstrø
	114	0,005		22765 gylle
<b>Udbringning i marken</b>	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>	faktor	*	kg N i gødning udbragt på marken
Fra husdyrgødning udbragt i marken	374,8	0,01		37.475
<b>Afgrøderester</b>	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>	faktor	*	kg N i afgrøderester
Fra afgrøderester	59,9	0,01		5987 DMU beregning
Indirekte lattergas emission				
<b>Fra ammoniakfordampning</b>	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>	faktor	*	kg NH <sub>3</sub> -N tabt
	67,4	0,01		6735,5115
<b>Fra nitratudvaskning</b>	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>	faktor	*	kg NO <sub>3</sub> -N udvasket
	210,5	0,0075		28060,287
Samlet lattergasemission	<i>kg N<sub>2</sub>O-N</i>			1114,6

Tabel B3. Beregning af metan-emission – Basisscenarium.

<b>Metan (CH<sub>4</sub>) emission:</b>					
<b>Afgræsning</b>	<i>kg CH<sub>4</sub></i>	faktor *	kg DM gødning afsat på græs		
Fra gødning afsat under afgræsning	117	0,0011	105.935		
<b>Stalden</b>	<i>kg CH<sub>4</sub></i>	faktor *	kg DM gødning afsat i stalden		
Fra gødning afsat i stalden	3654	0,018	202.986	<i>dybstrøelse</i>	
	1300	0,003144	413623,7542	<i>gylle</i>	
<b>Lager</b>	<i>kg CH<sub>4</sub></i>	faktor *	kg DM gødning overført til lager		
Fra gødning overført til lager	403	0,0021	191.846	<i>dybstrøelse</i>	
	4083	0,0105	388862,8561	<i>gylle</i>	
<b>Udbringning i marken</b>	<i>kg CH<sub>4</sub></i>	faktor *	m3 gødning udbragt på marken		
Fra husdyrgødning udbragt i marken	2	0,0013	1656	<i>dybstrøelse</i>	
	3	0,0013	1940	<i>kvæggylle</i>	
	2	0,0013	1558	<i>svinegylle</i>	
	1	0,0013	1043	<i>mink gylle</i>	
<b>Enteric fermentation</b>	<i>kg CH<sub>4</sub></i>	faktor *	kg DM intake	MJ/kgDM *	kg CH <sub>4</sub> /MJ *
Køer	28256	0,065	1301320	18,59	55,65
Opdræt	7430	0,065	347776	18,29	55,65
Tyre	839	0,065	39280	18,29	55,65
heste < 700 kg	180		Tier 1	18	CH <sub>4</sub> /dyr/år
heste < 300 kg	108			18	
i alt	36813				
<b>Samlet metan (CH<sub>4</sub>) emission:</b>	<i>kg CH<sub>4</sub></i>				
	46377				