

KLIMAREGNSKAB PÅ BEDRIFTSNIVEAU

*Rapporten gennemgår input og beregningsmetoder
for to klimaregnskabsværktøjer, samt beregner
klimagasudledningen for to planteavlsbrug*



KLIMAREGNSKAB PÅ BEDRIFTSNIVEAU

Rapporten gennemgår input og beregningsmetoder
for to klimaregnskabsværktøjer, samt beregner
klimagasudledningen for to planteavlsbrug

er udgivet af

Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.

SEGES

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

+45 8740 5000

seges.dk

REDAKTØR

Henrik Vestergaard Poulsen, Planteinnovation

FINANSIERET AF

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

December 2019

Informationsværdien af klimaregnskaber på bedriftsniveau

Introduktion

Landbruget har formuleret en vision om et klimaneutralt landbrug i 2050, og for at den enkelte landmand kan handle i forhold til at nedbringe bedriftens klimabelastning på en omkostningseffektiv måde, kræves en anskueliggørelse af bedriftens udledningsbidrag. Dette kan ske gennem et klimaregnskab, som viser klimaaftrykket fordelt på forskellige poster indenfor produktionen - energiforbrug, metanudledning, lattergasudledning og kulstofopbygning. Klimaregnskaber på bedriftsniveau bliver ofte nævnt som et effektivt værktøj til at reducere landbrugets klimaaftryk. Rationalet er, at landmanden via bedriftens regnskab får anskueliggjort, hvor mulighederne for at sænke udledningerne er nemmest og billigst.

Her i rapporten gennemgås først to eksempler på tilgængelige værktøjer til beregning af bedriftsspecifikt klimaregnskab. Data-input i de to værktøjer gennemgås og der fremhæves forskelle og ligheder. Dernæst gennemgås bedriftsspecifikke klimaregnskaber for to planteavlbrug. Regnskaberne er lavet ved brug af et simpelt beregningsværktøj under udvikling hos SEGES.

Eksempler på klimaregnskabs-beregningsværktøjer.

To af de mest kendte eksempler på hjælpemidler til beregning af drivhusgasudledning på bedriftsniveau er web-plattformen Cool Farm Tool (CFT) og klimarådets regneark-værktøj. Nedenfor ridses indholdet og de væsentligste forskelle i de to værktøjer op – udelukkende med fokus på planteproduktion.

CFT er oprindeligt udviklet af Aberdeen Universitet i samarbejde med Unilever og The Sustainable Food Lab. I dag drives platformen af Cool Farm Alliance, som består af detailhandelsvirksomheder, fødevareproducenter, virksomheder som leverer til landbruget, NGO'er, universiteter og konsulentvirksomheder. Plattformen er gratis at anvende for landmænd og findes på: <https://coolfarmtool.org/>. Det er desuden muligt at downloade en Excel regnearksudgave af værktøjet, som dog afviger fra online-versionen på enkelte punkter og tilsyneladende ikke er fuldt opdateret.

Klimarådets Excel-baserede værktøj (KR) er udviklet som en prototype i 2016. Ideen med værktøjet stammer fra klimarådets analyse "Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget - Forslag til klimaregnskab for den enkelte landbrugsbedrift". Her anbefaler rådet regulering af drivhusgasudledninger på den enkelte bedrift. Værktøjet er tænkt til både at kunne anvendes i reguleringen og i landmandens planlægning af relevante produktionsmæssige ændringer til at imødekomme reduktionskrav. Ved henvendelse til Klimarådets sekretariat (mail@klimaraadet.dk) kan værktøjet rekvireres.

Overordnet:

De to værktøjer adskiller sig væsentligst i forhold til, at CFT er baseret på Life Cycle Assessment-principper og beregner drivhusgasudledning, relateret til det enkelte afgrødeprodukt, med inddragelse af udledninger udenfor bedriften; eksempelvis fra produktionen af den anvendte handelsgødning og planteværn. I KR er der

derimod en territorial tilgang, så her inddrages kun udledninger af drivhusgasser i fra egen grund i en opgørelse som gælder hele bedriften. Denne forskel gør, at der i CFT kræves langt mere information af brugeren, sammenlignet med KR – det være sig eksempelvis angivelse af oprindelsesland af handelsgødning og planteværn, samt brændstofforbrug til transport af produkter til og fra bedriften. Der er herudover i øvrigt i CFT krav om/mulighed for et langt større detaljeniveau i input leveret af brugeren.

KR bygger på den årlige rapport om Danmarks udledning af drivhusgasser, som udarbejdes af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), Aarhus Universitet, og følger med enkelte undtagelser IPCC's og DCE's opgørelsesmetoder. CFT følger ligeledes i vidt opfang IPCC, men afviger væsentligt på nogle punkter, som eksempelvis beregning af udledningen af N₂O og NO stammende fra nitrifikation og denitrifikation i jorden, der modelleres efter en model beskrevet i Bouwman et al. 2002: *Modeling global annual N₂O and NO udlednings from fertilized fields*.

Begge værktøjer angiver drivhusgasudledningen i CO₂-ækvivalenter: KR angiver bedriftens totale drivhusgasudledning i ton CO₂-ækvivalenter og i CFT vælges angivelse enten i ton per ha eller kg afgrødeprodukt, eller i total mængde for den angivne producerede mængde afgrødeprodukt.

Nedenfor gennemgås overordnet værktøjernes input-punkter og væsentlige forskelle i disse og tilhørende beregningsmetoder fremhæves.

Bedriftens data input

Afgrøde.

CFT	KR
- Afgrøder: Areal, Brutto- og nettoudbytte - Afgrøderest: Mængde efterladt på marken - Evt. bi-produkt (eks. halm): Værdi ifh. hovedprodukt – bruges kun til vægtning af udledning mellem hoved- og biprodukt.	- Afgrøder: dyrket areal - Halm-mængde bjærget

Høstudbyttet, som i CFT indtastes og i KR beregnes ud fra landsgennemsnit, indgår i beregningen af kvælstof i afgrøderester. Der tages i KR således ikke højde for de potentielt store forskelle i udbytte - og dermed kvælstof i afgrøderest - som skyldes jordtypen.

Begge værktøjer beregner efter IPCC retningslinjer afgrøderesten efterladt i marken, men det er i CFT desuden muligt at angive denne mængde.

I CFT kan halm eller andre biprodukter indtastes med høstede mængder og anslået værdi, hvorved den beregnede udledning vægtes mellem bi- og hovedprodukt.

Jord.

CFT	KR
• Tekstur • Organisk stof • Kulstof • Fugtighed: Tør/våd, våd = ingen vandbegrænsning gennem sæsonen • Dræningstilstand: Good/poor • pH	• Areal fordelt på JB-numre + tørvejord

Oplysninger om jordtype i KR anvendes kun til beregningen af lattergas fra humus jord (JB 11) og tørvejord, samt beregningen for de udledningsreducerende tiltag, efter- og mellemafgroeder, på ler- og sandjord, og energipil på ler-, sand- og tørvejord. De mere detaljerede oplysninger givet i CFT anvendes til modelberegning af lattergasudledningen direkte og indirekte fra gødningstilførsel.

Udvaskning af kvælstof er i KR givet som landsgennemsnit på 106 kg N/ha, og til sammenligning regnes der i CFT med en udvaskning ved danske forhold på 30% af den tilførte mængde kvælstof. Begge dele burde differentieres mere. Andelen af det udvaskede kvælstof, der ender som lattergas, angives i CFT givet ved IPCC-faktoren på 0,0075 kg N₂O-N/kg N. I KR regnes med faktoren 0,00466 kg N₂O-N/kg N, da der her tages højde for retention og produktion under transport fra mark til marint miljø ved danske forhold i henholdsvis: Fra rodzone til vandløb, i vandløb og i marint miljø.

Input på marken.

CFT	KR
• Tilført gødningstype og plantevæmsprodukt • Produktionsland • Tilført mængde • Udbringningsmetode • Nitrifikationsinhibitor: Ja/nej	• Tilført gødningsmængde og type • Nitrifikationsinhibitor: Ja/nej

Modelberegningen af direkte og indirekte lattergasudledning i CFT er differentieret på en lang række forskellige typer både handels- og husdyrgødning, jordfysiske forhold, samt udbringningstyper, hvilket ikke er tilfældet i KR. I dokumentationsnotatet for KR beskrives værktøjets beregning af udledningen via kvælstof frigivet ved mineralisering som mangelfuld. Udledningen af lattergas beregnes her alene som stammende fra bedriftens JB11 areal, og på baggrund af en udledningsfaktor beregnet som: Total N₂O-udledning stammende fra mineralisering/samlet dyrket JB11-areal – begge som angivet i den nationale rapport over Danmarks udledning af drivhusgasser (Nielsen et al., 2016).

Begge værktøjer giver mulighed for at tilsætte nitrifikationshæmmere til gødning, men i KR kun til handelsgødning, hvilket virker som en uhensigtsmæssig begrænsning. Effekten i KR sættes til 38 % reduktion af

lattergasudledningen, mens den i CFT differentieres mellem græsarealer og højbundsarealer til henholdsvis 60 % og 37 % reduktion, samt en 46 % reduktion af NO-udledningen, uafhængigt af arealtypen.

Som nævnt ovenfor indregnes udledningsbidraget fra produktion af handelsgødning og planteværnsprodukter i CFT. Dette bidrag fra handelsgødning differentieres på 10 mulige produktionslande/områder, mens bidraget fra planteværnsprodukter ikke differentieres.

Brændstof og energi.

CFT	KR
• Total mængde brændstof: Evt. deles i operationer eller markarbejde el. processing • Totalt strømforbrug: Evt. deles i operationer eller markarbejde el. processing	• Total mængde (fossilt).

I begge værktøjer beregnes et udledningsbidrag fra forbruget af fossilt brændstof til såvel mobile som stationære anlæg på baggrund af IPCC udledningsfaktorer. Udledningsbidraget fra strømproduktion udenfor bedriften beregnes i CFT, hvilket kræver detaljeret angivelse af strømmens produktionsform. Der kan i CFT desuden medtages udledning fra fossilt brændstof brugt til transport af varer til og fra bedriften.

Praksisændringer med effekt på udledningen.

CFT	KR
• Har specifik mark været omlagt mellem dyrket land, græs eller skov indenfor 20 år? • Er plovpraksis ændret for specifik mark indenfor 20 år? • Startet eller stoppet med at dyrke efterafgrøder indenfor de sidste 20 år? % af areal • Ændret træbiomasse tæt op dyrkningsareal?	• Energipil: Areal og jordtype (sand/ler/organogen) • Vedvarende græs: Areal • Mellemafgrøder: Areal og jordtype (sand/ler) • Efterafgrøder: Areal og jordtype (sand/ler) • Forsuring/afgasning af gylle

I CFT kan angives en række forskellige praksisændringer foretaget indenfor de sidste 20 år med betydning for jordens kulstofpulje. Nogenlunde tilsvarende er der i KR, som nævnt ovenfor for nitrifikationshæmmere, mulighed for at registrere og se effekten af udledningsreducerende tiltag. I begge værktøjer indgår dyrkning af energipil og mellem- og efterafgrøder, der i CFT tilskrives effekter angivet af IPCC, mens KR anvender værdier for kulstofbinding angivet af DCA (Olesen et. al, DCA rapport nr. 27, 2013).

Det skal for KR noteres, at forsuring/afgasning af gylle kun reducerer udledning af metan fra gyllen og altså ikke tilskrives nogen effekt på udledningen af udbragt gødning.

Beregning af bedriftsspecifikke regnskaber for to case-bedrifter

Her i undersøgelsen er der udarbejdet klimaregnskaber på bedriftsniveau med udgangspunkt i to konkrete rene planteavlsbrug. Dette er gjort med henblik på at vurdere informationsværdien for landmanden af sådanne regnskaber indenfor planteavlen, samt illustrere de primære kilder til klimagasudledningen indenfor

samme. Der er beregnet efter samme metoder, som anvendes i de nationale opgørelser af klimagasudledningen/IPCC (Eggleston et al. 2006).

Case-bedrifter

De to valgte case-bedrifter er beliggende ved henholdsvis Holstebro (Bedrift 1) og Kalundborg (Bedrift 2). Grundlaget for klimaregnskaberne er informationen trukket fra mark- og gødningsplan for bedrifterne. Derfor i Tabel 1 og 2 ses bedrifternes areal fordelt på afgrøde og jordtype for den aktuelle markplan.

I denne undersøgelse er det valgt at se bort flerårige afgrøder og græsafrøder, da beregningsparametrene for disse afgrøder ikke i øjeblikket er implementeret og/eller til rådighed i vores beregnings-setup. Derfor omhandler undersøgelsen udelukkende bedrifternes ikke-græsareal, når andet ikke er nævnt.

Tabel 1. Arealfordeling pr. afgrøde og JB-nummer for Bedrift 1.

Bedrift 1, 7500 Holstebro							
	JB						
Afgrøde (ha)	1	2	3	4	11	Total	%
Vinterhvede	18,7	18,3	39,7	67,8	7,9	152,4	54
Vinterraps	6,1			26,7		32,8	12
Vårbyg	31,9			67,8		99,7	35
Total	56,7	18,3	39,7	162,3	7,9	284,9	100
Græsafrøder (ha)							
Frø, Alm. Rajgræs	28,8					28,8	87
Permanent græs, afgræsning				0,4	1,9	2,3	7
Permanent græs, uden N-kvote					2,0	2,0	6
Total	28,8			0,4	3,9	33,1	100

Tabel 2. Arealfordeling pr. afgrøde og JB-nummer for Bedrift 2.

Bedrift 2, 4400 Kalundborg								
	JB							
Afgrøde (ha)	1	2	4	5	6	7	Total	%
Vinterhvede				12,3	20,1	16,1	48,5	48
Vårbyg				24,1	10,5		34,0	33
Vinterraps				18,8			18,8	18
Total				55,2	30,6	16,1	101,9	100
Græsafrøder (ha)								
Vedvarende græs, slæt			2,5				2,5	12
Miljøgræs, ON		17,1	1,0				18,1	84
Brak	0,1			0,9			1,0	4
Total	0,1	17,1	3,5	0,9			21,6	100

Beregninger

Beregningerne er foretaget i et regnearksværktøj under udvikling hos SEGES til at beregne klimagasudledningen pr mark for gængse afgrøder på planteavlsbrug på baggrund af bedriftsspecifik information og en række standardværdier og standard antagelser om dyrkningspraksis – eks. antal og art af udførte markhandlinger.

Input.

Det bedriftsspecifikke input angivet pr. mark, som anvendes til klimagasberegningerne, er for begge bedrifter: Afgrøde, jordtype og tilført kvælstofgødning. For Bedrift 1 der desuden anvendt opgivne udbytter, mens der for Bedrift 2 er anvendt standardudbytter beregnet på baggrund af jordtype og anvendt gødningsmængde.

Den beregnede klimagasudledning kan overordnet deles op i emissioner af CO₂ fra "hjelpestoffer" og emissioner af CO₂ og N₂O direkte fra marken. Beregningen af CO₂ udledt fra hjelpestoffer sker ved en Life Cycle Assessment (LCA) tilgang, der primært består af emissioner fra eks. produktionen af gødning og pesticider. Den beregnede klimagasudledning direkte fra marken er summen af en række processer i den mikrobielle omsætning af planterester og tilført kvælstof.

Udledningsbidrag fra hjelpestoffer

Bidrag fra hjelpestoffer beregnes på baggrund af en standardværdi for udledt CO₂ pr anvendt "mængde" hjælpestof og inkluderer CO₂ emissioner fra:

- Anvendt mængde P og K-gødning, udledning beregnes på baggrund af K og P i udbytte og differentieret efter afgrøde
- Anvendt mængde N-gødning, udledning beregnes på baggrund af den bruger-angivne tilførte mængde
- Anvendt mængde kalk, udledning er en standardværdi, ikke differentieret
- Anvendt mængde pesticider, udledning er en standardværdi, ikke differentieret
- Anvendt vandingsmængde, udledning er enten en standardværdi eller brugerangivet
- Anvendt mængde brændstof, udledning differentieres efter jordtype og antal markhandlinger afhængigt af afgrøde.

Udledningsbidrag direkte fra marken

Emissioner, CO₂ og N₂O, direkte fra marken inkluderer bidrag fra den mikrobielle omsætning af:

- Jordens organiske stofpulje ved dyrkning af organogene jorde (humusrig), JB 11, (N₂O+CO₂), udledning standardværdi, ikke differentieret.
- Tilført kvælstofgødning, mængde er brugerangivet, udledningsandel er en standardværdi, ikke differentieret (N₂O)
- Kvælstof i overjordisk afgrøderest, udledning differentieret efter udbytte og afgrøde (N₂O)

- Kvælstof i underjordisk afgrøderest, udledning differentieret efter udbytte og afgrøde (N₂O)
- Fordampet og nedfaldet NH₃, udledningsandel er standardværdi af den tilførte kvælstofgødning (N₂O)
- Udvasket kvælstof (N₂O), beregnet ved NLES 4 og udledning derved differentieret efter bl.a. afgrøde, forfrugt, jordtype og nedbørsklima.

Resultater

Beregningseksempler pr mark

I nedenstående Tabel 3 vises et eksempel på størrelsen af de areal-specifikke bidrag under de ovennævnte individuelle poster i beregningen af klimagasudledningen. Der vises resultater for tre marker på Bedrift 1; vinterhvede på JB 4, vinterhvede på JB 11, og vårbyg på JB 4. Alle marker er uden vanding og gødet ca. efter norm.

Tabel 3. Klimagasudledning pr bidragspost for tre marker på Bedrift 1.

Bidragspost	Vinterhvede, JB 4 CO ₂ -ækv./ha	Vinterhvede, JB 11 CO ₂ -ækv./ha	Vårbyg, JB 4 CO ₂ -ækv./ha
Hjælpestof-poster:			
P-gødning, CO ₂	16	16	13
K-gødning, CO ₂	61	61	45
N-gødning	597	584	430
Kalk, CO ₂	78	78	78
Pesticider, CO ₂	9	9	9
Vanding, CO ₂	0	0	0
Brændstof, CO ₂	200	269	184
Udledning fra marken:			
Organogene jorde, CO ₂ +N ₂ O	0	37844	0
Tilført N-gødning, N ₂ O	876	857	631
Overjordisk afgrøderest, N ₂ O	170	170	114
Underjordisk afgrøderest, N ₂ O	97	97	72
Ammoniakfordampning, N ₂ O	19	19	14
Udvaskning, N ₂ O	157	101	133
Total	2221	40043	1677

Af Tabel 3 fremgår det, at den areal-specifikke CO₂-udledning ved dyrkning af en organogen JB11 jord over-
skygger alle øvrige bidragsposter for marken og udgør i den aktuelle mark 94 % af udledningen. Udlednin-
gen stammende fra CO₂ frigivet ved nedbrydning af organisk stof svarer til et kulstoftab på over 9 ton pr ha.

Bortset fra bidraget fra dyrkning af organogen jord, viser en sammenligning af de to vinterhvede marker på
henholdsvis JB 4 og JB11, at udledningen pr ha. er den samme for alle bidragsposter undtaget; bidraget fra
forbrugt brændstof og fra udvaskning, der, som nævnt ovenfor, begge afhænger af jordtypen: Brændstoffor-
bruget beregnes værende højere på JB 11 end på JB 4, mens udvaskningen fra vinterhvede på JB 4 (for-
frugt vårbyg) er beregnet højere end på JB11 (forfrugt kartoffel). Der ses ligeledes en lille forskel i udlednin-
gen pr. ha. fra produktion og tilførsel af kvælstofgødning, hvilket skyldes en mindre forskel i mængden af til-
ført kvælstofgødning angivet i gødningsplanen.

Ses der igen bort fra bidraget fra organogen jord, er de dominerende poster på de tre marker udledningsbidragene fra produktion og tilførsel af kvælstofgødning, samt brændstofforbruget. For alle tre marker udgør disse tre poster samlet mellem 74 og 78 % af udledningen.

Klimagasudledning pr bedrift

I nedenstående Tabel 4 ses den totale beregnede klimagasudledning fordelt på individuelle bidragsposter for hver af de to bedrifter angivet både som CO₂-ækvivalenter og andel af bedriftens totale udledning.

Tabel 4. Klimagasudledning pr bidragspost pr bedrift.

Bidragspost	Bedrift 1 Ton CO ₂ -ækv. / % af total		Bedrift 2 Ton CO ₂ -ækv. / % af total	
Hjælpestof-poster:				
P-gødning, CO ₂	4,0	0,4	1,7	0,8
K-gødning, CO ₂	13,0	1,4	5,2	2,5
N-gødning, CO ₂	162,3	18,0	51,7	25,2
Kalk, CO ₂	22,2	2,5	8,7	4,2
Pesticider, CO ₂	2,6	0,3	0,9	0,4
Vanding, CO ₂	0	0	0	0
Brændstof, CO ₂	58,1	6,4	23,9	11,7
Udledning fra marken:				
Organogene jorde, CO ₂ +N ₂ O	299,7	33,3	0	0
Tilført N-gødning, N ₂ O	234,7	26,1	73,8	36,0
Overjordisk afgrøderest, N ₂ O	22,3	2,5	16,1	7,9
Underjordisk afgrøderest, N ₂ O	21,7	2,4	8,9	4,3
Ammoniakfordampning, N ₂ O	5,2	0,6	1,7	0,8
Udvaskning, N ₂ O	25,0	6,1	12,9	6,3
Total	900,8	100	205	100

Af Tabel 4 ses det tydeligt, at klimaregnskabet for Bedrift 1 er voldsomt domineret af den beregnede udledning fra blot 7,9 ha dyrket organogen jord ud af et samlet areal på 285 ha (Tabel 1). Udledningen fra denne ene mark udgør således 33 % af bedriftens totale udledning. Udledningen fra organogen jord på Bedrift 1 gør, at den totale udledning fra Bedrift 1 er ca. 4,5 gange større den udledning fra Bedrift 2, mens det dyrkede areal kun er ca. 2,8 gange større. Ses der bort fra denne udledning (JB11) er den totale udledning ca. 2,6 gange større fra Bedrift 1 sammenlignet med Bedrift 2.

Udover udledningen fra organogen jord på Bedrift 1, er de dominerende bidragsposter for begge bedrifter; CO₂-udledning fra produktion af tilført kvælstofgødning, N₂O-produktion fra tilført kvælstofgødning og CO₂-udledning ved forbrug af brændstof – som observeret i mark-eksemplerne i Tabel 3.

På Bedrift 2 udgør udledningen fra "underjordisk afgrøderest" en større andel end på Bedrift 1 – også når der ses bort fra udledningen fra de organogene arealer. Dette skyldes, at halmen snittes og efterlades på marken på Bedrift 2, hvorved lattergasproduktionen fra den overjordiske afgrøderest øges.

Reaktioner på klimaregnskaberne

Bedrift 1.

Der blev udtrykt en stor overraskelse over den høje udledning fra bedriftens organogene jord. I forhold til en evt. fremtidig pålæggelse af et udledningsreduktionskrav blev udtagelse af denne jordtype set som en mulighed. Fra bedriftens side vil man tage initiativ til at få vurderet, hvor stor en del af arealet klassificeret som JB11, der reelt er det. Det var et klart billede af, at en betydelig del ikke burde være JB11.

Der var på bedriften en stor usikkerhed i forhold til, hvordan en eventuel fremtidig regulering af klimagasudledning bliver udformet, hvilket var kilde til frustration. Det var tydeligt for landmanden, at udover muligheden for at nedbringe udledningen ved udtagelse af JB11, er reduktionsmulighederne, med de aktuelle emissionsfaktorer, meget begrænsede.

Bedrift 2.

Der blev også her udtrykt overraskelse over det høje udledningsbidrag fra organogen jord. Bedriften har ikke selv jord klassificeret som JB11, men et område (ca. 1,5 ha) som er gammel mose og sandsynligvis kan klassificeres som JB11. Udtagelse af dette blev nævnt som en mulighed for at nedbringe bedriftens klimagasudledning. Dog vil dette ikke umiddelbart tælle med i bedriftens regnskab.

Det var tydeligt for landmanden, at der ikke var mange muligheder for at påvirke bedriftens klimaregnskab. Der blev udtrykt ønske om at vide noget om de muligheder, der er tilstede – der blev spurgt til effekten af halmsnitning og en evt. overgang til pløjefri dyrkning.

Udbyttespecifik klimagasudledning

I Tabel 5 er vist den gennemsnitlige klimagasudledning beregnet pr hkg udbytte for hver afgrøde på de to bedrifter. Det skal bemærkes, at gennemsnitsværdierne for Bedrift 2 bygger på ganske få marker.

Tabel 5. Gennemsnitlige klimagasudledning pr hkg udbytte og antal marker pr afgrøde for Bedrift 1 og 2.

Afgrøde	Bedrift 1 kg CO ₂ -ækv. / hkg udbytte	Antal marker	Bedrift 2 kg CO ₂ -ækv. / hkg udbytte	Antal marker
Vinterhvede	59,5 (34,3) ¹	19	25,6	3
Vinterraps	58,2	6	54,5	2
Vårbyg	30,2	15	24,1	2

¹Værdi hvis der ses bort fra bidraget fra dyrkning af organogen jord.

Den generelt højere udbyttespecifikke klimagasudledning for Bedrift 1 skyldes primært forskellen i jordtyper på de to bedrifter. Af Tabel 1 og 2 ses, at langt den overvejende del af jorden på Bedrift 1 er JB 1-4, hvor forholdet mellem udbytte og tilført kvælstofgødning generelt er lavere end for JB 5-7, som er jordtyperne på Bedrift 2. Dette resulterer i en højere klimagasudledning pr høstet hkg udbytte på Bedrift 1.

Arealer med græsafgrøder

Der er, som nævnt i indledningen, ikke foretaget beregninger af klimagasudledning fra bedrifternes arealer med græsafgrøder. Det er dog muligt at lave nogle minimumsantagelser om disses bidrag til bedrifternes klimagasudledning:

Bedrift 1.

Først er der fire marker, hvor afgrøden er *Frø, Alm. Rajgræs*, ialt 28 ha, JB 1, N-tilførsel på 201 kg N/ha. Tages der udelukkende de dominerende bidragsposter, stammende fra kvælstofgødning (bidrag fra tilførsel minus forfrugtsværdi og produktion) og brændstof, i betragtning, giver disse marker en total udledning på yderligere 46,0 ton CO₂-ækv – svarende til ca. 5 % af klimagasudledningen beregnet for ikke-græsarealerne (Tabel 4). Der er regnet med et konservativt brændstofforbrug på halvdelen af forbruget anvendt for de øvrige afgrøder.

Dernæst er der nogle mindre arealer, i alt 4,3 ha, med *Permanent græs*, hvor af de 1,9 ha er med afgræsning. Da hovedparten, 3,9 ha, af disse arealer er JB11, tages der udgangspunkt i bidraget fra omsætning af organogen jord, jf. det altoverskyggende bidrag herfra i eksemplerne i Tabel 3. Kuldioxidudledningen fra omsætningen af organisk stof i organogen jord med permanent græs afhænger af dræningstilstanden og kan antages at variere mellem 4,2 og 11,5 ton C/ha (Olesen et al. 2018, Aarhus Universitet). Tages der konservativt udgangspunkt i den laveste udledning giver dette en yderligere 60,0 ton CO₂-ækv (her ikke medregnet lattergasudledningen som i beregningerne for de øvrige afgrøder) – svarende til ca. 7 % af klimagasudledningen beregnet for ikke-græsarealerne (Tabel 4).

Altså en minimumsantagelse på ca. 107 ton CO₂-ækv eller 12 % yderligere udledt fra Bedrift 1.

Bedrift 2.

Først er der 2,5 ha, JB 3, med *Vedvarende græs, slæt* med en gødningstilførsel på 103 kg N/ha. Regnes der kun på bidraget fra kvælstofgødning, samt et konservativt brændstofforbrug som ovenfor, giver dette en yderligere klimagasudledning på 2,1 ton CO₂-ækv – svarende til ca. 1 % af klimagasudledningen beregnet for ikke-græsarealerne (Tabel 4).

Dernæst er der 18,1 ha, JB 2+4 med *Miljøgræs, ON*, samt 1,0 ha, JB 1+5, med *Brak*. Begge typer græsarealer får ikke tilført gødning. For at estimere en udledning fra disse arealer tages der udgangspunkt i den gennemsnitlige arealspecifikke udledning beregnet for alle marker på Bedrift 1 på ca. 2100 kg CO₂-ækv./ha. Herfra trækkes et udledningsbidrag svarende til en gennemsnitlig gødningstilførsel på 167 kg N/ha, som anvendt i Olesen et al. (2018) til lignende udregning, samt udledningsbidraget fra et konservativt brændstofforbrug. Dette giver en yderligere klimagasudledning på 15,7 ton - svarende til ca. 7 % af klimagasudledningen beregnet for ikke-græsarealerne (Tabel 4).

Altså en minimumsantagelse på ca. 18 ton CO₂-ækv eller 8 % yderligere udledt fra Bedrift 2.

Diskussion/perspektivering

Som nævnt i introduktionen er formålet med et bedriftsspecifikt klimaregnskab at anskueliggøre, hvorfra klimagasudledningen på den enkelte bedrift stammer og derigennem hvilke tiltag til nedbringelse, som vil være de mest fordelagtige/billigste. Informationerne præsenteret ovenfor for de to planteavlsbedrifter vurderes i det følgende for deres værdi for landmanden i forhold til at nedbringe bedriftens klimaaftryk:

Dyrkning af organogen jord.

På Bedrift 1 viste beregningerne, at ca. 1/3 af den samlede klimagasudledning stammede fra dyrkning af organogen jord, JB 11, selvom disse marker kun udgjorde ca. 3 % af det samlede areal. Det er således med denne information oplagt, at udtagning af de organogene jorde eller praksisændring på disse vil være et meget effektivt middel til nedbringelse af klimagasudledningen på denne bedrift.

Udledning ved produktion af gødning.

Klimagasudledningen stammende fra produktion af kvælstofgødning, og i mindre grad fosfor- og kaliumgødning, var en af de større poster og udgjorde samlet mellem 20 og 30 % af den samlede udledning på de to bedrifter. Eneste mulighed for at påvirke denne udledning ved produktion er således at tilføre mindre gødning, hvilket her ikke betragtes som en mulighed, da dette vil medføre sædskifteændringer eller undergødskning.

Her i undersøgelsen er disse produktionsbidrag ikke differentieret efter produktionsmåde/land. I praksis vil det være muligt at påvirke disse bidrag ved at vælge gødning med en lavere produktionsudledning, hvilket potentielt kan have en stor effekt for kvælstofgødning (Se Tabel A1 i Kayatz et al. 2019. Cool Farm Tool).

Lattergasudledning fra tilført kvælstofgødning

Udledningen beregnes som en fast andel (1 %) af den tilførte mængde kvælstofgødning. Ligeledes beregnes bidraget fra ammoniakfordampning som en fast andel af tilført kvælstof. Som ovenfor er eneste mulighed for at påvirke denne udledning således at tilføre mindre kvælstof, hvilket som nævnt her ikke betragtes som en mulighed.

I praksis vil andelen af det tilførte kvælstof, der ender som lattergas, med stor sikkerhed afhænge af bl.a. jordtype, gødningstype og nedbørsklima, og derfor ikke uniformt være 1 %. Ved en sådan mere differentieret lattergasemissionsfaktor i beregningen, vil landmanden have en større mulighed for at påvirke den beregnede (og praktiske) udledning af lattergas fra tilført kvælstofgødning ved strategiske valg mht. placering af afgrøder og valg af gødningstype.

Udledning af CO₂ fra brændstof

Dette var en af de større bidragsposter for hver af de to bedrifter her i undersøgelsen, udgørende ca. 10 % af den samlede udledning, hvis der ses bort fra det organogene bidrag på Bedrift 1. Da bidraget beregnes på baggrund af et standard antal og typer af markhandling, må det forventes, at bidraget fra denne post kun kan reduceres minimalt via eks. et større fokus på "unødvendig" kørsel. Større reduktioner vil sandsynligvis kunne opnås ved overgang til eks. en pløjefri dyrkningsstrategi.

Udledningsbidrag fra anvendelse af kalk, pesticider og vanding

Posterne kalk og pesticider udgør kun en ganske lille andel af den samlede udledning på de to bedrifter.

Som nævnt ovenfor for brændstof og gødningstildeling, vil det med stor sandsynlighed ikke være muligt at reducere dette bidrag gennem et mindre forbrug uden væsentlige praksisændringer.

Vanding var ikke aktuelt på de to bedrifter her i undersøgelsen. Ved et vandingsforbrug på 100 mm vil den arealspecifikke udledning på marken stige med ca. 95 kg CO₂-ækv./ha – ca. 5 % af den gennemsnitlige udledning beregnet for marker på Bedrift 1 her i undersøgelsen. På bedrifter hvor der er behov for vanding, vil dette bidrag, af samme årsager som nævnt før, være svært at reducere.

Klimagasbidrag fra udvasket kvælstof

Lattergasudledningen stammende fra udvasket kvælstof er primært bestemt af afgrødefølge, nedbørsklima og jordtype. Der er således et begrænset potentiale for at nedbringe dette beregnede bidrag til klimagasudledningen eks. gennem udvaskningsminimerende afgrødefølger, som i beregningen af udvaskning vil have en betydning. I praksis vil en optimeret timing af jordbehandling og gødningstilførsel, samt fokus på veletableret efterårsplantedække også have en betydning for udvaskningens størrelse, men dette godskrives ikke i den her anvendte beregningsmetode.

Konklusion

Identifikationen af de væsentligste bidragsposter; dyrkning af organogen jord, bidrag fra anvendt kvælstofgødning og forbrugt brændstof kan give information om, hvor det er værd at rette opmærksomheden. Men som det fremgår af ovenstående afsnit, er planteavlerens handlingsmuligheder ift. nedbringelse af klimaaftryk på baggrund af et bedriftsspecifikt klimaregnskab, beregnet som her i undersøgelsen, meget begrænsede – hvilket dermed også gælder informationsværdien af et sådant klimaregnskab.

Anskueliggørelsen af klimagasudledningen fra dyrkning af organogen jord kan være værdifuld, da den store effekt ved udtagelse af drift eller ændring af dyrkningspraksis bliver tydelig. Størrelsen af klimagasudledningen fra tilført kvælstofgødning bliver på samme måde tydeliggjort, men med den nuværende udifferentierede emissionsfaktor for lattergas fra tilført kvælstof og enslydende bidrag fra gødningsproduktionen, bliver eventuelle i praksis reducerende tiltag ikke godskrevet i et klimaregnskab.

Litteratur:

Bouwman et al. 2002: [Modeling global annual N₂O and NO emissions from fertilized fields.](#)

Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (redaktører) 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 4: Agriculture, Forestry and other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Kayatz, B., von Tonder, C., Hillier, J., Lesschen, J.P., Dicks, L. 2019. Cool Farm Tool Technical Documentation. Cool Farm Alliance.

Klimarådet 2016: [Effektive veje til drivhusgasreduktion i landbruget – Forslag til klimaregnskab for den enkelte landbrugsbedrift.](#)

Nielsen, et al.: [Nr. 272: Danmarks nationale opgørelsesrapport 2018. Emissionsopgørelser 1990-2016.](#)

Olesen, et al.: [Effekter af tiltag til reduktion af landbrugets udledninger af drivhusgasser.](#) DCA Rapport nr. 27. August 2013.

Olesen, J.E., Petersen, S.O., Lund, P., Jørgensen, U., Kristensen, T., Elsgaard, L., Sørensen, P., Lassen, J. 2018. Virkemidler til reduktion af klimagasser i Landbruget. DCA-rapport nr. 130, Aarhus Universitet.