

Forfattere:

Julie Cheron Schmidt Henriksen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug

Søren Kolind Hvid, SEGES

Frank Oudshoorn, Innovationscenter for Økologisk Landbrug

Finn Udesen, SEGES

Nicolaj Ingemann Nielsen, SEGES

Martin Øvli Kristensen, SEGES

Jette Søholm Petersen, SEGES

Udgivet den 15.10.2021

Værktøjets formål

Landbrugets klimaværktøj 1.0 er et bedriftsspecifikt værktøj, der beregner bedriftens nu drift og effekten af bedriftsspecifikke virkemidler. Landbrugets klimaværktøj 1.0 er et operationelt værktøj baseret på dokumenterede effekter, der motiverer den enkelte landmand til at handle og dermed reducere bedriftens samlede drivhusgasudledning. Værktøjet giver mulighed for at beregne klimaaftrykket for oksekød- og mælkeproduktion, svineproduktion, fjerkrækød- og ægproduktion og planteavl inkl. grøntsagsproduktion.

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.

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 Landbrugets klimaværktøj men kan anføres i bemærkningerne til programmets resultatopgørelse.

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

Herunder ses en gruppering af de emissionskilder der indregnes:

- Udledning fra dyrenes fordøjelse (metan)
- Udledning fra husdyrgødning i stald og lager – herunder kompostering (metan og direkte lattergas og ammoniak-N som omregnes til lattergas)

- Udledning ved udbringning af gødning på markerne (direkte lattergas og lattergas fra ammoniak)
- Omsætning af planterester i jorden (lattergas)
- Udledning og lagring af kulstof i jorden – herunder organiske jorder.
- Udvaskning af nitrat (lattergas)
- Energiforbrug – evt. modregnet produktion af vedvarende energi (CO₂)
- Indkøb og salg af ikke landbrugsprodukter – herunder gødning til biogas (CO₂)

Ved at ændre på forhold på bedriften f.eks. dyrehold, sædskifte, gødsning, træplantning eller energiproduktion, kan en indtastning under fremtidsscenerier i værktøjet beregne og dermed vise konsekvensen i CO₂-ækvivalenter, og landmanden kan beslutte, hvad der giver bedst mening at gå i gang med. Træplantning er dog på nuværende tidspunkt ikke med i værktøjet.

Der hentes automatisk data fra bedriftens gødningsregnskab som landmanden skal kontrollere og evt. tilrette. Aktivitetsdata på emissionskilder, der ikke kan beregnes på baggrund af gødningsregnskabet, præsenteres med en forudberegnet standardværdi for driftstypen, som landmanden derefter kan tilpasse hvis nødvendigt.

Der er udviklet separate excel-ark til beregning af klimaaftrykket på produktniveau. I produktberegningen tages der udgangspunkt i data og de beregnede værdier i bedriftsregnskabet. Derudover skal brugeren indtaste nogle nødvendige oplysninger, da de ikke kan trækkes direkte ud af bedriftsregnskabet.

Drivhusgasserne omregnet til CO₂-ækvivalenter

I Landbrugets klimaværktøj beregnes de 3 vigtigste drivhusgasser for landbrugets jf. IPCC guidelines 2006. Dette drejer sig om metan (CH₄) lattergas (N₂O) og kuldioxid (CO₂). Derudover beregnes også en relativ kulstofbalance som viser hvor meget kulstof (C) der estimeres oplagret på bedriftens arealer.

Drivhusgassernes påvirkning på den globale opvarmning i atmosfæren beregnet ud fra et 100-årigt tidsperspektiv er som følgende:

1 kg CO₂ = 1 kg CO₂-ækvivalenter = CO₂-e

1 kg Metan = 25 kg CO₂-ækvivalenter

1 kg Lattergas = 298 CO₂-ækvivalenter

1 kg Kulstof i jord = 3,7 kg CO₂-ækvivalenter i atmosfæren

Indholdsfortegnelse

Værktøjets formål	2
Beskrivelse af værktøjets ramme.....	2
Drivhusgasserne omregnet til CO2-ækvivalenter	3
Oversigt over værktøjet emissionskilder og aktivitetsdata	10
Automatisk hentning af data fra gødningsregnskabet	12
Kendte fejl i Gødningsregnskabet	12
Datakvalitet og usikkerheder	13
Beregningsgrundlag for emissionskilder og indikatorer	13
Husdyr	14
Dokumentets baggrund, formål og faglig afgrænsning	14
Referencer.....	14
Fordøjelse: Kvægproduktion.....	15
1 Beregningsgrundlag og metode.....	15
1.1 Databehov ved beregning af udledning fra fordøjelse	15
1.2 Beregningsgrundlag for udledning fra fordøjelsen	15
1.3 Beregning af enterisk metan.....	17
1.4 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	18
2 Import/eksport af ressourcer til bedriften	19
2.1 Indkøbte dyr.....	19
2.2 Indkøbt foder	20
3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	26
Referencer.....	26
Fordøjelse: Svineproduktion.....	27
1 Beregningsgrundlag og metode.....	27
1.1 Databehov ved beregning af emission fra fordøjelsen.....	27
1.2 Beregningsgrundlag for udledning fra fordøjelsen	27
1.3 Metanemission fra svineproduktioner	28
1.4 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	29
2 Import/eksport af ressourcer til bedriften	29
2.1 Indkøbte dyr.....	29
2.2 Indkøbt foder	30

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	31
Referencer.....	32
Fordøjelse: Fjerkræproduktion	32
1 Beregningsgrundlag og metode.....	35
1.1 Databehov ved beregning af emissioner fra fordøjelsen.....	36
1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra fordøjelsen	37
1.3 Metan emission fra fjerkræproducenter	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
1.4 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	37
2 Import/eksport af ressourcer til bedriften	38
2.1 Indkøbte dyr.....	38
2.2 indkøbt foder	38
3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	41
Referencer.....	42
Stald og lager: Kvægproduktion.....	42
1 Beregningsgrundlag og metode.....	43
1.1 Databehov ved beregning af emissioner fra stald og lager	43
1.1.1 Beregningsgrundlag af emissioner i stald	43
1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra lageret	47
1.2.1 Beregning af emissioner i lager.....	47
2 Import/eksport.....	50
2.1 Indkøbt strøelse	50
3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	51
Referencer.....	51
Husdyrgødning ved afgræsning: Kvægproduktion	52
1 Beregningsgrundlag og metode.....	52
1.1 Databehov ved beregning.....	52
1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra afgræsning.....	52
Referencer.....	57
Stald og lager: Svineproduktion.....	58
1 Beregningsgrundlag og metode.....	58
1.1 Databehov ved beregning.....	58
1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra svinestalde og lager.....	60

1.4 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	64
2 Import/eksport.....	65
2.1 Indkøbt strøelse	65
3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	65
Referencer.....	67
Stald og lager: Fjerkræproduktion	68
1 Beregningsgrundlag og metode.....	68
1.1 Databehov ved beregning.....	68
1.2 Beregningsgrundlag	72
2 Import/eksport.....	73
2.1 Indkøbt strøelse	73
3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	73
Referencer.....	74
Markens emissioner - husdyrgødning.....	75
1 Beregningsgrundlag og metode for udledning fra husdyrgødning på mark.....	75
1.1 Databehov ved beregning.....	75
1.2 Beregningsgrundlag	75
1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	77
2 Import/eksport.....	77
3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	78
Referencer.....	78
Markens emissioner - handelsgødning.....	79
1 Beregningsgrundlag og metode for udledning fra handelsgødning på mark	79
1.1 Databehov ved beregning.....	79
1.2 Beregningsgrundlag	79
1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse	79
1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	81
2 Import/eksport.....	82
3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler	82
Referencer.....	82
Markens emissioner – Anden organisk gødning.....	83
1 Beregningsgrundlag og metode for udledning fra anden organisk gødning	83

1.1	Databehov ved beregning.....	83
1.2	Beregningsgrundlag	83
2	Import/eksport.....	84
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	84
Referencer.....	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.	
Markens emissioner - afgrøderester		84
1	Beregningsgrundlag og metode for afgrøderester	85
1.1	Databehov ved beregning.....	85
1.2	Beregningsgrundlag af emissioner fra afgrøderester	85
1.3	Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	91
2	Import/eksport.....	91
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	91
Referencer.....		91
Markens emissioner - ammoniak fra voksende afgrøder		91
1	Beregningsgrundlag og metode for udvaskning	91
1.1	Databehov ved beregning.....	91
1.2	Beregningsgrundlag og metode for ammoniak fra voksende afgrøder.....	91
2	Import/eksport.....	92
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	92
Referencer.....		92
Markens emissioner - udvaskning fra rodzonen.....		92
1	Beregningsgrundlag og metode for udvaskning	93
1.1	Databehov ved beregning.....	93
1.2	Beregningsgrundlag og metode for udvaskning	93
1.2	Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	94
2	Import/eksport.....	94
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	94
Referencer.....		94
Markens emissioner - dyrkning af organogene jorde.....		95
1	Beregningsgrundlag og metode for organogene jorde	95
1.1	Databehov ved beregning.....	95
1.2	Beregningsgrundlag af emissioner fra organogene jorde.....	95

1.2	Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	97
2	Import/eksport.....	98
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	98
	Referencer.....	98
Markens emissioner - kalkning		99
1	Beregningsgrundlag og metode for udvaskning	99
1.1	Databehov ved beregning.....	99
1.2	Beregningsgrundlag og metode for kalkning.....	99
1.3	Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	99
2	Import/eksport.....	99
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	99
	Referencer.....	99
Kulstofbalancen i jorden (netto).....		100
1	Beregningsgrundlag og metode for kulstofbalancen.....	100
1.2	Databehov ved beregning.....	100
1.2	Beregningsgrundlag og metode for kulstofbalancen i jorden	100
1.3	Videreudvikling af beregningsgrundlag for Landbrugets klimaværktøj.....	103
2	Import/eksport.....	103
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	103
	Referencer.....	104
Kulstofbalancen i træer, læhegn og skov.....		104
1	Beregningsgrundlag og metode for kulstofbalancen.....	105
1.2	Databehov ved beregning.....	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
1.2	Beregningsgrundlag og metode for kulstofbalancen i jorden ...	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
Energiforbrug og -produktion		106
1	Beregningsgrundlag og metode for udledning fra husdyrgødning på mark.....	106
1.1	Databehov ved beregning.....	106
1.2	Beregningsgrundlag	106
1.3	Emissions- og omregningsfaktorer	108
1.4	Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj	109
2	Import/eksport.....	110
3	Aktivitetsdatas relation til virkemidler	110

3.1	Estimater af reduktion i elforbruget i kWh/år	110
3.2	Overgå til vedvarende energi.....	111
3.3	Effektiviser energiforbruget.....	111
3.4	Automatisk styring af kornblæser.....	111
3.5	Reduceret energiforbrug ved malkning	111
3.6	Overgå til jordvarme	112
3.7	Overgå til biobrændsel.....	112
3.8	Opstil vindmølle	112
3.9	Brug varmegenvinding	112
3.10	Etabler solceller.....	113
3.11	Estimater af reduktion i dieselforbrug.....	113
3.12	Overgå til elmaskinel.....	113
3.13	Indstil maskinerne optimalt i marken	114
3.14	Reducér dieselforbruget i marken	114
3.15	Saml din jord	115
3.16	Brug lastbil til transport	115
	Referencer.....	115
4	Klimaaftryk på produktniveau.....	116
4.1	Kvægproduktion.....	116
4.1.1	Datainput der skal hentes fra bedriftsregnskabet.....	116
4.1.2	Datainput baseret på normtal og allokeringsmetoder	119
4.2	Svineproduktion.....	120
4.2.1	Datainput der kan hentes fra bedriftsregnskabet	120
4.2.2	Datainput baseret på normtal	120
4.3	Fjerkræproduktion	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
4.3.1	Datainput der kan hentes fra bedriftsregnskabet	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
4.3.2	Datainput baseret på normtal	Fejl! Bogmærke er ikke defineret.
4.4	Mark.....	122
4.4.1	Datainput der kan hentes fra bedriftsregnskabet	123
4.4.2	Datainput allokeres på basis af normtal	123

Oversigt over værktøjet emissionskilder og aktivitetsdata

Tabel 1 viser en oversigt over alle de emissionskilder og aktivitetsdata, der indgår i det samlede faglige indhold af klimaværktøjet.

Tabel 1: Oversigt over værktøjets emissionskilder, udledning af drivhusgas og aktivitetsdata

Emissionskilde	Drivhusgas	Aktivitetsdata	Data fra gødningsregnskab
FORDØJELSE	CH4/CO2		
		1 Antal dyr	X
		2 Type dyr	X
		3 Ydelsesniveau og Fodersammensætning	X
HUSDYRGØDNING I STALD/LAGER	CH4, N2O, NH3, NOx		
		4 Staldtype og teknologier	X
		5 Opholdstid af gylle i stald	X
		6 Mængde strøelse	
		7 Gyllehåndtering	
HUSDYRGØDNING PÅ MARK	N2O, NH3, NOx		
		8 Mængde N	X
		9 Gødningstype	X
		10 Afgræsning	
HANDELSGØDNING PÅ MARK	N2O, NH3, NOx		
		11 Mængde N	X
SLAM OG ANDEN ORGANISK GØDNING	N2O, NH3, NOx		
		12 Mængde N	X
		13 Gødningstype	X
AFGRØDERESTER	N2O		
		14 Areal	X
		15 Afgrødetype 1 og 2	X
		16 Udbytte	
AMMONIAK FRA VOKSENDE PLANTER	N2O, NH3		
		17 Afgrødetype	x
		18 Arealfordeling	x
UDVASKNING	N2O		
		19 Afgrødetype	X
		20 Efterafgrøder	X
		21 Jordtype (sand/ler)	X

ORGANOGENE JORDE		N2O, CH4	
	22	Areal	X
	23	Areal drænet	
	24	Areal i omdrift/afgrøde	X
KALKNING		CO2	
	25	Mængde af CaCO3	
KULSTOFBALANCEN			
	26	Organogene jorde	X
	27	Efterafgrøder	X
	28	Afgrødetype	X
	29	Andel græs/flerårige afgrøder	X
	30	Type af jordbehandling	
	31	Halmnedmuldning	
	32	Tildelt gødningstype	X
	33	Antal/ha træer/buske	
IMPORT/EKSPORT TIL BEDRIFTEN		CO2	
Foder - Fordøjelsen	3	Fodermidler/foderration	
	3	Mængde	
Gødning -udbringning mark	8	Gødningstype	X
	8	Mængde	X
	8	Bioforgasning af gødning	X
	8	Gødningstype der bioforgasses	X
	8	Gødningsmængde der bioforgasses	X
Dyr - stald	1	Indkøb af dyr til bedriften	
Strøelse - stald	6	Indkøb af halm	
	6	Indkøb af sand	
	6	Indkøb af spåner	
ENERGIFORBRUG		CO2	
El/varme	34	Forbrug af kWh	
Maskiner/traktorer	35	Forbrug af diesel	
Andet	36	Forbrug af naturgas	
	37	Brændselstyper	
Maskinarbejde	38	Solgt maskinarbejde (kr.)	
	39	Indkøbt maskinarbejde (kr.)	
Vedvarende energi	40	Produktion af vedvarende energi	
	41	Forbrug af vedvarende energi (indkøbt)	

Automatisk hentning af data fra gødningsregnskabet

I klimaværktøjet hentes de data over som er tilgængeligt fra gødningsregnskabet. Se i Tabel 1, hvilke aktivitetsdata under hver emissionskilde, der er tilgængelige fra gødningsregnskabet.

Et gødningsregnskab er den officielle opgørelse over den mængde gødning, den enkelte bedrift har brugt på bedriftens arealer. Gødningsregnskabet indberettes årligt via landbrugsindberetning.dk, og Landbrugsstyrelsen kontrollerer, at der ikke bruges mere gødning end den tilladte mængde jf. Bekendtgørelse af lov om jordbrugets anvendelse af gødning og om plantedække, jf. LBK nr. 996 af 25. juni 2018 og Bekendtgørelse om jordbrugets anvendelse af gødning i planperioden 2017/2018, jf. BEK nr. 963 af 12. juli 2017. De indberettede gødningsregnskaber bliver kontrolleret dels administrativt og for en dels vedkommende også fysisk. En fysisk kontrol betyder, at en kontrollant kommer på besøg på din bedrift for at se, om dit gødningsregnskab stemmer med de faktiske forhold.

Automatisk hentning fra gødningsregnskabet har de fordele, at der gøres brug af allerede kendt og kontrolleret data, som alle bedrifter er forpligtiget til at registrere og kontrollere. Samtidig findes der i gødningsregnskabet en stor andel af de informationer på bedriftsniveau, der skal indgå i et klimaregnskab på bedriftsniveau.

Desværre er der også udfordringerne ved hentning af data fra gødningsregnskabet, da denne styres og opdateres af Landbrugsstyrelsen. Dette betyder, at evt. fejlfinding i beregningerne fra gødningsregnskabet kun kan rettes af Landbrugsstyrelsen, og vil indtil det rettes, også være en beregningsfejl, der overføres til klimaværktøjet. Et kendt eksempel på denne problemstilling er beskrevet nedenfor.

Forskel på periodisering i gødningsregnskab og Landbrugets klimaværktøj løses ved at muliggøre tilpasning af antal dyr, gødning med videre.

Kendte fejl i Gødningsregnskabet

I gødningsregnskabet er der oplysninger om modtaget (F_304) og afsat (F_305) husdyrgødning.

Da klimaaftrykket til en vis grad afhænger af gødningstypen, er data i B_AFTRK_6B også undersøgt, hvor gødningstypen på de enkelte Gødningskvitteringer kan ses. Forventningen var at summen af modtaget hhv. afsat husdyrgødning fra gødningskvitteringerne (C_155) skal stemme med F_304_2 hhv. F_305_2.

Data på tilfældige CVR-numre, der har indberettet modtaget eller afsat husdyrgødning, er undersøgt. Det drejer sig om data fra 2019 gødningsregnskaberne.

Det ser ud til at F_305_2 stemmer. Men der er fundet en del eksempler på at F_304_2 ikke stemmer. F. eks CVR 11544177, CVR 30230205 eller CVR 38757881. Det viser sig at Blandet gylle C_603_2 (i regnearket B_BLANDRK_6B.xls) indeholder ukorrekte tal. Landbrugsstyrelsen anerkender at der er en fejl. De mener at fejlen skal rettes, men kan ikke sige hvornår det kan lade sig gøre.

Datakvalitet og usikkerheder

I Landbrugets klimaværktøj arbejder vi med datainput på 3 niveauer: Bedriftsspecifikke aktivitetsdata, standardtal og normtal baseret på danske gennemsnitsværdier og internationale værdier. Data kan opdeles i primære og sekundære data på følgende måde:

Primære data: Bedriftsspecifikke data, hvilket svarer til tier 3 niveau jf. IPCC guidelines. Tier 3 data beskriver modellerede eller målte emissions- og lagerfaktorer og tager form som bedriftsspecifikke aktivitetsdata eller bliver defineret som foreground elementary flows i livscyklusanalyser.

Sekundære data: Normtal/standardværdier baseret på et dansk landsgennemsnit, hvilket svarer til tier 2 niveau, og IPCC-faktorer, som svarer til tier 1 niveau jf. IPCC guidelines. Tier 2 og 3 er data der ikke kan indsamles/måles direkte på bedriften og specifikt for en produktkæde, men derimod findes fra eksisterende relevante databaser.

Datakvaliteten af det enkelte klimaregnskab vil derfor afhænge af andelen af primære data i det samlede input, hvormed det skal være muligt at dokumentere det samlede estimering af usikkerheder for det enkelte regnskab. Dette defineres og dokumenteres yderligere i notatet ”Estimering af datakvalitet i Landbrugets klimaværktøj 2021”. En tommelfingerregel her er, at det enkelte bedriftsregnskabs samlede usikkerhed på datainput og emissionsfaktorer vil være lavere jo større andelen af primære data er.

Beregningsgrundlag for emissionskilder og indikatorer

Følgende afsnit beskriver beregningsgrundlaget for emissionskilderne og aktivitetsdata præsenteret i Tabel 1.

Landbrugets klimaregnskab er som udgangspunkt opbygget i overensstemmelse med de retningslinjer, som er anvendt nationalt i forbindelse med den årlige danske afrapportering af det nationale klimaregnskab til FN's klimapanel 5. FN's klimapanel og det nationale klimaregnskab opdeler emissionerne i emissionssektorer for 1) stationær energi, 2) transport 3) landbrug, skovbrug 4) affald og spildevand, - og 5) industrielle processer og industriel produktanvendelse.

Landbrugets klimaregnskab rummer de samme aktivitetstyper som det nationale klimaregnskab ift. sektoren landbrug, men indeholder yderligere beregning af emissioner fra ressourcer der importeres til og eksporteres fra bedriften. Hermed inkluderes emissioner fra sektoren energi og transport også i det bedriftsspecifikke regnskab. Andre inkluderede ressourcer, der importeres til bedriften, er indkøbte dyr, foder, strøelse og gødning.

Husdyr

Dokumentets baggrund, formål og faglig afgrænsning

Dokumentets formål er at beskrive det faglige grundlag for beregning af emissioner af drivhusgasser i værktøjet Landbrugets klimaværktøj 1.0. Alle formler, emissionsfaktorer samt normtal der er anvendt i klimaværktøjet, er også samlet og præsenteret i et Excel ark og beskrevet som scripts i dokumentationsprogrammet Jira.

Dokumentets mål er at beskrive metoder, antagelser og beslutninger der ligger til grund for at beregne emissioner fra alle direkte og indirekte emissioner fra bedriften.

På basis af litteraturstudier, samarbejde med forskere fra DCA og DCE samt fageksperter fra SEGES er der truffet en række faglige beslutninger, som danner baggrund for de metoder der er anvendt til beregning af bedriftens emissioner. Til beregning af emissioner af lattergas er algoritmerne opdelt i stald og lager emissioner. Til beregning af metan er der udviklet algoritmer til fordøjelsesmetan og metan fra stald og lager samlet. Desuden er der udarbejdet tabeller med emissionsfaktorer (EF) samt reduktionskoefficienter for forskellige miljøteknologier, der kan reducere udledningen af drivhusgasser.

Formler samt tabeller med EF og reduktionskoefficienter indgår som en del af det faglige grundlag i Landbrugets klimaværktøj.

Dokumentet skal sikre koordinering og ensretning mellem driftsgrene og emissionskilder ift. beskrivelse af metodeberegninger. Endelig beskriver dokumentet de faglige beslutninger der er taget, hvor det ikke har været muligt at finde dokumenterede EF.

I husdyrafsnittet håndteres kun emissioner af lattergas, ammoniak og metan fra husdyr, stald og lager. Gødningens indhold af lager håndteres i markregnskabet fra udbringningstidspunkt via gødningsregnskabet.

Referencer

DENMARK'S NATIONAL INVENTORY REPORT 2020 Emission Inventories 1990-2018 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. NO 372, 2020.

<https://resourcecentre.c40.org/resources/reporting-ghg-emissions-inventories>

FN's klimapanel's retningslinjer kan tilgås via <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

European Commission, PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, December 15 2017.

Fordøjelse: Kvægproduktion

Definition af emne

Emissionskilde: *Fordøjelse*

Aktivitetsdata: 1: Antal dyr, 2: Type dyr, 3: Ydelsesniveau og fodersammensætning

Udledning: CH₄/CO₂

1 Beregningsgrundlag og metode

1.1 Databehov ved beregning af udledning fra fordøjelse

Dyretyper, antal dyr og mælkeydelse indhentes fra gødningsregnskabet og kan ændres hvis der er brug for tilpasninger ift. gødningsregnskabet. Derudover skal anvendes foderoptag, fedtsyre- og NDF-indhold i rationen til beregning af enterisk metan. Alle tre parametre forudestimeres ud fra en bedriftsspecifik mælkeydelse, mens der er default værdier for opdræt. Landmanden har mulighed for at overskrive dem, hvis han har et bedre bud.

1.2 Beregningsgrundlag for udledning fra fordøjelsen

Mælkeydelse, kg EKM pr. årsko bruges til bestemmelse af foderoptag, fedtsyre- og NDF-indhold i malkekøernes foderration. Ligninger til estimering af foderoptag, fedtsyre- og NDF-indhold i foderrationen for malkekøer er udviklet på baggrund af data fra foderkontrol 2020, DMS for konventionelle køer. Det konventionelle antages gældende for det økologiske. Ligninger og standardtal for økologiske køer er ikke implementeret i denne version, men er beskrevet under afsnit 1.4 Videreudvikling af Landbrugets klimaværktøj. Default værdier for opdræt og tyre stammer fra standard foderplaner oprettet i DMS. Foderplanerne ligger i dokumentet ([Bilag 2: ”LKV – dokumentation – standard foderplaner og klimaværdier”](#)). Brugeren kan ændre tallene for mælkeydelse, foderoptag, fedtsyre- og NDF-indhold, hvis man har mere præcise tal.

Beregning for Malkekøer Jersey, konventionel

$x = \text{ydelse, kg EKM}$

Foderoptag, kg TS/ko/dag: $y = 0,0006x + 13,307$

Fedtsyre, g/kg TS: $y = 0,001x + 26,447$

NDF, g/kg TS: $y = -0,0035x + 336,11$

Beregning for malkekøer tungrace, konventionel

x=ydelse, EKM

Foderoptag, kg TS/ko/dag: $y = 0,0009x + 13,798$

Fedtsyre, g/kg TS: $y = 0,0014x + 17,444$

NDF, g/kg TS: $y = -0,006x + 371,64$

Default værdier for opdræt 6 mdr. til kælving for tung race, konventionel

Foderoptag, kg TS/opdræt/dag = 7,7 kg TS

Fedtsyre, g/kg TS = 19 g/kg TS

Kraftfoderandel = 9 %

Default værdier for opdræt 6 mdr. til kælving for jersey, konventionel

Foderoptag, kg TS/opdræt/dag = 5 kg TS

Fedtsyre, g/kg TS = 17 g/kg TS

Kraftfoderandel = 7 %

Default værdier for tyre 6 mdr. til slagtning for tung race, konventionel

Foderoptag, kg TS/tyr/dag = 7,3 kg TS

Fedtsyre, g/kg TS = 18 g/kg TS

Kraftfoderandel = 52 %

Default værdier for tyre 6 mdr. til slagtning for jersey, konventionel

Foderoptag, kg TS/tyr/dag = 6,8 kg TS

Fedtsyre, g/kg TS = 18 g/kg TS

Kraftfoderandel = 43 %

Småkalve har ikke mulighed for at se og ændre data. Der er således beregnet en standardværdi for enterisk metan, som ses i næste afsnit, på baggrund af standard foderplaner.

1.3 Beregning af enterisk metan

Herunder beskrives hvordan enterisk metan beregnes for de enkelte dyretyper, og hvordan den opgivne standardværdi er beregnet.

Kalve og tyre

Standard-værdierne for fordøjelse hos kalve (0-6 mdr.) og tyre (0-6 mdr.) kan ikke ændres af brugeren. Tallene er regnet på baggrund af standard-foderplaner for kalve og tyre 0-6 mdr. og dokumentationen findes i dokumentet ”LKV – dokumentation – standard-foderplaner og klimaværdier” – [\(bilag 1\)](#).

dyretype	Standardværdi, kg CH ₄ /periode
opdræt 0-6 mdr, Tung race	8,48
opdræt 0-6 mdr Jersey	4,65
tyre 0-6 mdr, tung race	13,22
tyre 0-6 mdr, jersey	8,67

Malkekøer og opdræt ældre end 6 måneder

NorFors ligninger er implementeret til beregning af enterisk metan, når dyrene fordøjer foder (NorFor.info). Ligningerne for køer er modificeret, så de automatisk indeholder en goldperiode, som dermed er konstant mellem besætninger og ikke kan ændres. Det skyldes, at de oplysninger landmanden indtaster er gældende for de malkende køer, men at resultatet skal udtrykkes pr. årsko. Den daglige udledning af metan for en tung race goldko er sat til 304 g CH₄/ko/dag, mens det er sat til 207 g CH₄/ko/dag for jersey, mens goldperioden er sat til 30 dage/årsko. Det er således kortere end en normal goldperiode, men det skyldes at der tages højde for slagtedy, som ikke får en goldperiode inden slagting. Tallene bygger på en foderplan fra foderkontrollerne 2020, som er beregnet i DMS for at få metan udskillelsen (DMS_NorFor, 2020).

Malkekøer - tung race:

kg CH₄ pr. årsko = ((1,230 x Foderoptag, kg ts - 0,145 x fedtsyre, g/kg ts + 0,012 x NDF g/kg ts)/55,65 x 335) + (0,304*30)

Hvor første parentes er beregning for en malkende ko og anden parentes er for goldperioden

Malkekøer - Jersey:

kg CH4 pr. årsko = $((1,230 \times \text{Foderoptag, kg ts/ko/dag} - 0,145 \times \text{fedtsyre, g/kg ts/ko/dag} + 0,012 \times \text{NDF g/kg ts/ko/dag}) / 55,65 \times 335) + (0,207 \times 30)$

Hvor første parentes er beregning for en malkende ko og anden parentes er for goldperioden

Opdræt, 6 mdr. til kælvning og tyre 6 mdr. til slagtning - tung race/jersey:

kg CH4 pr. årstyr = $(1,6978 + 0,5950 \times \text{Kraftfoderoptag} + 1,4655 \times \text{grovfoderoptag} - 0,00388 \times \text{fedtsyreindtag} - 0,00308 \times \text{askeindtag}) / 55,65 \times 365$

hvor

kraftfoderoptag, kg ts/dyr/dag = foderoptag, kg ts/dyr/dag x kraftfoderandel, %

grovfoderoptag, kg ts/dyr/dag = foderoptag, kg ts/dyr/dag - kraftfoderoptag, kg ts/dyr/dag

fedtsyreindtag, g/dyr/dag = foderoptag, kg ts/dyr/dag x fedtsyre, g/kg ts/dyr/dag

askeindtag, g = 860 g/dyr/dag (DMS_NorFor, 2020)

1.4 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

I den videre udvikling af beregningsgrundlaget for udledninger fra kvægs fordøjelse er det følgende områder, der skal inkluderes, som ikke var mulige at få med i version 1.0.

Beregningsgrundlag for emissioner fra fordøjelsen ved økologiske malkekøer

Beregning for Malkekøer Jersey, økologisk

x=ydelse, kg EKM per årsko

Foderoptag: $y = 0,0007x + 12,834$

Fedtsyre: $y = 0,0003x + 28,775$

NDF: $y = -0,0044x + 343,12$

Beregning for malkekøer tung race, økologisk

x=ydelse, EKM per årsko

Foderoptag: $y = 0,001x + 13,225$

Fedtsyre: $y = 0,0007x + 19,772$

$$\text{NDF: } y = -0,0069x + 378,65$$

2 Import/eksport af ressourcer til bedriften

2.1 Indkøbte dyr

For kvæg sættes standardværdien for indkøbte dyr for alle dyretyper til 0, da dette varierer meget mellem kvægbedrifterne. Ved indkøb af dyr til bedriften påregnes hvert dyr et klimaaftryk baseret på den udledning, som dyret allerede har haft på en anden bedrift. Dette beregnes som beskrevet herunder. Klimaaftrykket pr. kg levende vægt er beregnet på baggrund af standard foderplaner. Således at det koster 9,0 kg CO₂e per kg levende vægt for en tung race og jersey, ko eller kvie, mens det koster 4,8 kg CO₂e per kg levende vægt for både tung race tyre og jersey tyre.

Beregningsgrundlag opdelt pr. dyretype:

CO₂_ko = klimaværdi_ko Tung race/Jersey pr. kg levende vægt (LV), kg CO₂e * antal kg LV

hvor klimaværdi_ko/ tung race pr. kg LV, kg CO₂e er 9,0*620 kg

hvor klimaværdi_ko/ jersey pr. kg LV, kg CO₂e er 9,0*420 kg

CO₂_Opdræt 0-6 mdr. = klimaværdi Tung race/Jersey pr. kg LV, kg CO₂e * antal kg LV

hvor klimaværdi_Opdræt 0-6 mdr. tungrace pr. kg LV, kg CO₂e er 9,0

hvor klimaværdi_Opdræt 0-6 mdr Jersey pr. kg LV, kg CO₂e er 9,0

CO₂_tyre 0-6 mdr. = klimaværdi_/tyre 0 - 6 mdr. Tung race/Jersey pr. kg LV, kg CO₂e * antal kg LV

hvor klimaværdi_tyre 0-6 mdr tungrace pr. kg LV, kg CO₂e er 4,8

hvor klimaværdi_tyre 0-6 mdr. Jersey pr. kg LV, kg CO₂e er 4,8

CO₂_Opdræt 6 mdr. - kælving = klimaværdi_Opdræt 6 mdr. - kælving Tung race/Jersey pr. kg LV, kg CO₂e * antal kg LV

hvor klimaværdi_Opdræt 6 mdr. - kælving tung race pr. kg LV, kg CO₂e er 9,0

hvor klimaværdi_Opdræt 6 mdr. - kælving jersey pr. kg LV, kg CO₂e er 9,0

CO2_tyre 6 mdr. - slagting = klimaværdi_tyre 6 mdr. - slagting Tung race/Jersey pr. kg LV, kg CO2e * antal kg LV

hvor klimaværdi_tyre 6 mdr. - slagting tung race pr. kg LV, kg CO2e er 4,8

hvor klimaværdi_tyre 6 mdr. - slagting jersey pr. kg LV, kg CO2e er 4,8

2.2 Indkøbt foder

Beregningen af udledningen fra indkøbt foder er baseret på standardfoderplaner og standard andel for indkøbt foder for hvert fodermiddel der indgår i foderrationen. Både mængde og andel kan ændres af brugeren. Standardværdier for tung race og Jersey er oplistet i Tabel 2 a til 2f.

Standardfoderplaner og standard for indkøbt foder

Tabel 2a: Beregning af standardfoderplan malkende tung race, konventionel (DMS_NorFor, 2020)

fodermiddel	kg ts std. plan	pct. af foderoptag	andel indkøbt, %
Majsensilage	8,1	33,74	0
Kløvergræs-/græsensilage	5,2	21,75	0
Halm	0,1	0,58	0
Andet grovfoder (roer, helsæd mv.)	0,5	1,92	0
Sojaprodukter	1,4	5,76	100
Rapsprodukter	2	8,23	100
Kraftfoder > 25 % protein	0,8	3,42	100
Kraftfoder < 25 % protein	2,5	10,48	100
Hestebønner/ærter	0,0	0,08	50
Andet proteinfoder (bærme, solsikke m.v.)	0,0	0,17	100
Korn	2	8,35	50
Roepiller	0,5	1,92	100

Fedttilskud	0,1	0,58	100
Mineraler og vitaminer	0,4	1,71	100
Biprodukter (mask, HP-pulp, mv.)	0,3	1,29	100
sum	23,95	100	

Tabel 2b: Beregning af standardfoderplan malkende Jersey, konventionel (DMS_NorFor, 2020)

fodermiddel	kg ts std. plan	pct. af foderoptag	andel indkøbt, %
Majsensilage	6,7	34,03	0
Kløvergræs-/græsensilage (>20 % kløver)	3,3	17,08	0
Halm	0,2	0,97	0
Andet grovfoder (roer, helsæd mv)	0,2	0,97	0
Sojaprodukter	0,8	4,14	100
Rapsprodukter	1,8	9,20	100
Kraftfoder > 25 % protein	1,1	5,42	100
Kraftfoder < 25 % protein	2,4	12,12	100
Hestebønner/ærter	0,0	0,15	50
Andet proteinfoder	0,0	0,1	100
Korn	1,6	8,13	50
Roepiller	0,3	1,69	100
Fedttilskud	0,1	0,72	100
Mineraler og vitaminer	0,4	2,04	100
Biprodukter (mask, HP-pulp, mv)	0,6	2,97	100
sum	19,6	100	

Tabel 2c: Beregning af standardfoderplan opdræt stor race 6 mdr. – kælving (DMS_NorFor, 2020)

fodermiddel	kg ts std. plan	pct. af foderoptag	andel indkøbt, %
Majsensilage	1,2	15,58	0
Kløvergræs-/græsensilage (>20 % kløver)	3,8	49,35	0
Halm	1,8	23,38	0
Rapsprodukter	0,8	10,39	100
mineraller og vitaminer	0,1	1,30	100
	7,7	100	

Tabel 2d: Beregning af standardfoderplan opdræt Jersey 6 mdr. – kælving (DMS_NorFor, 2020)

fodermiddel	kg ts std. plan	pct. af foderoptag	andel indkøbt, %
Majsensilage	0,8	15,38	0
Kløvergræs-/græsensilage (>20 % kløver)	2,9	55,77	0
Halm	1,0	19,23	0
Rapsprodukter	0,4	7,69	100
mineraller og vitaminer	0,1	1,92	100
	5,2	100	

Tabel 2e: Beregning af standardfoderplan tyre stor race 6 mdr. – slagting (DMS_NorFor, 2020)

fodermiddel	kg ts std. plan	pct. af foderoptag	andel indkøbt, %
Majsensilage	1,5	20,00	0

Kløvergræs-/græsensilage (>20 % kløver)	4,6	61,33	0
Halm	1,1	14,67	0
Sojaprodukter	0,2	2,67	100
mineraller og vitaminer	0,1	1,33	100
	7,5	100	

Tabel 2f: Beregning af standardfoderplan Tyre Jersey 6 mdr. - slagtning (DMS_Norfor, 2020)

fodermiddel	kg ts std. plan	pct. af foderoptag	andel indkøbt, %
Majsensilage	1,7	24,29	0
Kløvergræs-/græsensilage (>20 % kløver)	3,9	55,71	0
Halm	1	14,29	0
Sojaprodukter	0,3	4,29	100
mineraller og vitaminer	0,1	1,43	100
	7,0	100	

Der er ikke en standardfoderplan for

- goldkøer, tung race og Jersey
- opdræt 0-6 mdr. tung race og Jersey
- tyre 0-6 mdr. tung race og Jersey

I stedet indgår fodringsdelen af disse dyretyper som beskrevet nedenfor:

Der beregnes et aftryk pr dyre type som derefter summeres per bedrift. Antal **årskøer** er en sum af malkende køer og goldkøer.

Malkende køer

g CO₂e pr fodermiddel pr dag= (kg ts fodermiddel * andel indkøb* CO₂ værdi indkøb) + (kg ts fodermiddel * andel hjemmeavlet* CO₂ værdi hjemmeavlet)

hvor g CO₂e for hjemmeavlet foder er 0.

Resultat ganges med 335, som svarer til antal dage i laktation.

Goldkøer

Klimaværdi for goldkøer, kg CO₂e per goldko (30 dages goldperiode) er udregnet fra standard foderplaner (DMS_Norfor, 2020). Se Tabel 3.

stor race = 50,5 kg Co₂e/30 dage

Jersey = 38,4 Co₂e/30 dage

antal årsværter ganges med overstående værdi

Tabel 3: Indkøbte fodermidler har følgende klimaværdi udtryk i g CO₂ ækv. per kg tørstof

fodermiddel	g CO ₂ ækv. / kg TS	Reference
Majsensilage	263	Mogensen et al., 2018
Kløvergræs-/græsensilage (>20 % kløver)	475	Mogensen et al., 2018
Halm	60	Mogensen et al., 2018
Andet grovfoder (roer, helsæd mv)	292	Mogensen et al., 2018
Sojaprodukter	1000	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Rapsprodukter	643	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Kraftfoder > 25 % protein	875	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Kraftfoder < 25 % protein	799	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Hestebønner/ærter	551	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Andet proteinfoder	999	Beregnet ud fra GFLI, 2019

Korn	611	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Roepiller	604	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Fedttilskud	6255	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Mineraler og vitaminer	121	Beregnet ud fra GFLI, 2019
Biprodukter (mask, HP-pulp, mv)	142	Mogensen et al., 2018

* De beregnede værdier ud fra GFLI skal ses i bilaget (LKV – dokumentation – standard foderplaner og klimaværdier).

Opdræt og tyre 6 mdr. - kælving/slagtning

g CO₂e pr fodermiddel pr dag= (kg ts fodermiddel * andel indkøb* CO₂ værdi indkøb) + (kg ts fodermiddel * andel hjemmeavlet* CO₂ værdi hjemmeavlet)

Co₂e værdi antal opdræt/t * 365 d * antal dyr

Værdier for **småkalve** er beregnet ud fra standard foderplaner og kan ikke ændres af brugeren (LKV – dokumentation – standard foderplaner og klimaværdier). Klimaaftrykket for opdræt er beregnet til følgende værdier:

type	kg CO ₂ e/kalv (6 mdr. periode)
opdræt 0-6 mdr. stor race	68
opdræt 0-6 mdr. Jersey	37
tyre 0-6 mdr. stor race	94
tyre 0-6 mdr. Jersey	99

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
1 Antal dyr	
2 Type dyr	
Ydelsesniveau og	<i>Optimeret foderkvalitet</i>
3 Fodersammensætning	<i>Øget mængde af fedt i foderet</i>

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

DMS_NorFor, 2022. Foderkontroller. Ikke publiceret

GFLI, 2019. fodermiddeldatabase.

Mogensen et al., 2018. Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg.

Metode og tabelværdier. DCA rapport nr. 116.

NorFor.info

Fordøjelse: Svineproduktion

Definition af emne

Emissionskilde: *Fordøjelse*

Aktivitetsdata: 1: Antal dyr, 2: Type dyr, 3: Fodersammensætning (energiindhold og mængde)

Udledning: CH₄/CO₂e

1 Beregningsgrundlag og metode

Grundlæggende beregnes emissioner per so og gris for hvert CHR. Totalemissionen beregnes til sidst ved at gange emissionen med antallet af års dyr eller antal producerede dyr, f.eks. søer, smågrise og slagtesvin produceret på hvert CHR. Bedriftens samlede emissioner fra husdyrproduktionen fremkommer ved at sammenlægge emissionerne fra de forskellige CHR nr. på CVRnr-niveau.

Data for fodersammensætning indgår ikke, men bedriften har mulighed for at angive foderforbrug, samt nogle få hovedprodukter der har væsentlig indflydelse på foderets klimaaftryk.

1.1 Databehov ved beregning af emission fra fordøjelsen

Datagrundlaget er som udgangspunkt gødningsregnskabet 2018/19 samt normtal 2020 der ligger som grundlag for gødningsregnskabet. Der tages udgangspunkt i den enkelte bedrifts staldsystem. På bedriften kan man tilføje gødningshåndtering samt bedriftens teknologi der påvirker emissionerne. Til at beregne klimaaftryk på import f.eks. foder og grise anvendes der standard CO₂e værdier for det pågældende fodermiddel eller en standard foderblanding, og for indkøb af grise udarbejdes der på basis af PORK motoren standard CO₂e aftryk på grise ved forskellig vægt.

Standardklimaværdierne på fodermidler tages fra SEGES klimasvinefoderdatabase. Der er beregnet klimaaftryk på en række standardblandinger til søer, smågrise og slagtesvin.

1.2 Beregningsgrundlag for udledning fra fordøjelsen

Beregningerne på svins fordøjelse er opdelt på følgende dyretyper: Konventionelle søer, konventionelle smågrise, konventionelle slagtesvin, konventionelle FRATS-slagtesvin, økologiske søer; økologiske smågrise, økologiske slagtesvin. For hver dyretype pr. CHRnr vises en forudberegnet standardværdi for FE pr. dyr. Herefter kan dette tilpasses til bedriftsspecifikke data.

I tabel 4 nedenfor ses standardværdierne for FE pr. dyretype.

Dyretype	FE pr. dyr
----------	------------

Konventionelle søer	1492 pr. årssø
Konventionelle smågrise	1,87 FE pr. kg tilvækst
Konventionelle slagtesvin	2,77 FE pr. kg tilvækst
Konventionelle FRATS slagtesvin	2,56 FE pr. kg tilvækst
Økologiske søer	1843 FE pr. årssø
Økologiske smågrise	2,11 FE kg tilvækst
Økologiske slagtegrise	2,94 FE pr. kg tilvækst

Tabel 5 viser yderligere input til beregning af udledningen af metan fra svins fordøjelse

Input faktor	Standardværdi	Enhed/kilde
Sofoder	17,5	MJ per foderenhed
Smågrisefoder	16,5	MJ per foderenhed
Slagtesvinefoder	17,3	MJ per foderenhed
Ym-faktor	0,006	NI 2020
Omregningsfaktor MJ til CH ₄	55,56	NI 2020
Tilvækst pr smågris konventionel	24,3	kg
Tilvækst pr smågris økologisk	16,0	kg
Tilvækst pr slagtesvin konventionel	82,0	kg
Tilvækst pr slagtesvin økologisk	82,0	kg
Tilvækst pr. FRATS grise	106,3	kg

1.3 Metanemission fra svineproduktioner

Metan emission opdeles i enterisk metan (fordøjelsesmetan) og metandannelse i gødningen, som afhænger af den omsættelige energi, der er i gødningen. Metan bidrager mere til den samlede udledning af drivhusgasser end lattergas. Umiddelbart kan metan emissionen ikke opdeles i stald og lager selv om det ville være den korrekte metode, men der findes ikke emissionsfaktorer for stald og lager hver for sig. Derfor beregnes metanemissioner med samme emissionsfaktor for stald og lager på samme måde som de nationale opgørelser udført af DCE, AU. Hvor det har været muligt at finde nyere emissionsfaktorer, er de anvendt, samtidig er formlerne forberedt på, at det bliver muligt at opgøre metan emissionerne for stald og lager hver for sig. De virkemidler der påvirker emission af metan, indgår i formlerne.

Beregning af metanudledning fra søers fordøjelse

$CH_4 = FE \text{ per årsso} * \text{sofoder MJ/FE} * Y_m \text{ faktor} / \text{omregningsfaktor MJ til } CH_4$

omregning til $CO_2 = CH_4 * \text{omregningsfaktor (25)}$

total = ganges med antal søer i farestalden(e) pr. CHR nr. (antal søer er i gødningsregnskabet opdel i en andel fra farestald og en andel fra drægtighedsstald) Så derfor skal fordøjelsen kun regnes på det antal der total går på Chr. nummeret - her har vi valgt at tage udgangspunkt i antallet i farestalden)

Beregning af metanudledning fra smågrises fordøjelse

$FE \text{ pr. smågris} = \text{Tilvækst pr. smågris} * FE_{sv} \text{ per kg tilvækst}$

$CH_4 = FE \text{ per smågris} * \text{Smågrise foder MJ/FE} * Y_m \text{ faktor} / \text{omregningsfaktor MJ til } CH_4$

omregning til $CO_2 = CH_4 * \text{omregningsfaktor}$

total = ganges med antal smågrise pr. CHR nr.

Beregning af metanudledning fra slagtesvins fordøjelse

FE pr. slagtesvin = Tilvækst pr. slagtesvin * Fes per kg tilvækst

$CH_4 = FE \text{ per slagtesvin} * \text{slagtesvinefoder MJ/FE} * Y_m \text{ faktor} / \text{omregningsfaktor MJ til } CH_4$

omregning til $CO_2 = CH_4 * \text{omregningsfaktor}$

total = ganges med antal slagtesvin pr. CHR nr.

1.4 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Der er fremadrettet et behov for at finde frem til separate emissionsfaktorer (EF) for metan på stald og lager, og denne metode skal følge beregningsgrundlaget for den nationale opgørelse ved DCE, AU.

2 Import/eksport af ressourcer til bedriften

På en svinebedrift skal indkøbte dyr, foder og strøelse håndteres og beregnes med de indirekte effekter de indkøbte ressourcer har på bedriften.

2.1 Indkøbte dyr

Sopolte (eksempel):

I gødningsregnskabet er der ikke angivet noget om sopolte. Det samme gælder NORMTAL 2020. Derfor håndteres indkøbte polte og egne polte på samme og følgende måde: Indkøbte/egenproduktion af polte per årssø beregnes som kuld per årssø $2,26 \times 0,236$ (1. lægspct) = 0,53 polt $\times 275 \text{ kg CO}_2\text{e} = 146 \text{ kg CO}_2\text{e}$ per årssø. I bedriftens samlede regnskab ganges dette tal med antal årssøer. De 275 kg CO₂e er en midlertidig standardværdi for en 100 kg polt.

En slagtesvinebesætning der indkøber smågris:

Smågris (eksempel):

Der anvendes et normtal for en 30 kg smågris. For hver produceret slagtesvin tillægges der et indirekte aftryk fra den indkøbte smågris ud fra et foreløbigt standardtal 96,6 kg CO₂e.

2.2 Indkøbt foder

Andelen af det foder der anvendes skal angives af bedriften for at kunne regne på klimaaftrykket fra det indkøbte foder. Hvis det er muligt, kan bedriften angive CO₂e per kg foder. Hvis bedriften producerer egne proteinafgrøder, medregnes det i egenproduktionen. Det evt. manglende foder betragtes som indkøbt som tillægges en default værdi. For svinebedrifter der angiver at de indkøber alt foder, skal de forskellige typer (søer, smågrise og slagtesvin) blandinger angives.

2.2.1 Databehov ved beregning af indkøbt foder

For at kunne beregne klimaaftrykket fra foder har det været nødvendigt at anvende nogle normtal der fordeler tilskudsfoder og korn samt klimanormtal på fuldfoder, tilskudsfoder og korn. Se værdier i tabel 6 nedenfor.

Foder type	Andel, %	Kg CO ₂ e/Foderenhed
Sotilskudsfoder	20	1,0
Smågrisetilskudsfoder	30	1,9
Slagtesvinetilskudsfoder	25	1,0
Korn	0	0,34
Sofoder	50	0,49
Smågrisefoder	50	0,93
Slagtesvinefoder	50	0,51

Standardtallene anvendes både til at beregne bedriftens indkøb af CO₂e samt til at beregne klimaaftrykket på grisen.

Eksempel hvor alt foder indkøbes

Normfoderforbruget for en slagtegris ligger på 227,1 foderenheder x klimaaftryk for en standardfoderblanding til slagtesvin 0,51 kg CO₂e= 115,8 kg CO₂e per slagtegris.

Eksempel hvor bedriften har eget korn og indkøber tilskudsfoeder

En slagtegris normfoderforbrug ligger på 227,1 x 0,25 (standard tilskudsfoederandel) x 1,0 kg CO₂e= 57 kg CO₂e per slagtegris.

Håndtering af forskellige kombinationer

Hjemmeblandere der bruger eget korn suppleret med indkøbt korn.

Beregning af totalt foderforbrug til f.eks. 10.000 slagtegrise:

$$227,1 \times 10.000 = 2.271.000 \text{ foderenheder}$$

Heraf korn (byg+hvede)75% = 1.703.250 foderenheder af 1,12 foderenhed per kg = 1.520.759 kg korn

Heraf eget korn ifølge bedriftens normtal eller egne tal 1.000.000 kg

Indkøbt korn 502.759 kg x 1,12 = 563.090 FE

Indirekte CO₂e fra indkøbt foder (proteindelen) 2.271.000 x 0,25 x 1,0 = 567.750 kg CO₂e

Indirekte CO₂e fra indkøbt foder korn 502.759 x 1,12= 563.090 x 0,34=191.451 kg CO₂e

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel

1	Antal dyr	<i>Produktivitet</i>
2	Type dyr	
3	Fodersammensætning	<i>Optimeret foderudnyttelse</i> <i>Klimaoptimeret foderimport</i>

Mange svinebedrifter bruger allerede miljøteknologier der reducerer fordampningen fra ammoniak. De samme virkemidler har indflydelse på klimagasser. Nogle virkemidler kræver lukkede stalde, andre at gødningssystemet er baseret på gylle. Anvendelse af foder med lavt klimaaftryk er helt uafhængig af stald- og gødningssystem og det samme gælder for produktivitet.

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_9_lager_2018-19.pdf

Normtal 2020 (au.dk)

Normtal 2018 + baggrundsmateriale

Normtal 2016 (au.dk)

DENMARK’S NATIONAL INVENTORY REPORT 2020

<https://dce2.au.dk/pub/SR372.pdf>

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/03COP25_2019-Refinement.pdf

Tilføjelse_til_Opdatering_af_klimatabel_18082020_rev_ver.pdf (au.dk)

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_9_lager_2018-19.pdf

Fordøjelse: Fjerkræproduktion

Definition af emne

Emissionskilde: *Fordøjelse*

Aktivitetsdata: 1: Antal dyr, 2: Type dyr, 3: Fodersammensætning

Udledning: CH₄/CO₂

Drivhusgasser og fjerkræ

Fjerkræ udleder store mængder ammoniak, men da det ikke er en drivhusgas, kan det være svært at beregne præcist hvor stor en betydning denne udledning har i klimaregnskabet. Nedenfor gives et overblik over kvælstof og kulstofkredsløbene hos fjerkræ, som er anderledes end hos kvæg og svin fordi fjerkræ afsætter kvælstof i form af urinsyre og ikke via urin. Urinsyre er ikke flygtigt, men vil under varme og fugtige forhold hurtigt omsættes via urea til ammonium, der kan tabes som ammoniak.

Kvælstofkredsløbet fjerkræ

Fjerkræes gødning er fast og indeholder kvælstof, som via ammonifikation omdannes til ammonium. Ammonium kan enten fordampe til atmosfæren som ammoniak eller undergå en nitrifikation, så det omdannes til nitrat. Sker fordampningen af ammoniak til atmosfæren vil der via nedbør deponeres en del af ammoniakken i jorden (som ammonium, der er plantetilgængeligt) og/eller ende i vandløb (både via direkte nedbør eller via afløb fra jord). Begge steder kan der ske en forurening (vand=eutrofiering og jord=forsuring).

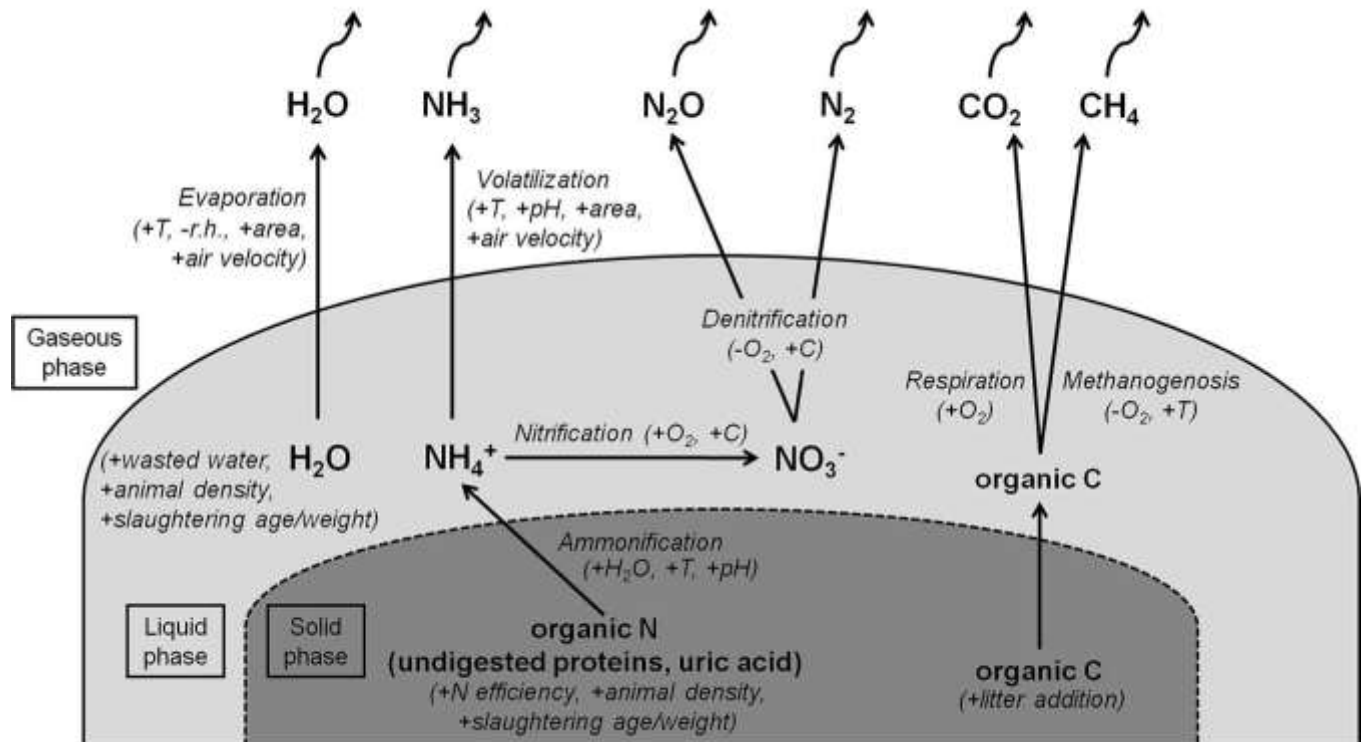
Hvis ammoniummen i stedet undergår en nitrifikation (ilt) og omdannes til nitrat, så vil der også kunne ske en denitrifikation (iltfri) så der dannes både lattergas og frit kvælstof.

Kulstofkredsløbet fjerkræ

Strøelsesmaterialet hos fjerkræ er ofte spåner, halm eller spagnum, så der vil være en mængde dybstrøelse til stede. I dybstrøelsen er der en andel kulstof i forbindelse med strøelsesmaterialet og der vil kunne ske en fordampning af både kuldioxid og methan, når dybstrøelsen komposterer i produktionsperioden.

Figur 1 giver et overblik over N og C kredsløbet for fjerkræ (fra Meda et al., 2011). Den faste masse udveksler næringsstoffer med den flydende fase som igen udveksler med luften. Hvis dybstrøelsen er meget tør, vil aktiviteten i den flydende fase blive begrænset – og herved sker der kun en meget lille dannelse af klimagasserne, N₂O CO₂ og CH₄. Derimod sker der et stort udslip af NH₃ som kan påvirke miljøet og klimaet. For at styrke fjerkræproduktionens

klimavenlighed er det vigtigt at begrænse den mængde N dyrene afsætter i gødningen og sikre at gødning og strøelse holdes tør.



Figur 1. Kvælstof- og kulstofomsætning i dybstrøelse gengivet efter Meda et al. 2011. Forklaring af figuren: T: temperatur; rh.: relativ luftfugtighed; C: carbon; N: nitrogen. De mest betydende processer er sat i parenteser. +: markerer proportional sammenhæng og -: markerer omvendt proportional sammenhæng. Emissioner afhænger også af koncentrations gradienter mellem væske og gas faser. En stigning i H₂O, N and C i løbet af vækstperioden afhænger af balancen mellem inputs fra dyrene og tab af respirations gasser; hvis gødningen rummer plads til en signifikant mængde fri luft, vil +H₂O have betydning, hvis gødningen er meget våd gør +H₂O ingen forskel; O₂ øges med stigende total porøsitet og falder med stigende vandindhold.

Som det fremgår af figur 1, afhænger emission af lattergas og ammoniak fra dybstrøelse af, hvor langt en serie mikrobielle omsætningsprocesser forløber, startende med nedbrydning af urinsyre og andet organisk bundet kvælstof. Ved komplet mineralisering dannes ammoniak,

som ved efterfølgende nitrifikation-denitrifikation kan blive til lattergas, hvis de nødvendige betingelser er til stede. I slagtekyllingestalde kan luft og dybstrøelse ofte være så tør, at de mikrobielle processer og dermed også emissionen af ammoniak og lattergas bliver stærkt hæmmet overalt i stalden og under hele kyllingernes vækstperiode.

Professor Lars Peter Nielsen, Århus Universitet undersøgte i 2011 kvælstofkredsløbet i dybstrøelsen hos en dansk slagtekyllingeproducent med 2 ens stalde (L.P. Nielsen, upubliceret rapport). Resultaterne viste, at nettoakkumuleringsraten af total-ammonium aftog efter tre uger, og under hele opvækstperioden på 36 dage blev der kun sporadisk detekteret nitrit og nitrat fra nitrifikation. Det blev konkluderet, at vandpotentialiet i staldenes luft og strøelse blev holdt så lavt, at de mikrobielle processer og dermed også emissionen af ammoniak og lattergas var stærkt hæmmet overalt i stalden og under hele kyllingernes vækstperiode. Undersøgelsen stammer fra projektet ”Kvælstofkredsløbet med fokus på velfærd, miljø og drivhusgasser”, der blev finansieret af en bevilling fra Fjerkræafgiftsfonden til Videncentret for Fjerkræ (Nu SEGES).

Danske slagtekyllingestalde rengøres efter hver hold kyllinger. Det indebærer, at al gødning og strøelse fjernes fra stalden, hvorefter den vaskes og desinficeres og udtørres. Derefter lægges der et tyndt lag spåner eller halmpiller ud over hele gulvet (ca. 800 g/m² eller ca. 1 cm). Fra kyllingerne indsættes og frem til levering til slagteriet handler en betydelig del af det daglige management om at holde gødningsmåtten tør via korrekt klimastyring og vanddosering. Opstår der opfugtning af gødningsmåtten i produktionsperioden opstår der øget risiko for at kyllingerne får trædepudesvidninger. I de lande, hvor der ikke er fokus på at undgå trædepudesvidninger anvendes tykkere strøelsesmåtte på op til 20 cm.

I stalde med æglæggende høner, bortventilerer man fugt og NH₃ for at sikre frisk luft og et tørt staldmiljø til hønerne, men oftest er der ingen mulighed for at opvarme stalden. Via inventar med gødningsbånd under reder, foder- og vandstrengene kan man opsamle og fjerne en væsentlig del (60-70%) af den gødning hønerne afsætter, mens resten af gødningen afsættes i en fugtig strøelsesmåtte, hvor der er stor mulighed for at gødningens urinstof omsættes til lattergas og metan. I stalde med rugeægsproducerende høner anvendes ikke gødningsbånd. Her vil muligheden for at gødningen omsættes til lattergas og metan derfor være størst.

1 Beregningsgrundlag og metode

Fjerkræproduktion foregår med besætningsstørrelser på 1-2 millioner slagtekyllinger produceret per år eller med 30 – 60.000 æglæggende høner på ejendommen ad gangen. I

Landbrugets klimaværktøj anvender vi enhederne 1000 producerede slagtekyllinger og 100 årshøner.

I ægproduktion sker det oftest at et hold æglæggende høner ikke følger kalenderåret. For at håndtere dette beregnes antal årshøner, ud fra antal høner ved indsættelse og udsættelse samt antal produktionsdage. I tabel 7 set et eksempel på beregning af antal årshøner (Birkmose et al., 2019).

Tabel 7. Eksempel på beregning af antal årshøner for en stald (Birkmose et al., 2019).

Antal årshøner i et hus:		1	
1. Hold = Årets første hold i huset	Antal høner		Dato/dage
Dato for udrugning af holdet			11-06-2019
Dato for indsættelse i huset	9000		01-10-2019
Dato for 20 ugers alder			29-10-2019
Status primo per 1. januar	8865		01-01-2020
Dato for udsættelse af høner	8732		30-11-2020
Dage i perioden			334
2. Hold = Årets andet hold i huset			
Dato for udrugning af holdet			25-08-2020
Dato for indsættelse i huset	9000		15-12-2020
Dato for 20 ugers alder			12-01-2021
Status ultimo per 31. december	8865		31-12-2020
Dage i perioden			16
Beregning af antal årshøner:			
1. Hold: (Antal v. status + antal ved udsættelse) * 0,5 * (dage i perioden/365)	8051		
2. Hold: (Antal v. status + antal ved udsættelse) * 0,5 * (dage i perioden/365)	392		
Hus 1: Årshøner, i alt = antal årshøner i 1. Hold + antal årshøner i 2. Hold	8.443		

1.1 Databehov ved beregning af emissioner fra fordøjelsen

Der anvendes tabelværdier for CH4 emission per dyr. Se tabel 8.

Metan emission fra fordøjelse hos fjerkræ beregnes ud fra en standardværdi, der er ses for hver fjerkrætype i tabellen nedenfor. Der er behov for at kende antal kyllinger produceret eller antal årshøner.

Tabel 8: Faktorer til beregning af metan emission fra fordøjelse hos fjerkræ. kg CH4 per 100 eller 1000 dyr. Modificeret efter tabel 3D-5 i NIR 2020 side 817. Original kilde: Wang & Huang, 2005

	Antal dyr	CH ₄ EF
Høner	100	1,061*

Hønniker rugeæg, 112 dage	100	0,285
Hønniker rugeæg, 119 dage	100	0,303
Slagtekyllinger:		
30 dage	1000	0,011
32 dage	1000	0,012
35 dage	1000	0,013
40 dage	1000	0,015
45 dage	1000	0,017
56 dage	1000	0,021
81 dage (økologiske)	1000	0,075

*Værdien 1,061 er angivet efter aftale med DCE (2020), da værdien på 0,021, som står i tabel 3D-5 i NIR 2020 side 817 er forkert. Den rigtige værdi er 1,061 jf. DCE. De øvrige tabelværdier er korrekte.

1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra fordøjelsen

Fjerkræproduktion udleder metan via dyrenes fordøjelse og via lagring af fjerkrægødning.

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Beregningsgrundlaget for fjerkræ i Landbrugets klimaværktøj kan videreudvikles ved at inddrage flere fjerkrætyper fx ænder, kalkuner, gæs og fasaner.

Da fjerkrægødningen primært består af fast gødning, vil der skulle regnes på hvor meget ammonium der reelt undergår nitrifikation, da det er denne vej, der dannes drivhusgasser. Der dannes også drivhusgasser i form af kuldioxid samt metan fra dybstrøelsen, men der henvises ofte til at det er en meget lille andel, der dannes. Dette vil vi dog alligevel gerne finde/have nogle tal på.

Fjerkræproduktion indgår i Landbrugets klimaværktøj på grundlag af den begrænsede viden om emissionskilder og beregningsmetoder der på nuværende tidspunkt findes på området.

Fjerkræ indgår i Landbrugets klimaværktøj i form af slagtekyllinger, konsumægshøner, rugeægshøner og hønniker. Andre fjerkrætyper så som ænder, kalkuner, gæs, fasaner og strudse indgår ikke.

Slagtekyllinger, høner og hønniker produceres i en række forskellige produktionssystemer med forskellige staldtyper med eller uden adgang til udeareal og forskellige måder at håndtere gødning på. Vi har valgt at anvende de samme produktions- og gødningshåndteringssystemer som der anvendes i Normtal for Husdyrgødning i 2020 (Børsting et al., 2020). Fritgående slagtekyllinger indgår ikke i 2020 Normtallene og er derfor ikke en del af Landbrugets klimaværktøj. Fremtidige versioner af Landbrugets klimaværktøj vil formodentlig indeholde flere typer af slagtekyllingeproduktion.

2 Import/eksport af ressourcer til bedriften

2.1 Indkøbte dyr

Fjerkræproducenter indkøber daggamle slagtekyllinger, levekyllinger eller hønniker til deres bedrift. Der er fastsat standard værdier for kg CO₂e per indsat dyr svarende til:

Daggamle slagtekyllinger samt levekyllinger til konsum- eller rugeægproduktion = 0,5 kg CO₂e per indsat kylling. Referencen er: Nielsen et al., 2011 p. 20.

Klimaaftrykket for en økologisk slagtekylling (Color Yield eller anden langsomt voksende race) vil være lidt højere, men vi kender ikke den eksakte værdi på nuværende tidspunkt.

Klimaaftrykket for en 119 dage gammel hønnike til konsumægproduktion er beregnet til 4,75 kg CO₂e per høne / år. Referencen er: Nielsen et al., 2013, ud fra hvilken klimaaftryk fra indkøbte hønniker kan beregnes som: $0,28 \text{ kg Co}_2\text{e} / \text{kg æg} \times 17,4 \text{ kg æg} / \text{høne} / \text{år}$ delt med $(0,059 \text{ hønnike} / \text{kg æg} \times 17,4 \text{ kg æg/høne} = 1,0266 \text{ hønnike} / \text{høne} / \text{år} = 4,75 \text{ kg CO}_2\text{e per høne} / \text{år}$.

2.2 indkøbt foder

Fjerkræproducenter indkøber en stor del af dyrenes foder. I Landbrugets klimaværktøj regnes med standard foderoptagelse per dyr som er fastsat for de forskellige fjerkrætyper og produktionssystemer i Normtal for Husdyrgødning i 2020 (Børsting et al., 2020).

Fjerkræproducenten/brugeren kan rette standardfoderoptagelsen til den mængde foder, dyrene har spist, dette kan gøres ved at indtaste den mængde foder der er indkøbt + den mængde råvarer, der er iblandet på gården i 2020.

Tabel 9: Standard foderoptagelse for slagtekyllinger, høner og hønniker, kg per produceret kylling, årshøne eller hønnike. Hentet fra 2020 Normtal for Husdyrgødning (Børsting et al., 2020).

	Norm foderoptagelse, kg per produceret kylling, årshøne eller hønnike. Kilde: AU normtal 2020
Slagtekyllinger	
Produktionstid 30 dage (levende vægt ved slagtning 1,67 kg)	2,49
Produktionstid 32 dage (levende vægt ved slagtning 1,85 kg)	2,83
Produktionstid 35 dage (levende vægt ved slagtning 2,13 kg)	3,38

Produktionstid 40 dage (levende vægt ved slagtning 2,6 kg)	4,38
Produktionstid 45 dage (levende vægt ved slagtning 2,77 kg)	5,48
Skrabekyllinger, 44 dage (levende vægt ved slagtning 1,87 kg)	3,39
Økologiske slagtekyllinger, 63 dage (levende vægt ved slagtning 2,15 kg)	5,46
Høner	
Friland, konsumæg, gulvdrift+gødningskummer	43,5
Friland, konsumæg, gulvdrift, uden gødningskummer	43,5
Friland, konsumæg, gulvdrift, fleretage med gødningsbånd + gylletank	43,5
Friland, konsumæg, gulvdrift + fler-etagesystem med gødningsbånd	43,5
Økologiske, konsumæg, gulvdrift + fler-etagesystem med gødningsbånd	44,5
Økologiske, konsumæg, gulvdrift+gødningskummer	44,5
Økologiske, konsumæg, gulvdrift + fleretage med gødningsbånd + gylletank	44,5
Skrabehøner, konsumæg, gulvdrift+gødningskummer	43
Skrabehøner, konsumæg, fleretage, gulvdrift+gødningsbånd	43
Skrabehøner, konsum æg, gulvdrift + fler-etagesystem med gødningsbånd + gylletank	43
Burhøns, konsumæg, gødningsbånd	40,7
Burhøns, konsumæg, gødningsbånd+gylle	40,7
Rugeæg (HPR-høner), gulvdrift+gødningskummer	58,4
Konsum, gulvdrift, produktionstid 119 dage	5,76
Rugeæg (hønniker, HPR), gulvdrift, produktionstid 119 dage	6,06
Konsum, bure, produktionstid 119 dage	5,76

I Landbrugets klimaværktøj er det som standard angivet, at 100% af dyrenes foder er indkøbt fuldfoder. Standarden kan dog ændres af brugeren. Hvis brugeren angiver at der anvendes 80% indkøbt fuldfoder skal det angives hvilken fodertype der udgør de resterende 20% af dyrenes foder. Summen af procent fuldfoder, tilskuds foder, skaller og hel hvede og andre råvarer skal altid være 100.

Brugeren skal ligeledes indtaste hvilken andel af hel hvede eller andre råvarer der er tilsat på gården, der er indkøbt. Som standard er angivet, at 0% er indkøbt.

I Landbrugets klimaværktøj er indsat standardværdier for foderets klimaaftryk GWP beregnet uden LUC). I tabel 10 er det vist hvilke standardværdier, der er anvendt for hver type af indkøbt foder og hvordan standardværdier for klimaaftryk af er beregnet ud fra værdier, som er oplyst af DLG (2021).

For skaller er anvendt standard klimaaftryk på 0,07 kg CO₂e både med og uden LUC (DLG, 2021).

For hjemmeavlet foder anvendes et klimaaftryk på 0.

For indkøbt hel hvede og korn anvendes et klimaaftryk på 0,400 kg CO₂e per kg foder, ligesom ved grise og kvæg.

I Landbrugets klimaværktøj har fjerkræproducenter fået mulighed for at tilpasse foderets standardværdier med det klimaaftryk som foderproducenten angiver for de mængder af de forskellige fjerkræfodertyper, der er leveret til fjerkræproducenten.

Tabel 10 Beregning af standardværdi for kg CO₂e per kg fjerkræfoder til slagtekyllinger, konsumæg og rugeægshøner samt opdræt. Til beregningen er anvendt den fordeling mellem fodertyperne, der er vist til venstre i tabellen. Klimaaftrykket for de forskellige fodertyper er oplyst af DLG (2021) som global warming (GWP) værdier med LUC og uden LUC.

Fordeling, %	Slagtekyllinger		
	Fuldfoder	GWP med LUC, kg CO ₂ e per kg	GWP uden LUC, kg CO ₂ e per kg
10	Startfoder	1,839	0,719
30	Mediofoder	1,676	0,664
60	Voksefoder	1,612	0,654
100	Standard (vægtet gns.)	1,654	0,664
	Tilskudsfoeder		
10	Startfoder	1,839	0,719
30	Mediofoder	1,676	0,664
60	Voksefoder	1,709	0,649
100	Standard (vægtet gns.)	1,712	0,661
	Konsumægshøner		
	Fuldfoder		
5	Før æg	1,21	0,561
20	Ægstart	1,339	0,606
75	Fase 1	1,542	0,65
100	Standard (vægtet gns.)	1,485	0,637
	Tilskudsfoeder		

5	Ægstart - Lav Ca	2,07	0,762
20	Ægstart - skal	2,269	0,787
75	Fase 1	2,448	0,799
100	Standard (vægtet gns.)	2,393	0,795
	Rugeægshøner		
	Fuldfoder		
8	Hanefoder	0,567	0,524
10	Overgang	0,551	0,531
20	Ruge 1	0,806	0,661
31	Ruge 2	0,799	0,654
31	Ruge 3	0,842	0,676
100	Standard (vægtet gns.)	0,770	0,640
	Tilskudsfoeder		
14	Overgang	0,665	0,602
24	Ruge 1	0,939	0,638
31	Ruge2	0,864	0,71
31	Ruge 3	0,838	0,697
100	Standard (vægtet gns.)	0,846	0,674
	Opdræt/høniker		
	Fuldfoder		
5	Op Start	2,001	0,821
25	Startefoder	1,811	0,763
70	Voksefoder	1,270	0,645
100	Standard (vægtet gns.)	1,442	0,683

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
1 Antal dyr	
2 Type dyr	
3 Fodersammensætning	<i>Optimeret foderudnyttelse</i>

Se rapporten "Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj" for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

Birkmose, T., Aaes, O., Tybirk, P., Petersen, J.S., Johansen N.F., og Bækgaard, H. (2019). Vejledning i udarbejdelse af type 2-korrektioner for kvæg, svin, fjerkræ og mink. LandbrugsInfo, SEGES.

Børsting, C.F., Hellwing, A.L.F., Lund, P. 2020. Normtal for husdyrgødning 2020. Århus Universitet

DCE (2020) Personlig meddelelse fra Rikke Albrechtsen Institut for miljøvidenskab v. Århus Universitet

DENMARK'S NATIONAL INVENTORY REPORT 2020

<https://dce2.au.dk/pub/SR372.pdf>

DLG (2021) Personlig meddelelse fra Monica H. Bach

Meda B., Hassouna, M., Aubert C., Robin, P. og Dourmad, J.Y. 2011. Influence of rearing conditions and manure management practices on ammonia and greenhouse gas emissions from poultry houses. World's Poultry Science Journal, Vol. 67, September 2011 pp 441 – 455.

Nielsen, L.P. 2013. Bidrag til projektet "Kvælstofkredsløbet med fokus på velfærd, miljø og drivhusgasser" finansieret af Fjerkræafgiftsfonden og ledet af Videnscentret for Landbrug. Intern rapport fra professor Lars Peter Nielsen, Mikrobiologi, Institut for Bioscience, Aarhus Universitet.

Nielsen, N.I., Jørgensen, M., Bahrndorff, S., 2011. Greenhouse gas emission from the Danish broiler production estimated via LCA Methodology. LandbrugsInfo, SEGES

Nielsen, N.I., Jørgensen, M., Rasmussen, I.K., 2013. Greenhouse gas emission from the Danish organic egg production estimated via LCA Methodology. LandbrugsInfo, SEGES

Wang, S. og Huang D. 2005. Assessment of greenhouse gas emissions from poultry enteric fermentation. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2005. Vol 18, No. 6: 873-878.

Stald og lager: Kvægproduktion

Definition af emne

Emissionskilde: *Stald og lager - kvægproduktioner*

Aktivitetsdata: 4: Staldtype og teknologier, 5: opholdstid af gylle i stald, 6: Mængde strøelse, 7: Gyllehåndtering

Udledning: CH₄, N₂O, NH₃

1 Beregningsgrundlag og metode

1.1 Databehov ved beregning af emissioner fra stald og lager

Når dyret går i stalden, deponeres gødning, som giver basis for emissioner af ammoniak, lattergas og metan. Der beregnes ammoniak-, lattergas- og metan emissioner i stalden for hver dyregruppe.

Automatisk hentet data fra gødningsregnskabet indeholder oplysninger omkring dyretype, stalddtype og antal dyr per stalddtype. Emissionen estimeres ud fra normtal for N og strøelse (normtal 2020) og internationale og nationale emissionsfaktorer (IPPC, 2006; normtal 2020).

Tabeller med normtal for udskilt kvælstof, strøelsesmængder og emissionsfaktorer for de enkelte stalddsystemer findes i [bilag 2 \(LKV - dokumentation - normtal kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx\)](#).

1.1.1 Beregningsgrundlag af emissioner i stald

Beregning af ammoniakemission

Beregningen af ammoniakemissionen sker på baggrund af gødningens indhold af ammoniumkvælstof kaldet TAN (total ammoniakalsk nitrogen, dvs. ammonium + ammoniak). Ammonium/ammoniak stammer primært fra nedbrydning af urinstof (urea), der udskilles i urinen (Kai et al., 2018).

"NEH_NH₃, kg"="kg TAN N in stable" x "NH₃, % af TAN N" / 100

Hvor

- 'NEH_NH₃, kg' er resultat, dvs. netto emissionen af ammoniak (NH₃) pr. dyr fra stalden i kg N
- 'kg TAN N in stable' er mængden af TAN-N(urin) kvælstof i stalden i kg afhængig af dyretype (LKV - dokumentation - normtal kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx).
- 'NH₃, % af TAN N' er en emissionsfaktor afhængig af stalddsystem (gylle/dybstrøelse).

Der er beregnet emissioner for dyretyperne pr. stalddtype.

Hvis der er tale om et stalddsystem med både gylle og dybstrøelse beregnes der først emissioner for henholdsvis gylle og dybstrøelsesdelen, hvorefter det summeres.

NH₃ emission ganges med antal dyr pr. stalddtype og omregnes til lattergas.

$$N_2O = \text{"NEH_NH}_3, \text{ kg"} * (44/28) * \text{EF}_{N_2O}$$

hvor EF_{N₂O} (omregningsfaktor fra NH₃ til N₂O) er 0,01 (IPCC, 2006)

$$CO_2e = N_2O * \text{omregningsfaktor for } N_2O$$

hvor omregningsfaktor for N₂O til CO₂ er 298 (IPCC, 2006)

Beregning af lattergasemission

Beregningen af lattergas emissionen sker på baggrund af total N udskilt i gødning (fæces og urin) og evt. N tilført fra strølesmateriale (IPCC, 2006).

$$\text{"NEH_N}_2\text{O, kg"} = (\text{"kg N i stalden"} + \text{"kg N strøelse"}) * \text{"N}_2\text{O, \% af N"} / 100$$

- Hvor 'NEH_N₂O' er netto emissionen af lattergas(N₂O) pr. dyr fra stalden i kg N,
- "kg N i stalden" er mængden af kvælstof i stalden i kg afhængig af dyretype (LKV - dokumentation - normalt kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx)
- "kg N strøelse" er en konstant pr. dyretype og stalddsystem (LKV - dokumentation - normalt kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx)
- "N₂O, % af N" er en emissionsfaktor afhængig af stalddsystem

Der er beregnet emissioner for dyretyperne pr. stalddtype.

Hvis der er tale om et stalddsystem med både gylle og dybstrøelse beregnes der først emissioner for henholdsvis gylle og dybstrøelsesdelen, hvorefter det summeres.

N₂O emission ganges med antal dyr pr. stalddtype.

$$\text{Beregning af } CO_2e = \text{NEH_N}_2\text{O} * (44/28) * \text{faktor for } N_2O$$

hvor omregningsfaktor fra N₂O til CO₂ er 298 (IPCC, 2006)

Beregning af metan-emission

Beregningen af metan emissionen sker på baggrund af gødningens indhold af ikke-fordøjet organisk stof og organisk stof fra strøelse (IPCC, 2006). Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at beregne metan emissionen fordelt på stald og lager, men kun som samlet resultat. I opbygningen af dette værktøj vil vi imidlertid gerne opdele i stald og lager, hvorfor metan emissionen opgøres som halvdelen til stald og halvdelen til lager (foreslået af Søren O. Petersen, AU). Dette er gjort ved at dele 365 dage med 2 = 182,5 dage

"NE_CH₄, kg" = (Vs gødning + Vs strøelse/365) x "0,67" x "B0" x "MCF, %" / 100 * antal dage i stalden

Hvor

- 'NE_CH₄, kg' er brutto emissionen af metan (CH₄) fra stalden i kg CH₄
- 'Vs gødning' er den totale mængde af ikke fordøjet organisk stof i gødningen i kg (LKV - dokumentation - normalt kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx)
- 'Vs strøelse' er den mængde af organisk stof i strøelsen der kan blive til metan i kg (LKV - dokumentation - normalt kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx)
- '0,67' (massefylden af metan ved 20 grader C) er en konstant som anvendes til omregning fra m³ CH₄ til kg CH₄
- 'B0' er den maksimale andel af organisk stof der kan omsættes til metan (IPCC, 2006)
- 'MCF for CH₄' er metan konversions faktor for gødning i % (Nielsen et al., 2020)
- antal dage i stalden (fast til 182,5 dage, for at fordele metan 50% i stald og 50% i lager som er bedste bud på fordelingen (Søren O. Petersen, AU)

Der er beregnet emissioner for dyretyperne pr. stald type.

Hvis stald typen indeholder både gylle og dybstrøelse beregnes NE_CH₄ gylle, kg/ dyr og summeres med NE_CH₄ dybstrøelse, kg/ dyr for at få total NEH_CH₄, kg/ dyr.

NEH_CH₄, kg/ dyr emissionen ganges med antal dyr pr. staldtype.

Omregning til CO₂e= NE_CH₄, kg * omregningsfaktor Metan

Omregningsfaktor fra CH₄ til CO₂e=25 (IPCC, 2006)

Tabel 11: Emissionsfaktorer for ammoniak og lattergas til beregning af emissioner i stalden fra gylle og dybstrøelse afhængig af staldtyper.

Staldtype	Gødningsfordeling	N ₂ O, % af N	N ₂ O, % af N	Referenc	NH ₃ , % af TAN ab dyr	NH ₃ , % af total-N ab dyr	Referenc
		Gylle	Dybstrøelse		Gylle	Dybstrøelse	
Bindestald med grebning	60 % Fast gødning - 40 % ajle	0,2	1	IPCC, 2006	10	0	
Bindestald med riste	100% gyllesystem	0,2		IPCC, 2006	6		Normt al 2020
Sengestald med spalter (kanal, bagskyl eller ringkanal)	100% gyllesystem	0,2		IPCC, 2006	13,5		Normt al 2020
Sengestald med spalter (kanal, linespil)	100% gyllesystem	0,2		IPCC, 2006	12		Normt al 2020
Sengestald med fast gulv	100% gyllesystem	0,2		IPCC, 2006	20		Normt al 2020
Sengestald med fast drænet gulv	100% gyllesystem	0,2		IPCC, 2006	10,4		Normt al 2020
Dybstrøelse	100 % dybstrøelsessystem		1	IPCC, 2006		6	Normt al 2020
Dybstrøelse, kort ædeplads	100 % dybstrøelsessystem		1	IPCC, 2006		6	Normt al 2020
Dybstrøelse, lang ædeplads med fast gulv	60 % dybstrøelsessystem - 40 % gyllesystem	0,2	1	IPCC, 2006	20	6	Normt al 2020
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, linespil)	60 % dybstrøelsessystem - 40 % gyllesystem	0,2	1	IPCC, 2006	12	6	Normt al 2020
Dybstrøelse, lang ædeplads med spalter (kanal, bagskyl eller ringkanal)	60 % dybstrøelsessystem - 40 % gyllesystem	0,2	1	IPCC, 2006	13,5	6	Normt al 2020
Dybstrøelse, lang ædeplads, fast drænet gulv med skraber og ajlefløb D	60 % dybstrøelsessystem - 40 % gyllesystem	0,2	1	IPCC, 2006	10,4	6	Normt al 2020
Spaltegulvsbokse	100 % gyllesystem	0,2		IPCC, 2006	16		Normt al 2020
Afgræsning		2		IPCC, 2006		2	IPCC, 2006

Tabel 12: B0 faktoren for malkekøer og andre kvæg til beregning af metan emission.

Faktorer	Malkekøer	Andre kvæg	Reference
B0	0,24	0,18	IPCC, 2006

Tabel 13: MCF for gylle og dybstrøelse samt reduktionen i MCF hvis der anvendes staldforsuring eller biogas. Derudover er der angivet antal dage gødningen er i stalden. Værdierne bruges til beregning af metan emission i stalden.

	MCF	Reference	Antal dage i stalden*
Gylle	12,4	Nielsen et al. 2020	182,5
Staldforsuring	-60%	Olesen et al., 2018	182,5
Biogas	-40%	Nielsen et al. 2020	182,5
Dybstrøelse	17	IPCC, 2006	182,5
Afgræsning	1	IPCC, 2006	

1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra lageret

Datainput til beregning af emissioner fra lageret kommer fra beregningerne af emissioner i stalden. Dermed beregnes der ikke emissioner i lageret for det tab, der allerede har været i stalden. Emissionsfaktorer for lageret findes i [bilag 2 \(LKV - dokumentation - normtal kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx\)](#).

1.2.1 Beregning af emissioner i lager

Gylle ab stald:

kg N i gylle ab stald = Total kg N ab dyr + kg N strøelse - NEH_N2O - NEH_NH3

kg TAN i gylle ab stald = Total kg TAN N ab dyr - NEH_NH3

Dybstrøelse ab stald:

kg N i dybstrøelse ab stald = Total kg N ab dyr + kg N strøelse - NEH_N2O - NEH_NH3

(Hansen et al., 2018)

Ammoniak - Nettoemission i lageret fra gylle og dybstrøelse:

Gylle:

'NES_NH₃, kg' = 'kg TAN N i gylle ab stald' x 'NH₃, % af N' / 100

hvor

- 'NES_NH₃' er netto emissionen af ammoniak (NH₃) fra lageret i kg N,
- 'kg TAN N i gylle ab stald' er mængden af gylle opbevaret på gården i kg TAN N,

- 'NH₃, % af N' er en emissionsfaktor afhængig af lagersystem

(Hansen et al., 2018)

Dybstrøelse:

'NES_NH₃, kg' = ('kg N dybstrøelse ab stald' x 'NH₃, % af N' / 100) * 0,35

hvor

- 'NES_NH₃' er netto emissionen af ammoniak (NH₃) fra lageret i kg N,
- 'kg N dybstrøelse ab stald' er mængden af dybstrøelse opbevaret på gården i kg N,
- 'NH₃, % af N' er en emissionsfaktor afhængig af lagersystem (Hansen et al., 2018).
- '0,35' fordi 65 % ad dybstrøelsen udbringes direkte fra stalden

Der er beregnet emissioner for dyretyperne pr. stald type. Hvis der er tale om et staldsystem med både gylle og dybstrøelse beregnes der først emissioner for henholdsvis gylle og dybstrøelsesdelen, hvorefter det summeres.

Omregning til CO₂e

CO₂e = NES_NH₃, Kg N * (44/28)*EFN₂O * omregningsfaktor

hvor EFN₂O (omregningsfaktor fra NH₃ til N₂O) er 0,01 (IPCC, 2006)

hvor omregningsfaktor fra N₂O til CO₂ er 298 (IPCC, 2006)

Lattergas - nettoemission i lageret fra gylle og dybstrøelse:

Gylle:

'NES_N₂O Kg N' = 'kg N i gylle ab stald' x 'N₂O, % af N' / 100

Hvor

- 'NES_N₂O' er netto emissionen af lattergas(N₂O) fra lageret i kg N,
- 'kg N gylle ab stald' er mængden af gylle opbevaret på gården i kg N,
- 'N₂O, % af N' er en emissionsfaktor afhængig af lager system (IPCC, 2006)

Der er beregnet emissioner for dyretyperne pr. stald type

Dybstrøelse:

'NES_N₂O Kg N' = ('kg N dybstrøelse ab stald' x 'N₂O, % af N' / 100)*0,35

Hvor

- 'NES_N₂O, kg N' er netto emissionen af lattergas(N₂O) fra lageret i kg N,
- 'kg N dybstrøelse ab stald' er mængden af dybstrøelse opbevaret på gården i kg N,
- 'N₂O, % af N' er en konstant afhængig af lagersystem (IPCC, 2006)
- '0,35' fordi 65 % ad dybstrøelsen udbringes direkte fra stalden

Der er beregnet emissioner for dyretyperne pr. stald type. Hvis der er tale om et staldsystem med både gylle og dybstrøelse beregnes der først emissioner for henholdsvis gylle og dybstrøelsesdelen, hvorefter det summeres.

Omregning til CO₂e

CO₂e = 'NES_N₂O, Kg N' * (44/28)* omregningsfaktor

hvor omregningsfaktor fra N₂O til CO₂ er 298 (IPCC, 2006)

Metan - Nettoemission i lageret

Beregningen af metan emissionen sker på baggrund af gødningens indhold af ikke-fordøjet organisk stof og organisk stof fra strøelse (IPCC, 2006). Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at beregne metan emissionen fordelt på stald og lager, men kun som samlet resultat, hvilket betyder at resultatet af metan emissionen fra stalden skal fordeles mellem stald og lager, hvilket opgøres som halvdelen til stald og halvdelen til lager (foreslået af Søren O. Petersen, AU). Dette er gjort ved at dele 365 dage med 2 = 182,5 dage.

NE_CH₄, kg = (Vs gødning + vs strøelse/365) x 0,67 x B0 x (MCF,% / 100) * (365 - antal dage i stalden)

hvor

- 'NE_CH₄, kg' er brutto emissionen af metan(CH₄) fra stalden i kg CH₄
- 'Vs gødning' er den totale mængde af ikke fordøjet organisk stof i gødningen i kg (LKV - dokumentation - normalt kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx)
- 'Vs strøelse' er den mængde af organisk stof i strøelsen der kan blive til metan i kg (LKV - dokumentation - normalt kvælstof og strøelse - input til LKV.xlsx)
- '0,67' (massefylden af metan ved 20 grader C) er en konstant som anvendes til omregning fra m³ CH₄ til kg CH₄
- 'B0' er den maksimale andel af organisk stof der kan omsættes til metan (IPCC, 2006)

- 'MCF for CH₄' er metan konversions faktor for gylle i %, (Nielsen et al., 2020)
- antal dage i stalden (er i denne version fast, så metan emission fordels med 50 % i stalden og 50 % i lageret).

Der er beregnet emissioner for dyretyperne pr. stald type. Hvis staldtypen indeholder både gylle og dybstrøelse beregnes NE_CH₄ gylle, kg/ dyr og summeres med NE_CH₄ dybstrøelse, kg/ dyr for at få total NE_CH₄, kg/ dyr.

NE_CH₄, kg/ dyr emissionen ganges med antal dyr pr. staldtype

omregning til CO₂e= NE_CH₄, kg * omregningsfaktor Metan

omregningsfaktor fra CH₄ til CO₂=25 (IPCC, 2006)

2 Import/eksport

2.1 Indkøbt strøelse

For alle bedriftstyper beregnes indkøb af strøelse som en særskilt beregning, der relaterer til stald og lager. Der kan vælges mellem halm, sand og spåner, og produktet pålægges et klimaaftryk ved import til bedriften fra den produktion, der er sket forud.

Udledningen fra de tre strøelsestyper beregnes som følgende:

Importeret halm til strøelse, CO₂, kg = mængde tons * omregningsfaktor CO₂ kg/tons halmstrøelse, hvor omregningsfaktoren er CO₂, kg/kg halm strøelse = 0,051

Importeret sand til strøelse, CO₂, kg = mængde tons * omregningsfaktor CO₂kg/tons sand, hvor omregningsfaktoren er CO₂kg/ton sand = 8,2

Importeret savsmuld til strøelse, CO₂, kg = mængde tons * omregningsfaktor CO₂kg/tons savsmuld, hvor omregningsfaktoren er CO₂kg/ton savsmuld = 15.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
4 Staldtype og teknologier	Staldforsuring
5 Opholdstid af gylle i stald	Biogas
6 Mængde strøelse	
7 Gyllehåndtering	

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

Hansen et al. 2008. Emissionsfaktorer til beregning af ammoniakemission ved lagring og udbringning af husdyrgødning. DJF Husdyrbrug nr. 84, Det jordbrugsvidenskabelige fakultet, Aarhus universitet.

IPCC, 2006

Kai et al., 2018. Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018. Kapitel 8. Tab fra stalde.

Nielsen et al. 2020. Denmarks national inventory report.

Normtal 2020.

Olesen et al., 2018. Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget. DCA-rapport nr. 130

Husdyrgødning ved afgræsning: Kvægproduktion

Definition af emne

Emissionskilde: Afgræsning

Aktivitetsdata: 10: Opholdstid på græs i dage om året og timer/dag

Udledning: CH₄/N₂O

1 Beregningsgrundlag og metode

Når dyret er på afgræsning, påvirker det andelen af N i stalden og lageret og bidrager med emission fra gødning deponeret på afgræsningsmarken. Først beregnes hvor meget gødning der afgives på marken og hvad emissionen er, ved at brugeren oplyser antal dage pr. år dyret er på græs og hvor mange timer pr. dag.

1.1 Databehov ved beregning

Følgende datainput er nødvendige for beregning af hvor meget tid hver dyregruppe er på græs pr. år: $\text{Andel tid på afgræsning} = (\text{'antal dage på afgræsning pr. år'}) * (\text{'Antal timer pr. dag'}) / (365 * 24)$

1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra afgræsning

Ammoniak

Nettoemission ved afgræsning:

Der beregnes ikke en direkte ammoniakemission i forbindelse med afgræsning. Det skyldes at den er med i beregningerne på MARK, når der beregnes ammoniakemission i forbindelse med udbringning af N. Det bevirker, at ammoniakemission ikke kommer med på afgræsningsposten i klimaaftrykket, men da ammoniakemission kun udgør omkring 1 % af klimaaftrykket i forbindelse med afgræsning, er dette valgt for ikke at regne det med to gange.

Stalden

Ammoniakemissionen i stalden er upåvirket af tiden på afgræsning. Det skyldes, at det er overfladearealet der er bestemmende for ammoniakemissionen og ikke kun mængden af gødning (Kai, 2021 – personlig kommentar). Det vil sige at når køerne kommer i stalden dagligt

og deponerer gødning, så vil det give en ammoniakemission fra stalden. Det når således ikke at udtørre inden ny gødning tilføres.

'NEH_NH3_stalden' = 'NEH_NH3, kg'

Hvor NEH_NH3, kg beregning findes i dokument ”husdyrgødning stald – kvæg”.

Totalemission fra stalden:

$NH_3/stald, kg CO_2e = 'NEH_NH_3_stalden' \times (44/28) \times EFN_2O \times \text{omregningsfaktor til } CO_2e$

hvor EFN_2O (omregningsfaktor fra NH_3 til N_2O) er 0,01 (IPCC, 2006)

hvor omregningsfaktor for N_2O til CO_2e er 298 (IPCC, 2006)

Lageret:

'NEH_NH₃_gylle_lager' = 'NEH_NH₃_gylle' x (1-'Andel tid på afgræsning')

'NEH_NH₃_dybstrøelse_lager' = 'NEH_NH₃_dybstrøelse' x (1-'Andel tid på afgræsning')

hvor 'NEH_NH₃_gylle og NEH_NH₃_dybstrøelse i lager beregninger findes i dokument ”husdyrgødning stald – kvæg”.

Hvis der er tale om et staldsystem med både gylle og dybstrøelse beregnes der først emissioner for henholdsvis gylle og dybstrøelsesdelen, hvorefter det summeres.

Totalemission fra lager:

$NH_3_lager, kg CO_2e = 'NEH_NH_3_lager' \times (44/28) \times EFN_2O \times \text{omregningsfaktor til } CO_2e$

hvor EFN_2O (omregningsfaktor fra NH_3 til N_2O) er 0,01 (IPCC, 2006)

hvor omregningsfaktor for N_2O til CO_2e er 298 (IPCC, 2006)

Lattergas

Nettoemission der finder sted ved afgræsning:

'NEH_N₂O_afgræsning, kg' = 'kg N₂O ab dyr' x 'andel tid på afgræsning' x 'antal årdsdyr'

hvor 'total kg N₂O ab dyr pr. dyretype' fremgår af tabel 14.

Tabel 14: Beregnet N₂O udskillelse ab dyr for forskellige dyregrupper på baggrund af Normtal (AU, 2020).

Dyretype	kg N ₂ O ab dyr pr. år
1 årsko uden opdræt, malkekvæg, tung race	3,21
1 årsko uden opdræt, malkekvæg, Jersey	2,61
Årsopdræt, 0-6 mdr., småkalv, tung race	0,53
Årsopdræt, 0-6 mdr., småkalv, Jersey	0,402
1 årsopdræt (kvier/stude 6 mdr. - kælving (27 mdr)/slagtning, tung race)	1,008
1 årsopdræt (kvier/stude 6 mdr. - kælving (25 mdr)/slagtning, Jersey)	0,758
1 stk. slagtekalv, 0-6 mdr., tung race.	0,251
1 stk. slagtekalv, 0-6 mdr., Jersey.	0,182
1 stk. slagtekalve, 6 mdr. - slagtning (440 kg), tung race.	0,470
1 stk. slagtekalve 6 mdr. - slagtning (328 kg), Jersey.	0,368

Totalemissionen fra afgræsning:

$N_{2O_afgræsning, kg CO_2e} = 'NEH_N_{2O_afgræsning, kg}' \times (44/28) \times \text{omregningsfaktor til } CO_2e$

hvor omregningsfaktor for N₂O til CO₂e er 298 (IPCC, 2006)

Stalden

Lattergasemissionen i stalden er upåvirket af tiden på afgræsning. Det skyldes, at det er overfladearealet der er bestemmende for lattergasemissionen og ikke kun mængden af gødning (Kai, 2021 – personlig kommentar). Det vil sige at når køerne kommer i stalden dagligt og deponere gødning, så vil det give en ammoniakemission fra stalden. Det når således ikke at udtørre inden ny gødning tilføres.

'NEH_N₂O_stalden' = 'NEH_N₂O, kg'

Hvor NEH_{N_2O} , kg beregning findes i dokument "husdyrgødning stald – kvæg".

Totalemission fra stalden:

$N2O_{stald}$, kg CO_2e = ' NEH_{NH_3} _stalden' x (44/28) x omregningsfaktor til CO_2e

hvor omregningsfaktor for N_2O til CO_2e er 298 (IPCC, 2006)

Lageret

' NEH_{N_2O} _lager' = ' NEH_{N_2O} ' x (1-'Andel tid på afgræsning')

hvor ' NEH_{N_2O} ' beregning findes i dokument "husdyrgødning stald – kvæg".

Totalemission fra lageret:

N_2O_{lager} , kg CO_2e = ' NEH_{N_2O} _lager' x (44/28) x omregningsfaktor til CO_2e

hvor omregningsfaktor for N_2O til CO_2e er 298 (IPCC, 2006)

Metan

Nettoemission af metan der finder sted ved afgræsning:

' NEH_{CH_4} _afgræsning, kg' = 'kg CH_4 ab dyr' x 'andel tid på afgræsning' x 'antal årsdyr'

hvor kg CH_4 ab dyr pr. dyretype' fremgår af tabel 15.

Tabel 15: Beregnet CH_4 udskillelse ab dyr for forskellige dyregrupper på baggrund af Normtal (AU, 2020).

Dyretype	kg CH_4 ab dyr pr. år
1 årsko uden opdræt, malkekvæg, tung race	2,789
1 årsko uden opdræt, malkekvæg, Jersey	2,285
Årsopdræt, 0-6 mdr., småkalv, tung race	0,190
Årsopdræt, 0-6 mdr., småkalv, Jersey	0,142

1 årsopdræt (kvier/stude 6 mdr. - kælving (27 mdr.)/slagtning, tung race)	0,438
1 årsopdræt (kvier/stude 6 mdr. - kælving (25 mdr.)/slagtning, Jersey)	0,329
1 stk. slagtekalv, 0-6 mdr., tung race.	0,106
1 stk. slagtekalv, 0-6 mdr., Jersey.	0,075
1 stk. slagtekalve, 6 mdr. - slagtning (440 kg), tung race.	0,210
1 stk. slagtekalve 6 mdr. - slagtning (328 kg), Jersey.	0,167

Omregning til samlet emission fra afgræsning

Nettoemission der finder sted ved afgræsning:

'NEH_CH₄_afgræsning, kg' = 'kg CH₄ ab dyr' x 'andel tid på afgræsning' x 'antal årsdyr'

Totalemission fra afgræsning:

CH₄_afgræsning, kg CO₂e = 'NEH_CH₄_afgræsning, kg' x omregningsfaktor

omregningsfaktor fra CH₄ til CO₂e er 25 (IPCC, 2006)

Stalden

'NEH_CH₄_gylle_stald' = 'NEH_CH₄_gylle' x (1-'Andel tid på afgræsning')

'NEH_CH₄_dybstrøelse_stald' = 'NEH_CH₄_dybstrøelse' x (1-'Andel tid på afgræsning')

hvor 'NEH_CH₄_gylle_stald og NEH_CH₄_dybstrøelse_stald beregning findes i dokument "husdyrgødning stald – kvæg".

Hvis der er tale om et staldsystem med både gylle og dybstrøelse beregnes der først emissioner for henholdsvis gylle og dybstrøelsesdelen, hvorefter det summeres.

Totalemission fra stalden:

CH₄_stald, kg CO₂e = 'NEH_CH₄_stalden' x omregningsfaktor

omregningsfaktor fra CH₄ til CO₂e er 25 (IPCC, 2006)

Lageret

'NEH_CH₄_gylle_lager' = 'NEH_CH₄_gylle' x (1-'Andel tid på afgræsning')

'NEH_CH₄_dybstrøelse_lager' = 'NEH_CH₄_dybstrøelse' x (1-'Andel tid på afgræsning')

hvor 'NEH_CH₄_gylle og NEH_CH₄_dybstrøelse beregning findes i afsnit om ”husdyrgødning stald – kvæg”.

NEH_CH₄_gylle_lager, kg/ dyr summeres med NEH_CH₄_dybstrøelse_lager, kg/ dyr for at få total NEH_CH₄_lager, kg/ dyr

Totalemission fra lageret:

CH₄_lager, kg CO₂e = 'NEH_CH₄_lager' x omregningsfaktor

omregningsfaktor fra CH₄ til CO₂e er 25 (IPCC, 2006)

Referencer

Hansen et al. 2008

IPCC, 2006

Miljøstyrelsen, besøg 26. nov 2020 - <https://mst.dk/erhverv/landbrug/miljoeteknologi-og-bat/teknologilisten/gaa-til-teknologilisten/staldindretning/> - For lagret angives 1 % som fordampning, hvilket er 50 % lavere end gylle med flydelag, som står til at have 2 % ammoniakfordampning af total-N

Nielsen et al. 2020. Denmarks national inventory report.

Normtal 2020.

Olesen et al., 2018. Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbrug. DCA rapport nr. 130

Stald og lager: Svineproduktion

Definition af emne

Emissionskilde: Stald og lager - svinestalde

Aktivitetsdata: 4: Staldtype og teknologier, 5: opholdstid af gylle i stald, 6: Mængde strøelse, 7: Gyllehåndtering

Udledning: CH₄, N₂O, NH₃, NO_x

1 Beregningsgrundlag og metode

I klimaværktøjet anvendes bedriftens Gødningsregnskab, normtal samt oplysninger fra bedriften om virkemidler og foderindkøb. Som udgangspunkt er bedriftens klimaaftryk fra stald og lager beregnet på baggrund af NORM data. På bedriften kan man ændre i de viste normdata. F.eks. kan der ændres i foderforbrugt, der kan angives andelen af indkøbt foder. Der kan angives om der anvendes klimavenligt foder og hvilke tekniske miljø/klimavirkemidler der anvendes.

Alle beregninger foretages per dyr fordi produktionskontrollen opgøres per dyr f.eks. per årssø, per smågris per slagtesvin, efterfølgende ganges der op med antal søer eller antal producerede gris.

Direkte og indirekte N₂O (lattergas) beregnes på basis af normtal for gyllens/gødningens indhold af kvælstof. Metan fra stald og lager beregnes ud fra gyllens/gødningens normtal for gødningsmængde og tørstofindhold. Tørstofmængden ganges med en konstant på 0,8 for at få gødningens indhold af volatile solid (VS), som er indholdet af flygtige organiske forbindelser (Denmark's national inventory report 2020)

1.1 Databehov ved beregning

Kvælstofindholdet i husdyrgødning og tab af kvælstof afhænger af en række betydende faktorer:

- fordøjelighed af det anvendte foder (koncentration af kvælstof i urinen, TAN)
- produktionsniveauet for de enkelte dyrearter (foderudnyttelse)
- gødningens pH-værdi og temperatur (gyllekøling/syretilsætning)
- staldsystem, gødningshåndtering (gødningens opholdstid i stalden)
- arealet af gødningsdækkede overflader (spaltegulv/fast gulv)

- staldklima (temperatur og lufthastighed over gødningsdækkede overflader)
- forskelle i gødningsmanagementkontrol af klima i nærmiljøet (dyrenes adfærd-stivending)

Ammoniaktabet beregnes ud fra den denitrifikation der sker fra ammoniak (NH_3) og nitrat (NO_3). Denitrifikation er en anaerob bakteriel respiration proces, hvor nitrat (NO_3) omdannes til frit kvælstof (N_2) eller lattergas (N_2O). Molekylvægt for N_2 er 28 og for N_2O 44.

NH_3 er ammoniakmolekylet. Molekylvægt er 17 g

NH_4^+ er ammoniumionen. Det har en positiv ladning og en molekylvægt på 18 g.

$\text{NH}_3\text{-N}$ repræsenterer kvælstofindholdet i ammoniak

$\text{NH}_4\text{-N}$ (TAN-N) er nitrogenindholdet i ammoniumionen

Til omregning fra råprotein i fodret til N anvendes faktor 6,25, (Kjeldal-N) f.eks. hvis en blanding indeholder 150 g rå protein så er indholdet af N $150/6,25 = 24$ g.

Datagrundlagte til at beregne ammoniaktabet fra stalden omfatter følgende data:

Foderforbrug per årsso inkl polte

Foderforbrug per kg tilvækst for vækstdyr

Foderets indhold af råprotein

Fordøjelighedskoefficient for råprotein

Mængden af strøelse i kg per dyr. Der anvendes en standardgennemsnitsværdi for halm på 0,005 kg N per kg tørstof (85% tørstof per kg)

Omregningsfaktor fra protein til N

Grisens optagelse af N per kg tilvækst

IPCC emissionskoefficienter

Konstanter til omregninger f.eks. fra m^3 metan til kg metan fra slagtevægt til levendevægt mv

Omregning til molekylær vægt fra N_2 (28) til N_2O (44)

Referencer (Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018, https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_9_lager_2018-19.pdf, Normtal 2016 (au.dk))

1.2 Beregningsgrundlag for emissioner fra svinestalde og lager

Beregning af lattergasemissionerne

Beregning af lattergasemissioner fra stald og lager er opdelt i direkte emissioner og indirekte emissioner. Først beregnes den direkte emission af N_2O . Det gøres på basis af N ab dyr inkl. N fra strøelse og gyllens indhold af N i gyllebeholderen.

Den direkte N_2O emissionen findes ved at gange N Ab dyr hhv. N i gyllen på lageret med en IPCC-faktor. N_2O emissionen sker gennem en denitrifikation proces fra N_2 til N_2O derfor omregnes N_2 som forsvinder fra gødningen til N_2O ud fra molekylvægten N_2 (28) og N_2O (44).

Dernæst beregnes den indirekte emission af N_2O på basis af ammoniakemissionen. Emissionsfaktorerne afhænger af gulvtypen som hentes fra gødningsregnskabet. Det ville være mere korrekt at beregne ammoniakemissionen ud fra produktionsoverfladen, men det kræver data fra besætningen, som ikke er tilgængeligt. Der anvendt emissioner som er angivet i normtal 2020 for hver gulvtype. Forskellen i emissionen mellem de to metoder er meget lille, som det redegøres for senere.

Emissionsfaktoren for gulvtypen ganges på TAN ab dyr og TAN i gyllen der kommer i gyllebeholderen. I en del litteratur anvendes der en fast omregningsfaktor fra total N til TAN N på 75% af total N. I denne udgave af klimaværktøjet er der valgt at beregne ammoniakemissionen ud fra den beregnede TAN N. Ingen af metoderne er formentlig helt korrekte, men det er vurderet at TAN-N må anses for mest faglig korrekt, da den organisk bundne N ikke fordamper så let.

Emissionen ganges med effekten af evt. miljøteknologi som reducerer NH_3 emissionen. N_2 emissionen fra NH_3 -N findes ved at gange ammoniakemissionen med en faktor (IPCC-faktor). N_2 omregnes ligesom den direkte emission af N_2 til N_2O ud fra molekylær vægten N_2 (28) og N_2O (44).

Eksempel på beregning af direkte N_2O fra svinestalden

Eksemplet viser princippet i beregningen. Der vises et eksempel for et slagtesvin der er opstaldet på drænet gulv + spalter (33/67). Beregninger for alle øvrige dyretyper og gulvtyper henvises til regnearket med formler og normtal ([bilag 2](#)).

Variabler:

Total N ab dyr beregnes på følgende måde (kilde Normtal 2020):

Kg tilvækst 82 kg x FEsv per kg tilvækst 2,77 x foderets indhold af rå protein 147,7 g per FEsv, herfra trækkes kg tilvækst 82 x 0,0296 kg N i grisen.

Eksempel: $(82 \times 2,77 \times 0,1477) / 6,25 - (82 \times 0,0296) = 2,94$ kg N ab dyr

TAN -N ab dyr: Total N i fodret x fordøjelseskoefficient 81%- N i dyret (kilde Normtal 2020)

Eksempel: $(82 \times 2,77 \times 0,1477 \times 0,81) / 6,25 - (82 \times 0,0296) = 1,92$ kg TAN ab dyr

Kvælstof i strøelse regnes med i N ab dyr

Strøelse kg per gris (f.eks. 5 kg) x rå protein per kg (STANDARD 0,00425 kg)= 0,02125 kg N

Herefter kan der beregnes direkte emission og indirekte emission af N₂O:

Direkte N₂ faktor 0,2% (IPCC-2006) af total N ab dyr inkl. strøelse

Indirekte N₂ emissionsfaktor 1% (IPCC-2006) af NH₃ emissionen fra stalden

N₂ omregnes til N₂O molekylvægt med 44/28

N₂O omregnes til CO₂e faktor 298 (IPCC)

Formel for gulvtype 67/33:

Direkte N₂O fra stalden = $((82 \times 2,77 \times 0,1477) / 6,25 + (5 \times 0,0033) / 6,25) - (82 \times 0,0296) = 2,943$ kg N
 $\times 0,002 \times 44 / 28 = 0,00925$ kg N₂O

CO₂e = $0,00925 \times 298 = 2,76$ kg CO₂e per gris

Indirekte N₂O fra stalden = $((82 \times 2,77 \times 0,1477) / 6,25 \times 0,81) + (5 \times 0,0033) / 6,25 - (82 \times 0,0296) = 1,92$ kg TAN
 $\times 0,21 = 0,4032$ kg N $\times 0,01$ (IPCC) = $0,004032$ kg N $\times 44 / 28 = 0,006334$ kg N₂O

CO₂e = $0,006334 \times 298 = 1,888$ kg CO₂e per gris

I alt kg CO₂e fra stalden 4,638 kg

Sammenligning af ammoniakemission baseret på TAN hhv. emission baseret på produktionsareal

Emission baseret på TAN:

Emission af ammoniak 21% af TAN-N (gulv67/33). Denne metode giver en emission af ammoniak på $2,943 \times 0,652$ (TAN i % af total N) $\times 0,21 = 0,403$ kg ammoniak per slagtesvin

Emission baseret på produktionsareal:

Emissionen af ammoniak er i miljøgodkendelser lagt om til emission per m². Normtallet for 33/67 gulvtyper er 2,3 kg N per m². Per stiplads af 0,65 m² og producerede slagtesvin per stiplads 3,76 (Kilde Reference normtal) kan ammoniakemissionen beregnes. Denne metode giver en ammoniak emission på 0,398 kg ammoniak per gris

De to metoder giver næsten samme resultat. Der er i det videre forløb anvendt emission baseret på TAN.

Der er udviklet et regneark der omfatter alle formler for emissioner fra stald og lager, alle emissionsfaktorer samt normtal ([bilag 2](#)).

Direkte og indirekte emission fra lageret

Det forudsættes at gyllebeholderen er overdækket med et flydelag. Der tages udgangspunkt i N ab gris. Derfra trækkes den ammoniak der fordampes fra stalden som er lig gyllens indhold når det kommer i gyllebeholderen. Ved beregning af N₂ tages der udgangspunkt i total N og ved beregning af NH₃ tages der udgangspunkt i TAN.

Total N beregnes ud fra fodret totale indhold af rå protein

TAN beregnes ud fra den fordøjelige del af foderets rå protein indhold

Direkte N₂ udgør 0,5 % af N i gyllen ab stald (kilde IPCC 2006)

Ammoniaktabet (NH₃) udgør 2,5% af TAN i gyllen ab stald (Kilde (Hansen et al., 2008)

Indirekte N₂ udgør 1 % af ammoniakemissionen (kilde IPCC 2006)

N₂O til CO₂e faktor 298 (IPCC)

Formel for total N ab stald per dyr:

Formel for TAN ab stald per dyr $1,92$ kg TAN - $0,4032$ kg N = $1,517$ kg TAN i gyllen der lander i gyllebeholderen

Eksempel på beregning af direkte N₂O fra gyllebeholderen

Direkte N₂O fra lager = $2,943 \text{ kg N} - 0,4032 \text{ kg N} = 2,54 \text{ kg N} \times 0,005 \times 44/28 \text{ kg} = 0,01996 \text{ kg N}_2\text{O}$
 $\times 298 = 5,94 \text{ kg CO}_2\text{e}$

Indirekte N₂O fra lager $1,92 \text{ kg N} - 0,4032 \text{ kg N} = 1,52 \text{ kg TAN} \times 0,026 \times 0,01 \times 44/28 \times 298 = 0,00062 \text{ kg N}_2\text{O}$
 $\times 298 = 0,18 \text{ kg CO}_2\text{e}$

I alt kg CO₂e fra lager 6,12 kg CO₂e

I alt direkte kg CO₂e fra stald og lager 8,69

I alt indirekte kg CO₂e fra stald og lager 2,07

I alt kg CO₂e fra ammoniak emissioner per slagtesvin 10,76

Metan emission for stald og lager

Metan emission for stald og lager er et komplekst område der er dårlig belyst. Det må forventes at der over tid kommer korrektioner til de emissionskoefficienter der anvendes i dette notat.

Der mangler emissionsfaktorer (MCF) for hhv. stald og lager derfor er det på nuværende tidspunkt ikke muligt i at opdele metan emissionen mellem stald og lager på en korrekt måde. Da der forventes særskilte MCF-faktorer for stald og lager fremadrettet er formlerne opbygget således at der regnes på gødningens opholdstid i stalden og lager hver for sig. Der anvendes samme MCF-faktor for stald og lager indtil der kommer særskilte MCF-faktorer.

En anden udfordring vedr. metan emissionen er at få den korrekte tørstofprocent i gyllen af gris. I litteraturen anvendes der betydelig højere tørstof procenter end dem der fremgår af NORM tallene, til gengæld er gyllemængden mindre.

Metan emissionen baseret på normalt beregnes på følgende måde for gulvtypen Delvis spaltegulv med 25-49% fast gulv.

CH₄-emissionen = kg gylle per gris (550) x tørstofpct (6,6) x VS (0,8) x B₀ (0,45) x MCF (13,4%) x fra m³ til kg 0,67 = 1,173 kg metan per gris

Formlerne laves dog således at der beregnes VS tørstof per dag. Dermed kan opholdstid i stald og lager opdeles og der kan anvendes forskellige MCF-faktorer for stald og lager.

VS beregnes på basis af tørstof af dyr (gylle kg x tørstof % x 0,8) Kilde til faktor 0,8 (DNIR-2020 side 388). VS ganges med en MCF-faktor for det pågældende gødningssystem samt gødningssystem f.eks. forsuring eller afgasset gødning. Kilde (DNIR-2020). Emissionen er i m³ metan der omregnes til kg metan med faktor 0,67 (IPCC -2006 side 10.42)). Endelig ganges der en B₀ faktor ind som er 0,45 (NIR tabel 5.11) .

VS = volatile solid (VS) er mængden af total organisk stof i kg udskilt i gødningen. VS udgør 80 % af tørstofindholdet, mens den resterende del af tørstoffet er sand og lignende.

B_0 er den maksimale andel af det organiske stof, som omdannes til metan (m^3 CH₄ per kg VS) – dvs. en fraktion af VS som inden for 50-100 dage under optimerede laboratorieforhold omdannes til metan. B_0 baseres på IPCC's standardværdi, som for svinegylle er 0,45 m^3 CH₄ per kg VS

MCF er en metanemissionsfaktor der udtrykker den procentvise andel af den potentielle metanemission (B_0), der rent faktisk finder sted. Metan dannelsen afhænger primært af temperatur, lagringstid og iltfattig forhold. Ved omregning fra m^3 metan til kg metan anvendes der en fast faktor på 0,67 (massefylden af metan ved 20 grader).

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Ammoniak

Ammoniakemission fra lager burde beregnes ud fra gyllebeholderens overflade. Den metode blev taget i anvendelse samtidig med at man gik over til at regne ammoniakemission i stalden ud fra produktionsarealets overflade. Det ville imidlertid kræve indberetning af gyllebeholderens omkreds/diameter samt beholderens dybde. Det kunne være en forbedring fremadrettet at få indberettet gyllebeholderens rumfang (f.eks. 3000 m^3), da dette er kendt viden på bedrifterne. Hvis man antager at alle beholdere er 4,3 m dybe, kan beholderens overflade beregnes ved at bruge formlen $3000m^3 / 4,3 m = 698 m^2$ overflade. Overflade per gris ville så blive være $0,650 m^3$ gylle/ $4,3=0,15 m^2$ overflade.

Metan

Metan emission for stald og lager er et komplekst område der er dårlig belyst. Det må forventes at der over tid kommer korrektioner til de emissionskoefficienter der anvendes i dette notat. Der mangler emissionsfaktorer (MCF) for hhv. stald og lager derfor er det på nuværende tidspunkt ikke muligt i at opdele metan emissionen mellem stald og lager på en korrekt måde. I en redegørelse omkring forventede justeringer i beregning af metan emission fra husdyrgødning af 18.04.2020 af Søren O. Petersen, Institut for Agro økologi, Aarhus Universitet og Steen Gyldenkerne, Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet henvises der til et EU-projekt. Fremtidens metan emissionsberegninger bliver mere komplekse hvis der skal indregnes tørstof tab fra let tilgængeligt og ikke så let tilgængeligt tørstof. Metan emission fra afgasset biomasse vil dog fortsat være baseret på et ekspertskøn da der ikke er iværksat aktiviteter til at måle de faktiske metanemissioner. Det kræver ligeledes metanfaktorer for stald og lager som tager hensyn til gødningens indhold af VS-tørstof samt lager temperatur.

Citat ” Både IPCC’s metode og den nye metode bygger på nedbrydelighed af VS og temperatur som styrende parametre, mens øvrige parametre holdes konstante. Der er nyere studier som indikerer at både IPCC’s metode og den aktuelle danske beregningsmetode måske undervurderer metanemissionen fra lagret (Baldé et al., 2016; Baral et al., 2018). Hvis metanemissionen fra udendørs lagre aktuelt underestimeres, vil det negativt påvirke vurderingen af teknologi, som kan reducere lagertabet, såsom biogasbehandling og forsuring. Derfor kan det være afgørende for den fremtidige indsats for reduktion af drivhusgasemissioner fra husdyrproduktionen, at opgørelsen af metanemission fra både ubehandlet gylle og afgasset biomasse forbedres”. Citat slut

Lattergas

Direkte og indirekte N₂O (lattergas) beregnes på basis af Normtal for gyllens/gødningens indhold af kvælstof. I Klimaregnskab V1.0 anvendes normtallene direkte. I fremtidige opgraderede versioner forventes det at der kan anvendes flere bedrifts specifikke data f.eks. produktionsopgørelser over produktivitet. Det giver mulighed for at erstatte Normtallet for grisens tilvækst, foderforbrug per kg tilvækst samt foderets indhold af rå protein med bedriftens egne tal, så ammoniakfordampningen og dermed N₂O emissionen er beregnet på baggrund af bedriftens eget grundlag.

2 Import/eksport

2.1 Indkøbt strøelse

Se afsnit Indkøbt strøelse under Stald og lager: Kvægproduktion – Import/eksport af ressourcer til bedriften.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem aktivitetsdata og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
4 Staldtype og teknologier	Luftrensning
5 Opholdstid af gylle i stald	Hyppig gylleudslusning Gylleforsuring Gyllekøling Biogas
6 Mængde strøelse	
7 Gyllehåndtering	Biogas

Mange svinebedrifter bruger allerede miljøteknologier der reducerer ammoniakfordampningen fra stald og lager. De samme miljøteknologier virker som virkemidler ift. reduktion af emissioner fra stald og lager. klimagasser. Nogle virkemidler kræver lukkede stalde, andre at gødningssystemet er baseret på gylle.

Tabel 16: Oversigt over virkemidler for svineproduktionen i stald og lager og præsenteret ift. om virkemidler kan bruges i konventionel og økologisk produktion.

Virkemiddel	Konventionel svineproduktion	Økologisk svineproduktion
Hyppig udslusning	X	
Staldforsuring	X	
Gyllekøling	X	
Luftrensning	X	
Biogas	X	X
Fodersammensætning	X	X
Produktivitet	X	X

I tabel 17 er virkemidlerne nuanceret ift. de kombinationer der findes i klimaværktøjet. Derudover er virkemidlerne opstillet ift. om de reducerer NH₃ og/eller metan. Der kan også anvendes kombinationer af klimavirkemidler, dermed er der i princippet flere valgmuligheder.

Virkemiddel	NH ₃	Metan
Luftrensning (100%)	X	
Luftrensning (20%)	X	
Gyllekøling, 10 kWh/m ²	X	X
Gyllekøling + luftrensning (100%)	X	X
Gyllekøling + luftrensning (20%)	X	X
Gylle til biogas		X
Gyllekøling+ gylle til biogas	X	X
Hyppig udslusning min en gang ugentlig		X
Hyppig udslusning + leveret til biogas		X
Gylleforsuring stald	X	X
Udendørs gøde område		X
Skraberanlæg		X

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_9_lager_2018-19.pdf

Normtal 2020 mf

Normtal (au.dk)

Redegørelse omkring forventede justeringer i beregning af metan emission fra husdyrgødning https://www.altinget.dk/misc/KEF%20Alm.del%20-%20Bilag%20273_%20Redeg%20relse%20fra%20AU%20-%20Metan%20fra%20husdyrg%20dning%202020-04-18.pdf

Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_9_lager_2018-19.pdf

Normtal 2018 + baggrundsmateriale

Normtal 2016 (au.dk)

Denmark’s national inventory report 2020

<https://dce2.au.dk/pub/SR372.pdf>

Biogasproduktions konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget

<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/sr197.pdf>

2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/03COP25_2019-Refinement.pdf

Tilføjelse til Opdatering af klimatabel_18082020_rev_ver.pdf (au.dk)

<https://dce2.au.dk/pub/SR372.pdf>

<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Bioenergi/sr197.pdf>

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/03COP25_2019-Refinement.pdf

Kilde: Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018

https://anis.au.dk/fileadmin/DJF/Anis/dokumenter_anis/Forskning/Normtal/Normtal_for_husdyrgoedning_Kapitel_9_lager_2018-19.pdf

Normtal 2016 (au.dk)

Stald og lager: Fjerkræproduktion

Definition af emne

Emissionskilde: *Stald og lager*- fjerkræproduktioner

Aktivitetsdata: 4: Staldtype og teknologier, 5: opholdstid af gylle i stald, 6: Mængde strøelse, 7: Gyllehåndtering

Udledning: CH₄, N₂O, NH₃, NO_x

1 Beregningsgrundlag og metode

1.1 Databehov ved beregning

I Landbrugets klimaværktøj beregnes emission af klimagasser fra fjerkrægødning i stald og lager efter de samme metoder som anvendes i beregningen af Normtal for husdyrgødning. Disse metoder er detaljeret beskrevet i Normtalsrapporterne fra 2001 (Poulsen et al., 2001) og 2008 (Kai et al., 2008) samt i Kai et al., 2018.

Staldtypen er afgørende for hvordan gødningen håndteres og har derfor stor betydning for ammoniak tabets størrelse. Gulvets udformning, størrelse samt størrelse på gulvarealet, hvor dyrene afsætter gødning, har stor betydning for ammoniakemissionen. Ammoniakemissionen og tab ved denitrifikation i dybstrøelse og andre faste gødningstyper er (forsat) beregnet på grundlag af gødningens indhold af total-N (Kai et al., 2018)

Ammoniak udvikles fra ajle og fæces udskilt fra dyrene. En del ammoniak fordampes. Fordampningen bestemmes grundlæggende af mængden af ammoniumkvælstof, der udvikles. Ammoniakfordampningen beregnes som produktet af ammoniakkoncentrationen i staldluften (mg/m³) og luftskiftet (m³/time) (Poulsen et al., 2001).

I stalde med mekanisk ventilation kan gaskoncentration og luftmængde måles direkte (burhøns og skrabe høns). Måske det også kan måles hos fritgående og økologiske høns, hvis man kigger på målingerne foretaget om natten, når udgangshullerne er lukkede.

Nøjagtigheden af målinger fra stalde med mekanisk ventilation er ca. +/- 25 % og fra stalde med naturlig ventilation er nøjagtigheden noget lavere nemlig +/- 50 %.

Kulstofudskillelsen fra dyrene afhænger af deres aktivitetsniveau, foderstyrke, produktionsniveau, temperaturen mm. Derfor kan det være svært at fastsætte, hvis stalden har naturlig ventilation.

Kvælstofindholdet i husdyrgødningen og tabet af kvælstof afhænger af en række faktorer (Poulsen et al., 2001):

- Fodersammensætning samt fordøjelighed
- Produktionsniveau for dyrearten
- Type, alder og vægt på dyret
- Gødnings-pH og temperatur
- Staldsystem, gødningstype, gødningshåndtering
- Udmugningshyppighed
- Areal af gødningsdækkede overflader
- Klimaforhold samt luftskiftet hen over gødningsdækkede flader
- Gødningsmanagement
- Dyrenes adfærd

Fordampningen i det følgende er beregnet i procent af totaludskillelsen af kvælstof fra dyrene. Desuden er de anvendte fordampningsdata relateret til de i Danmark anvendte strøelsesmaterialer og strøelsesmængder. Strøelsesmaterialet og mængden angivet i normtallene er primært baseret på erfaringer fra praksis og undersøgelser udført af Danske Slagterier eller af Danmarks Jordbrugsforskning.

Tilførsel af husdyrgødning i stalden sker ved:

- Strøelse
- Drikkevandsspild
- Vaskevand
- Foderspild

Tab af husdyrgødning i stalden sker ved:

- Fordampning af ammoniak-kvælstof
- Denitrifikation af kvælstof
- Tørstoftab ved kompostering
- Fordampning af vand

Fordampningsfaktoren

Fordampningsfaktoren anvendes som udtryk for ammoniakfordampning som en procent af gødningens totalkvælstofindhold. Mængden af strøelse, vandspild, gødningsmængde mm. Er beregnet under forudsætning af at dyrene har 365 stalddage pr. år (årshøner). Hvis den samlede produktionstid er mindre end 365 dage, så er beregningen pr. produceret dyr (hønniker).

I stalde med fast gødning eller dybstrøelse bregnes ammoniaktabet i stalden på grundlag af dyrenes udskillelse af total-N. Gødningen fra hønerne indeholder 60-75 % urinsyre og 25-40 % kvælstof i ufordøjet protein. Gødningen har et tørstofindhold på 20-25 %. Urinsyre omsættes til urea og derefter til ammonium. Nedbrydningen fra urinsyre til urea forgår i et langsommere tempo end til ammonium. Både urinsyre og ureaomsætningen er påvirket af pH, vand og temperatur. Der er ikke tilstrækkelig dokumentation til at ændre beregningsgrundlaget og derfor er grundlaget for fjerkræ stadig total-N af dyr.

Fordampningsfaktorer fra fjerkræstalde

Der er kun få danske forskningsresultater for ammoniakfordampningen fra fjerkræstalde og fordampningsfaktorerne er derfor primært baseret på data fra Nordeuropæiske forskningsresultater.

Anvendelse af sand i forhold til halm som strøelsesmateriale giver en mindre kompostering. Hos økologisk fjerkræ er der en betydelig lavere dyretæthed, hvilket forventes at øge komposteringen.

Øget komposteringsaktivitet i gødningsmåtten vil øge tørstof-tab og samtidig øge ammoniakfordampningen. I dybstrøelsesgødningen sker der ved komposteringsprocessen en betydelig nedbrydning af organisk materiale. Omsætningen sker under varmeudvikling som forårsager vand og ammoniak-fordampning. Der er fundet et tørstof-tab på 25-30 % i dybstrøelsen i løbet af en 3 måneders periode.

Staldtyperne hos hønniker og høns opdeles på gulvdrift, burdrift og etageanlæg.

Stalde med skrabeareal, hvor der anvendes sand, høvlspåner eller halm som strøelsesmateriale. Under siddepindene kan der være gødningskummer, som tømmes ca. 1 gang årligt. Hønerne kan have adgang til udearealer. De fleste producenter anvender sand på skrabearealet, hvilket giver et meget lille eller intet tørstof-tab. Anvendes der i stedet halm eller høvlspåner, så skønnes tørstoffabet at ligge omkring 55 %.

Berigede bure med sandbad. Der er gødningsbånd med eller uden lufttørring af gødningen. Gødningsbåndet kører 2 – 3 gange i ugen og nogle gange tørres gødningen på båndet inden det køres ud. Fordampningsfaktoren er i stalde med gødningsbånd skønnet til at være 10 %, men det forudsætter at båndet kører 2 – 3 gange i ugen.

I stalde med stort skrabeareal og gødningskummer er fordampningsfaktoren sat til henholdsvis 25 % og 40 %. Se Tabel 18 nedenfor.

Anlæg	Gødningstype	Fordeling mellem gødningstyper (%)	N-tab (%)
Konsumæg, (Gulvdrift + gødningskumme) fritgående høner	Dybstrøelse	30	25
	Fast gødning	60	40
	Udeareal	10	
Konsumæg, (Gulvdrift + gødningskumme) Økologiske høner	Dybstrøelse	30	25
	Fast gødning	60	40
	Udeareal	10	
Konsumæg, (etageanlæg + gødningsbånd) Økologiske høner	Dybstrøelse	30	25
	Fast gødning	60	10
	Udeareal	10	
Konsumæg, (Gulvdrift + gødningskumme) Skrabe høner	Dybstrøelse	33	25
	Fast gødning	67	40
Konsumæg (etageanlæg + gødningsbånd) Skrabe høner	Dybstrøelse	25	25
	Fast gødning	75	10
Konsumæg (gødningsbånd)	Fast gødning/ ¹ gylle		10

Burhøns			
Hønniker Konsum (netdrift/bur)	Fast gødning		40
Hønniker Konsum (gulvdrift)	Dybstrøelse		25
Rugeægshøner (Gulvdrift)	Dybstrøelse	100	40

¹ Fast staldgødning uden vandtilsætning eller gylle (fast gødning opblandes med vand til 12 % tørstof ab lager).

1.2 Beregningsgrundlag

Fjerkrægødning ab dyr afsat i udeareal:

Efter anbefaling fra DCE (2021b) regner vi med at 10% af gødningen afsættes i udearealet af økologiske slagtekyllinger samt frilands- og økohøner. Derudover antager vi at gødning i udearealer fra slagtekyllinger og høner har en tørstofprocent på hhv. 25 og 28 % og at 35% af N afsat via gødning i udeareal fordamper som NH₃ (Misselbrook et al., 2000).

Beregning af metan emission fra fjerkrægødning i stald og lager:

Beregningerne er udført ifølge formler og anbefalinger fra DCE (2021c)

$$CH_4 EF = VS * MCF / 100 * 0,67 * B_0$$

MCF 1,50%

B₀:

Høns 0,39

Hønniker 0,39

Sl. Kyllinger 0,36

VS beregnes som:

$$VS = \text{Ton gødning ab dyr} / 365 * \text{Tørstof pct ab dyr} / 100 * VS_{afTS} / 100 * (365 - \text{GraesDage}) + \text{StrøelsesForbrug} / 1000 * 0,85 * (1 - 0,045) * (365 - \text{GraesDage})$$

Med rødt: hentes fra normtallene

Med grønt: konstanter

VS af TS: 80%

0,85: % TS for halm

0,045: Askeindhold i halm

Med blå: Er 0 for fjerkræ.

I [bilag 3](#) set en samlet oversigt over indhold af kg N i gødning af dyr, og beregning af klimagasemissioner der sker fra gødning i udeareal, stald og lager.

2 Import/eksport

2.1 Indkøbt strøelse

Se afsnit Indkøbt strøelse under Stald og lager: Kvægproduktion – Import/eksport af ressourcer til bedriften.

Fjerkræproducenter indkøber den strøelse, som de bruger i fjerkræstaldene. I Landbrugets klimaregnskab er der indsat følgende standard værdier for strøelsesforbrug for de forskellige fjerkrætyper.

For 1000 slagtekyllinger = 50 kg strøelse

For 100 høner = 25 kg strøelse

For 100 hønniker = 9 kg strøelse.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
4 Staldtype og teknologier	Varmeveksler
5 Opholdstid af gylle i stald	Gødningsbånd
6 Mængde strøelse	
7 Gyllehåndtering	Biogas

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

Referencer indsættes både i teksten, hvor referencen bruges, og samles under referencer

DCE 2021b. Personlig meddelelse d. 1/6 2021 fra Rikke Albrechtsen, Aarhus Universitet vedr. NH₃ fordampning fra gødning lagt af fjerkræ i udearealet

DCE 2021c. Personlig meddelelse d. 18/6 2021 fra Rikke Albrechtsen, Aarhus Universitet vedr. beregning af metan emission fra fjerkrægødning i stald og lager.

Kai et al. 2018, Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2018, s. 6

Misselbrook et al. 2000. Ammonia emission factors for UK agriculture. Atmospheric Environment 34 (2000) 871 – 880.

Poulsen et al. 2001, Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000 s. 93-96.

Markens emissioner - husdyrgødning

Definition af emne

Emissionskilde: *Husdyrgødning på mark*

Aktivitetsdata: 8: Mængde N; 9: Type gødning

Udledning: N₂O, NH₃, NO_x

1 Beregningsgrundlag og metode for udledning fra husdyrgødning på mark

1.1 Databehov ved beregning

Husdyrgødning anvendt pr. bedrift. (type, total-N mængde pr. ha og dato). Der gøres ingen forskel mellem udbringningsmetoderne. Dansk lovgivning kræver nedfældning på sort jord. Emissionerne af ammoniak er sammenligneligt når flydende husdyrgødning udbringes med slanger i voksende afgrøder og tilsat forsuring på sort jord. Data hentes fra Gødningsregnskabet.

1.2 Beregningsgrundlag

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

Lattergas (N₂O)

Emissioner af lattergas beregnes ud fra udbragt N i husdyrgødning. Der differentieres mellem de forskellige husdyrgødningsarter, med state of the art teknik. Der foretages følgende differentiering; 1) Udbragt husdyrgødning –nedfældet, 2) Husdyrgødning afsat under afgræsning.

$$N_2O_{\text{Nedfældet}} = EF_{\text{husdyrgødning}} \times N_{\text{Nedfældet}} \times 44/28$$

$$N_2O_{\text{Afgræsning}} = EF_{\text{husdyrgødning}} \times N_{\text{Afgræsning}} \times 44/28$$

Emissionsfaktoren ($EF_{\text{Husdyrgødning}}$) for N i husdyrgødning er 0,01 (IPCC, 2006)

Ammoniak (NH₃)

Følgende værdier angivet i Tabel 19 er brugt i beregningerne for ammoniak-emissionerne fra udbringning af organisk gødning (Hjort Mikkelsen, 2020).

Tabel 19: Ammoniak-emissionerne fra udbringning af organisk gødning

	kg TAN	EFNH3-N	EF N2O	N2O
Handelsgødning		0,025	0,01	Kg N x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Svinegylle	74,9	0,107	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Kvæggylle	60,0	0,132	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Minkgylle	45,1	0,132	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Fjerkrægylle	64,9	0,132	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Blandet gylle	65,0	0,132	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Fast gødning		0,067	0,01	kg total N x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Ajle kg	90,0	0,132	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Dybstrøelse		0,067	0,01	kg total N x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Væskefraktion efter forark	45,0	0,132	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Afgasset biomasse	65,0	0,132	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Anden husdyrgødning		0,067	0,01	kg total N x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Forarbejdet husdyrgødning		0,067	0,01	kg total N x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
spildevandsslam		0,066	0,01	kg total N x EFNH3-N x (44/28) x EFN2O
komposteret husholdningsaffald		0,066	0,01	kg total N x EFNH3-N x (44/28) x EFN2O
kartoffelfrugtsaft		0,066	0,01	kg total N x EFNH3-N x (44/28) x EFN2O
pressesaft fra grønpillefabrik		0,066	0,01	kg total N x EFNH3-N x (44/28) x EFN2O
andre typer af andet organisk affald		0,066	0,01	kg total N x EFNH3-N x (44/28) x EFN2O
andet organisk gødning (blandinger)		0,066	0,01	kg total N x EFNH3-N x (44/28) x EFN2O

1.2.2 Emission af ammoniak for husdyrgødning afsat under afgræsning

For afgræsning regnes ammoniak emissionsfaktorer som vist i Tabel 20:

Afgræsning kvæg	60,0	0,14	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Afgræsning svin	74,9	0,31	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Afgræsning heste	74,9	0,35	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Agræsning Får	60,0	0,09	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O
Afgræsning fjerkræ	64,9	0,31	0,01	kg TAN x EFNH3-N x 44/28 x EFN2O

Den fraktion af gødning der afsættes i marken, er kausal med den tid de er ude (Oudshoorn et al., 2007). (Tabel 21),

Tabel 21: Beregnede fraktioner af gødning der afsættes i marken.

Dyreart	Estimeret udetid	Fraktion af gødning der afsættes i marken
Afgræsning kvæg	afgræsning 7 timer i 200 dage	0,16
Afgræsning svin	Afgræsning 24 timer 365 dage for søer p	0,12
Afgræsning heste	200 dage ude i 24 timer	0,55
Afgræsning Får	330 dage ude i 24 timer	0,90
Afgræsning fjerkræ	Ude 2 timer 365 dage	0,08

Ved svin er fraktionen udregnet efter det totale antal DE.

Når udledningen af lattergas skal beregnes, er N₂O emissionen baseret på mængde N og derfor skal NO₂-emissionen omregnes til NO₂-N emission. Omregningsfaktoren er baseret på forskel i molvægten.

$$\text{NO}_2 / (46/14) = \text{NO}_2\text{-N}$$

Dvs. når der regnes N₂O (angivet i CO₂-ækv.) fra emissionen af NO₂ fra udbragt gødning, gøres følgende:

$$\text{Mængde N udbragt} \times 0,04 \times / (46/14) \times 44/28 \times 0,01 \times 298$$

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet er det målet at integrere informationer om marken på markniveau med supplerende data der findes eks. I Mark online. Hermed opnås input om husdyrgødning anvendt per mark.

2 Import/eksport

Beregningen af emissioner fra husdyrgødning i marken (NH₃, CH₄, N₂O, NO_x) er den samme uanset om husdyrgødningen stammer fra egen bedrift eller er importeret.

Der foretages ingen allokeringer (eller systemudvidelse) af emissioner fra husdyrgødning i marken mellem husdyrproduktion og planteproduktion.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
8 Mængde N	<i>Nitrifikationshæmmere</i>
9 Type gødning	

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

Oudshoorn F.W., Kristensen, T., Nadimi, E.S., 2007. Dairy cow defecation and urination frequency and spatial distribution in relation to time-limited grazing. *Livestock Science* 113, 63-73.

Mogensen, L., Trydeman Knudsen, M, Dorca-Preda, T., Ingeman Nielsen, N, Sillebak Kristensen, I., Kristensen, T. Bæredygtighedsparametre for konventionelle fodermidler til kvæg. DCA rapport 116, 2018.

Markens emissioner - handelsgødning

Definition af emne

Emissionskilde: *Handelsgødning*

Aktivitetsdata: 11: Mængde N pr. ha

Udledning: N₂O, NH₃, NO_x

1 Beregningsgrundlag og metode for udledning fra handelsgødning på mark

1.1 Databehov ved beregning

Data for brug af handelsgødning hentes fra gødningsregnskabet opgjort som total N brugt i vækstsæsonen fra 1 august til og med 31 juli året efter.

1.2 Beregningsgrundlag

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

Lattergas (N₂O)

Emissioner af lattergas beregnes ud fra udbragt N i handelsgødning på bedriften i gødningsplanåret. Ved beregning af emissioner af lattergas differentieres indtil videre ikke mellem forskellige typer af handelsgødning og udbringningstidspunkt.

$$N_{2O_handelsgødning} = EF_{handelsgødning} \times N_{handelsgødning} \times 44/28$$

Emissionsfaktoren ($EF_{Handelsgødning}$) for handelsgødning er 0,01. (IPCC-2006)

Lattergasemissionen bliver herefter omregnet til CO₂-ekvivalenter, med en standardiseringsfaktor. Hertil bruges en omregningskoefficient, som løbende justeres. I klimaværktøjet bruges koefficienten 298 (IPCC 2007), på lige fod med DCE's nationale opgørelse (NIR). I NIR justeres koefficienten kun hvert femte år, hver gang den justeres, skal alle tidligere nationale opgørelser ligeledes justeres.

Ammoniak (NH₃)

Ammoniak er ikke i sig selv en drivhusgas, men har en indirekte effekt på mængden af lattergas. Derfor beregnes drivhusgaseffekten ud som lattergas, hvorefter den standardiseres til CO₂-e.

Der er fastsat ammoniak emissionsfaktorer for forskellige typer handelsgødning, jf. tabel 22. I tabel 22 er forbruget af de forskellige gødningstyper i 2017 også angivet. Der er i 2016 fastsat nye

79

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

emissionsfaktorer for alle handelsgødninger (2016 EMEP/EEA Guidebook). For de fleste gødningstyper er emissionsfaktoren øget betydeligt. Ammoniakemission fra handelsgødning står nu for 11% af den samlede ammoniakemission i landbruget. Der er ikk taget hensyn til udbringningsmetode.

Tabel 22. NH₃ emissionsfaktorer for forskellige typer handelsgødning 2011-2017, kg NH₃-N pr. kg N. (Efter Nielsen, 2019 – tabel 5.17, side 367 – og tidligere afrapporteringer).

Gødningstype	NH ₃ emissionsfaktor kg NH ₃ -N pr. kg N				Forbrug 2017 Tons N
	2011	2012 2013 2014	2015 2016 2017	2018	
Calcium- og bor calciumnitrat	0,01	0,11	0,05		0,2
Ammoniumsulfat (svovlsur ammoniak)*	0,01	0,01	0,09		8,2
Calcium ammonium nitrat	0,01	0,02	0,008		109,1
Ammoniumnitrat	0,01	0,04	0,015		3,5
Flydende ammoniak	0,02	0,01	0,019		6,0
Urea*	0,13	0,24	0,155		1,0
Andre kvælstofgødninger?*	0,06	0,04	0,01		37,9
Magnesium gødninger	0,01	0,11	0,05		0
NPK-gødninger	0,01	0,04	0,05		70,3
Diammonfosfat	0,01	0,11	0,05		3,2
Andre NP-gødninger	0,01	0,11	0,05		7,9
NK-gødninger	0,01	0,04	0,015		1,5
Andre gødninger			0,026		0
Samlet forbrug					248,7

*) Svovlsur ammoniak og amidholdige gødninger er fra 2020 underlagt regler, der skal begrænse ammoniakfordampningen.

I Mark Online tilknyttes en NH₃ emissionsfaktor til hver gødningstype. Emissionsfaktoren bør afhænge af udbringningsmetode, men der mangler emissionsfaktorer, der er differentieret efter udbringningsmetode (tjek Guidebook og spørg Mette Hjorth Mikkelsen, DCE).

Ammoniakfordampningen beregnes da som kg N udbragt x emissionsfaktoren.

Den gennemsnitlige ammoniakemission fra anvendelsen af handelsgødning baseret på forbruget og fordelingen af gødningstyper for årene 2015-2017 er 0,025 kg NH₃-N per kg N-handelsgødning eller 0,031 kg NH₃ per kg N-handelsgødning (Hjort Mikkelsen, 2020).

Kvælstofoxider (NO_x herunder NO₂ og NO)

Kvælstofoxider er ikke i sig selv en drivhusgas, men påvirker indirekte lattergasemissionerne. Derfor bliver alle kvælstofoxider emissioner omregnet til lattergas emissioner, som derefter igen bliver standardiseret til CO₂-e.

Beregningen af Nitrogen Dioxid foretages i den nationale opgørelse ved at anvende en NO₂-EF på 0,04 per kg N tilført marken. Denne faktor anvendes i øvrigt for alle for N-tilførsler; handelsgødning, husdyrgødning, slam og andre N-holdige gødskningsprodukter. Emissionsfaktoren er baseret på EEA/EMEP Guidebook 2019 som bygger på resultater fra Stehfest and Bouwman (2006).

Når udledningen af lattergas skal beregnes, er N₂O emissionen baseret på mængde N tildelt marken og derfor skal NO₂-emissionen omregnes til NO₂-N emission. Omregningsfaktoren er baseret på forskel i molvægten.

$$\text{NO}_2 / (46/14) = \text{NO}_2\text{-N}$$

Dvs. når der regnes N₂O (angivet i CO₂-ækv.) fra emissionen af NO₂ fra udbragt gødning, gøres følgende:

$$\text{Mængde N udbragt} \times 0,04 \times / (46/14) \times 44/28 \times 0,01 \times 298$$

I Nielsen (2020) beregnes NO₂ emissioner med emissionsfaktoren 0,04 kg NO₂ pr. kg N tilført i både handels- og husdyrgødning. Det svarer til 0,012 kg NO₂-N pr. kg N tilført.

Udeladelse.

Med de mængder handelsgødning som blev registreret i 2017, svarer den mængde N som beregnes til lattergas emission til ca. 3.000 kg N fra handelsgødning og 2.500 kg N fra husdyrgødning (248000 kg N * 0,04 * 14/46 = 3019). Dette svarer til (3+2,5) / (248 + 2015) tons N = ca. 1% af direkte lattergasemissionen fra handelsgødningen og husdyrgødningens udbringning. Derfor ses der bort fra i denne emissionskilde i klimaværktøjet.

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet vil det være mere optimalt at kunne opgøre planlagte mængder handelsgødning fra per mark, hvilket kan findes i programmer som Mark online. Derudover kan der med fordel

arbejdes med at angive produkttypen af handelsgødning, da produktionerne af de forskellige typer varierer væsentlig, men der mangler valid dokumentation herfor.

2 Import/eksport

Klimaaftrykket for fremstillingen af handelsgødning stammer hovedsagelig fra energiforbruget, men også i mindre grad fra latterhas og metan. De nettobidrag er beregnet i databaserne som bruges til beregningen af LCA. (baggrundsdata).

De værdier landmandens klimaværktøj bruger, er dem som AU også har brugt i deres rapport 116, og i parenteser er kilden angivet.

Gødning

Mineral (Kg)	Carbon Footprint (CO ₂ -ækv per kg)
Kvælstof (N)	6,6 (Agrifootprint 2015)
Fosfor (P)	3,6 (Ecoinvent 2013)
Kalium (K)	0,7 (Ecoinvent 2013)

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
11 Mængde N	<i>Reduceret N-tilførsel</i>

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

IPCC, 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006: 2006 IPCC Guidelines for National

Greenhouse Gas Inventories. Available at:

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Stehfest and Bouwman (2006).

IPCC 2019. 2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Chapter 11, available at: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

Nielsen et al., 2020 Danmarks National Inventory report 2020

Hjort Mikkelsen M., 2020. notat

Markens emissioner – Anden organisk gødning

Definition af emne

Emissionskilde: *Anden organisk gødning på mark*

Aktivitetsdata: 12: Mængde N; 13: Type gødning

Udledning: N₂O, NH₃, NO_x

1 Beregningsgrundlag og metode for udledning fra anden organisk gødning

1.1 Databehov ved beregning

Data for brug af handelsgødning hentes fra gødningsregnskabet opgjort som total N brugt i vækstsæson fra 1 august t/m 31 juli året efter.

1.2 Beregningsgrundlag

Beregningen af udledningerne fra anden organisk gødning baseres på følgende:

N ₂ O (fra jord):	$\text{Kg N} \times \text{EFN}_{2\text{O}} \times 44/28$
N ₂ O (fra NH ₃ -N):	$\text{Kg N} \times \text{EFNH}_{3\text{-N}} \times \text{EFN}_{2\text{O}} \times 44/28$
N ₂ O (fra NO _x):	$(\text{kg N} \times \text{EFNO}_x / (46/14)) \times \text{EFN}_{2\text{O}} \times 44/28$

Hvor omregningsfaktoren angives som 44/28 og emissionsfaktorer for lattergas baseret på IPPC 2006 sættes til 0,01. Herefter omregnes N₂ til CO₂ på følgende vis:

Samlet sum af N₂O: Sum af N₂O (jord), N₂O (NH₃), N₂O (NO_x)

Beregning N₂O til CO₂ e: $\text{N}_{2\text{O}} \times \text{faktorN}_{2\text{O}} = \text{CO}_{2\text{e}}$.

faktorN₂O: 298

2 Import/eksport

Beregningen af emissioner fra husdyrgødning i marken (NH_3 , CH_4 , N_2O , NO_x) er den samme uanset om husdyrgødningen stammer fra egen bedrift eller er importeret.

Der foretages ingen allokeringer (eller systemudvidelse) af emissioner fra husdyrgødning i marken mellem husdyrproduktion og planteproduktion.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsparametre	Virkemiddel
8 Mængde N	<i>Nitrifikationshæmmere</i>
9 Type gødning	

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Markens emissioner - afgrøderester

Definition af emne

Emissionskilde: Afgrøderester

Aktivitetsdata: 14: Areal, 15: Afgrødetype 1 og 2, 16: Udbytte pr. mark.

Udledning: N₂O

1 Beregningsgrundlag og metode for afgrøderester

1.1 Databehov ved beregning

Ved beregning af udledning fra afgrøderester bruges afgrødekoder fra gødningsregnskabet og standardudbytter baseret på landsgennemsnit for konventionel produktion.

Beregning af kvælstof input fra afgrøderester beregnes i klimaværktøjet, på basis af afgrødekoder, standardudbytter, fordeling mellem overjordisk og underjordisk materiale, og fraktioner af disse afgrøder som efterlades på/i marken. Fordeling mellem overjordisk og underjordisk, og N indhold af disse fraktioner er standarder fra IPCC, suppleret med evidensbaserede data (SEGES) for de afgrøder der mangler i IPCC-guidelines.

1.2 Beregningsgrundlag af emissioner fra afgrøderester

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

Lattergas (N₂O)

I forbindelse med det nationale regnskab over emissioner af drivhusgasser er der opstillet retningslinjer for beregning af N i afgrøderest. Det svarer til Tier 1 retningslinjerne fra IPCC (2006).

I beregningerne indgår fire afgrødefraktioner for hovedafgrøder, nemlig 1) høstudbytte, f.eks. kerneudbytte, 2) overjordisk afgrøderest (inkl. halm, top mv.), 3) halm eller top, der bjærges og 4) underjordisk afgrøderest. Overjordisk afgrøderest beregnes som en fraktion i forhold til det høstede udbytte.

Ud over afgrøderest fra hovedafgrøden er der afgrøderest fra udlæg og efterafgrøder. Disse afgrøder behandles i næste afsnit.

Overjordisk afgrøderest (kg ts):

Afgrøderest overjordisk_{Total} = (Udbytte_kg tørstof/ha) * Hældning + Intercept

Hældning og intercept til beregning af overjordisk afgrøderest (total) tabellægges for hver afgrøde. Udgangspunktet er værdierne i tabel 23, der stammer fra IPCC (2006). For sammenlignelige afgrøder anvendes de samme værdier.

Tabel 23. Udsnit af IPCC 2006 værdier for beregning af kg ts i afgrøderester i forhold til udbytte.

Crop	Dry matter fraction of harvested product (DRY)	Above-ground residue dry matter AG _{DM(T)} (Mg/ha): AG _{DM(T)} = (Crop _(T) /1000)* slope _(T) + intercept _(T)				R ² adj.
		Slope	± 2 s.d. as % of mean	Intercept	± 2 s.d. as % of mean	
<i>Major crop types</i>						
Grains	0.88	1.09	± 2%	0.88	± 6%	0.65
Beans & pulses ^b	0.91	1.13	± 19%	0.85	± 56%	0.28
Tubers ^c	0.22	0.10	± 69%	1.06	± 70%	0.18
Root crops, other ^d	0.94	1.07	± 19%	1.54	± 41%	0.63
N-fixing forages	0.90	0.3	± 50% default	0	-	-
Non-N-fixing forages	0.90	0.3	± 50% default	0	-	-
Perennial grasses	0.90	0.3	± 50% default	0	-	-
Grass-clover mixtures	0.90	0.3	± 50% default	0	-	-
<i>Individual crops</i>						
Maize	0.87	1.03	± 3%	0.61	± 19%	0.76
Wheat	0.89	1.51	± 3%	0.52	± 17%	0.68
Winter wheat	0.89	1.61	± 3%	0.40	± 25%	0.67
Spring wheat	0.89	1.29	± 5%	0.75	± 26%	0.76
Rice	0.89	0.95	± 19%	2.46	± 41%	0.47
Barley	0.89	0.98	± 8%	0.59	± 41%	0.68
Oats	0.89	0.91	± 5%	0.89	± 8%	0.45
Millet	0.90	1.43	± 18%	0.14	± 308%	0.50
Sorghum	0.89	0.88	± 13%	1.33	± 27%	0.36
Rye ^e	0.88	1.09	± 50% default	0.88	± 50% default	-
Soyabean ^f	0.91	0.93	± 31%	1.35	± 49%	0.16
Dry bean ^g	0.90	0.36	± 100%	0.68	± 47%	0.15
Potato ^h	0.22	0.10	± 69%	1.06	± 70%	0.18
Peanut (w/pod) ⁱ	0.94	1.07	± 19%	1.54	± 41%	0.63
Alfalfa ^j	0.90	0.29 ^k	± 31%	0	-	-
Non-legume hay ^l	0.90	0.18	± 50% default	0	-	-

Udbyttet af halm og top bjærget er enten planlagt eller registreret.

Dernæst beregnes overjordisk afgrøderest efterladt på marken som overjordisk afgrøderest (total) minus halm eller top bjærget.

Afgrøderest overjordisk_{Ej fjernet} = Afgrøderest overjordisk_{Total} – Halm el. top bjærget (kg tørstof/ha)

Overjordisk afgrøderest (Kg N)

Der regnes med samme N-indhold i halm eller top og resterende overjordisk afgrøderest (afgrødespecifikt). N i afgrøderest kan derfor beregnes ud fra tabellagte eller registrerede værdier for N-indhold i halm eller top eller ud fra de værdier, der fremgår af tabel 24 (IPCC 2006/2019).

$N \text{ i Afgrøderest overjordisk}_{\text{Ej fjernet}} = \text{Afgrøderest overjordisk}_{\text{Ej fjernet}} \times N\text{-indhold}$

Tabel 24. kgN/ kg tørstof indhold for overjordiske og underjordiske dele af planten (IPCC 2006).

Major crop types	N overjordisk	N underjordisk
Grains	0,006	0,009
Beans and pulses	0,008	0,008
Tubers	0,019	0,014
Root crops	0,016	0,014
N-fixing forrages	0,027	0,022
Non N-fixing forrages	0,015	0,012
Perennial grasses	0,015	0,012
Grass clover mixtures	0,025	0,016
Individual crops		
Maize	0,006	0,007
Wheat	0,006	0,009
Winter wheat	0,006	0,009
Spring wheat	0,006	0,009
Rice	0,007	
Barley	0,007	0,014
Oats	0,007	0,008
Millet	0,007	
Sorghum	0,007	0,006
Rye	0,005	0,011
Soyabean	0,008	0,008
Dry bean	0,01	0,01
Potato	0,019	0,014
Peanut	0,016	
Alfalfa	0,027	0,019
Non legume hay	0,015	0,012

Underjordisk afgrøderest (kg N):

Underjordisk afgrøderest (kg TS), beregnes med en faktor for forholdet mellem underjordisk afgrøderest og overjordisk biomasse (Underjordisk afgrøderest / (udbytte + overjordisk afgrøderest)).

Afgrøderest underjordisk = (Udbytte + Afgrøderest overjordisk_{Total}) * Faktor_{Afgrøderest underjordisk}

Faktoren_{afgrøderest underjordisk} kommer fra IPCC 2006 og er for typeafgrøder vist i tabel 25.

Tabel 25. Faktorer for underjordisk afgrøderest i forhold til total (IPCC 2006/2019).

Afgrøde	Faktor Underjordisk afgrøderest
Vinterhvede	0,23
Vårhvede	0,28
Vinterbyg	0,22
Vårbyg	0,22
Havre	0,25
Rug	0,22
Majs	0,22
Markært	0,19
Hestebønner	0,19
Kartofler	0,20
Roer	0,20
Græs	0,54
Kløvergræs	0,80

N-indholdet i underjordisk afgrøderest er højere end i overjordisk afgrøderest. N mængden i underjordisk afgrøderest beregnes med de værdier, der fremgår af tabel 26.

$N \text{ i Afgrøderest underjordisk} = \text{Afgrøderest underjordisk} \times N\text{-indhold}$

Den samlede N-mængde i afgrøderest beregnes derefter som summen af N i Afgrøderest overjordisk_{Ej fjernet halm} og N i Afgrøderest underjordisk.

Emission af lattergas fra N i overjordisk afgrøderest beregnes årligt for etårige afgrøder. For flerårige afgrøder beregnes emission af lattergas fra N i overjordisk afgrøderest kun i forbindelse med omlægning, dvs. emission af lattergas fra overjordisk afgrøderet i flerårige afgrøder som f.eks. kløvergræs beregnes over alle brugsår.

$N_{\text{Afrøderest}} = N \text{ i Afrøderest overjordisk}_{\text{Ej fjernet}} \times F_{\text{Omlæg}} + N \text{ i Afrøderest underjordisk}$

$F_{\text{Omlæg}}$ = en faktor der korrigerer lattergas emissioner for det antal år der er mellem omlægning/pløjning. $F_{\text{Omlæg}}$ for en græsmark der omlægges hver 3. år er 1/3.

Lattergas-emissionsfaktoren for N der kommer fra afgrøderester er 0,01 (IPCC 2006)

Beregningsmetoden:

$N_2O_{\text{Afrøderest}} = EF_{\text{Afrøderest}} \times N_{\text{Afrøderest}} \times 44/28$

CO₂-e for afgrøderester er N₂O afgrøderest x 298

Beregning af emission af lattergas (N₂O-N) fra afgrøderest-udlæg og efterafgrøde (Afgrøde 2)

I beregningerne af afgrøderest fra udlæg og efterafgrøder indgår tre afgrødefraktioner, nemlig 1) høstudbytte/høstbart udbytte, 2) stub mv.) og 3) underjordisk afgrøderest.

For alle udlægsafgrøder og efterafgrøder fastsættes normudbytter (høstbare del) uanset om afgrøden høstes eller nedmuldes. Stub mv. beregnes som en fraktion i forhold til det høstede eller høstbare udbytte. Hældning og intercept til beregning af overjordisk afgrøderest (total) tabellægges for hver afgrøde.

Kg tørstof i stub mv. = (Udbytte_kg tørstof/1000) * Hældning + Intercept

Tabel 27. Hældning og intercept (ton tørstof) til beregning af overjordisk afgrøderest samt N-indhold i overjordisk afgrøderest for udlægsafgrøder og efterafgrøder.

Udlægsafgrøder og efterafgrøder	Hældning	Intercept (ton tørstof)	N-indhold
Græs	0,3	0	0,015
Kløvergræs	0,3	0	0,025
Olieræddike	0,2	0	0,006
Gul sennep	0,2	0	0,006
Osv. (alle efterafgrøder)			

Det skal fremgå ud fra den valgte udlægsafgrøde eller efterafgrøde i Mark Online, om afgrøden høstes eller nedmuldes (Nedmuld = 1/0). For afgrøder, der høstes, er der et planlagt eller

registreret udbytte. For afgrøder, der ikke høstes, skal der være tabellagt en ”høstbart” udbytte. Fremover kan brugeren af Mark Online kunne angive et registreret ”høstbart” udbytte, sådan at der kan indgå en differentiering efter, hvor kraftig en efterafgrøde, der har været. Der bliver formentlig også mulighed for, at oplysninger om det ”høstbare” udbytte kan genereres fra satellitdata.

Afgrøderest overjordisk_{Nedmuldet} = Udbytte x Nedmuld (1/0) + Stub mv.

N i afgrøderest overjordisk_{Nedmuldet} = Afgrøderest overjordisk_{Nedmuldet} x N-indhold

Underjordisk afgrøderest beregnes med en faktor for forholdet mellem underjordisk afgrøderest og overjordisk biomasse (Underjordisk afgrøderest / (udbytte + overjordisk afgrøderest)).

Overjordisk biomasse er summen af høstet udbytte eller høstbart udbytte og stub mv.

Afgrøderest underjordisk = (Udbytte + Stub mv.) * Faktor_{Afgrøderest underjordisk}

N-indholdet i underjordisk afgrøderest er højere end i overjordisk afgrøderest. N mængden i underjordisk afgrøderest beregnes med de værdier, der fremgår af tabel 28.

N i Afgrøderest underjordisk = Afgrøderest underjordisk x N-indhold

Tabel 28. Faktor til beregning af underjordisk afgrøderest samt N-indhold i underjordisk afgrøderest for udlægsafgrøder og efterafgrøder.

Afgrøde	Faktor Underjordisk afgrøderest	N-indhold
Græs	0,54	0,012
Kløvergræs	0,80	0,016
Olieræddike	0,16	0,009
Gul sennep	0,16	0,009
Osv. (alle efterafgrøder)		

Den samlede N-mængde i afgrøderest beregnes da som summen af N i Afgrøderest overjordisk_{Ej Fjernet} og N i Afgrøderest underjordisk

Der beregnes kun emission af lattergas fra overjordisk afgrøderest, hvis udlægsafgrøden (eller efterafgrøden) omlægges til en anden afgrøde det efterfølgende høstår.

$N_{\text{Efterafgrøde}} = N \text{ i Afgrøderest overjordisk}_{\text{Ej Fjernet}} + N \text{ i Afgrøderest underjordisk}$

Lattergas-emissionsfaktoren ($EF_{\text{Lattergas}}$) for N i afgrøderest er 0,01.

$N_2O_{\text{Efterafgrøde}} = EF_{\text{lattergas}} \times N_{\text{Efterafgrøde}} \times 44/28$

$CO_2\text{-e} = 298 \times N_2O_{\text{efterafgrøde}}$

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet arbejdes der mod at kunne integrere information om reelle udbytter på markniveau fra andre programmer som MarkOnline.

2 Import/eksport

Ej relevant for afgrøderest.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Ikke relevant for afgrøderest

Referencer

IPCC 2006

Markens emissioner - ammoniak fra voksende afgrøder

Definition af emne

Emissionskilde: Ammoniak fra voksende afgrøder

Aktivitetsdata: 17: Afgrødetype og 18: Arealfordeling

Udledning: NH₃ og NO₂

1 Beregningsgrundlag og metode for udvaskning

1.2 Databehov ved beregning

Data opgøres via gødningsregnskabet for afgrødetype pr. mark.

1.2 Beregningsgrundlag og metode for ammoniak fra voksende afgrøder

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

N₂O-beregning

Ifølge de nationale opgørelser (NIR, 2019) sker der en ammoniakfordampning som er kvantificeret efter afgrødetype.

Tabel 29: Emissionsfaktorer for afgrøder, kg N per ha

Afgrødetype	Kg NH3-N/ha
Alle afgrøder undt. græs	2
Kløvergræs i rotation	0,5
Permanent/vedvarende græs	0,5

For en afgrøde som vårbyg, så vil dette bidrage til 9,3 kg CO₂-e/ha (2 x EF lattergas x 44/28 (molar omregning) x 298). Dette svarer til 0,3% i forhold til en norm drivhusgasemission for vårbyg på 2700 kg CO₂-e per ha. Derfor vælges at se bort fra denne udledning.

2 Import/eksport

Ikke relevant.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Ikke relevant.

Referencer

NIR 2019

Markens emissioner - udvaskning fra rodzonen

Definition af emne

Emissionskilde: Kvælstof udvasket fra rodzonen

Aktivitetsdata: 19: Afgrødetype, 20: Efterafgrøder, 21: Jordtype

Udledning: NO₃, N₂O

1 Beregningsgrundlag og metode for udvaskning

1.1 Databehov ved beregning

Data hentes fra Gødningsregnskabet på bedriftsniveau, og udvaskning beregnes ud fra rodzonen på markniveau med modellen N-LES 5.

Afgrødekoder henviser til en udvasknings faktor, i forhold til normgødning. Der differentieres i denne version ikke mellem konventionelt og økologisk.

1.2 Beregningsgrundlag og metode for udvaskning

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

Lattergas (N₂O)

Nitratudvaskning kan beregnes som en selvstændig post i næringsstofregnskabet. Beregning af emission af lattergas fra udvaskning af nitrat forudsætter, at information om kvælstofretentionen, herunder både retention i grundvand, overfladevand og total, knyttes til alle marker. Emissionen beregnes i tre trin ud fra tilførslen af nitrat til henholdsvis grundvand, overfladevand og kystvand.

Lattergas-emissionsfaktorerne EF__{Grundvand}, EF__{Overfladevand} og EF__{Kystvand} er hver 0,0025. (IPCC, 2006)

Der beregnes en emission af lattergas ud fra en beregning af den udvaskede mængde nitrat.

SEGES har beregnet typetal for nitratudvaskning for alle afgrøder. Typetallene er beregnet med brug af N-LES5 modellen. Typetallene udtrykker den udvaskningseffekt en afgrøde har i et sædskifte samlet set.

Typetallene for nitratudvaskning er som udgangspunkt beregnet med gødskning alene med handelsgødning. Der er tillagt en merudvaskning som følge af anvendelse af husdyrgødning. Der er regnet med en gennemsnitlig anvendelse af husdyrgødning.

Der er udarbejdet specifikke typetal for økologisk dyrkede afgrøder, som kan implementeres senere. Der er typetal for både 100 N og 60 N økologi. Hvis vi ikke ved, om bedriften anvender 100 N eller 60 N, så anvender vi 100 N.

Typetallene for nitratudvaskning er tabellagt. Typetallet slås op for den enkelte afgrøde ud fra afgrødekoden. Faktor for emission af lattergas fra nitratudvaskning er 0,0075 kg N₂O-N pr. kg.

Beregningerne afhænger ikke, på nuværende tidspunkt, af sammenhængen mellem afgrøde- og jordtyper, grundet mangel på data. Når de kan skaffes, kan de blive inkluderet i modelberegningen.

DCE's beregninger for udvaskning relaterer til de målte udledninger i kystvand og grundvand. Udvasningskoefficienter som er brugt i Landmandens klimaværktøj, er kvantificeret efter denne målte totalværdi.

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet kan der med fordel integreres til MarkOnline eller lignende styringssystemer, hvor der arbejdes på markniveau. Der er samtidig behov for differentiering mellem konventionel og økologisk på to niveauer (maksimalt 107 kg udnyttet N tildelt og maksimalt 65 kg udnyttet N tildelt). Det er vigtigt at markeringen "økologisk" fremover vil initiere andre udvasningskoefficienter.

2 Import/eksport

Ikke relevant.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Ikke relevant.

Referencer

IPCC, 2006

SEGES, 2021 : tabellagte typetal for nitratudvaskning

Markens emissioner - dyrkning af organogene jorde

Definition af emne

Emissionskilde: Organogene jorde

Aktivitetsdata: 22: Areal, 23: Areal drænet, 24: areal i omdrift.

Udledning: N₂O, CH₄, CO₂

1 Beregningsgrundlag og metode for organogene jorde

1.1 Databehov ved beregning

Data hentes fra gødningsregnskabet, hvor alle marker med JB11 er angivet. Der kan på afgrødekoderne ses om de er i omdrift eller ej. Alle marker antages at være drænet. Brugeren kan selv angive om markens dræningstilstand er ændret i værktøjet.

1.2 Beregningsgrundlag af emissioner fra organogene jorde

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

Lattergas (N₂O)

Beregningen følger fremgangsmåde, der anvendes i det nationale danske klimaregnskab (NIR, 2019). I beregningen skelnes der mellem om jorden har 6-12% organisk bundet kulstof (SOC) eller > 12% organisk bundet kulstof. JB11 har per definition minimum 10% organisk stof, hvilket ca. svarer til minimum 6% organisk bundet kulstof (SOC). Hvis der findes en teksturanalyse, så kan JB11 marker inddeles i de to klasser. Teksturoplysninger findes ikke for ret mange JB11 marker. Det kan overvejes – som et alternativ til teksturanalyser – at inddele JB11 marker i de to klasser ud fra den nationale jordbundskortlægning (Tørv kortlægningen). Hvis der for JB11 marker ikke findes oplysninger om indholdet af organisk bundet kulstof, så antages det, at indholdets fordeling mellem >6%<12% og >12% er som på landsplan.

Emission af lattergas fra dyrkning a organogen jord differentieres endvidere efter, om jorden er i omdrift (Cropland) eller ligger ud i vedvarende græs og om arealet er drænet eller har høj vandstand.

På landsplan er marker med JB11 og i omdrift fordelt med 62% med 6-12% C og 38% med over 12% C i overjorden. For permanent græs er fordelingen 46% med 6-12% C og 54% med over 12% C (NIR, 2019).

Emission af lattergas fra dyrkning af organogen jord ($N_2O-N_{Organogen}$) estimeres med en fast værdi afhængig af arealanvendelse og dræningstilstand, jf. tabel 30.

Tabel 30: Emission af N_2O fra nedbrydning af organisk stof på organogen jord, kg N_2O-N pr. ha

	Omdrift	Permanent græs og afvandet	Udtaget og høj vandstand
>12% C	13	8,2	1,6
6-12% C	6,5	4,1	0,8

Emissioner fra kulstof beregnes fra dyrkning af organogen jord med faste værdier efter dyrkning og dræningstilstand jf. tabel 31.

Tabel 31: Emission af CO_2 fra nedbrydning af organisk stof på organogen jord, ton CO_2 pr. ha

	Omdrift	Permanent græs og afvandet	Udtaget og høj vandstand
>12% C	42,17	30,8	0
6-12% C	21,08	15,4	0

Emissioner fra metan beregnes kun hvis organogen jord ikke afvandes (høj vandstand). Hvis jorden ikke afvandes, vil der typisk kun kunne være vedvarende græs.

I værktøjet bliver emissionerne beregnet efter værdierne fra tabel 24 fra virkemiddelrapport (Olesen et al, 2018) for tre kategorier; 1) JB 11, i omdrift og drænet, 2) JB 11 ikke i omdrift og drænet, 3) JB 11 ikke i omdrift og ikke drænet.

1. Hvis marken er i omdrift og drænet

- a) Beregning på CO_2/CO_2e fra C per ha => tons $CO_2/CO_2e=(areal, ha*0,38*42,17)+(areal, ha*0,62*21,08)$
- b) Beregning på CO_2e fra N_2O (lattergas) per ha => tons $CO_2e=(areal, ha*0,38*3,87)+(areal, ha*0,62*0)$
- c) Beregning på CO_2e fra CH_4 (metan) per ha => tons $CO_2e=0^{**}$

2. Hvis marken ikke er i omdrift og drænet

- a) Beregning på CO_2 fra C per ha => tons $CO_2=(areal, ha*0,54*30,8)+(areal, ha*0,46*15,4)$

- b) Beregning på CO₂e fra N₂O (lattergas) per ha => tons CO₂e=(areal, ha*0,54*2,44)+(areal, ha*0,46*0)
- c) Beregning på CO₂e fra CH₄(metan) per ha => tons CO₂e=0

3. hvis marken ikke er i omdrift og ikke drænet

- a) Beregning på CO₂ fra C per ha => tons CO₂= 0
- b) Beregning på CO₂e fra N₂O(lattergas) per ha => tons CO₂e= 0
- c) Beregning på CO₂e fra CH₄(metan) per ha => tons CO₂e= areal, ha*6,8

Tabel 32: Effekter af udtagning af organogen jord (tabel 24 i Olesen et al., 2018 DCA rapport nr. 130)

Tabel 24. Effekter af udtagning organogen jord med ophør af dræning på reduktion af udledninger af drivhusgasser (ton CO₂-ækv/ha/år).

	> 12% OC		6-12% OC	
	Omdrift	Perm. græs	Omdrift	Perm. græs
Mindre CO ₂ fra nedbrydning	42,17	30,80	21,08	15,40
Øget metan	-7,20	-6,80	-7,20	-6,80
Mindre lattergas fra nedbrydning	3,87	2,44	0,00	0,00
Sparet N-gødning	0,78	0,78	0,78	0,78
Sparet ammoniakfordampning	0,01	0,01	0,01	0,01
Reduceret N-udvaskning	0,15	0,10	0,15	0,10
Reduceret brændstofforbrug	0,40	0,40	0,40	0,40
I alt under LULUCF	34,97	24,00	13,88	8,60
I alt under landbrug	4,82	3,34	0,95	0,89
I alt under fossil energi	0,40	0,40	0,40	0,40

Bemærkning: Areal fordeling > 6%<12%> er fra arealopgørelsen 2019 (NIR 2019). I beregning af CO₂-e fra lattergas er sparet N gødning og sparet ammoniakfordampning og reduceret udvaskning, og reduceret brændstofforbrug ikke medtaget, da disse beregnes andre steder i værktøjet. Reduceret brændstofforbrug er ikke indregnet, da det beregnes andet sted i værktøjet.

1.2 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet skal der differentieres mellem marker ift. om andelen af organisk stof er > 12% eller >6%>12%.

2 Import/eksport

Ikke relevant.

2 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
22 Areal	<i>Udtag</i>
23 Areal drænet	<i>Afskær dræn/hæv vandstanden</i>
24 Areal i omdrift	<i>Udtag af omdrift</i>

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

NIR 2019 Scientific Report from DCE no 318

Olesen et al., 2018 DCA rapport nr. 130

Markens emissioner - kalkning

Definition af emne

Emissionskilde: Jordbrugskalk tilført de dyrkede marker

Aktivitetsdata: 25: Mængde kalk (CaCO₃)

Udledning: CO₂

1 Beregningsgrundlag og metode for udvaskning

1.1 Databehov ved beregning

Jordbrugskalk anvendt pr. mark (type, mængde pr. ha og dato). Kalk tilføres typisk med 4-5 års mellemrum. Derfor er der aldrig årlige mængder på kalktilførsel på alle marker. I denne version af klimaredskabet beregnes kalkmængderne som årlige tilførsler per ha jord i omdrift. Der beregnes ud fra default værdi for alle marker som kan modtage kalk og landstotalen der købes ind (DS, 2020).

1.2 Beregningsgrundlag og metode for kalkning

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

Total mængde pr. år, kg = antal ha i omdrift * standard tal for forbrug af kalk (CaCO₃) pr. ha/ år

Standardtal = 170 kg /ha-år bruges baseret på følgende beregning:

kg CO₂-e = (total mængde pr. år, kg/100*12)*44/12 (molar omregning fra CaCO₃ til C og derefter til CO₂). Hvis en bruger kan dokumentere at der bruges mindre, kan mængderne rettes i klimaværktøjet.

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet kan der med fordel integreres til MarkOnline og lignende styringsværktøjer, så kalkning kan specificeres på markniveau. I fremtidige beregninger kan indirekte udledninger for udgravning og transport tilføjes.

2 Import/eksport

Opgørelsen for udgravning og transport mangler i beregningen.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Det kan ikke anbefales at bruge mindre kalk for at begrænse drivhusgasemissioner

Referencer

DS. 2019

Kulstofbalancen i jorden (netto)

Definition af emne

Emissionskilde: Kulstofpuljen i jorden

Aktivitetsdata: 26: Organogene jorde, 27: Efterafgrøder, 28: Afgrødetype, 29: Andel af græs i sædskiftet, 30: Type jordbehandling, 31: Halmnedmuldning, 32: Tildelt gødningstype.

Udledning og oplagring: CO₂, C

1 Beregningsgrundlag og metode for kulstofbalancen

1.2 Databehov ved beregning

Beregning af kulstofbalancen på bedriftsniveau er baseret på følgende Dyrkningsdata: Afgrøde, omdrift, udbytte, halmanvendelse, efterafgrøde, organisk gødningsinput. Dette hentes fra gødningsregnskabet.

1.2 Beregningsgrundlag og metode for kulstofbalancen i jorden

1.2.1 Beregningsgrundlag for territorialopgørelse

I forhold til hvordan beregningen skal finde sted, er der udarbejdet et notat af AU (Kristensen et al., 2021), som beskriver en metode. Metoden er baseret på en relativisering af brutto kulstof input fra afgrøderester, efterafgrøderester, evt. nedmuldnet halm, og organiske gødninger, modelleret nedbrydning over 100 år. Relativeringen beregnes i forhold til målte ændringer i kulstofpuljen i langvarige observationsmarker, som viser at kulstofnedbrydningen stadig kan måles, specielt i planteavlssædskifter på lerjord. Kun på bedrifter med betydelige græsarealer og brug af organisk gødning, kan der konstateres en kulstofopbygning. I AU-modellen, (Kristensen et al., 2021) forslås en hvedeafgrøde, med standard udbytte og 40% halmnedmuldning, som relativiserings konstant (K_{rel}). Den årlige input fra denne konstant er 4093 kg C/ha, som beregnet over en 100-årig periode resulterer i 397 kg C/ha-år.

Kulstof fra afgrøderester (hovedafgrøde og afgrøde 2)

Afgrødekoderne bruges til at beregne de overjordiske og underjordiske kg ts/ha-år der efterlades for hovedafgrøden og eventuelle efterafgrøder eller udlæg eller dobbeltafgrøder. De samme faktorer for fordeling mellem overjordisk og underjordisk, som for N beregningerne til lattergas (IPCC 2006 - afsnit 3) bruges. Der indregnes dog ikke en sædskiftefaktor, så kulstof input beregnes hvert år, også for flerårige afgrøder, baseret på udbytte.

I denne version af klimaværktøjet skelnes ikke i udbytte niveau for 1. kl.græs og fx 4. års kl.græs.

Tørstofinput omregnes til kulstof input med en gennemsnits kulstof indhold af organisk materiale på 45% (Mogensen et al., 2018). Herefter beregnes hvor meget dette vil bidrage per år, hvor der modelleres efter hvor meget der vil være tilbage efter 100 år. (Petersen et al., 2013). Selvom nedbrydningskurven ikke er lineair, så antages i beregningerne en årlig konstant bidrag på 9,7% af den totale C input.

For hver mark beregnes på denne måde kulstof input, hvorefter for de marker der er i omdrift, den nationale ligevægts input fratrækkes.

Brutto C input på årsbasis per ha er derfor:

(kg TS fra afgrøderester overjordisk/ha + kg TS fra afgrøderester underjordisk/ha + kgTS fra organisk gødning/ ha) x 0,45 x 0,097.

Netto C input er:

Brutto C input/ ha-år – 397 (=K_{rel} relativiseringskonstant).

OBS.

Den nationale ligevægtsfaktor bruges ikke to gange på én mark, når der er hovedafgrøde og efterafgrøde eller udlæg

Den nationale ligevægtsfaktor bruges ikke for vedvarende græsmarker som aldrig pløjes eller brakarealer.

Selve formlerne som bruges i klimaværktøjet:

Kulstof fra organisk gødning

Organisk gødning indeholder udover N, P og K også kulstof. I gødningsregnskabet rapporteres mængde af N og type af gødning brugt. Hver type organisk gødning har et standard C/N kvotient, som bruges til beregning af C input fra denne kilde.

Kulstof ved afgræsning

Der afsættes relativ mere kulstof fra de overjordiske rester i afgræsningsmarker end i slætmarker (49%). Der skyldes nedtrampning af græs og stængler, samt koens selektive græsningsadfærd, hvor de mere træede afgrøderester efterlades. Underjordiske afgrøderester antages dog at være upåvirket, og da de står for det største del af græsmerkernes brutto kulstof input, så det samlede kulstof input fra afgræssede græsmarker 11% højere end fra slætmarkerne. Det høstede udbytte, som bruges til beregning af den efterladte afgrøderest men også lattergasemissionerne fra N input, på afgræsningsmarker, er dog også lavere end fra slætmarker (Mogensen et al., 2018). Samtidigt er der konstateret et højere proteinniveau i græsrester fra afgræsningsmarker, som gør at lattergas emissioner fra afgræsningsmarker faktisk er lidt højere end fra ikke afgræsningsmarker.

Ved beregning af de samlede påvirkninger af afgræsning i forhold til slæt (kulstof og lattergas), så er der dog en netto positiv effekt fra afgræsning på 157 kg CO₂-e/ha per år (korrigeret for 100 års effekten og K_{rel}).

For at kunne programmere den samlede påvirkning af afgræsning, er besluttet ikke at ændre på både kulstof og lattergas påvirkning separat. Den samlede påvirkning svarer nemlig til en udbyttetigning på 15%, på græsmarken. (Så regner algoritmerne på ekstra kulstof og ekstra lattergas)

Da der dog kun sker afgræsning på ca. 1/3 del af alle bedriftens græsmarker, og bedriftsoplysningerne ikke registrere hvilke marker, lægges der en faktor 0,33 på den fiktive udbyttetigning, som dermed vil være 5%.

Tabel 33: Normtal for kvælstof/ tons gødning og ts%

	tørstof %	kg N/t	kg ts/kg N	faktor kg C/ kg N
svinegylle	6,6	4,81	14	6
kvæggylle	8	4,68	17	8
minkgylle	12	8,52	14	6
fjerkrægylle	12	7,26	17	7
blandet gylle	10,4	6	17	8
fast gødning	18,2	4,67	39	18
ajle	3,4	7,35	5	2
dybstrøelse	30	9,54	31	14
væskefraktion	1	4	3	1
afgasset biomasse	4,5	5	9	4
anden husdyrgødning	26	7,72	34	15

forarbejdet husdyrgødning	70	15	47	21
blandet husdyrgødning	10	6,6	15	7
andet organisk gødning	70	4	175	79

Kulstofberegningerne tager højde for den importerede organiske gødning, da det registreres i gødningsregnskabet. Der er ingen kulstof effekt beregnet i de afgrøder der importeres som foder (GFLI-database).

Metoden betyder at der vil være mange situationer hvor der sker en netto kulstof nedbrydning, som vil give et øget drivhusgas emission. Nedbrydning (negativt) vil derfor beregnes sumerisk positivt i klimaværktøjet.

1.3 Videreudvikling af beregningsgrundlag for Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet kan der med fordel indhentes markspecifikke data inkl. dyrkningshistorik fra MarkOnline eller lignende styringsværktøjer.

2 Import/eksport

Når der importeres organisk gødning eller halm, bliver kulstofeffekten af dette inkluderet i kulstofberegningen.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Kulstof input fra planterester og organisk materiale (gødning, kompost, biochar) i bedriften vil kunne være et betydeligt virkemiddel, både vha. management på bedriften med også som import.

Oversigt over relationen mellem indikatorer og virkemidler.

Aktivitetsdata	Virkemiddel
26 Organiske jorde	<i>Afskær dræn/hæv vandstanden</i>
27 Efterafgrøder	<i>Afskær dræn/hæv vandstanden</i>
28 Antal træer/buske/læhegn?	<i>Øg antallet af læhegn/træer</i>
29 Andel af græs/ flerårige afgrøder i sædskiftet	<i>Øg andelen</i>
30 Jordbehandling	<i>Reducer ompløjningsinterval</i>
31 Halmnedmuldning	<i>Udfør halmnedmuldning</i>
32 Gødningstype	
33 Afgrødetype	<i>Mere græs i sædskiftet</i>

Se rapporten ”Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj” for beskrivelse af databehov og metodegrundlag for hvert virkemiddel.

Referencer

Kristensen, T., Mogensen, L., Trydeman-Knudsen, M. 2021. Kulstof i jord, implementering i klimaregnskab

Petersen et al., 2013

Kulstofbalancen i træer, læhegn og skov

Definition af emne

Emissionskilde: Kulstofpuljen i træer

Aktivitetsdata: 33: Antal træer og buske

Udledning og oplagring: CO₂, C

1 Beregningsgrundlag og metode for kulstofbalancen

Når træer vokser, binder de CO₂ fra luften som fordeles mellem ved og rødder. Træer kan stå i læhegn eller mindre vildremiser i marken. Skovarealer betragtes ikke som landbrugsarealer, og tænkes ikke at skulle indgå i bedriftsregnskabet.

For at kunne kvantificere kulstof i læhegn som rod og ved, har DCE lavet nogle opmålinger på landsplan, for at kunne vurdere hvor meget kulstof der lagres af de samlede læhegn i Danmark. Herefter ville man kunne bruge IPCC's standard faktor for fordeling mellem ved og rod. Der er dog uenighed om hvornår læhegn stopper med at lagre ekstra kulstof samt hvilke sammenhæng der er mellem bredde og netto tilvækst. Der må forventes en betydelig gødningseffekt af de træer der har rødder under markfladen og dem der står længere væk.

På grund af usikkerheder er besluttet ikke at tage kulstoflagring fra læhegn med i bedriftsregnskaberne. Når der er fundet troværdige tal for læhegnets kulstof lagrings potentiale i rod og ved, er der behov for at kende til læhegnets længde, bredde og alder.

Energiforbrug og -produktion

Definition af emne

Emissionskilde: Energiforbrug og produktion på bedriften

Aktivitetsdata: 34: Elforbrug, 35: Dieselforbrug, 36: Naturgasforbrug, 37: Brændselstyper, 38-39: Maskinarbejde, 40-41: Vedvarende energi

Udledning: CO₂

1 Beregningsgrundlag og metode for udledning fra husdyrgødning på mark

I klimaværktøjet registreres udledningen af drivhusgasser fra energikilderne som henholdsvis “Eget energiforbrug” og “Produktion af vedvarende energi”.

Eget energiforbrug dækker emissionerne fra det forbrug af energi, der stammer fra indkøbt energi eller brændsel mv. Eventuelt forbrug af egenproduceret energi medtages ikke, idet det forventes at fortrænge indkøbt energi.

Produktion af vedvarende energi dækker klimaeffekten fra den produktion af vedvarende energi, der sælges fra bedriften (eksport). Klimaeffekten af solgt vedvarende energi, f. eks el produceret fra en vindmølle, kan modregnes i bedriftens eventuelle indkøb af el ned til at den samlede klimaeffekt for elforbruget går i nul, idet bedriften ikke godskrives for eventuel overskydende produktion. En overskydende produktion af vedvarende energi kan fremhæves i den skriftlige rapport, der ledsager klimaregnskabet med henblik på at synliggøre bedriftens indsats ift. produktion af vedvarende energi.

1.1 Databehov ved beregning

På bedriftsniveau kan el, diesel og naturgasforbrug findes pr. år i bedriftens årsregnskab. For el og diesel kan grøn energi procent opgøres (ikke automatisk), og dermed emissions faktor per Joule.

1.2 Beregningsgrundlag

Elforbrug

Elforbrug angives i kWh/år. Der skelnes mellem forskellige klasser af el. Klasse A grøn el (produceret ved vedvarende energikilder) giver fuld compensation i klimaregnskabet. For indkøbt el i klasse B og C beregnes emissionen ud fra en EF på 0,205 kg CO₂æk/kWh.

Dieselolie

Dieselolie angives i liter/år og emissionen i kg CO₂-æk/år fra dieselforbruget beregnes ud fra en EF på 2,626 pr. liter diesel beregnet ud fra en vægtfylde på 0,83 pr. liter diesel.

Olie

Olie angivet i ton/år omregnes til GJ ved følgende omregning: 0,0427 GJ/kg x 74,1 kg CO₂e/GJ = 3,16 kg CO₂e/kg olie. Dette omregnes til liter, hvor olie har vægtfylden 0,80 kg/liter, hvormed klimaaftrykket pr. liter bliver: (0,8/3,16) = 0,253 CO₂e/liter olie.

Naturgas

Naturgas angives i Nm³ og omregnes til GJ ved følgende omregning ((x*Nm³/1000)*38,81). Herefter beregnes emissionen fra naturgas ud fra en EF på 57,639 kg CO₂æk/Nm³.

Halm til afbrænding/opvarmning

Halm angives i ton og omregnes til kg. EF = 0,051 kg CO₂/kg halm jf. Rapport 116.

Ved indkøb af halm til bedriften beregnes emissionen ud fra en EF på 0,051 kg CO₂æk/kg halm. Halm (fra især kornplanter, men også fra frøgræs, ærter og olieplanter) har en række forskellige anvendelsesformer, så der vil registreringsmæssigt være forskellige cases afhængig af den konkrete anvendelse af halmen. Ved egenproduceret halm der nedmuldes registreres effekten indirekte under markens afgrøderester som udledning af lattergas og kulstoflagring. Ved salg af egenproduceret halm indgår halmen som et produkt i produktregnskabet. Vedforbrug af egenproduceret halm ved afbrænding, foder, strøelse o.l. indgår effekten indirekte, da halmen derved fortrænger behovet for andet indkøb.

Klimaaftrykket for halm beregnes med kornproduktion med halmnedmuldning som reference.

Tabel 34. Klimaaftryk for 1 ton hvedehalm (85% ts, 0,53% N i ts, 0,09% P i ts, 1,5 % K i ts).

	Pr. ton halm (85% ts)	Klimaaftryk pr. ton
Snitning af halm (sparet)	0,5 l diesel	-1,6 kg CO ₂
Presning og hjemtransport	2,0 l diesel	6,4 kg CO ₂
Bortførsel af P	0,765 kg P	2,8 kg CO ₂ e
Bortførsel af K	12,75 kg K	8,9 kg CO ₂ e

Lattergas emission (undgået)	4,5 kg N	-21,1 kg CO ₂ e
Kulstoflagring (reduceret)	382,5 kg C	136 kg CO ₂
Samlet		131,4 kg CO₂e

Standardudbyttet i vinterhvede er 75 hkg kerne og 4.125 kg halm (55% af kerneudbyttet) pr. ha. Halmens klimaaftryk ved standardudbyttet er da 542 kg CO₂e pr. ha. Det vil typisk svare til ca. 20% af hvedemarkens samlede klimaaftryk.

Øvrige brændsler

Træ angives i ton og omregnes til GJ. Der er muligt at registrere træflis og træpiller, hvor der bruges en omregningsfaktor fra kg til GJ på 9,3 og 17,5, henholdsvis. Herefter beregnes emissionen ud fra en EF på 112 kg CO₂æk/GJ. Forbrug af egenproduceret træ registreres ikke, idet effekten ligger i at egenproduktionen fortrænger indkøb af andre energikilder.

Maskinarbejde

Indkøbt og solgt maskinarbejde registreres i kr/år og omregnes derefter til CO₂-æk med en omregningsfaktor på 2 pr. 100 kr baseret på internt udarbejdet dokument, SEGES. Dokumentet opstiller de mest almindelige praksisser i marken inklusiv prisen for udført arbejde af maskinstation. Herefter estimeres dieselforbrug pr. ha, og der udregnes en gennemsnitsværdi for forbrug af diesel pr. ha.

1.3 Emissions- og omregningsfaktorer

I tabel 35a og 35b nedenfor ses omregningsfaktorer og emissionsfaktorer fra DCE, National opgørelse 2020 s. 133. I Landbrugets klimaværktøj er det muligt at registrere og beregne emissioner fra træflis, træpiller, naturgas og dieselolie. De andre mulige energikilder jf. tabellen kan evt. implementeres fremadrettet.

Energikilde	(Engelsk)	Omregningsfaktor GJ	CO ₂ emissionsfaktor, Kg CO ₂ /GJ	Kilde
Træ	Wood	(Skovflis) 9,3 GJ/ton 2,8 GJ/m ³	112	IPCC 2006
Træpiller	Wood pellets	17,5 GJ/ton	112	IPCC 2006

Biogas	Biogas	23 GJ/1000m3	84,1	(Landespecifik)
Naturgas	Natural gas, offshore gas turbines	38,81 GJ/1000 Nm3	57,639	(Landespecifik)
Spildolie	Residual oil	41,9 GJ/ton	79,42	(Landespecifik)
Dieselolie	Gas oil	42,7 GJ/ton	74,1	(Landespecifik)
Petroleum	Kerosene	43,5 GJ/ton	71,9	IPCC 2006
Kul	Coal	23,89 GJ/ton	94,04	(Landespecifik)

Kilde for CO2 emissionsfaktorer DCE, National opgørelse 2020 side 133. Kilde for GJ omregningsfaktorer: <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>.

Tabel 35b: Original tabel fra DCE, Inventory report.

Table 3.2.20 CO₂ emission factors, 2018.

Fuel	Emission factor, kg per GJ		Reference type	IPCC fuel category
	Biomass	Fossil fuel		
Coal		94.04 ¹⁾	Country specific	Solid
Brown coal briquettes		97.5	IPCC (2006)	Solid
Coke oven coke		107 ³⁾	IPCC (2006)	Solid
Other solid fossil fuels ⁴⁾		118 ¹⁾	Country specific	Solid
Fly ash fossil (from coal)		94.04	Country specific	Solid
Petroleum coke		93 ³⁾	Country-specific	Liquid
Residual oil		79.42 ¹⁾	Country-specific	Liquid
Gas oil		74.1 ¹⁾	Country-specific	Liquid
Kerosene		71.9	IPCC (2006)	Liquid
Orimulsion		80 ²⁾	Country-specific	Liquid
LPG		63.1	IPCC (2006)	Liquid
Refinery gas		56.144	Country-specific	Liquid
Natural gas, offshore gas turbines		57.639	Country-specific	Gas
Natural gas, other		56.89	Country-specific	Gas
Waste	63.3 ⁵⁾	+ 42.5 ^{1/2)6)}	Country-specific	Biomass and Other fuels
Straw	100		IPCC (2006)	Biomass
Wood	112		IPCC (2006)	Biomass
Wood pellets	112		IPCC (2006)	Biomass
Bio oil	70.8		IPCC (2006)	Biomass
Biogas	84.1		Country-specific	Biomass
Biomass gasification gas	142.9 ⁵⁾		Country-specific	Biomass
Bio natural gas	55.55		Country-specific	Biomass

1) Plant specific data from EU ETS incorporated for individual plants.

2) Not applied in 2018. Orimulsion was applied in Denmark in 1995 – 2004.

3) Plant specific data from EU ETS incorporated for cement industry and sugar, lime and mineral wool production.

4) The emission factor for waste is (42.5+63.3) kg CO₂ per GJ waste. The fuel consumption and the CO₂ emission have been disaggregated to the two IPCC fuel categories Biomass and Other fossil fuels in CRF. The corresponding IEF for CO₂, Other fuels is 94.44 kg CO₂ per GJ fossil waste (not including plant specific data).

5) Includes a high content of CO₂ in the gas.

6) Anodic carbon. Not applied in Denmark in 2018.]

1.4 Videreudvikling af beregningsgrundlaget i Landbrugets klimaværktøj

Fremadrettet er det målet at indsætte en fordelingsnøgle, så energiforbruget fordeles mellem stald, dyretype og mark, hvilket skal bruges til at optimere beregningen af klimaaftryk på produktniveau.

2 Import/eksport

Alle emissionskilder der vedrører energiforbrug og -produktion vil samtidig kunne kategoriseres som import eller eksport af ressourcer til bedriften. Derfor er denne kategori af emissionskilder en del af det indirekte klimaaftryk på bedriften.

3 Aktivitetsdatas relation til virkemidler

Som bilag til selve klimaværktøjet, er der udarbejdet et excel-ark, der kan hjælpe med at estimere effekten af nedenstående energitiltag. Dette kan bruges som styringsredskab til opstilling af fremtidsscenarier med fokus på at reducere emissionerne fra bedriftens energiforbrug. Energivirkemidler er ikke beskrevet i rapporten "Beregningsgrundlag for virkemidler i Landbrugets klimaværktøj", hvorfor disse virkemidler er beskrevet herunder i stedet.

Oversigt over emissionskilder og virkemidler for bedriftens energiforbrug

Aktivitetsdata	Virkemiddel
46 Elforbrug	Overgå til vedvarende energi (Klasse A) Hent varmen i jorden Skift oliefyret ud med biobrændsel Opsæt en husstandsmølle Hent strøm fra solen Investér i en elbil Minimér energiforbruget til malkning Sæt automatisk styring på kornblæseren Brug varmegenvinding (mælk/gødning/kompost) Reducér el- og varmekonsum i slagtekyllingestalden Bliv energi- og gødningsproducent
47 Dieselforbrug	Saml din jord Indstil maskiner optimalt i marken Brug lastbil til transport Kend dit dieselforbrug i marken
48 Naturgasforbrug 49 Brændselstyper	

3.1 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.

3.2 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 CO₂-æk/kWh.

Se Økologisk råds anbefalinger for opdeling af produkter ift. klasse:

<http://grøntelvalg.dk/homepage.html>

3.3 Effektiviser energiforbruget

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

3.4 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>

3.5 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.

3.6 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 ileforbruget 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

3.7 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.

3.8 Opstil vindmølle

Bedriftens energiforbrug kan reduceres ved at opstille en husstands vindmølle 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 og
- Kilde: <https://www.bolius.dk/saa-meget-el-vand-og-varme-bruger-engennemsnitsfamilie-279/>

3.9 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.

3.10 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; solcellernes produktion i kWh/år. Ved brug af dette tiltag opnås følgende:

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

3.11 Estimerer 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 36.

Tabel 36: 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

3.12 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.

3.13 Indstil maskinerne optimalt i marken

En reduktion kan opnås ved at fokusere på den enkelte maskinopgave. Landbrugsmaskiners dieselforbrug øges som en generel betragtning, hvis indstillingen ikke er optimal, eller hvis der køres hurtigere end maskinen eller redskabet er konstrueret til. Eksempelvis har traktorer i dag relativ stor kW ydelse i forhold til redskabets behov. Desuden er moderne motorer konstrueret til levering af ydelse og moment ved lave omdrejninger. Derfor er det oftest muligt at motoren arbejder med relativt få omdrejninger, hvor brændstofforbruget er mindst. Brug traktorens indbyggede brændstofmåler til selv at opleve forskellen. Derudover kan anvendelse af VF-dæk give mulighed for at reducere lufttrykket ved markopgaver til mindre end det halve.

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

3.14 Reducér dieselforbruget i marken

Brændstofforbrug på afgrødeniveau samt korntørring

Som beregningsgrundlag er brændstofforbruget ved de mest almindelige maskinhandlinger opgjort ved at vægte forskellige kilder som Farmtal Online og Danske Maskinstationer & Entreprenører. Disse værdier er anvendt til opgørelse af brændstofforbruget pr. hektar ved salgs- og grovfoderafgrøderne.

Denne opgørelse er gennemført for de tre dyrkningssystemer; konventionel dyrkning, dyrkning hvor afgrøderne etableres direkte (no-till/CA), samt økologisk dyrkning. Afgrødevalg og maskinhandlinger tager udgangspunkt i SEGES budgetkalkuler.

Korntørring

Ud fra en gennemsnitsbetragtning koster det samme energimængde at tørre med og uden varmetilsætning. Derfor anbefales det at fokusere på afgrødens kvalitet ved at gennemføre nedtørring og køling så hurtigt som muligt samt efterfølgende jævnlig vedligeholdelsesbeluftning.

3.15 Saml din jord

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.

3.16 Brug lastbil til transport

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 --> side
www.stokerpro.dk/viewtopic.php?t=2581

http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl_g_ok.pdf

<https://www.bolius.dk/saa-meget-el-vand-og-varme-bruger-en-gennemsnitsfamilie-279/>

http://byggeriogenergi.dk/media/1737/solcelleanl_g_ok.pdf

Farmtest 109, Dansk Landbrugsrådgivning, 2009

DENMARK'S NATIONAL INVENTORY REPORT: 2020 Emission Inventories 1990-2018 – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol

Kilde for GJ omregningsfaktorer: <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

4 Klimaaftryk på produktniveau

Der er udviklet et separat excel-ark til beregning af klimaaftrykket på produktniveau som linkes til den digitale platform. I produktberegningen tages der udgangspunkt i de beregnede værdier i bedriftsregnskabet. Derudover skal brugeren indtaste nogle nødvendige oplysninger, da de ikke kan trækkes direkte ud af bedriftsregnskabet.

Det forventes, at klimaværktøjet udbygges over tid således at der på sigt kan beregnes klima på produkter efter internationalt godkendte guidelines (PEF guidelines). I denne version regnes der klima på bedriftens hovedprodukt efter en tilnærmet metode. Metoden er beskrevet for hver driftsgren herunder, og er derudover vist i excelark linket til Landbrugets klimaværktøj.

4.1 Kvægproduktion

I produktberegningen for kvæg beregnes et klimaaftryk pr. kg EKM og pr. kg slagtet kød.

4.1.1 Datainput der skal hentes fra bedriftsregnskabet

På resultatsiden findes der resultater fra bedriftsregnskabet for følgende emissionskilder i ton CO₂e:

Direkte udledninger

- Husdyrgødning stald
- Husdyrgødning lager
- Husdyrgødning afgræsning
- Fordøjelse

Indirekte udledninger

- Import af energi
- Import af dyr
- Import af strøelse
- Import af foder

Data input fra bedriftsregnskabet findes under ”fanen” bedriftsaftryk. Her overføres værdierne fra kolonnen ”Bedriftsaftryk” til excel-arket.

Følgende datainput skal findes i bedriftsregnskabet og overføres til excel-arket.

Eksport af dyr til levebrug, stk.:

- Kalve
 - Lavdrægtige kvier
 - Højdrægtige kvier
 - Køer
- Slagtedyr, total antal kg slagtevægt solgt

Det er nødvendigt at få information om, hvor mange dyr bedriften sælger til levebrug, før vi regner et klimaaftryk på produktniveau. Det skyldes, at når et dyr bliver solgt, så følger der et klimaaftryk med dyret. Klimaaftrykket svarer til det, der udledes af drivhusgasser under opdræt af dyret. Der er lavet fire kategorier af dyr som kan sælges til levebrug. Brugeren angiver altid stk. solgt for hver gruppe. For hver gruppe er der et standardtal for klimaaftrykket per dyr. Det samlede klimaaftryk for eksporteret dyr er således blot antal dyr x klimaaftryk per dyr.

Standard klimatal for eksporteret dyr til levebrug (tung race / jersey):

Kalve = 495 / 360

Lavdrægtige kvier = 4050 / 2700

Højdrægtige kvier = 4950 / 3375

Køer = 5626 / 3825

Slagtedyr, total antal kg slagtevægt solgt

Information omkring kg slagtevægt solgt skal bruges til at fordele klimaaftrykket ud på henholdsvis mælk og kød. Ifølge IDF, 2015 guidelines omkring allokering af klimaaftryk på mælk og kød, så skal man anvende kg slagtet levendevægt. Det er imidlertid ikke muligt at se kg levende vægt på afregning fra slagteri, men derimod slagtevægt. Derfor angiver brugeren det totale kg slagtevægt solgt, hvorefter værktøjet omregner til kg levende vægt.

Omregning fra slagtevægt til levende vægt

Levendevægt = slagtevægt / omregningsfaktor

Hvor omregningsfaktoren er 0,5 for holstein og 0,48 for jersey.

Oplysninger omkring hjemmeavlet foder:

Hjemmeavlet foder

Der mangler at blive beregnet et klimaaftryk fra hjemmedyrket foder. I Landbrugets klimaværktøj er det en del af klimaaftrykket fra MARK, men da det ikke er muligt at skelne data i foder og salg bliver MARK-delen sorteret fra. Derfor skal der i excel-arket beregnes et klimaaftryk fra hjemmedyrket foder.

Opdræt og tyre 0-6. mdr.

For opdræt og tyre under 6 mdr. anvendes der standard tal omkring mængden af hjemmeavlet foder. Derfor skal brugeren angive hvor mange stk. årsopdræt 0 – 6 mdr. og slagtekalve 0 – 6. mdr. der er på bedriften samt hvilken race der er den primære.

Årskøer

I LKV har brugeren indtastet kg tørstof per fodermiddel for de malkende, samt andel af fodermidlet der er indkøbt. Den reciprokke er således andel hjemmedyrket foder. Derfor overføres mængderne af de enkelte fodermidler og andel indkøbt til excel-arket, hvorfra klimaaftrykket beregnes for det hjemmedyrkede foder. En årsko er defineret med en periode som malkende og en periode som gold. I LKV angives kun fodringen for malkende mens fodringen for goldperioden er en konstant. Dette gør sig også gældende for beregning af hjemmedyrket foder.

Udover oplysninger omkring foder skal brugeren også indtaste antal årskøer, EKM-ydelse og primære race i excel-arket. Alle tal findes i LKV.

Årsopdræt, 6 mdr. – kælving og slagtekalve, 6 mdr. - slagtning

I bedriftsregnskabet har brugeren indtastet kg tørstof per fodermiddel samt andel af fodermidlet der er indkøbt. Den reciprokke er således andel hjemmedyrket foder. Derfor overføres mængderne af de enkelte fodermidler og andel indkøbt til excel-arket, hvorfra klimaaftrykket beregnes for det hjemmedyrkede foder.

Udover oplysninger omkring foder skal brugeren også indtaste antal dyr og primære race i excel-arket. Alle tal findes i bedriftsregnskabet.

Der anvendes standardtal for klimaværdien for fodermidler til beregning af hjemmeavlet. Det er pt de samme tal som anvendes for importeret foder og er hentet fra GFLI-databasen.

Tabel 37: Standard foderplan til beregning af produktets klimaaftryk.

Fodermidler	GW g CO2 eq/kg TS
Majsensilage	263
Kløvergræs-/græsensilage	475
Halm	60
Andet grovfoder (roer, helsæd mv)	292
Hestebønner/ærter	551
Korn	540

4.1.2 Datainput baseret på normtal og allokeringsmetoder

Allokering af klimaaftryk på mælk og kød

For at kunne få et produktaftryk for mælk og kød, er det nødvendigt at allokere klimaaftrykket ud på produkterne. Allokeringen af klimaaftrykket ud på mælk og kød sker efter IDF, 2015 guidelines.

Ligning til allokering ud på mælk og kød:

$$AF_{\text{mælk}} = 1 - 6,04 \times \text{BMR},$$

Hvor $AF_{\text{mælk}}$ er allokeringsfaktoren for mælk, BMR er forholdet mellem summen af EKM produceret og summen af kg levende vægt kød solgt.

$$AF_{\text{kød}} = 1 - AF_{\text{mælk}}$$

Hvor $AF_{\text{kød}}$ er allokeringsfaktoren for kød.

4.2 Svineproduktion

I produktberegningen for svin beregnes et klimaaftryk pr. fravænned gris, pr. smågris (30 kg) og pr. slagtegris (88 kg slagtevægt).

4.2.1 Datainput der kan hentes fra bedriftsregnskabet

Ved beregning af bedriftens produktaftryk for de produkter, der kommer fra svineproduktionen, skal brugeren finde og indtaste følgende input fra bedriftsregnskabet; Antal årssøer, antal smågrise og antal slagtesvin. Disse data findes på datainput-siden under fanen Svin – stald.

Derudover skal følgende data fra resultatsiden under Svin findes og indtastes i produktregnskabet: Samlet CO₂e fra Søer (lager, stald og fordøjelse), Samlet CO₂e fra smågrise (lager, stald og fordøjelse) og samlet CO₂e fra slagtesvin (lager, stald og fordøjelse).

Det skal angives om der indkøbes 7 kg grise og/eller 30 kg grise ind til bedriften. Indkøb af foder tilpasses ud fra de valgmuligheder der findes ift. foderblandinger for søer, smågrise og slagtesvin.

For at inkludere produktivitet beregnes dette baseret på standardværdier for søer ift. foderforbruget i FEso/årssø. For smågrise og slagtesvin angives FEsv pr. kg tilvækst. Disse værdier kan tilpasses til bedriften.

4.2.2 Datainput baseret på normal

Udover de bedriftsspecifikke, manuelt overførte data fra bedriftsregnskabet, så indeholder produktregnskabet også følgende standardværdier i Tabel 38, som ikke kan overføres som bedriftsspecifikke værdier:

Dyretype	Indkøb af dyr, Kg CO ₂ e	Fordøjelse og gødning, Kg CO ₂ e	Foder, KG CO ₂ e	Energi, kg CO ₂ e/dyr
Pattegris (7 kg)	X	X	X	X
Smågris (30 kg)	X	X	X	X
Slagtegris (88 kg)		X	X	X
Polte pr. 7 kg gris				

4.3 Fjerkræproduktion

Der er udformet to regneark til beregning af produktaftryk for et kg slagtekylling og et kg æg som er linket til Landbrugets klimaværktøjs digitale platform.

4.3.1 Datainput der kan hentes fra bedriftsregnskabet

Produktaftryk per kg slagtekylling for 2020:

I bedriftsregnskabet hentes:

1. Antal producerede kyllinger
2. kg CO₂e per produceret kylling fra fordøjelse + gødning
3. kg CO₂e per indkøbt dyr per produceret kylling
4. kg CO₂e fra samlet mængde foder per produceret kylling
5. kg CO₂e fra samlet mængde strøelse per produceret kylling

Datainput der skal hentes fra KIK/ACQP/L&F E-kontrol:

Total kg kylling leveret (produceret)

Datainput der skal hentes fra brugerens egne registreringer:

1. El-forbrug kwh per produceret kylling omregnet til kg CO₂e
2. l olie + kg halm per produceret kylling omregnet til kg CO₂e
3. Produktaftryk per kg æg for 2020

I bedriftsregnskabet hentes:

1. Antal årshøner
2. kg CO₂e per årshøne fra fordøjelse + gødning
3. kg CO₂e per indkøbt dyr
4. kg CO₂e fra samlet mængde foder per årshøne
5. kg CO₂e fra samlet mængde strøelse per årshøne

Datainput der skal hentes fra L&F E-kontrol + opgørelse af salg af æg via gårdbutik, rugeri, og industri:

Total kg æg leveret (produceret)

Datainput der skal hentes fra brugerens egne registreringer:

1. El-forbrug kwh per årshøne omregnet til kg CO₂e

2. Antal af udsatte høner omregnet til kg CO₂e per høne ud fra økonomisk allokering og modregnes
3. kg CO₂e per årshøner som overføres til 2021 modregnes i 2020.

Fra normtallene kan hentes slagtevægt per produceret kylling og ægproduktion per årshøne.

4.4 Mark

I produktberegningen for marken beregnes et klimaaftryk pr. afgrøde i g CO₂e/kg afgrøde med og uden kulstoflagring.

I Danmark er det pga. kvælstofnormsystemet veldefineret i hvilket omfang husdyrgødning og anden organisk gødning fortrænger forbrug af handelsgødning. Ved LCA-opgørelser (produktberegninger) kan der vælges forskellige systemafgrænsninger for produkterne.

Metode 1 (som i Mogensen et al., 2018):

Animalske produkter belastes af alle de meremissioner i marken, som anvendelse af husdyrgødning giver anledning til sammenlignet med handelsgødning. Og som konsekvens heraf belastes planteprodukter ikke af de meremissioner, som kommer fra husdyrgødning. Til gengæld godskrives animalske produkter for effekten af fortrængning af forbrug af handelsgødning. Og tilsvarende belastes planteprodukter, som om de udelukkende var produceret med handelsgødning.

Metode 2 (som for FEFAC/GFLI data):

Animalske produkter belastes kun af de emissioner fra husdyrgødning, der sker før husdyrgødningen udbringes i marken. Animalske produkter godskrives ikke for fortrængning af handelsgødning.

Planteprodukter belastes for de emissioner, som anvendelse af husdyrgødning i marken er årsag til. Der gøres ingen forskel mellem husdyrgødning eller anden organisk gødning om det kommer fra egen bedrift eller om det importeres.

Metode 2 vælges fordi den beskriver mest nøjagtigt hvad der foregår på bedriften. Når denne metode benyttes, kan den tilhørende mængde kulstof, der kommer med husdyrgødningen, også beregnes. Hvis der importeres mere husdyrgødning, vil der fortrænges mere handelsgødning på bedriften, og dermed vil den indirekte klimabelastning falde, beregnet på bedriften. På landsplan kan det forventes at den totale mængde husdyrgødning ikke ændrer sig hvis det enkelte bedrift importerer mere eller mindre husdyrgødning. Fordelingen vil blot ændre sig.

Husdyrgødningens fortrængning af handelsgødning kommer på denne måde specielt til gavn for hjemmeproduceret foder, når eget husdyrgødning bruges.

4.4.1 Datainput der kan hentes fra bedriftsregnskabet

På resultatsiden af bedriftsregnskabet findes resultatet for:

- Samlet udledning fra mark i kg CO₂e
- Kulstofbalancen positiv i kg CO₂e
- Kulstofbalancen negativ i kg CO₂e

Herefter angives hvilken allokering der er brugt mellem halm og korn.

4.4.2 Datainput allokeres på basis af normtal

I Landbrugets Klimaværktøj bliver de fleste emissioner af drivhusgasser, der vedrører markbruget, beregnet samlet for hele markbruget og ikke opdelt på de enkelte marker. Det gælder f.eks. de direkte emissioner af lattergas fra forbrug af N i handelsgødning og husdyrgødning. Det er derfor ikke umiddelbart muligt at beregne emissionerne af drivhusgasser opdelt på afgrøder (og planteprodukter). Fordeling af markbrugets samlede drivhusgas-emissioner på de enkelte planteprodukter kan derfor kun foretages ved allokering. Der kan anvendes allokering efter produkternes økonomiske værdi eller allokering ud fra forholdstal baseret på klimanormtal for afgrøder. IT-opgaven har samme omfang for de to fremgangsmåder.

Mængden af planteprodukter

Allokering af markbrugets samlede klimaaftryk forudsætter, at mængden af de forskellige planteprodukter er kendt. Den information kan fremskaffes på to måder: 1) Beregning i Landbrugets Klimaværktøj ud fra registrerede udbytter og oplysninger om nedmuldning af halm eller 2) Direkte indtastning i Landbrugets Klimaværktøj af samlede udbytter på afgrødeniveau.

Ad 1. Beregning ud fra registrerede udbytter mv.

Denne fremgangsmåde har den fordel, at det sker automatisk. Brugeren skal blot sikre sig, at udbytterne i de enkelte marker er korrekte. Ulempen er, at det kræver mere IT-udvikling end metode 2, hvor brugeren altid skal indtaste den samlede produktmængde for hver afgrøde.

$\text{Kg produkt_mark} = \text{Areal pr. mark} \times \text{udbytte pr. ha}$

$\text{Kg produkt_afgrøde} = \text{Sum af Kg produkt_mark for marker med samme afgrøde}$

$\text{Kg halm_mark} = \text{Areal pr. mark} \times \text{halmudbytte pr. ha (hvis halmen er bjærget ellers 0)}$

$\text{Kg halm_afgrøde} = \text{Sum af Kg halm_mark for marker med samme afgrøde}$

Ad 2. Direkte indtastning

Brugeren vælger de forskellige afgrødeprodukter fra en dropdown-liste og indtaster for hvert produkt den samlede mængde, der er produceret på bedriften i det aktuelle år, uanset om det er fodret op, solgt eller ligger på lager.

Allokering af markbrugets samlede klimaaftryk på produkter

For alle afgrøder er udarbejdet et klimanormtal (Klimanorm_afgrøde), der viser hvad klimaaftrykket er pr. ha, hvis afgrøden dyrkes med tilførsel af gødning (N, P og K) efter gældende normer og retningslinjer og med et gennemsnitligt udbytte. I beregningen af klimanormtallet indgår endvidere en almindelig/gennemsnitlig dyrkningspraksis med hensyn til jordbehandling, plantebeskyttelse mv. Klimanormtallene for afgrøderne er med halmnedmuldning. Desuden fastsætte et klimanormtal for halm for de afgrøder, hvor halmbjærgning er en mulighed. Klimanormtallet for halm er pr. kg halm. Klimanormtal beregnes for alle afgrøder inklusiv de indirekte (produktionen) udledninger fra gødning, plantebeskyttelse og energi.

Klimaeffekt af efterafgrøder og grøngødningsafgrøder fordeles på alle planteprodukter. Brak opgøres særskilt, og forfrugts-virkninger tillægges forfrugten.

Kulstofbidraget beregnes ud fra normtal for kulstofbalance pr. ha på afgrødeniveau ved standardudbytte og med halmnedmuldning. Der regnes med et standard klimaaftryk for halm (med og uden C) og klimaaftrykket for halm fratrækkes ”markbrugets klimaaftryk” før fordeling på afgrøder.

Klimaaftrykket fra eventuelle organogene jord fordeles på alle bedriftens afgrøder.

Beregning af normklimaaftryk for bedriftens afgrøder og samlet for markbruget:

Areal_afgrøde beregnes (sum af areal for marker med samme afgrøde)

Areal_afgrøde x Klimanormtal_afgrøde = Normklimaaftryk_afgrøde

Normklimaaftryk_afgrøde summeres for alle bedriftens afgrøder = Normklimaaftryk_markbrug

Beregning af normklimaaftryk for bjærget halm:

Kg halm_afgrøde x Klimanorm_halm_afgrøde = Normklimaaftryk_halm_afgrøde

Normklimaaftryk_halm_afgrøde summeres for bedriftens afgrøder =

Normklimaaftryk_halm_markbrug

Klimaaftryk for halm sættes lig normklimaaftrykket for halm.

Beregning af klimaaftryk for markbruget eksklusiv bjærget halm:

Klimaaftryk_markbrug_exhalm = Klimaaftryk_markbrug minus Klimaaftryk_halm

Beregning af det samlede klimaaftryk for hver afgrøde:

Klimaaftryk_afgrøde = Klimaaftryk_markbrug_exhalm x

Normklimaaftryk_afgrøde/Normklimaaftryk_markbrug

Beregning af klimaaftryk pr. kg afgrødeprodukt:

Klimaaftryk_afgrødeprodukt = Klimaaftryk_afgrøde / Kg produkt_afgrøde

Eksempel på produktregnskabsberegning findes i annexet.