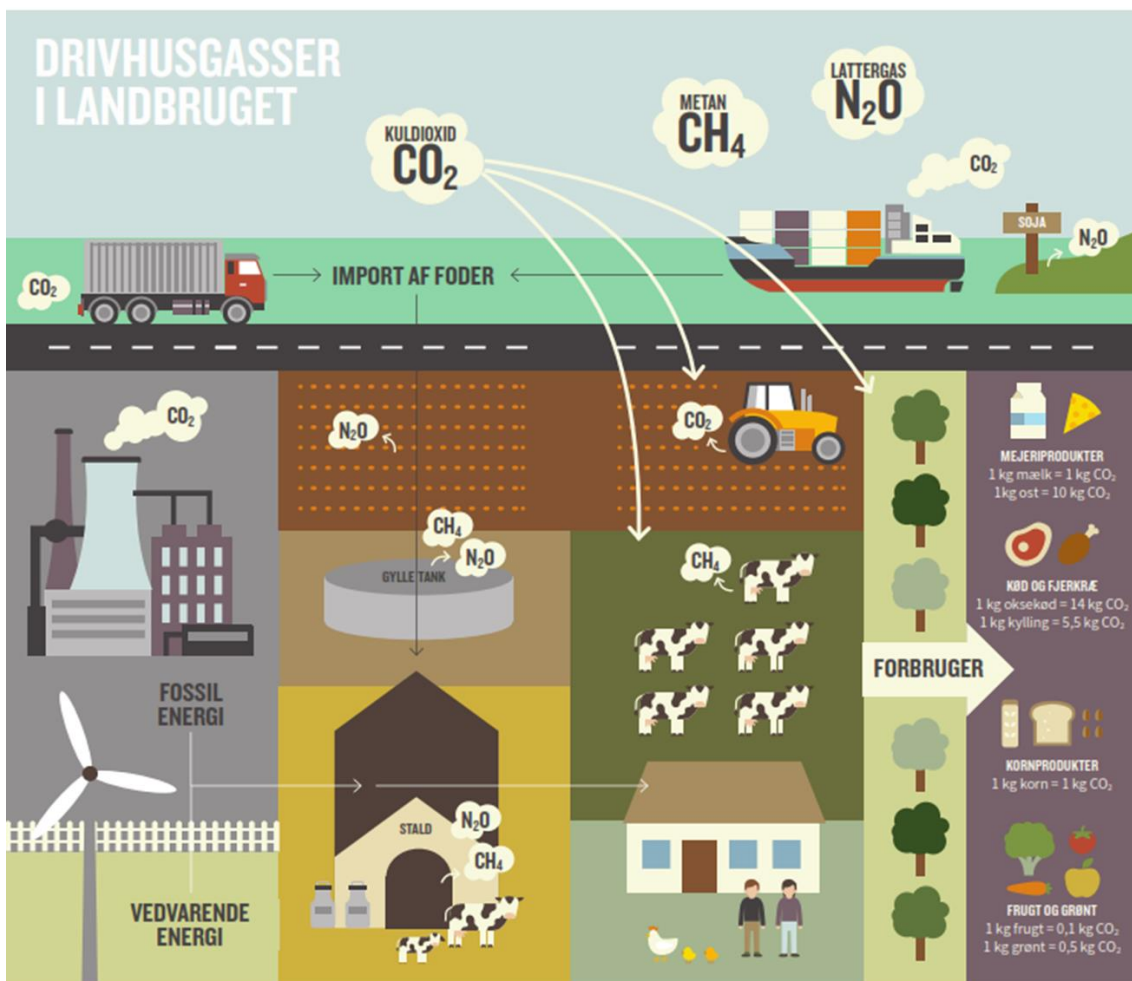


# Klimalandmand 1.0

**Klimaværktøj til beregning af klimaaftrykket hos den enkelte mælkeproducent, kødproducent og planteavler**

Notat om beregningsgrundlaget for emissionskilder og virkemidler.



## Værktøjets formål

Klimaværktøjet Klimalandmand 1.0 er et bedriftsspecifikt værktøj, der beregner bedriftens nudrift og effekten af udvalgte, bedriftsspecifikke virkemidler. Klimalandmand 1.0 er et operationelt værktøj baseret på dokumenterede effekter, der motiverer den enkelte landmand til at handle og dermed reducerer bedriftens samlede drivhusgasudledning.

## Beskrivelse af værktøjets ramme

Bedriften udgør systemet, der regnes på. Det er den enkelte landmand/bruger, der beslutter, hvilke driftsenheder, der medtages i den bedriftsenhed, der regnes på. Dette har betydning for, hvilke produktionsinput, der regnes som eksterne, og tilsvarende hvilke produkter, der går ud af bedriften.

Det kan også have betydning for, hvor enkelt det er at hente data fra elektroniske registreringer om bedriften.

Biogasanlæg og vindmøller mv. betragtes som eksterne anlæg, når de har et andet CVR-nr. end bedriftens (uanset om bedriftens ejer er ejer eller medejer af energianlæggene).

Indkøb af vedvarende energi fra eksterne anlæg kan modregnes i forbruget af energi på bedriften. Yderligere produktion af vedvarende energi på anlæg, som bedriftens ejer er ejer eller medejer af, medtages ikke i beregningerne i Klimalandmand; men kan anføres i bemærkningerne til programmets resultatopgørelse.

Alle forhold på bedriften regnes sammen; både dem, der udleder drivhusgasser, og den kulstoflagring, der sker i jorden. Der tages også højde for den udledning, der hører til de produkter og dyr, der indkøbes til eller sælges fra bedriften.

De vigtigste poster er:

- Udledning fra dyrenes fordøjelse (metan)
- Udledning fra husdyrgødning i stald og lager – herunder kompostering (metan og lattergas)
- Udledning ved udbringning af gødning på markerne (lattergas)
- Omsætning af planterester i jorden (lattergas)
- Udledning og lagring af kulstof i jorden – herunder organiske jorder og plantning af træer (CO<sub>2</sub>)
- Udvaskning af nitrat (lattergas)
- Energiforbrug – evt. modregnet produktion af vedvarende energi (CO<sub>2</sub>)
- Indkøb og salg af produkter – herunder gødning til biogas (CO<sub>2</sub>)

Ved at ændre på forhold på bedriften f.eks. dyrehold, sædskifte, gødskning, træplantning eller energiproduktion, kan en ny indtastning vise konsekvensen i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, og landmanden kan beslutte, hvad der giver bedst mening at gå i gang med.

## Oversigt over værktøjet emissionskilder og virkemidler

Tabel 1: Oversigt over værktøjets emissionskilder, drivhusgastype, emissionsparametre og inkluderede virkemidler for hver emissionsparameter.

Emissionskilde	Udledning	Emissionsparameter	Virkemiddel
<b>FORDØJELSE</b>			
	CH <sub>4</sub>		
		1 Antal dyr	Øget levealder Reduceret kælvningsalder Forlænget laktation Kønssorteret sæd og kødkvægssæd
		2 Type dyr	Stor race og Jersey
		3 Fodersammensætning	Optimeret grovfoderkvalitet/sammensætning Optimeret fodereffektivitet (ts pr. kg EKM) Øg selvforsyningsgraden af foder
<b>HUSDYRGØDNING I STALD/LAGER</b>			
	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>		
		4 Antal dyr	
		5 Type dyr	
		6 Staldtype	
		7 Opholdstid af gylle i stald	Hypigere gylleudslusning til tank
		8 Mængde strøelse	
		9 Gylletank	Overdækning af gylletank
<b>HUSDYRGØDNING PÅ MARK</b>			
	N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>		
		10 Antal dyr	
		11 Type dyr	
		12 Staldtype/gødningstype	Brug af afgasset gødning
		13 Mængde gødning afsat på mark	
		14 Udbringningsmetode	Optimeret udbringningstidspunkt Konstant plantedække
<b>SLAM OG ANDEN ORGANISK GØDNING</b>			
	N <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub>		
		15 Mængde N	
		16 Gødningstype	Brug af afgasset gødning Optimeret gødningshåndtering på lager (kompostering)
<b>AFGRØDERESTER</b>			
	N <sub>2</sub> O		
		17 Areal	Øget areal med efterafgrøder
		18 Afgrødetype	
		19 Udbytte	Fjernelse af biomasse til biogas

ORGANISKE JORDE		N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	
	20	Areal	
	21	Areal drænet	Reducer drænet areal
	22	Areal i omdrift	Reducer areal i omdrift
KALKNING		CO <sub>2</sub>	
	23	Type af kalkmiddel	
	24	Mængde af CaCO <sub>3</sub>	
ENERGIFORBRUG		CO <sub>2</sub>	
El/varme	25	Forbrug af kWh	Overgå til 100% grøn energi (Klasse A) Effektiviser energiforbrug
			Automatisk styring af kornblæser Reduceret energiforbrug ved malkning Overgå til jordvarme Etabler solfangere Opstil vindmølle Overgå til biobrændsel Brug varmegenvinding Overgå til biogas Etabler solceller
Maskiner/traktorer	26	Forbrug af diesel	Overgå til el-maskinel Optimer indstilling af maskiner i marken og på vej Optimer arrondering Effektiviser last-kørsel

Emissionskilde	Udledning	Emissionsparameter	Virkemiddel
<b>C-binding i jord og ved</b>			
	27	Organiske jorde	Udtagning af jorde (omdrift, afskær dræn)
	28	Efterafgrøder	Øget areal med efterafgrøder
	29	Antal træer/buske	Øget antal af træer/buske
	30	Andel græs/flerårige afgrøder	Øget omdriftstid for græsmarker Øget andel af græs/flerårige afgrøder Udbytteoptimering i græsmarker (omdrift + permanente)
	31	Type af jordbehandling	Faste kørespor
	32	Halmnedmuldning	Øget tilbageførsel af halm
	33	Tildelt gødningstype	Optimeret type ift. sædskifte
	34	Type af afgrøder (kulstof i jord)	Ændring til mere kulstofopbyggende afgrøder
	35		Tildeling af bio-kul

UDVASKNING		N2O	
	36	Afgrødetype	
	37	Efterafgrøder	Øget areal med efterafgrøder
			Gødningsmængde/type optimeret ift. sædskifte
	38	Jordtype (sand/ler)	
IMPORT/EKSPORT		CO2	
TIL BEDRIFTEN			
Foder	39	Fodermiddel	
	40	Mængde	
	41	Oprindelsesland	
Gødning	42	Gødningstype	
	43	Mængde	
	44	Bioforgasning af gødning	
	45	Gødningstype der bioforgasses	
	46	Gødningsmængde der bioforgasses	
Maskinarbejde	47	Solgt maskinarbejde (kr.)	
	48	Indkøbt maskinarbejde (kr.)	
Vedvarende energi	49	Produktion af vedvarende energi	
	50	Forbrug af vedvarende energi (indkøbt)	
Dyr	51	Indkøb af dyr til bedriften	

## Beregningsgrundlag for emissionskilder og virkemidler

Følgende afsnit beskriver beregningsgrundlaget for emissionskilderne og virkemidlerne præsenteret i Tabel 1 i den anførte rækkefølge:

- Fordøjelse
- Husdyrgødning i stald/lager
- Husdyrgødning på mark
- Slam og anden gødning
- Afgrøderester
- Organiske jorde
- Kalkning
- Energiforbrug
- Kulstofbinding i jord og ved
- Udvaskning
- Import/eksport inkl. levering til biogas
- Vejledning til dataudtræk fra økonomidatabasen

## Data og input til beregning af CH<sub>4</sub>-emission fra dyrenes fordøjelse

**Emissionskilde: Fordøjelse.**

**Emissionsparametre: 1: Antal dyr, 2: Type dyr, 3: Fodersammensætning**

**Udledning: CH<sub>4</sub>**

*Tabel 2: Emissionsparametre og virkemidler for fordøjelse fra husdyr.*

Emissionsparameter	Virkemiddel
1 Antal dyr	Øget levealder Reduceret kælvningsalder Forlænget laktation KSS og kødkvægssæd
2 Type dyr	Stor race og Jersey
3 Fodersammensætning	Optimeret grovfoderkvalitet/sammensætning Optimeret fodereffektivitet (ts pr. kg EKM) Øg andelen af selvforsyning

### Basisberegning for metanudledningen fra fordøjelsen

Generelt for udregninger af metanudledningen fra kvægets fordøjelse antages følgende.

#### Malkekvæg

##### Antagelse:

- Vi antager at energiindholdet per ts altid er det samme uanset fodersammensætning – dvs. vi anvender altid en default for GE.
- Antal græsningsdage har ingen betydning for beregning af emissionen af malkekvæg, fordi vi antager at dyrene får samme mængde kraftfoder uafhængig af antal græsdage. For øvrige kvæg har antal græsdage betydning
- Enheden for mængde foder er mængde i kg TS

Mulighed for indtastning i værktøjet på flere niveauer:

Niveau 1: Har data på antal dyr. Så anvendes årets default fra de nationale emissionsopgørelser for både Ym og foder – dvs. IEF.

Niveau 2: Har data på antal dyr og beregnet total fodertildeling (kg TS). Så anvendes en default Ym

Niveau 3: Har data på antal dyr, total fodertildeling og fodersammensætning (fedt, aske, fiber og stivelse), så kan bedrift-Ym beregnes (Ym1). Der beregnes en Ym for sommer- og vinterperiode.

**Beregningsgrundlag:** Ym-default er baseret på emissionsopgørelsen og Ym1 er baseret på Helwing et al., 2016.

**Bemærkning:** Selvom vi kender mælkeydelsen, kan denne information ikke anvendes til at beregne hverken Ym eller ts. Vi kender ikke sammenhængen mellem ts og mælkeydelse. Vi kan ikke regne en Ym baseret på mælkeydelsen fordi vi i ligningen baseret på mælkeydelse (Ym2) skal bruge data fra fodersammensætningen.

## Ym1 og Ym2:

### *Teoretisk formel for metan-udledning*

Baseret på foderoptag (Ym1 (%)):

$$Ym1 (\%) = 7,55 - 0,0343 \times \text{Foderindtag (kg TS/dag)} - 0,0199 \times \text{Fedt} - 0,0014 (\text{g/kg TS}) \times \text{Aske (g/kg TS)} + 0,0028 \times \text{NDF (g/kg TS)} - 0,0045 \times \text{Stivelse (g/kg TS)}$$

Reference: Hellwing et al. 2016

### *Teoretisk formel for metan-udledning*

Baseret på ydelse (Ym2 (%)):

$$Ym2 (\%) = 7,23 - 0,0168 \times \text{EKM ydelse (kg/dag)} - 0,0190 \times \text{Fedt} - 0,0014 (\text{g/kg TS}) \times \text{Aske (g/kg TS)} + 0,0032 \times \text{NDF (g/kg TS)} - 0,0044 \times \text{Stivelse (g/kg TS)}$$

Reference: Ligningerne for Ym1 og Ym2 er baseret på fodringsforsøg foretaget af DCA i perioden 2010-2014, analyse af forskellige fodersammensætninger, 41 forskellige diæter fra 10 forskellige eksperimenter; til sammen 185 observationer (Hellwing et al., 2016 og Hellwing et al., 2014). Anvendt samme beregnings opsætning som Norfor fodringssystem (Volden og Nielsen, 2011).

### **Metanudledning fra andet kvæg (ungdyr, kalve og ammekøer)**

Antagelse: Vi har ingen ligning hvor en specifik Ym kan beregnes. Vi anvendes default for Ym og energiindhold i foder (GE) – dvs. MJ per FE, og enheden for mængde foder er FE.

Mulighed for indtastning i værktøjet på flere niveauer:

Niveau 1: Har data på antal dyr. Der anvendes default for mængde foder og græsdage - dvs. IEF baseret på den nationale opgørelse.

Niveau 2: Har data på antal dyr og antal græsdage eller antal dyr og total fodertildeling (FE).

Niveau 3: Har data på antal dyr, antal græsdage og total fodertildeling (FE).

## Generelt for beregninger af antal dyr:

- Antal dyr er baseret på årsdyr, og derfor er det kun dyr til slagt til konsum og køer til levebrug der påvirker antal dyr. Derudover påvirker antallet af solgte kalve < 3 måneder antallet af ungdyr, der findes på bedriften. Antallet *kalve* skal korrigeres ift. *eksport/import-tal* før *antal dyr-tallenes* effekt på andre emissionsparametre udregnes (fodring, gødning o.l.). For kalve < 3 måneder sættes udledningen til 0.
- Udledningen fra dyrene medregnes indtil dyrene evt. forlader bedriften ved salg eller slagt.
- Ved import af levende dyr inkluderes belastningen fra før import af de pågældende dyr.
- For eksport af kalve/kvier godskrives landmanden for den mængde kød (levende eller slagtet), som han eksporterer. Fordelingen af klimabelastningen på produkterne allokeres ift. deres økonomiske værdi (baseret på normtal).

## Virkemidler

Beregningen af CH<sub>4</sub> fra kvægets fordøjelse afhænger af antal dyr, dyretype og foder (mængde, kvalitet og sammensætning). Se Tabel 2.

### 1 Antal årsdyr

Virkemidler som øget levealder, reduceret kælvningsalder og forlænget laktation påvirker antallet af årsdyr, hvormed virkemidlet resulterer i et reduceret antal årsdyr, fx færre kvier/år. Beregningerne tager udgangspunkt i bedriftsspecifikke værdier, og kan sammenlignes (benchmark) med normtal for antal af kvier. Beregninger af effekten af virkemidler er baseret på den mest opdaterede forskning. Der skal derudover ved brug af disse virkemidler overvejes, om der er en effekt på bedriftens output ift. kg slagtet kød og kg levende kød.

### Øget holdbarhed på malkekøerne

Til beregning af effekten af virkemidlet *øget holdbarhed* antages det, at øget holdbarhed på malkekøerne resulterer i færre årskvier i alderen 6-24 måneder.

- Effekten udregnes på årsbasis, og virkemiddelværdien defineres som:  

$$y = ((\text{antal årsdyr/levealder1}) - (\text{antal årsdyr/levealder2})).$$

$$Y = \text{reduktion antal kvier.}$$

### Reduceret kælvningsalder

Til beregning af virkemidlet reduceret kælvningsalder antages det, at reduceret kælvningsalder resulterer i færre kvier. Dette defineres som følgende:

- Reduktion i antal =  $((\text{kælvningsalder reduktion i dage pr. kvie})/365)$  antal kvier på bedriften. Antagelsen er at 1 års reduktion i kælvningsalder svarer til en reduktion i udledningen svarende til én kvies metanudledning/år omregnet til antal kvier.



## Forlænget laktation

Effekten af virkemidlet *Forlænget laktation* udregnes som reduktion i udledning svarende til antal årskøer.

- En ko der forlænger laktationen med 30 dage giver følgende reduktion på  $((360/(4*30 \text{ dage}) * \text{antal dages forlængelse}) / (\text{CH}_4\text{-udledning pr. ko} * 25))$ . Der skal som input til værktøj indtastes et estimat af antal dage der forlænges og antal malkekøer der forlænges i laktationen.

Ved beregning af reduktionen i udledningen ved tiltaget forlænget laktation antages det, at der spares 36 ton CO<sub>2</sub> årligt i en besætning på 100 malkekøer ved at forlænge laktationen fra 13 - 17 måneder. Forskningen har vist at forlænget laktation har effekt på mælkeydelsen, fodereffektiviteten og antal årstyr, hvor det tyder på at mælkeydelsen falder og fodereffektiviteten stiger. Da lavere ydelse vil have negativ effekt på udledningen, men øget fodereffektivitet giver positiv effekt på udledningen, er det besluttet at ændringer på ydelse og fodereffektivitet ikke er medregnet her.

## Brug af kønssorteret sød og krydsning med kødkvæg

Ved brug af virkemidlet kønssorteret og kødkvægssød påvirkes fordelingen af antal årstyr på bedriften og output af produkt fra bedriften i kg kød. Derfor registreres effekten af dette tiltag i antal årstyr på ungdyrgrupperne i dialog med den specifikke bedrift, da fordelingen af ungdyr, der bliver/sælges/slages, vil afhænge af bedriftens strategi og prioriteringen. Ændringer i KSS og krydsning med kødkvæg vil derfor kun have betydning for udledningen, hvis fordelingen i dyregrupperne ændres. Til gengæld vil output i kg levende kød og kg slagtet kød ændre sig.

## 2 Type dyr

I nuværende beregninger opdeles dyrene i to typer: Stor race og Jersey baseret på normværdierne fra den nationale opgørelse.

## 3 Fodersammensætning

Ændringer i den gennemsnitlige estimerede foderoptagelse indgår som input parameter til værktøjet. Hvis fodersammensætningen ændres, vil det resultere i en ændring i Y<sub>m</sub> som beregnes på baggrund af ligningen for Y<sub>m1</sub>. Se afsnit om beregningsgrundlag for udledning fra fordøjelsen hos kvæg.

### Øg kvaliteten af grovfoderet

Øget kvalitet af vil påvirke fodereffektiviteten og evt. foderrations ernæringsmæssige sammensætning. Derfor vil effekten af dette tiltag kunne estimeres som en stigning i ydelsen ved antagelse af samme foderoptagelse og som en ændret sammensætning i foderrationen, hvormed ligningen for Y<sub>m</sub> ændres.

### Optimer sammensætningen af foderrationen

Baseret på ligningen for Y<sub>m1</sub> kan fodersammensætningen optimeres ift. aske, fedt, stivelse og fibre-andelen.

### Øg mængde af lokalproduceret foder.

Fodermidlernes klimaaftryk hentes fra DCA rapport 116, 2018, hvor vi bruger værdien der medtager C i jord og LUC direkte. Fodermidlernes klimaaftryk fra denne rapport kan dog ikke skelne mellem lokalproduceret og produceret i EU eller oversøisk for fodermidler, der kan være produceret både dansk og udenlandsk, da det afhænger af det enkelte lands produktionsforhold. Derfor følger vi den opdeling der er lavet i DCA rapport 116 mellem danskproducerede fodermidler og importerede fodermidler og restprodukter. Klimaaftrykket for fodermidlerne i DCA rapport 116 er udregnet for konventionelle fodermidler. Når data for økologiske fodermidler bliver tilgængelige, skal disse værdier inkluderes i værktøjet.

### Referencer:

Hellwing, A.L.F., Weisbjerg, M.R. & Lund, P., 2014: Note: Calculation of Y<sub>m</sub> for dairy cows in Denmark. Department of Animal Science, Aarhus University, AU Foulum, P.O. Box 50, DK-8830 Tjele, Denmark.

A.L. F. Hellwing A,C, M. R. Weisbjerg A, M. BraskA, L. AlstrupA, M. JohansenA, L. HymøllerA, M. K. Larsen and P. Lund. A Prediction of the methane conversion factor (Y<sub>m</sub>) for dairy cows on the basis of national farm data. Animal Production Science, 2016, 56, 535–540.

Volden H, Nielsen NI (2011) Energy and metabolizable protein supply. In 'NorFor – The Nordic feed evaluation system'. (Ed. H Volden) pp. 81–84. EAAP publication No. 30. (Wageningen Academic Publishers: Wageningen, The Netherlands)

DCA rapport 116, 2018. Mogensen et al. 2019

Lehmann et al., 2019; Extended lactations in dairy production: Economic, productivity and climatic impact at herd, farm and sector level

## Data for beregning af emission fra husdyrgødning fra stald og lager

**Emissionskilde: husdyrgødning i stald og lager**

**Udledning: CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub>**

Tabel 3: Emissionsparametre og virkemidler for husdyrgødning fra stald og lager.

Emissionsparameter		Virkemiddel
4	Antal dyr	
5	Type dyr	
6	Staldtype	
7	Opholdstid af gylle i stald	Hyppigere gylleudslusning til tank
8	Mængde strøelse	
9	Gylletank	Overdækning af gylletank
		Forsuring af gylle Gyllekøling Nitrifikationshæmmer

Emissionen afhænger af antal årsdyr, typen af dyr samt gødningsmængde og om gødningen er flydende (ajle, gylle) eller fast (dybstrøelse, fast gødning). Gødningstypen afhænger af staldtypen, som følger den fordeling som er givet i Normtallene.

### Basisberegning for CH<sub>4</sub> emission fra husdyrgødning

Emissionen fra husdyrgødning i stald og lager beregnes som summen af udledning fra husdyrgødningen og fra strøelsen. Den beregnes på baggrund af mængden af organisk stof (VS - volatile solids), som i husdyrgødning antages at udgøre 80% af TS-indholdet.

**Antagelser:** CH<sub>4</sub> emissionen fra gyllen beregnes fra henholdsvis stald og lager, hvor der i lageret skelnes mellem om gyllen anvendes til biogasproduktion eller ej.

Der anvendes faste emissionsfaktorer for emissionen af CH<sub>4</sub> per kg VS per dag, disse er baseret på en modelberegning, hvor der er taget højde for gennemsnitstemperaturen i danske stalde og de klimaforhold der gør sig gældende i Danmark (Mikkelsen et al., 2016).

For kvæg antages en temperatur i stalden som er 5 grader højere end udendørstemperaturen, hele året. For svin er der ikke grundlag for at udvikle en model med årstidsvariationer. I modellen er antaget en gylletemperatur på ca. 18,6 °C gennem hele året. For beregning af CH<sub>4</sub> fra afgræsningsperioden anvendes IPCC 2006 beregning:

CH<sub>4</sub>-afgræsning = VSafgræs x MCF/100 x 0,67 x B<sub>0</sub> (MCF for afgræsning er 1% for alle dyr). Se Tabel 4.

Tabel 4: Beregnede CH<sub>4</sub>-emissioner baseret på Mikkelsen et al. 2016.

Tabel 4.1 Beregnede CH<sub>4</sub>-emissionsfaktorer.

Kvæg:	EF, g CH <sub>4</sub> /kg VS/år
EF <sub>stald</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VS per år	66,92
EF <sub>dlagring, ej biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSd per år	12,02
EF <sub>ndlaging, ej biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSnd per år	0,16
EF <sub>dlagring, biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSd per år	10,13
EF <sub>ndlaging, biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSnd per år	0,19
Svin:	EF, g CH <sub>4</sub> /kg VS/år
EF <sub>stald</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VS per år	569,50
EF <sub>dlagring, ej biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSd per år	29,64
EF <sub>ndlaging, ej biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSnd per år	0,63
EF <sub>dlagring, biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSd per år	10,13
EF <sub>ndlaging, biogas</sub> , g CH <sub>4</sub> per kg VSnd per år	0,19

### Beregningsgrundlag:

Hvis data for gyllens opholdstid i stalden ikke er tilgængeligt, så anvendes default – dvs. svarende til det nationale beregnings-setup.

#### Input data:

Niveau 1: Antal dyr og stalddtype (af hensyn til strøelse)

Niveau 2: Antal dyr, stalddtype, strøelsesmængde og type, græsningsdage

Niveau 3: Antal dyr, stalddtype, strøelse (mængde og type), græsningsdage og gyllens opholdstid i både stald og lager

**N<sub>2</sub>O:** Emissionen af N<sub>2</sub>O afhænger af mængden af N i husdyrgødning og gødningstypen, som begge er variable, der er baseret på Normtallene.

Niveau 1: Følger Normtallene for N-udskillelse og på baggrund heraf beregnes den samlede emission af NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> og N<sub>2</sub>O

Niveau 2: Hvis bedriftens mælkeydelse (EKM) variere fra Normtallene, korrigeres N-udskillelsen herfor med ligning angivet i Normtallene. For svin skal der ligeledes korrigeres hvis tilvæksten er en anden end angivet i Normtallene. Antal dage på græs skal være kendt ved denne korrigerings.

## N<sub>2</sub>O emissionsfaktorer:

Under luftfattige forhold er N<sub>2</sub>O emissionen relativ lav, mens emissionen er betydelig højere for fast gødning og dybstrøelse på grund af højt ilt-indhold. I beregningen anvendes emissionsfaktorerne er baseret på IPCC 2006 default. Se Tabel 5.

Tabel 5: Manure managements systems fra IPCC 2006.

Table 12.1 Manure management system (MMS) - emission factors.

DK MMS	IPCC MMS	Emission factor, kg N <sub>2</sub> O-N pr kg Nex
<b>Cattle</b>		
Liquid/Slurry	Liquid/slurry, with natural crust cover	0.005
Solid	Solid storage	0.005
Deep bedding	Cattle and swine deep bedding, no mixing	0.01
Biogas treated slurry	Anaerobic digester	0
<b>Swine</b>		
Liquid/Slurry	Liquid/slurry, with natural crust cover	0.005
Solid	Solid storage	0.005
Deep bedding	Cattle and swine deep bedding, Active mixing	0.07
Biogas treated slurry	Anaerobic digester	0
<b>Poultry</b>		
Housing with or without litter	Poultry manure with or without litter	0.001
<b>Fur-bearing animals</b>		
Slurry	Liquid/slurry, with natural crust cover	0.005
Solid	Cattle and swine deep bedding, no mixing	0.01
<b>Sheep and goats</b>		
Deep bedding	Cattle and swine deep bedding, no mixing	0.01
<b>Horses and ostrich</b>		
Deep bedding	Cattle and swine deep bedding, no mixing	0.01

## Virkemidler (Se Tabel 3)

### 7 Opholdstis af gylle i stald

#### Hyppigere gylleudslusning

I beregningen tages højde opholdstid for gødningen i henholdsvis stald og lageret baseret på nogle gennemsnitlige standardværdier. Som input bliver landmanden bedt om at give informationer om gyllens opholdstid i stalden og afhængig af antal dage beregnes emissionen efter de emissionsfaktorer der er givet i tabel 4.1 vist i afsnit ovenfor "Basisberegning for CH<sub>4</sub> emission fra husdyrgødning" (Mikkelsen et al., 2016). Ændres gyllens opholdstid i stalden, vil således afspejle sig med en lavere emission fordi emissionsfaktoren i stalden er betydelig højere end emissionsfaktoren for lageret - især for svinegyllen.

### 9 Gylletank

#### Overdækning af gylletank

Etablering af flydelag er lovpligtigt for alle gylletanke. Fast overdækning i form af telt/beton låg forventes ifølge MST Teknologilister at reducere NH<sub>3</sub> emissionen med 50% sammenlignet med flydelag. Dermed sker der også en reduktion af N<sub>2</sub>O. Se Tabel 6.

Tabel 6: NH<sub>3</sub>-emissioner for gylletyper baseret på Hansen et al. 2008.

	Emissionsfaktor, tab af NH <sub>3</sub> -N i % af N ab stald-total
<b>Svin</b>	
Ingen overdækning	9%
Fuld overdækning (flydelag)	2%
Telt eller beton	1%
<b>Kvæg</b>	
Ingen overdækning	6%
Fuld overdækning (flydelag)	2%
Telt eller beton	1%
<b>Pelsdyr</b>	
Ingen overdækning	9%
Fuld overdækning (flydelag)	2%
Telt eller beton	1%

Der er på nuværende tidspunkt alene taget højde for ændringen i NH<sub>3</sub> som følge af ændringen i overdækning af gyllebeholdere. Fremadrettet er der relevant at se nærmere på om der er data grundlag for også at se på eventuelle ændringer i CH<sub>4</sub> emissionen som konsekvens af ændring i overdækningspraksis.

### Gyllekøling + forsuring

Det nuværende beregningssetup kan i princippet håndtere anvendelse af miljøteknologi og som følge heraf ændringer i både N, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> og NH<sub>3</sub> i alle led (stald, lager og udbringning). Men på nuværende tidspunkt har vi ikke taget endelig stilling til at inkludere disse tiltag. Forsuring er ikke aktuel for økologer, men systemet er dermed også gearet til også at kunne håndtere beregningen for konventionelle bedrifter. Der bør kigges nærmere på datagrundlaget for ændring i CH<sub>4</sub> emissionen som resultat af forsuring og køling.

Metandannelsen fra gødning stopper først ved pH 5,5 (forsøg udført af Maibritt Hjort). Gylleforsuring som virkemiddel skal derfor defineres som forsuring, der giver et pH på under 6 (jf. problemer med at der i mange tilfælde ikke bruges svovlsyre nok i praksis). Effekten sættes til 16 kg CO<sub>2</sub>-ækv/ton kvæggylle og 44 kg CO<sub>2</sub>-ækv/ton svinegylle (jf. Virkemiddelkataloget s. 36).

Forsuringen kontrolleres ved at tjekke mængden af forbrugt svovlsyre. Den skal være ca:

- 7 kg svovlsyre pr. ton kvæggylle
- 10 kg svovlsyre pr. ton svinegylle

Når bio-forsuring bliver mulig, anvendes foreløbigt samme emissionsreduktion som ved svovlforsuring (forudsat pH på højst 5,5). Øget biogasproduktion fra den tilsatte melasse skal så indregnes, når gødningen anvendes til biogas.

Gyllekøling er kun aktuelt i svinestalde hvor gylletemperaturen er højere end udetemperaturen. (min. 5 grader varmere). Hvis gyllekøling skal medregnes, skal den kølede gylle anvendes til biogas, så metan-emissionen ikke bare kommer i lagertanken.

Der regnes med værdierne angivet i virkemiddelkataloget: Mindsket ammoniaktab giver følgende reduktion i lattergas-emission:

- Ved køling med 20 w/m<sup>2</sup> stald
- Slagtesvin: 1,2 kg CO<sub>2</sub>/ton gylle
- Smågrise (7-30 kg): 1,1 kg CO<sub>2</sub>/ton gylle
- Søer og smågrise: 0,9 kg CO<sub>2</sub>/ton gylle
- Dertil kommer reduktion af metan på 30 % svarende til: 14,1 kg CO<sub>2</sub>/ton gylle

### Brug af nitrifikationshæmmere

Er ikke på nuværende tidspunkt med i Klimalandmand, da dette tiltag ikke er aktuelt for økologiske bedrifter.

### Referencer

Nyord et al., 2018 omtalt i Mikkelsen og Nyord, 2019: Opdaterede aktivitetsdata for udbringning af husdyrgødning og konsekvenserne for nationale emissionsopgørelser.

Hansen et al., 2008.

## Data til beregning af emission fra husdyrgødning på mark

### Emission fra udbringning

I forbindelse med afgræsning og ved udbringning af husdyrgødning på marken, vil der ske en udledning af NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O og NO<sub>x</sub>. Emissionen afhænger af mængde N, som er bestemt af antal årsdyr, dyretype og gødningstype (staldtype).

### Emissionskilde: husdyrgødning udbragt på mark

#### Udledning: N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub>

Tabel 7: Emissionsparametre og virkemidler for husdyrgødning på mark.

Emissionsparameter		Virkemiddel
10	Antal dyr	
11	Type dyr	
12	Staldtype/gødningstype	
13	Mængde gødning afsat på mark	
14	Udbringningsmetode	Optimeret udbringning
		Brug afgasset gødning

### 10-13 Antal dyr, dyretype og gødningstype (staldtype)

Disse variable er bestemmende for mængde af N som afsættes på marken. Ved beregning af emissionen af NH<sub>3</sub> og N<sub>2</sub>O skelnes mellem om gødningen er fast- eller flydende. Ved beregning af NO<sub>x</sub> anvendes en fast emissionsfaktor baseret på total N tilført.

### 14 Udbringningsmetode

NO<sub>2</sub> emissionen beregnes på baggrund af total N tilført marken baseret på default EF på 0,04 kg NO<sub>2</sub>/kg N udbragt (EMEP Guidebook 2016).

N<sub>2</sub>O emissionen beregnes ligeledes på total N tilført marken med en EF på 0,01 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N udbragt og dernæst omregnes til N<sub>2</sub>O ved at multiplicere med 28/44 (molvægt konvertering).

NH<sub>3</sub> emissionen udregnes på baggrund af emissionsfaktorer fra DCA rapport (Hansen et al., 2008) som afhænger af udbringningsmetode (slæbeslanger, nedfældning), udbringningstidspunkt, henliggetid og om gødningen udbringes i voksende afgrøder eller på bar jord. Se Tabel 8.



Tabel 8: Emissionsfaktorer ved tilførsel af kvæggylle ift. årstiden.

Table 5.7 Emission factors for application of cattle manure.

		Emission factor under application			
		Liquid manure			
Crop stage <sup>a</sup>	Application time	Injected/incorporated direct		Trailing hoses	
		Hours <sup>b</sup>	NH <sub>3</sub> -N in % of TAN in manure	Hours <sup>b</sup>	NH <sub>3</sub> -N in % of TAN in manure
-	March	0	1.6	4	10.7
-	April	0	1.8	4	11.6
+	March	> 1 week	24.5	> 1 week	26.9
+	April	> 1 week	26.7	> 1 week	28.6
+	May	0	-	> 1 week	26.0
+	Summer	0	32	> 1 week	43.2
-	Summer	0	2.1	4	13.8
+	Autumn	0	28.6	> 1 week	38.6
-	Autumn	0	1.9	4	12.4
		Liquid manure		Solid manure	
		Broad spreading		Traditional	
		Hours <sup>b</sup>	NH <sub>3</sub> -N in % of TAN in manure	Hours <sup>b</sup>	NH <sub>3</sub> -N in % of total in manure
-	Winter-spring	< 12	18.5	4	5.0
-	Winter-spring	> 12	20.1	6	10.0
-	Winter-spring	> 1 week	48.6	> 1 week	16.0
+	Spring-summer	> 1 week	73.5	> 1 week	20.0
+	Late summer-autumn	> 1 week	72.0	> 1 week	14.0
-	Late summer-autumn	< 12	23.0	4	3.0
-	Late summer-autumn	> 12	23.0	6	8.0
-	Late summer-autumn	> 1 week	23.0	> 1 week	11.0

<sup>a</sup> -: indicate bare soil, +: indicate growth.

<sup>b</sup> Length of time before incorporation into soil.

Fremadrettet vil der i Klimalandmand arbejdes på, at den enkelte bedrift kan indtaste bedriftsrelateret udbringningspraksis og dermed medvirke til tiltag i retning af reduktion i NH<sub>3</sub> som følge af ændring i praksis.

## Virkemidler (Se Tabel 7)

### 14 Udbringningsmetode Optimeret udbringning

Af ovenstående tabel ses, at emissionen i høj grad afhænger af, hvordan og hvornår udbringningen sker. Optimering af udbringning i relation til lavere emission opnås ved udbringning med nedfælder og på bar jord med lav henliggetid.

### Brug af afgasset gødning

Bioforgasning kan betyde at en større del af N omdannes til let tilgængelig form, som både er mere tilgængeligt for planterne men som også øger potentialet for emission.

I praksis viser det sig, at der ved bioforgasning sives metan fra tankene, og samtidigt er der større risiko for ammonium fordampning pga. forhøjet pH (Sørensen, P. 2018)

Hvad angår CH<sub>4</sub>-emissionen, beregnes denne i beregnings-setup. Ved afgasset gylle antages i opgørelsen en lavere MCF og dermed en lavere CH<sub>4</sub> emission, 43% lavere for kvæggylle og 24% lavere for svinegylle. Beregningen af MCF er baseret på nationale data for temperaturer og gyllens opholdstid i stalden (Nielsen et al., 2019). Se Tabel 9.

Tabel 9: Beregninger af MCF, %, for gødningstyper baseret på Nielsen et al., 2019.

MCF, %	2017 Liquid system	2017 Anaerobic digesters
Untreated cattle slurry	4.59	
Untreated swine slurry	13.72	
Biogas treated cattle slurry		2.61
Biogas treated swine slurry		10.45

Datakilder:

Oplagrings af husdyrgødning: Markdatabase

Oplagringstid/udmugning: interview

### Referencer

- EMEP Guidebook 2016
- Hansen, M.N., Sommer, S.G., Hutchings, N. & Sørensen, P., 2008: Emission factors for calculation of ammonia volatilization by storage and application of animal manure. Faculty of Agricultural Science, Aarhus University, report 84.
- IPCC 2006
- Mikkelsen et al., 2016. Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R. & Gyldenkærne, S. 2016. Biogasproduktions konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 41 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 197 <http://dce2.au.dk/pub/SR197.pdf>
- Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Olsen, T. M. & Hansen, M.G. 2019. Denmark's National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-

2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 886 pp. Scientific Report No.

318 <http://dce2.au.dk/pub/SR318.pdf>

- Teknologilisten - se <https://mst.dk/erhverv/landbrug/miljoeteknologi-og-bat/teknologilisten/gaa-til-teknologilisten/>
- Sørensen, P. Miljøteknologi til bedre udnyttelse af husdyrgødning. Virkemiddel 54.
- Hansen, M.N., Sommer, S.G., Hutchings, N. & Sørensen, P., 2008: Emissionsfaktorer til beregning af ammoniakfordampning ved lagring og udbringning af husdyrgødning. DJF husdyrbrug nr. 84 • december 2008, Aarhus Universitet.

## Data og input til beregning af emission fra slam og anden organisk gødning

**Emissionskilde: Anden organisk gødning**  
**Udledning: N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub>**

Tabel 10: Emissionsparametre og virkemidler for slam og anden organisk gødning.

	Emissionsparameter	Virkemiddel
15	Mængde N	
16	Gødningstype	
		Brug af afgasset gødning
		Optimeret gødningshåndtering på lager (kompostering)

I Klimalandmand beregnes udledningen af N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> og NH<sub>3</sub> fra udbringning af kvælstofholdige produkter som anvendes til gødsning, det kan fx være slam, komposterede materiale eller bioforgasset biomasse. Emissionen beregnes på baggrund af produkternes kvælstofindhold og emissionsfaktorerne er baseret på det samme datamateriale som anvendes internationalt i opgørelse for luftforurenende stoffer (EMEP, 2019). Emissionen af N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> og NH<sub>3</sub> fra komposteringsprocessen er også inkluderet i Klimalandmand og emissionsfaktorerne er baseret på data fra den nationale opgørelse (Nielsen et al., 2019 Chapter 7.3.1)

### Virkemidler

#### 16 Gødningstype

##### Brug af afgasset gødning

Se beskrivelse af virkemiddel 14.

##### Optimeret gødningshåndtering på lager (kompostering)

Emissionen fra vel-beluftet kompostering sættes til 50 kg CO<sub>2</sub>-ækv/ton komposteret materiale. Ved mindre god beluftning bruges IPCC standard værdi: 177 kg CO<sub>2</sub>-ækv/ton komposteret materiale. Den mængde fast gødning, der komposteres, fratrækkes i gødningslagret, når emissionen derfra beregnes.

### Referencer:

<https://www.enviroaccess.ca/blog-en/2013/11/29/composting-operations-emission-factors-used/>

## Data og input til beregning af emission fra afgrøderester

Emissionskilde: Afgrøder og afgrøderester

Udledning: NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O

Tabel 11: Emissionsparametre og virkemidler for afgrøderester.

	Emissionsparameter	Virkemiddel
17	Areal	Øget areal med efterafgrøder
18	Afgrødetype	
19	Udbytte	Fjernelse af biomasse til biogas

Ved omsætning af kvælstof i planterester vil en vis andel af kvælstoffet udledes som lattergas. Mængden af lattergas beregnes ud fra kvælstofindholdet i den del af planten som ikke høstes, dvs. i rødder, stub samt ikke høstede halm og toppe. Metoden for beregning af N-indholdet i afgrøderesterne er baseret på metode som angivet i IPCC 2006, men der anvendes nationale data for afgrødernes høstudbytte og tørstofindhold.

I beregningen af afgrødens N-indhold skelnes mellem N-indhold over- og under jordoverfladen. N-indholdet i afgrøderester over jordoverfladen er bestemt ud fra landmandens høstudbytte, tørstofindholdet (fodermiddeltabellen) samt en konventionsfaktor, kg N per kg tørstof, baseret på IPCC (IPCC, 2006 – Table 11.2). N-indholdet i afgrøderester under jordoverfladen beregnes ligeledes på baggrund af en IPCC konventionsfaktor, som udtrykker sammenhængen mellem N i afgrøderester over- og under jordoverfladen (IPCC, 2006 – Table 11.2). Som nævnt indledningsvis er der i beregningen taget hensyn til mængden af høstet halm og roe/kartoffel toppe.

Emissionen af N<sub>2</sub>O beregnes som 0,01 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N i afgrøderester, baseret på emissionsfaktor angivet i IPCC 2006 guidelines.

I klimalandmands input ark indtastes dyrket areal af de enkelte afgrødetyper, høstudbytte og ha høstet halm og toppe. For foderafgrøder angives høstudbytte i FE per ha, mens høstudbyttet for de øvrige angives som kg per ha. Såfremt data for høstudbytte ikke er tilgængeligt anvendes standard udbytter, som er baseret på data fra Farmtal Online, hvilket er samme datagrundlag som indgår i beregning af dækningsbidrag og andre drift- og økonomiske beregninger. Som standard udbytter er taget udgangspunkt i gennemsnitsudbytter for økologiske arealer på sandjorde, fordi det vurderes at størstedelen af arealerne for de økologiske kvægbedrifter er beliggende på disse arealer. I takt med at Klimalandmand udvides til også at omfatte svin og fjerkræ, bør det vurderes om der skal differentieres i standard udbytter for de forskellige driftsgrene (kvæg-, svine-, fjerkræ,- og plantebedrifter). I Tabel 12 er vist data anvendt for standardudbytter og tørstofindhold.

For alle afgrødetyper er rotationen antaget til at være én gang årligt, med undtagelse af lucerne som er antaget at være hvert tredje år, græs-kløver uden for omdrift hvert femte år og permanent græs til hvert tiende år.

Tabel 12: Standarder for udbytte og tørstofindhold.

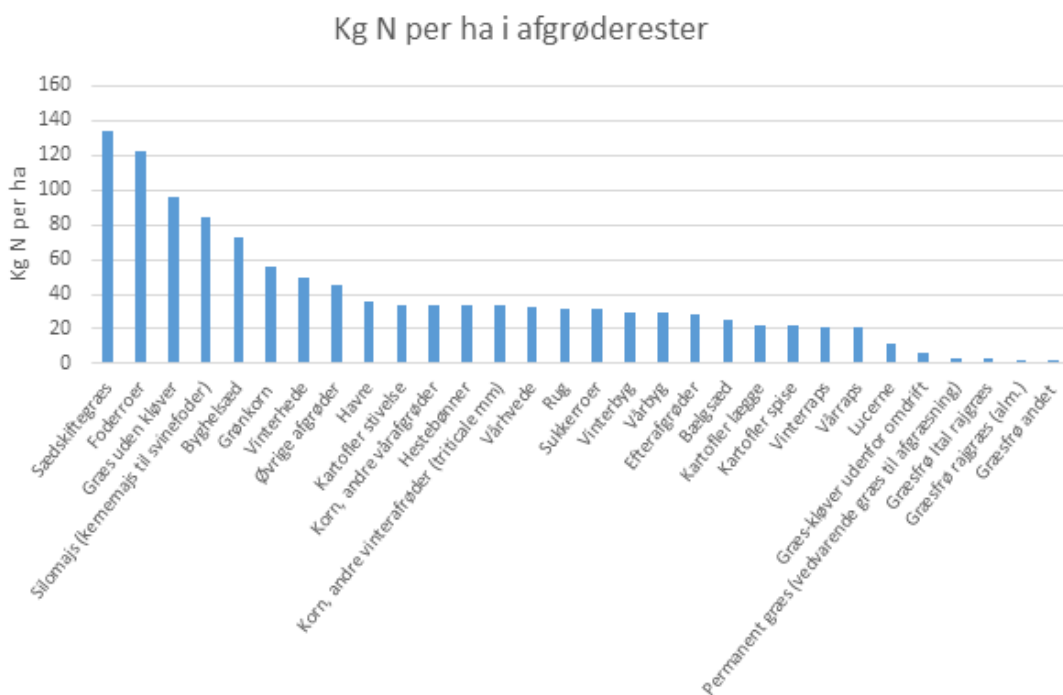
Afgrødetype	IPCC kategori	Høstudbytte kg/ha	Tørstofindhold kg ts/kg høstet
Vinterhede	Winter wheat	5.000	0,85
Vårhede	Spring wheat	3.800	0,85
Vinterbyg	Barley	3.500	0,85
Vårbyg	Barley	3.500	0,85
Rug	Rye	4.800	0,85
Havre	Oats	5.000	0,85
Korn, andre vinterafgrøder (triticale mm)	Rye	5.000	0,85
Korn, andre vårafgrøder	Barley	4.000	0,85
Vinterraps	Barley	2.300	0,93
Vårraps	Barley	2.300	0,93
Bælgsæd	Beans and pulses	2.800	0,85
Græsfrø rajgræs (alm.)	Perennial grasses	950	0,19
Græsfrø Ital rajgræs	Perennial grasses	1.000	0,19
Græsfrø andet	Perennial grasses	800	0,19
Sukkerroer	Tubes	40.000	0,17
Kartofler lægge	Potato	20.000	0,24
Kartofler stivelse	Potato	30.000	0,24
Kartofler spise	Potato	20.000	0,24
Hestebønner	Beans and pulses	3.700	0,86
Lucerne	Alfalfa	11.000	0,21
Øvrige afgrøder	Non-fixing forages	4.900	0,85
Efterafgrøder	Non-fixing forages	3.000	0,85
Afgrødetype	IPCC kategorier	Kg FE/ha	kg ts/FE
Byghelsæd	Barley	5.250	1,4
Grønkorn	Non-fixing forages	3.603	1,4
Silomajs (kernemajs til svinefoder)	Maize	8.400	1,3
Foderroer	Tubes	20.000	1,3
Sædskiftegræs	N-fixing forages	6.100	1,3
Græs uden kløver	Non-fixing forages	7.300	1,2
Græs-kløver udenfor omdrift	Perennial grasses	1.500	1,6
Permanent græs (vedvarende græs til afgræsning)	Perennial grasses	1.500	1,6

Halm	Høstudbytte kg/ha	Tørstofindhold kg ts/kg høstet
Vårbyg (ikke malt)	2.059	0,85
Vårhvede	1.655	0,85
Vårhavre (havre)	2.705	0,85
Vinterbyg	1.645	0,85
Vinterhvede (1. års)	2.353	0,85
Vinterrug (ikke hybrid)	3.200	0,85
Vintertriticale	3.521	0,85

Reference: Gennemsnitsudbytter fra FarmOnline (økologiske sandjorde), Fodermiddeltabellen.

I Figur 1 er vist det beregnede samlede N-indhold pr. ha for hver af den afgrødetyper som indgår i Klimalandmand og heraf ses, at der er betydelige forskelle i mængden af N i afgrøderester for de forskellige afgrødetyper. Højeste for græs i omdrift, roer og majs og mindst for græs udenfor omdrift og grønkorn. Figur 1 Standarder for mængde N per ha i afgrøderester for forskellige afgrødetyper.

Figur 1: N-indhold pr. ha i afgrøderester fra forskellige afgrødetyper.



### Virkemidler (Emissionsparametre 17 – 19) (Se Tabel 11)

I relation til virkemidler for at reducere N<sub>2</sub>O emissionen fra afgrøderester, er det relevant at se på mulighederne for at fjerne mere halm og top fra marken, dyrke flerårige afgrøder eller skifte til en afgrøde med en afgrøde med lavere N-indhold per ha i afgrøderesten.

## Data og input til beregning af emission fra organiske jorde

**Emissionskilde: Organiske jorde**

**Udledning: N2O**

*Tabel 13: Emissionsparametre og virkemidler for organiske jorde.*

	<b>Emissionsparameter</b>	<b>Virkemiddel</b>
20	Areal	
21	Areal drænet	Reducer drænet areal
22	Areal i omdrift	Reducer areal i omdrift

### Basis beregning

I klimalandmand beregnes N2O emissionen fra dyrkning af organiske jorde, som er defineret som jorde med jordtype JB11. I Tabel 14 er angivet de emissionsfaktorer der anvendes for beregning af N2O emissionen i Klimaland og disse er baseret på notatet fra Plantekongres 2016 af Jørgen Olesen: TEMA: MILJØ 2016. Klimaeffekten ved dyrkning af lavbundsjarde 47. Kulstofopbygning i organiske jorde er beskrevet i afsnittet om kulstofopbygning.

*Tabel 14: Emissionsfaktorer for N2O emission ved dyrkning af organiske jorde.*

Driftsforhold	Emissionsfaktorer For jorde med 6-12 % SOC Kg N2O-N/ha
Drænet og i omdrift	6,5
Drænet, ikke i omdrift	4,1
Ikke drænet	0,8

### Reference:

Jørgen Olesen: TEMA: MILJØ 2016. Klimaeffekten ved dyrkning af lavbundsjarde 47.



## **Virkemidler (Se Tabel 13)**

### **21 Areal drænet**

#### **Reducér drænet areal**

Ved at reducere den drænede areal, så reduceres emissionsfaktoren i kg N/ha for arealer på organiske jorde.

### **22 Areal i omdrift**

#### **Reducér areal i omdrift**

Ved at reducere det areal der er i omdrift på organiske jorde, så reduceres emissionsfaktoren i kg N/ha for arealer på organiske jorde.

#### Vedr. Minivådområder (ERF, 23-10-2019)

Etablering af minivådområder er medtaget, da det betragtes om en vigtig foranstaltning til reduktion af N-udledningen. Effekten af minivådområder som virkemiddel er belyst i DCA-rapport nr. 52 (2014). I den rapport når de frem til en reduktionseffekt på mellem 0,01 og 0,04 ton CO<sub>2</sub>-ækv pr. Ha opland. Charlotte Kjærgaard, SEGES anbefaler dog, at emissionseffekten foreløbig sættes til nul, da de foreløbige undersøgelser viser, at sluteffekten på emissionerne både kan gå i plus og i minus. Da der forventes at komme nye tal for emissionseffekten inden for nærmere fremtid, medtages virkemidlet stadig – blot med reduktionsfaktoren 0. Reduktionsfaktor: "0". Medtælles i opgørelse over emissioner fra markfladen.

Input data er:

- Antal ha der afvandes til det etablerede minivådområde.

## Data og input til beregning af emission fra kalkning

**Emissionskilde: Kalkning**

**Udledning: CO<sub>2</sub>**

Tabel 15: Emissionsparametre og virkemidler for kalkning.

	Emissionsparameter	Virkemiddel
23	Type af kalkmiddel	
24	Mængde af CaCO <sub>3</sub>	Reducér mængden af CaCO <sub>3</sub>

### Basis beregning

Til beregning af CO<sub>2</sub> fra kalkning, anvendes som input datamængden af CaCO<sub>3</sub> og emissionen er baseret på en kemisk bestemt omsætning af CO<sub>2</sub>.

CO<sub>2</sub> = (Mængde/100,09\*12,01)\*44/12. Hvor,

- molvægt for CaCo<sub>3</sub> er 100,09
- molvægt C er 12,01
- 44/12 er omregningsfaktor fra CO<sub>2</sub>-C til CO<sub>2</sub>

**Virkemidler** (Se Tabel 15)

### 24 Mængde af CaCO<sub>3</sub>

#### Reducér mængden af CaCO<sub>3</sub>

Hvis der på bedriften kan undgås kalkning eller reduceres i mængden af kalkning, så vil det bidrage til en lavere udledning pr. kg tilført CaCO<sub>3</sub>.

## Data og input til beregning af emissionen fra bedriftens energiforbrug

**Emissionskilde: energiforbrug på bedriften**

**Udledning: CO2**

Tabel 16: Emissionsparametre og virkemidler for bedriftens energiforbrug i el og diesel.

Emissionskilde	Virkemiddel
<b>Energiforbrug</b>	
25 Elforbrug	Overgå til vedvarende energi (Klasse A, B, C) Effektiviser energiforbruget (LED lys, vedligeholdet) Automatisk styring af kornblæser Reduceret energiforbrug ved malkning (køling, frekvensregulering) Overgå til jordvarme Etabler solfangere Opstil vindmølle Overgå til biobrændsel Brug varmegenvinding (mælk/gødning/kompost) Overgå til biogas Etabler solceller
26 Dieselforbrug	Overgå til el-maskinel (elbil) Optimer indstilling af maskiner i marken og på vej Optimer arrondering Effektiviser last-kørsel

### Automatisk adgang til data for bedriftens energiforbrug

På bedriftsniveau kan el, diesel, benzin og gasforbrug hentes pr. år. For el og diesel kan grøn energi procent opgøres (ikke automatisk), og dermed emissions faktor per Joule.

### Virkemidler (Se Tabel 16)

#### 25 Estimer af reduktion i elforbruget i kWh/år

For hvert tiltag omkring reduktion i energiforbrug (kwh) er der tilføjet muligheden for individuel estimering af reduktionen, da der kan være mange forhold, der gør, at en individuel estimeret reduktion vil være bedste bud på input til virkemiddel. Derudover vil der også være den mulighed at landmanden ændrer energikilde fra andet end oliefyr, hvorfor estimatet af reduktion vil være anderledes end ved skift fra oliefyr til anden energikilde. En mere detaljeret version ift. input til af virkemidler der påvirker energiforbruget vil indgå i det fremadrettede arbejde med værktøjet.

## Overgå til vedvarende energi

- Grøn energi der klassificeres som Klasse A indregnes som intet forbrug (0) i energiregnskabet og dermed ingen udledning.
- Klasse B og C giver en udledning på 0,205 Co<sub>2</sub>-æk/kWh.

Se Økologisk råds anbefalinger for opdeling af produkter ift. klasse:  
<http://grøntelvalg.dk/homepage.html>

## Effektiviser energiforbruget

- Individuel estimeret vurdering af bedriftens samlede reduktion af energiforbrug, kWh/år, i % af nudriftens samlede forbrug i kWh/år.

## Automatisk styring af kornblæser

Bedriftens elforbrug kan reduceres ved at få automatisk styring på kornblæseren. Ved brug af dette tiltag skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Årlig mængde korn, der tørres og Bedriftens elforbrug (eller olieforbrug) til kornblæseren før tiltag. Først udregnes bedriftens elforbrug til kornblæseren før tiltag = årlig mængde korn der skal tørres x el-forbrug kWh pr hkg korn (1,4). Herefter udregnes reduktionen ved brug af hygrostat.

Ved indsættelse af hygrostat opnås følgende:

- Hygrostat (fugtighedsstyring) = 70% reduktion i energiforbrug i kWh

Kilde: <http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/gvm282.pdf>

## Reduceret energiforbrug ved malkning

Bedriftens elforbrug kan reduceres ved at investere i frekvensregulering og forkøling under malkning. Ved brug af dette tiltag skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Bedriftens energiforbrug ved malkning i kWh/år. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Forkøling = reduktion på 50% af energiforbruget i kWh.
- Forkøling + frekvensregulering = reduktion på min 70 % af energiforbruget i kWh.
- Tal fra Carsten Vejborg, rådgiver hos Energistyrelsen, baseret på en mælkeproduktion på 150.000 kg EKM.

## Overgå til jordvarme

Bedriftens energiforbrug kan reduceres ved at overgå til jordvarme i stedet for oliefyr eller anden ikke grøn energikilde. Ved brug af dette tiltag skal følgende bedriftsspecifikke input

være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Bedriftens olieforbrug i liter/år. Herefter omregnes olieforbruget til et årligt kWh-forbrug og energiforbruget til drift af anlægget fratrækkes. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Fra oliefyr til jordvarme = Reduktion på min. 70% i kWh/år.
- Energibesparelse/år afhænger af hvornår huset er opført og dets energiklassificering
- Kilde: Info fra: [http://byggeriogenergi.dk/media/1723/konvertering-til-jordvarme\\_ok.pdf](http://byggeriogenergi.dk/media/1723/konvertering-til-jordvarme_ok.pdf) --> side 4

### Etabler solfangere

Bedriftens energiforbrug kan reduceres ved at etablere solfangere på bedriften til opvarmning af vand eller både rum- og vandopvarmning. Ved opvarmning af vand i husstanden skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Olieforbrug til vandopvarmning i liter/år. Herefter omregnes forbruget til et årligt kWh-forbrug og elforbruget til driften fratrækkes. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Fra oliefyr til solfangere = reduktion på min. 60% af energiforbrug til vandopvarmning.

Ved opvarmning af vand og rum i husstanden skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Olieforbrug til vand- og rumopvarmning i liter/år. Herefter omregnes forbruget til et årligt kWh-forbrug og elforbruget til driften fratrækkes. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Fra oliefyr til solfangere = reduktion på min 30% af energibehov ved både vand- og rumopvarmning, hvilket altid vil være afhængig af husets isolering o.l.
- Kilde: [www.stokerpro.dk/viewtopic.php?t=2581](http://www.stokerpro.dk/viewtopic.php?t=2581)

### Overgå til biobrændsel

Bedriftens energiforbrug kan reduceres ved at overgår til biobrændsel på bedriften i stedet for oliefyr eller anden ikke-grøn energikilde. Ved dette tiltag skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Årligt energiforbrug i liter olie eller kWh afhængig af nuværende energikilde. Ved brug af dette tiltag opnås følgende en 100% reduktion.

### Opstil vindmølle

Bedriftens energiforbrug kan reduceres ved at opstille en husstandsvindmølle på bedriften i stedet for oliefyr eller anden ikke-grøn energikilde. Ved dette tiltag skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Årligt energiforbrug i liter olie eller kWh afhængig af nuværende energikilde. Ved brug af dette tiltag opnås følgende en 100% reduktion.

- Kilde: [http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl\\_g\\_ok.pdf](http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl_g_ok.pdf) og
- Kilde: <https://www.bolius.dk/saa-meget-el-vand-og-varme-bruger-egn-gennemsnitsfamilie-279/>

## Brug varmegenvinding

Bedriftens energiforbrug kan reduceres ved at etablere varmegenvinding, der delvist eller helt kan erstatte energien fra oliefyr eller anden ikke-grøn energikilde. Ved dette tiltag skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Årligt energiforbrug i liter olie eller kWh afhængig af nuværende energikilde. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Reduktionen i energiforbruget vil afhænge af typen af varmegenvinding (fra jord, stald, mælk o.l.) og effektem skal estimeres individuelt.

## Etabler solceller

Bedriftens energiforbrug kan reduceres ved at etablere solcelleanlæg, der delvist eller helt kan erstatte energien fra oliefyr eller anden ikke-grøn energikilde. Ved dette tiltag skal følgende bedriftsspecifikke input være tilgængelige – evt. ved dialog med landmanden: Årligt energiforbrug i liter olie eller kWh afhængig af nuværende energikilde; solcellerne produktion i kWh/år. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Reduktion på 15%, hvilket er afhængigt af effekt og størrelse på solceller.

## 26 Estimer af reduktion i dieselforbrug

Til beregning af effekten af tiltag, der reducerer bedriftens dieselforbrug, skal bedriftens hektar og estimerede dieselforbrug i marken pr. år bruges som input. Emissionsfaktorerne for diesel og benzin er baseret på værdierne i Tabel 17.

Tabel 17: Emissioner fra transportsektoren er baseret på følgende værdier baseret på den nationale opgørelse (Kilde Morten Winther, DCE):

Brændstoftype	År	SNAP kode	Fuel kode	CO2	CH4	N2O	NH3
				kg/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ
Diesel	2017	0806	205B	74,00	0,893	3,531	0,202
Benzin	2017	0806	208B	70,72	140,623	1,647	1,382
				kg/kg fuel	g/kg fuel	g/kg fuel	g/kg fuel
Diesel	2017	0806	205B	3,160	0,038	0,151	0,009
Benzin	2017	0806	208B	3,037	6,038	0,071	0,059
				kg/l fuel	g/l fuel	g/l fuel	g/l fuel
Diesel	2017	0806	205B	2,654	0,032	0,127	0,007
Benzin	2017	0806	208B	2,283	4,540	0,053	0,045

## Overgå til elmaskinel

Ved at overgå til elmaskinel som f.eks. fra ny dieselbil til ny elbil opnås en reduktion på forskellen mellem forbrug af diesel x antal kørte km omregnet til forbrug i kWh og forbrug af kWh/km x antal kørte km. Derfor skal følgende input bruges: Antal kørte km/år. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Det årlige dieselforbrug på det udskiftede maskinel fratrækkes bedriftens samlede dieselforbrug.
- Der tillægges det årlige forbrug i kWh fra elmaskinel til bedriftens samlede elforbrug.

## Optimer indstilling af maskiner

Ved generelt at tage hensyn til at alle maskiner er indstillet korrekt til markarbejdet, er der mulighed at reducere dieselforbruget på bedriften. Dette kan ske ved at nedsætte hastigheden og korrekt indstilling af ploven til markarbejdet. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Reduktion i hastighed på 1 km/t = reduktion på 5% i dieselforbrug, liter/år.
- Korrekt indstilling af plov = reduktion på min. 12% i dieselforbrug, liter/år.
- Kilde: Farmtest 109, Dansk Landbrugsrådgivning, 2009

## Optimer arrondering

Ved generelt at indtænke optimal arrondering på bedriftens arealer, så der ikke køres unødvendige kilometer, er der mulighed at reducere dieselforbruget på bedriften. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Individuelt estimat af reduktion i dieselforbrug i dialog med landmanden.

## Effektiviser lastkørsel

Ved at indtænke effektivisering af lastkørsel på bedriftens arealer, så traktorkørsel erstattes med lastbilkørsel, når det er relevant, er der mulighed at reducere dieselforbruget på bedriften. Til beregning af dette tiltag skal følgende input bruges: Antal kørte km med last pr. år. Dette omregnes til dieselforbrug til lastkørsel i traktor. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

- Reduktion på 37% af dieselforbruget ved skift til lastbilkørsel i stedet for traktorkørsel

## Referencer

- <http://web.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/gvm282.pdf>
- [http://byggeriogenergi.dk/media/1723/konvertering-til-jordvarme\\_ok.pdf](http://byggeriogenergi.dk/media/1723/konvertering-til-jordvarme_ok.pdf) --> side 4
- [www.stokerpro.dk/viewtopic.php?t=2581](http://www.stokerpro.dk/viewtopic.php?t=2581)
- [http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl\\_g\\_ok.pdf](http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl_g_ok.pdf) og
- <https://www.bolius.dk/saa-meget-el-vand-og-varme-bruger-en-gennemsnitsfamilie-279/>
- [http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl\\_g\\_ok.pdf](http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl_g_ok.pdf)
- Farmtest 109, Dansk Landbrugsrådgivning, 2009



## Data og input til beregning af kulstofopbygning i jord og ved

**Emissionskilde: LULUCF**

**Udledning: CO<sub>2</sub>**

For at beregne kulstof binding i jorden, har vi valgt at bruge faste værdier fra bestemte tiltag, i stedet for at beregne kulstof balance for hver mark eller afgrøde. I de nyere udgaver af klimalandmand vil kulstofbalancen beregnes per mark. Den mængde af organisk materiale der tilføres jorden ved dyrkning, afhænger ligeledes af udbyttet, da der er en sammenhæng mellem overjordiske og underjordiske plantemateriale. Den mængde organisk materiale bliver dog ikke beregnet i klimalandmand, da det betragtes som del af baseline kulstof input. I klimalandmand beregnes de mængder der ud over det normale kan bidrage til højere kulstofindhold på længere sigt.

Tabel 18: Emissionsparametre og virkemidler for kulstofopbygning i jord og ved.

Emissionsparameter	Virkemiddel
27 Organiske jorde	Udtagning af jorde (omdrift, afskær dræn)
28 Efterafgrøder	Øget areal med efterafgrøder
29 Antal træer/buske	Øget andel træer/buske i dyrkningsfladen
30 Andel græs/flerårige afgrøder	Øget omdriftstid for græsmarker Øget andel af græs/flerårige afgrøder Udbytteoptimering i græsmarker (omdrift + permanente)
31 Type af jordbehandling	Faste kørespor (pga. højere udbytte)
32 Halmnedmuldning	Øget tilbageførsel af halm
33 Tildelt gødningstype	Optimeret type ift. sædskifte/import
34 Type af afgrøder (i jord)	Ændring til mere kulstofopbyggende afgrøder
35 Biokul	Tildeling af bio-kul

### Virkemiddel (Se Tabel 18 og 19)

#### 27 Udtagning af organiske jorde

Organiske jorde afbrænder (respirerer) store mængder af kulstof når de pløjes og fysisk påvirkes, samtidig med at der er ilt til stede. Derfor forøger dræning kulstofrespirationen. Der findes 4 opdelinger med hver sin værdi ift. kulstofopbygning for hver af de to kategorier afhængigt af C-indhold i jorden samt ift. om det er omdriftsjord eller permanent græs (6-12% C i jord = JB, >12 % C i jord = JB). Til input skal bruges ha af JB jorde i hver kategori.

Definitionen af kategorierne indenfor organiske jorde ift. kulstofindhold stemmer med beregningerne for udledning af lattergas og er følgende:

- Drænet org. jorde er > 75 cm under overfladen / dybde til vandspejl
- Jorde med afskårede dræn er 0-25 cm under overfladen / dybde til vandspejl

Reference: Klimaeffekten ved dyrkning af lavbundslande, Jørgen E. Olesen, Plantekongres 2016: [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FcMrE74Y15MJ:https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantekongres/Filer/pl\\_plk2016\\_res\\_47\\_1\\_Joergen\\_E\\_Olesen.pdf+&cd=1&hl=da&ct=clnk&gl=dk](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FcMrE74Y15MJ:https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Plantekongres/Filer/pl_plk2016_res_47_1_Joergen_E_Olesen.pdf+&cd=1&hl=da&ct=clnk&gl=dk)

### **28 Efterafgrøder**

Efterafgrøder tilfører jorden ekstra organisk materiale samt kvælstof, og er med til at opbygge kulstof i jorden. Til beregning af dette virkemiddel skal bruges følgende inputdata: Efterafgrøder i ha.

### **29 Plantning af træer/buske**

Buske og træer er med til at binde CO<sub>2</sub> fra atmosfæren i selve vedet, men også direkte i jorden, via rødder og bladtab. Til beregning af dette virkemiddel skal bruges følgende inputdata: Længde i km og bredde (antal rækker), nål eller løv, og alder på træerne (>25 år>).

### **30 Andel af flerårige afgrøder**

Græsmarker har som den eneste afgrøde en dokumenteret bidrag til opbygning af kulstof i jord. Hver gang de pløjes, går noget af indlejringen tabt, og derfor er det vigtigt at vide hvor lang tid de ligger. Til beregning af dette virkemiddel skal bruges følgende inputdata: Græsmarker i omdrift til slæt eller afgræsning i ha og markernes alder (rotationsinterval).

### **31 Faste kørespor**

Ved faste kørespor i marken forventes højere udbytter, hvilket vil bidrage til ekstra halm, rod og stubrester. Til beregning af dette virkemiddel skal bruges følgende inputdata: Antal ha mark, hvor der indføres faste kørespor.

### **32 Halmnedmuldning**

Halmnedmuldning har en positiv effekt på kulstofbalancen i jorden, og jo højere udbytte, jo mere halm. Til beregning af dette virkemiddel skal bruges følgende inputdata: Udbytte fra mark.

### **33 Tildelt gødningstype**

Gylle indeholder organisk materiale, som har en positiv virkning på kulstof i jorden. Fast husdyrgødning eller kompost har dog en meget højere organisk stof indhold, og vil derfor have en højere effekt. Til beregning af dette virkemiddel skal bruges følgende inputdata: Type og mængde gødning.

### **34 Afgrødetype**

Hver afgrøde har en specifik fordeling af organisk stof mellem det overjordiske og underjordiske. Nogle afgrøder, såsom græs har en markant større andel af underjordisk

organisk materiale ift. fx majs. Til beregning af dette virkemiddel skal bruges følgende inputdata: Afgrødetyper i sædskiftet og ha.

### 35 Biokul

Fra næste år er det tilladt at bruge biochar, hvis det kommer fra ubehandlet træ. Biochar eller biokul, er en inert form af kul som bidrager til at trække CO<sub>2</sub> ud af atmosfæren.

Tabel 19: Opbygning i kg C/ha/år og CO<sub>2</sub>-æk/ha/år for hvert af de nævnte virkemidler for kulstofopbygning i jord og ved.

Virkemiddel/Afgrøder	Opbygning kg C/ha-år	CO <sub>2</sub> -æk/ha-år
kl.græs i omdrift 1.år		
slæt	600	-2200
slæt + afgræsning	600	-2200
afgræsning	1200	-4400
kl.græs i omdrift 2. år		
slæt	600	-2200
slæt + afgræsning	600	-2200
afgræsning	1400	-5133
kl.græs 3. år		
slæt	600	-2200
slæt + afgræsning	600	-2200
afgræsning	1600	-5867
kl.græs 4. år		
slæt	600	-2200
slæt + afgræsning	600	-2200
afgræsning	1800	-6600
kl.græs 5.år		
slæt	600	-2200
slæt + afgræsning	600	-2200
afgræsning	1800	-6600
Majs	-100	367
Roer	-100	367
Kartofler		
Brak		
Efterafgrøder	300	-1100
Halmnedmuldning korn		
halmudbytte 3 t/ha	200	-733
halmudbytte 4 t/ha	267	-978
halmudbytte 5 t/ha	333	-1222

Træer/skov (fra år 1-25)		
Frugtplantager med græs under	200	-733
nål jord	300	-1100
løv jord	70	-257
nål ved	1200	-4400
løv ved	1700	-6233
Organiske jorde 6-12% org.stof opbygning kg C/ha-år		CO2-e/ha-år
omdrift:dræn afskåret	6700	-24567
permanent: dræn afskåret	4900	-17967
omdrift til permanent (en gang)	1900	-6967
organiske jorde >12%		
omdrift:dræn afskåret	13300	-48767
permanent: dræn afskåret	9700	-35567
omdrift til permanent (en gang)	3700	-13567
Faste kørespor i græs	100	-367
Ændring i mængde tildelt		
fra gylle til Dybstrøelse	400	-1467
fra kunstgødning til Kvæggylle	200	-733
til Komposteret gødning	400	-1467
til Komposteret have/park-affald	400	-1467

#### Kilder til data indhentning:

- Organiske jorde: Markdatabase
- Efterafgrøder: Markdatabase
- Antal træer og buske/ ha skov: interview
- Andel græs/ flerårige afgrøder og ændring: Markdatabase
- Type af jordbearbejdning: spørgeskema
- Halmnedmuldning: Markdatabase
- Tildelt gødningstype/ eller andet jordforbedring såsom kompost eller affald: Markdatabase

- Afgrøder og udbytte: Markdatabase

Bemærkning: hvis bedrifterne bruger Næsgaardmark kan dataoverførsel ikke udføres automatisk.

## Data og input til beregning af udvaskning

### Emissionskilde: N-udvaskning

### Udledning: N<sub>2</sub>O

Tabel 20: Emissionsparametre og virkemidler for udvaskning på bedriften.

Emissionsparameter	Virkemiddel
36 Afgrødetype	Mindre areal med majs og kartofler
37 Efterafgrøder	Øget areal med efterafgrøder
38 Jordtype (sand/ler)	

### N-udvaskning

N<sub>2</sub>O emissionen fra kvælstofudvaskning i jord og til vandmiljø afhænger af N tilførslen til jorden, dvs. fra anvendelse af handelsgødning, husdyrgødning, slam og anden form for tilførsel af kvælstofholdige produkter. Udover mængden af udbragt N til jorden, vil der i praksis være en række drifts- og klima/naturforhold, som har betydning for om kvælstoffet i praksis bliver N udvasket eller tilbageholdt i jord eller i afgrøden. Disse forhold omhandler fx kvælstoftype (mineralsk/organisk), afgrødetype (kvælstofoptagelse/gødskningsniveau/efterafgrøder), Jordbearbejdning (stubbearbejdning/høst/såning) og temperatur/nedbør/fordampning. Der er ikke på nuværende tidspunkt en opgørelse som viser N-udvaskningen for de mange forskellige kombinationer af betydende variable.

I Klimalandmands første version er valgt en relativ simpel beregning, som alene basere sig på tilførslen af N til marken. I næste version arbejdes videre med muligheden for at implementere et mere detaljeret datagrundlag, som tager højde for flere af de betydende variable - fx afgrødetyper, gødskningsniveau og jordtype.

### Beregning af N<sub>2</sub>O emission fra N-udvaskning

Det antages at mængden af N udvasket til rodzonen svarer til en 1/3 af den samlede N tilførsel til jorden. Denne udvaskningsandel er baseret på et gennemsnitstal på landsplan for årene 2015-2017 opgjort i den nationale opgørelse for drivhusgasser. På baggrund af normtal for husdyrgødning samt Danmarks statistik er den samlede N tilførsel opgjort, mens den nationale N-udvaskning er baseret på data fra det nationale overvågningsprogram NOVANA, som er baseret på en kombination af faktiske målinger og modelberegninger.

Beregning af N<sub>2</sub>O emissionen fra N-udvaskning er baseret på en standard værdi fra IPCC 2006 Guidelines på 0,0075 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N udvasket til rodzonen.

En forbedring i beregningen af N<sub>2</sub>O emissionen fra N-udvaskning kan ske ved at forbedre datagrundlaget for N-udvasket, hvor der tages højde for nogle af de før nævnte variable som har betydning for N-udvaskningen i praksis – fx afgrødetype og jordtype.

### **Mængden af N-udvasket**

I Mark Online arbejdes på at beregne en N-udvaskning på markniveau som baseres på beregninger i N-LES5 modellen, som skal kunne beregne både udvaskningspotentialet udtrykt på en relativ skala (nitratindeks), den absolutte udvaskning (kg N/ha ud af rodzonen) samt den absolutte kvælstofudledning (kg N/ha ud til det marine vandmiljø). Udvasningen kan dermed beregnes for alle kombination af afgrødetyper og jordtyper. Dog forventes det ikke, at et Mark Online modellen på nuværende tidspunkt kan anvendes i Klimalandmand, men bliver data tilgængelige vil det være relevant at inkludere data og informationer om N-udvaskning i beregningsopsætningen i Klimalandmand. Mark Online varetages af SEGES.

I overvågningsprogrammet NOVANA opgøres den gennemsnitlige udvaskning på henholdsvis sand- og lerjord på seks LOOP områder (Landovervågningsoplande). Spørgsmålet er om disse LOOP områder er repræsentative og dermed kan anvendes som standardværdier for udvaskningen på sand- og lerjorde. Det er Bioscience i Silkeborg som har ansvaret for afrapportering af LOOP.

### **Beregning af N<sub>2</sub>O emission**

I IPCC 2006 Guidelines kan N<sub>2</sub>O emissionen beregnes på to måder. Den første måde, beregnes emissionen på mængden af N udvasket til rodzonen og her anvendes en emissionsfaktor på 0,0075 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N udvasket til rodzonen. Den anden måde, beregnes emissionen ved at anvende en emissionsfaktor for tre forskellige udvaskningspuljer; for N-udvaskningen til henholdsvis rodzone, vandløb og hav og for hver af de tre puljer anvendes en emissionsfaktor på 0,0025 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N-udvasket. Det betyder, at kender vi N-udvaskningen til hver af de tre N puljer, rodzone, vandløb og hav, så kan vi anvende en emissionsfaktor på 0,0025 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N-udvasket for hver af N-puljerne.

### **Klimalandmand - niveau**

N<sub>2</sub>O-emissionen beregnes på nuværende tidspunkt som niveau 1, mens der i det kommende arbejde med en opdateret version af værktøjet, ses på mulighederne for at videreudvikle til niveau 2 og 3. De 3 niveauer er defineret nedenfor.

#### **Niveau 1:**

Kender den samlede N-tilførsel til marken og anvender en fast fraktion udvasket til rodzonen baseret på den danske opgørelse. Beregner N<sub>2</sub>O emissionen ved at anvende IPCC 2006 emissionsfaktorer.

#### **Niveau 2:**

Mulighed for at differentiere i forhold til forskellige afgrødetyper.

### Niveau 3:

Mulighed for at differentiere i forhold til forskellige afgrødetyper, jordtype og kvælstoftildelingsniveau.

Der er i nuværende version af værktøjet valgt at bruge en grov beregningsmetode, indtil der i mark-online på basis af N-less 5 og beliggenhed i recipientområde (ID15) kan lave detaljerede beregninger per mark. SEGES (Søren Kolind Hvid) har på basis af N-less 4 lavet en nitratindeks, som er beregnet til at kunne brug til fremtidige kvælstofreguleringer med sædskifte tiltag og andre virkemidler. I nitratindekset sættes konventionelt dyrket vinterhvede (150 kg N) hvor halmen fjernes og der gødes med kunstgødning, til 100, og alle andre afgrøder og tiltag er relateret til denne.

For at få den absolutte udvaskning skal nitratindekset ganges med en udvaskningsfaktor, som afhænger af jordtype og nedbørområde. Udvasningsfaktoren er den samme uanset afgrøde, husdyrgødning og virkemiddel (det er det smarte ved Nitratindeks modellen). Så udvasningsfaktoren kan fastsættes én gang for alle for hver mark. Udvasningsfaktoren varierer mellem 0,3 og 0,8. Det betyder, at kvælstofudvaskningen i vinterhvede varierer mellem 30 kg N (100 x 0,3) og 80 kg N (100 x 0,8).

I værktøjet er der i første omgang valgt at bruge gennemsnitstal og se bort fra dette, hvilket kategoriseres imellem sand/ler og et nedbørsområde. For at beregne udvasningsfaktoren bruges referenceafgrøden - altså vinterhvede efter vinterhvede gødet handelsgødning efter norm – hvorefter udvaskningstallet divideres med 100 = udvasningsfaktoren, som skal ganges på alle nitratindeks uanset afgrøde, husdyrgødning osv. Der regnes med en emissions faktor på 0,0075 for hver kg N der udvaskes. Beregningerne til kgN<sub>2</sub>O er lavet med faktor 1,58 (molærvægt indeksering) og der er regnet med 298 kg CO<sub>2</sub>-e per kg N<sub>2</sub>O. Der kan allerede gøres plads til den mulighed at indberette nedbørsområde (Se Tabel 21 og 22).

**Tabel 21: Potentiel udvaskning for et kvæggyllesædskifte.**

*Tabel 60. Gennemsnitlig potentiel udvaskning for et kvægsædskifte beregnet vha. N-balance-metoden som i denne rapport sammenholdt med N-udvaskning beregnet ud fra målinger eller modelstudier*

	Vinterhvede, halm fjernet	Byghelsæd	Majsens.	Kl.græs ens.	Potentiel udvaskning, gns. for sædskiftet, kg N/ha/år
Andel i sædskiftet, % <sup>1)</sup>	27	7	24	32	
Potentiel udvaskning, kg N/ha/år					
Beregnet v. N-balance-metoden (m. 100% kunstgødn) <sup>2)</sup>	39	31	47	38	36
Beregnet v. N-balance-metoden (m. husdyrgødn) <sup>2)</sup>	57	46	64	52	51
Baseret på målte udvaskninger <sup>1)</sup>	52	37	66	48	48
Skøn udvaskning <sup>3)</sup>	79	-	103	25	60
DK gns. NLES4 korrigeret udvaskning <sup>4)</sup>					56

1) Typisk kvægsædskifte ifølge Blicher-Mathiesen, 2014, tabel 2 med målte udvaskninger

2) Tal fra dette studie

3) Børgesen et al., 2009

4) Olesen et al., 2016

Tabel 22: Kvælstof og fosforbalancer for byg og hvede baseret på IPPC 2006.

### Appendix 3. Kvælstofbalancer fra dyrkning af dansk

Tabel A3.1. Kvælstof og fosforbalancer for dyrkning af 1 ha dar

	Byg		Hvede	
Andel halm fjernet, %	100	0	100	0
N-balance, kg N/ha				
Input				
Kunstgødning	119	119	149	149
Udsæd	2	2	2	2
Fixering	0	0	0	0
Atmosfærisk deposition	14	14	14	14
Total input	135	135	165	165
Output				
Netto udbytte, kerne	76	76	100	100
Halm udbytte	16	0	18	0
Total Output	92	76	118	100
N-overskud	44	59	47	65
Tabsposter N				
NH <sub>3</sub> -N	4,3	4,3	4,8	4,8
NO-N	0,6	0,6	0,7	0,7
N <sub>2</sub> O-N direkte	1,7	1,9	2,6	2,7
N <sub>2</sub> -N	3,3	3,6	5,0	5,2
N <sub>2</sub> O-N indirekte	0,4	0,5	0,4	0,4
Δ N i jord 100 år perspektiv, kg N/ha <sup>1)</sup>	-22	-13	-5	7
Potentiel N udvaskning <sup>2)</sup>	55	62	39	44
Følsomhedsanalyse, 20 år perspektiv Δ N i jord				
Δ N i jord, kg N/ha	-47	-28	-11	15

### Referencer

Blicher-Mathiesen, G., Holm, H., Houlborg, T., Rolighed, J., Andersen, H.E., Carstensen, M.V., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. 2019. Landovervågningsoplande 2017. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 222 s. -



Videnskabelig rapport nr. 305 <http://dce2.au.dk/pub/SR305.pdf>. I tabel 5.1 er vist følgende værdier for N-udvaskning; 51 kg N/ha for lerjord og 79 kg N/ha for sandjord.

EMEP, 2019. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, Chapter 3 D Crop production and agricultural soils 2019

<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/3-d-crop-production-and/view>

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Olsen, T. M. & Hansen, M.G. 2019. Denmark's National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 886 pp. Scientific Report No. 318 <http://dce2.au.dk/pub/SR318.pdf>

IPCC 2006: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_11\\_Ch11\\_N2O&CO2.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf)

## Virkemidler (Se Tabel 20)

### 37 Efterafgrøder

#### Øget areal med efterafgrøder

I virkemidler\_beregninger af virkemiddelværdi er der sat konkrete tal på vinterhveden, ud fra rapport 116 (Mogensen et al., 2018). I rapporten gennemgås forskellige metoders resultater, på basis af målinger, IPCC2006 og balance beregninger. Vi vælger 39 for hvede på ler og 59 for hvede på sandjord. Til beregninger af virkemidler skal der bruges input i form af afgrødetype og areal med efterafgrøder.

## Data og input til beregning af emissionen fra bedriftens import og eksport

**Emissionskilde: Eksport og import af varer og ressourcer**

**Udledning: CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub>**

*Tabel 23: Emissionsparametre for bedriftens import og eksport af ressourcer.*

Emissionsparameter
<b>Foder:</b>
39 Fodermiddel
40 Mængde
41 Oprindelsesland
<b>Gødning:</b>
42 Gødningstype
43 Gødningsmængde
44 Bioforgasning af gødning
45 Gødningstype der bioforgasses
46 Gødningsmængde der bioforgasses
<b>Maskinarbejde:</b>
47 Solgt maskinarbejde (kr.)
48 Indkøbt maskinarbejde (kr.)
<b>Vedvarende energi:</b>
49 Produktion af vedvarende energi
50 Forbrug af vedvarende energi (indkøbt)
<b>Dyr:</b>
51 Indkøb af dyr til bedriften

### Datakilder

Herunder ses en liste over de datakilder der skal bruges til automatisk hentning af data til import/eksport beregninger:

- Fodermiddel: DMS/Foderplan evt. interview

- Fodermængde importeret: Økonomidatabase eller foderstofdatabase (Agrosoft)
- Foder oprindelsesland: foderstofdatabase
- Gødningstype: Markdatabase
- Gødningsmængde: Markdatabase
- Gødning med indhold af næringsstoffer (NPK indhold): Markdatabase
- Energiforbrug og levering fra-til ekstern kilde: Interview
- Energiproduktion fra biogas, halm, vind eller sol: interview og energiregnskab

## Foder (Emissionsparameter 39 - 41)

### Indkøbt foder:

Ved beregning af indkøbt foder til bedriftens skal der bruges følgende Input:

- Typer af indkøbte fodermidler
- Mængde af indkøbt foder i kg TS/kg foder eller kg foder
- De enkelte fodermidlers klimaaftryk er baseret på DCA rapport 116, 2018, hvor fodermidlets klimaaftryk er udregnet inklusiv kulstoflagring og indirekte effekt af LUC i CO<sub>2</sub>e/år. (Se Tabel 24).

Tabel 24: Emissionsfaktore inklusiv kulstof i jord og iLUC for fodermidler baseret på DCA rapport 116, 2018.

Fodermiddel	C i jord + LUCd, CO <sub>2</sub> e/år
<b>Korn og rapsprodukter</b>	
Byg	676
Hvede	479
Rug	626
Havre	637
Triticale	711
Byghalm	71
Hvedehalm	59
Rapsfrø	1031
Rapsskrå	582
Rapskage	554
Kornbærme	800
Hvedeklid	348
Mask (frisk)	53
Majskerne	621
Majsgluten	2419
<b>Roer og roeprodukter</b>	
Foderroer	294
Roepiller	675
Melasse	393
HP-pulp (frisk)	247
<b>Grovfoder</b>	

Byghelsæd	469
Kløvergræsensilage	328
Majsensilage	359
Kolbemajs	553
Grønpiller	1288
<b>Soja, solsikke og palme</b>	
Sojaskrå	4845
Sojaskaller	2609
Solsikkeskrå/kage	1507
Palmekage/skrå	1254
Citruskvas	899
<b>Kraftfoderblandinger</b>	
Fiberrig	956
Stivelsesrig	679
Proteinrig	753
Mix	2641

### Begrænsninger og antagelser ift. foderimport:

Baseret på eksisterende forskningsresultater kan der endnu ikke tages højde for hvilket land fodermidlet er produceret i, så de brugte værdier er for formidler, der kan produceres i forskellige lande, et beregnet gennemsnit ift. klimabelastning pr. kg foder. Virkemidlet ift. til import af foder er derfor baseret på at undgå import af foder eller vælge et fodermiddel med lavere klimabelastning.

**Solgt foder/afgrøder:** (ikke nødvendigvis kun til foder kan også være til eks. humant konsum)

Ved beregning af solgt foder til bedriftens skal der bruges følgende Input:

- Typer af indkøbte fodermidler
- Mængde af indkøbt foder i kg TS/kg foder eller kg foder
- Ovenstående afgrødeliste er ikke fuldstændig, og der skal laves et valg i scroll-downmenuen som hedder "andet", som så frigiver en celle hvor den manglende afgrøde kan skrives manuelt.

Solgt foder har kun betydning for udledning ift. sædskiftet og for bedriftens output.

### Referencer:

Mogensen et al. DCA rapport Nr.: 116, DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 2018

## Gødning (Emissionsparameter 42 – 46)

### Afsætning af gødning

Ved beregning af bedriftens eksport af gødning skal der bruges følgende Input:

- Type gødning, mængde gødning, N-indhold, afsætningstidspunkt og opbevaring (stald/lager)
- Afsat direkte fra lager eller stald
- Ved reduktion i gødningsmængden skal dette fratrækkes i kulstofregnskabet for bedriften.

Udledningen beregnes fra lageret, hvis gødningen er afsat derfra. Udledningen beregnes fra stalden, hvis gødningen er afsat fra stald. Hvis gødning afsættes til biogasproduktion, godskrives man for netto-emissionseffekten Følgende input skal bruges:

- Gødning eller plantemasse afsat til biogasproduktion, tons/år
- Effekt: reduktionseffekt fratrækkes i input/output-saldo
- Hvis gødningen afsættes til biogasproduktion, godskrives man for den netto-emissionseffekt, der er beregnet af SEGES (Biogas-fane i virkemiddel-ark)
  - Input: tons gødning eller plantemasse afsat til biogasproduktion.
  - Effekt: reduktionseffekt fratrækkes i input/output-saldo

Nettoemissionen baserer sig på beregninger i SEGES, hvor netto-reduktionen i CO<sub>2</sub>-ækv er beregnet for gødninger og planterester i et "standard"biogasanlæg (svarende til et mindre fællesanlæg med opgradering til naturgasnettet). Se eksempel på beregning i Tabel 25.

Tabel 25: Regneeksempel for nettoemissionen ved levering til biogasanlæg.

	TS%	Kvæg gylle 6,5	So gylle 4	Slagtesvin gylle 6	Kvæg dyb- strøelse 30	Svin dyb- strøelse 30	Ensila ge 33
Netto fortrængt naturgas via biogasproduktion	Kg CO <sub>2</sub> /ton	32,7	20,1	38,7	187,9	170,8	215,6
Fradrag transport af biomasse	Kg CO <sub>2</sub> /ton	-1,03	-1,03	-1,03	-2,55	-2,55	-2,55
Fradrag for anlægsdrift (varme)	Kg CO <sub>2</sub> /ton	-9,08	-9,08	-9,08	-9,08	-9,08	-9,08
Fradrag for anlægsdrift (el)	Kg CO <sub>2</sub> /ton	-1,58	-1,58	-1,58	-1,58	-1,58	-1,58
Fradrag for anlægsetablering (materialer)	Kg CO <sub>2</sub> /ton	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Fradrag for anlægsetablering (diesel)	Kg CO <sub>2</sub> /ton	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
<b>Netto reduktionseffekt / ton biomasse</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub>/ton</b>	<b>20,5</b>	<b>8</b>	<b>26,6</b>	<b>174,3</b>	<b>157,2</b>	<b>201,9</b>

## Modtagning af gødning

Ved beregning af bedriftens import af gødning skal der bruges følgende Input:

- Type gødning, mængde gødning, N-indhold, modtagelsestidspunkt og opbevaring (lager/mark)

Gødningen belaster fra det tidspunkt den ligger på bedriften og indtil den eksporteres ud. Organisk gødning fortrænger kunstgødning, hvilket beregnes med en faktor (4,37) der ganges på mængden af gødning i ton. Reference: DCA rapport 061. Environmental impact of beef. Mogensen et al., 2015.

Ved tilbageførsel af afgasset gødning, regnes der ikke på den gødning, der svarer til den gødning, der er sendt til biogas (målt i N-indhold). Til gengæld beregnes emissionsfaktoren ud fra mængden af N i afgasset gødning, som dermed behandles som anden indkøbt gødning.

## Maskinarbejde (Emissionsparameter 47 – 48)

Ved beregning af solgt og indkøbt maskinarbejde til bedriftens skal der bruges følgende Input:

- Solgt og købt maskinarbejde i kr/år
- Maskinarbejde i kr omregnes med en faktor til dieselforbrug i liter/år og herefter ganges emissionsfaktoren for en liter diesel på den fundne mængde diesel (omregnet fra kr.)

## Vedvarende energi (Emissionsparameter 49 - 50)

Ved beregning af bedriftens energiproduktion skal der bruges følgende Input:

- Bedriftens energiforbrug ift. import og eksport opdeles i "Eget energiforbrug" og "Produktion af vedvarende energi"
- Forbrug i hhv. liter diesel, liter olie, kubikmeter gas, antal kWh pr. år
- Type energiproduktion og produktionens størrelse i kWh/år
- Ved produktion af vedvarende energi fratrækkes produktionen bedriftens forbrug ned til 0 kWh, og den resterende mængde godskrives bedriften ikke for. Overskydende produktion bliver angivet i outputtabellen for at synliggøre bedriftens indsats ift. produktion af vedvarende energi.

## Dyr (Emissionsfaktor 51)

Ved køb af dyr fra anden bedrift se afsnit under beregningsgrundlag for udledning fra fordøjelsen: *Generelt for beregninger af antal dyr.*

## Virkemidler

Beregninger af emissioner fra import/eksport på bedriften inkluderer ikke virkemidler, men vil være den samlede effekt af ressourcer, der tages ud og ind af bedriftens samlede regnskab.

## Vejledning til dataudtræk fra økonomidatabasen

1. SQL-script til at udtrække de aftalte data fra Økonomidatabasen (ØDB) befinder sig på følgende placering:

U:\Regnskabsdatabasen\19  
 Udtræk\Intern\mstu\Klimalandmand\OEDB\_Data\_Klimalandmand.SQL

2. For at kunne lave et nyt udtræk er det nødvendigt, at landmandens regnskab er overført til ØDB. Hvis regnskabet ikke er overført, så skal dette gøres, før udtrækket kan foretages
3. Et nyt udtræk kan bestilles ved at skrive til Lone Balle Carlqvist, e-mail [LOC@seges.dk](mailto:LOC@seges.dk)
4. Øverst i SQL-scriptet er der mulighed for at vælge:
  - a. Regnskabsår
  - b. CVR-nummer
  - c. Godkendelsestype (projekt)
5. Herefter gemmes data som en .csv-fil og sendes til Frank Oudshoorn, [FRWO@seges.dk](mailto:FRWO@seges.dk) eller evt. en anden bestiller

Ved tilføjelse af nye datafelter fra ØDB skal der rettes følgende steder:

1. Der skal tilføjes en ny række i det eksisterende SELECT-statement på rækkerne 98 – 387
2. Det nye referencenummer skal tilføjes under afgrænsningen på rækkerne 393 – 419
3. Der skal tilføjes en ny række med navnet på den nye variabel på rækkerne 432 – 700
4. Navnet på den nye variabel skal tilføjes til en kategori på rækkerne 32 – 81