

Baggrundsnotat

Vedrørende: Regnskab for kommuner for sektorerne landbrug, skovbrug og anden arealanvendelse, affalds- og spildevandshåndtering, industrielle processer og produktanvendelse.
 Beregningsår: 2018

Dato: 29-09-2020

Anne-Mette S. Langvad, Thomas A. Nielsen, Lars M. Odgaard. PlaneEnergi.
 Birger Faurholt og Mette V. Odgaard, begge AU-Agro, har bidraget til tekst i afsnit 4 s.11-12; s. 20-21 og s.23-25

Anne-Mette S. Langvad
 M: +45 2462 1546
 E: amsl@planenergi.dk

Thomas A. Nielsen
 M: +45 2228 5526
 E: tan@planenergi.dk

Lars M. Odgaard
 M: +45 2084 2525
 E: lmo@planenergi.dk

1	INDLEDNING	4
1.1	REGNSKABETS METODEGRUNDLAG	4
2	STRUKTUR OG PRINCIP FOR KOMMUNALT KLIMAREGNSKAB.....	5
2.1	PRINCIP FOR REGNSKABSOPBYGNING.....	6
2.2	OVERSICHT OVER INPUTDATA OG BEREGNEDE VÆRDIER I EMISSIONSREGNSKABET	8
2.3	DRIVHUSGASSER, KULSTOF OG NITROGEN I KLIMAREGNSKABET	9
3	ÆNDRINGER I METODER MELLEM ÅRENE	10
4	REGNSKAB FOR LANDBRUG, SKOVBRUG OG ANDEN AREALANVENDELSE..	10
4.1	BESKRIVELSE AF REGNSKAB OG BILAG FOR LANDBRUG	11
4.1.1	<i>Økologisk versus konventionelt landbrug</i>	11
4.2	REGNSKAB FOR HUSDYRHOLD	11
4.2.1	<i>Indgangsdata</i>	11
4.2.2	<i>Regnskabsdesign</i>	12
4.2.3	<i>Bilag 1: Metan fra husdyrenes fordøjelse (CRF tabel 3.A)</i>	13
4.2.4	<i>Bilag 2: Metan fra staldsystemer (CRF tabel 3B(a))</i>	14
4.2.5	<i>Bilag 2(a): Reduktion af emission fra biogasbehandling</i>	14
4.2.6	<i>Bilag 3: Lattergas fra staldsystem (CRF tabel 3.B(b))</i>	15
4.2.7	<i>Bilag 3(a): Ammoniakreducerende staldteknologi</i>	16
4.3	REGNSKAB FOR PLANTEAVL	16
4.3.1	<i>Indgangsdata</i>	16
4.3.2	<i>Regnskabsdesign</i>	17
4.3.3	<i>Bilag 4: Lattergas fra dyrkning af jorden (CRF tabel 3D)</i>	18
4.3.4	<i>Bilag 5: CO₂ emission fra kulstofholdig gødning (CRF tabel 3G-I)</i>	22
4.3.5	<i>Bilag 5: CO₂ lager fra efterafgrøder</i>).....	22
4.4	REGNSKAB FOR AREALANVENDELSE OG ÆNDRINGER I AREALANVENDELSE SAMT ANVENDELSE AF HØSTET TRÆ	23
4.4.1	<i>Indgangsdata</i>	23
4.4.2	<i>Regnskabsdesign</i>	26
4.4.3	<i>Bilag 6: Kulstoflager i skov (CRF tabel 4A)</i>	27

NORDJYLLAND
 Jyllandsgade 1
 DK-9520 Skørping
 T: +45 9682 0400
 F: +45 9839 2498

MIDTJYLLAND
 Vestergade 48 H, 2. sal
 DK-8000 Århus C

SJÆLLAND
 A.C. Meyers Vænge 15
 DK-2450 København SV
 www.planenergi.dk
 planenergi@planenergi.dk
 CVR: 7403 8212

4.4.4	<i>Bilag 7: Kulstoflager i landbrugsjord, permanent græs, vådområder og bebygget område (CRF tabel 4B-E)</i>	28
4.4.5	<i>Bilag 8: Emission fra drænet og genoversvømmet areal (CRF tabel 4II)</i>	30
4.4.6	<i>Bilag 9: Direkte emission af N₂O som følge af mineralisering og opbygning eller tab af organisk materiale (CRF tabel 4 IV)</i>	30
4.4.7	<i>Bilag 10: Emission fra afbrændning af biomasse (CRF tabel 4V)</i>	30
4.4.8	<i>Bilag 11 Kulstoflager/emission fra brug af træprodukter CRF tabel 4G)</i>	31
5	REGNSKAB FOR AFFALD OG SPILDEVAND	33
5.1	AFFALD	34
5.1.1	<i>Bilag 12: Bortskaffelse, biologisk behandling og forbrænding af affald (CRF-tabel 5.A, 5.B og 5.C)</i>	35
5.2	SPILDEVAND	37
5.2.1	<i>Bilag 13: Behandling og udledning af spildevand (CRF-tabel 5.D)</i>	38
5.3	TILFÆLDIGE BRANDE	38
5.3.1	<i>Bilag 14: Tilfældige brande (CRF tabel 5.E)</i>	38
6	INDUSTRIELLE PROCESSER OG INDUSTRIEL PRODUKTANVENDELSE	39
6.1	REGNSKAB FOR INDUSTRIELLE PROCESSER OG PRODUKTANVENDELSE	39
6.1.1	<i>Bilag 15: Emission fra forskellige typer af industriprocesser og industriel produktanvendelse (CRF tabel 2(I)A-H og tabel 2(II))</i>	41
7	GRAFISK ILLUSTRATION PÅ BASIS AF DELREGNSKABER	46
8	DATAKVALITET	47
9	FORSLAG TIL FORBEDRINGER AF KOMMUNALT KLIMAREGNSKAB	49
9.1.1	<i>Mulige forbedringer som ikke kræver yderligere forskning og eller registrering</i>	49
9.1.2	<i>Mulige forbedringer som kræver yderligere forskning og eller registrering</i>	50
10	LITTERATUR	52

1 Indledning

Formålet med dette klimaregnskab er at give en statusopgørelse af det samlede udslip af drivhusgasserne kuldioxid (CO₂), metan (CH₄) og lattergas (N₂O), som er forbundet med landbrug, skovbrug og arealanvendelse, affalds- og spildevandshåndtering, samt industrielle processer og industriel produktanvendelse. Regnskabet inkluderer naturligt kulstoflager eller emission fra arealanvendelse samt et estimat for høstede træprodukter, som er i brug inden for kommunegrænsen. Regnskabet for industrielle processer og produktanvendelse indeholder desuden information om emissioner fra de såkaldte F-gasser, som er gasser af typen HFC, PFC og SF₆.

PlanEnergi har for mange kommuner i mange år udarbejdet et energiregnskab, som dækker vedvarende energi og CO₂ udslip i energi- og transportsektoren. Energi- og transportsektoren beregnes derfor *ikke* i dette regnskab¹.

Formålet med dette regnskab er at give kommunerne et overblik over den drivhusgasbelastning, som er forbundet med en række forskellige aktiviteter inden for kommunegrænsen. Regnskabet kan bruges som et strategisk værktøj til at fastsætte kommunale klimamål, som et planlægnings- og prioriteringsværktøj til at reducere udslip fra de mest klimabelastende aktiviteter først, og som et værktøj til at overvåge effekten af reduktionstiltag. Regnskabet er et værktøj til at vurdere det kommunale bidrag til at opnå EU's klimamål og den danske regerings klimamål.

Klimaregnskabet kan også benyttes som et grundlag for at rapportere drivhusgas-emissioner og kulstoflager i Baseline Emissions Inventory (BEI), som anvendes af netværket Covenant of Mayors², og i Global Protocol for Community-scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC), CIRISformatet, som anvendes af netværket C40.³

1.1 Regnskabets metodegrundlag

Regnskabet er opbygget i overensstemmelse med de retningslinjer, som er vedtaget af FN's klimapanel⁴ for beregning af drivhusgasser og med de retningslinjer, som er anvendt nationalt i forbindelse med den årlige danske afrapportering af det nationale klimaregnskab til FN's klimapanel⁵.

FN's klimapanel og det nationale klimaregnskab opdeler emissionerne i emissionssektorer for 1) stationær energi, 2) transport (som ikke er inkluderet her), samt 3) landbrug, skovbrug og

¹ Hvis kommunen har fået udarbejdet Energiregnskaber af PlanEnergi, anvendes resultaterne fra dette regnskab til at skabe grafer over den samlede emission.

²

BEI kan tilgås via https://www.eumayors.eu/IMG/pdf/seap_guidelines_en-2.pdf

³ Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC) kan tilgås via https://www.wri.org/sites/default/files/global_protocol_for_community_scale_greenhouse_gas_emissions_inventory_executive_summary.pdf. Indtil videre anvendes BASIC/ BASIC+ format som ikke inkluderer produkter der importeres mhp. forbrug inden for kommunegrænsen. CIRIS rapporteringsarket findes på <https://resourcecentre.c40.org/resources/reporting-ghg-emissions-inventories>

⁴ FN's klimapanel's retningslinjer kan tilgås via <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

⁵ Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) er ansvarlig for den nationale afrapportering. Den nationale rapport kan tilgås via <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>.

anden arealanvendelse 4) affald og spildevand, - og 5) industrielle processer og industriel produktanvendelse. Inden for hver af disse emissionssektorer leder en række forskellige aktiviteter til emission eller lager af drivhusgasser.

Det kommunale klimaregnskab rummer med få undtagelser de samme aktivitetstyper som FN's klimaregnskab og det nationale klimaregnskab. Hvis en ekstra aktivitet er indeholdt skyldes det ønske fra brugerne. Det angives i det relevante afsnit i dette notat, hvis ekstra aktiviteter er inkluderet.

Til hver aktivitetstype har FN vedtaget metoder til beregning af emissions- og lagerfaktorer. Det kommunale regnskab anvender disse metoder. I flere tilfælde anvendes de såkaldt implicite emissionfaktorer fra det nationale klimaregnskabs CRF tabeller. En CRF tabel er en tabel, som er opstillet i det fælles afrapporteringsformat (Common Reporting Format), som er vedtaget af FN. En implicit emissionsfaktor er en aggregeret faktor, som er beregnet ud fra de FN vedtagne metoder og formler på baggrund af nationale datainput.

FN's internationale klimaagentur IPCC åbner mulighed for, at FN's medlemslande kan benytte metoder og formler af forskellig detaljeringsgrad i forhold til at beregne de emissioner, der er forbundet med forskellige typer af aktivitet. Hvilke metoder, der kan og bør anvendes, afhænger af hvilke data, der er tilgængelige nationalt. Detaljeringsniveauet Tier 1 beskriver en international standardfaktor, Tier 2 beskriver en national standardfaktor og Tier 3 beskriver modellerede eller målte emissions- og lagerfaktorer. Én formellinje kan indholde faktorer på forskelligt detaljeringsniveau.

Det kommunale klimaregnskab følger det nationale regnskab med hensyn til detaljeringsniveauet af emissionsfaktorer. I visse tilfælde er det dog ikke muligt at disaggregere data på et kommunalt niveau pga. kvaliteten af danske data. Her anvender det kommunale regnskab fordelingsnøgler baseret på f.eks. indbyggertal eller bebygget areal. Det fremgår af dokumentationen for hver aktivitetstype, hvilket detaljeringsniveau, der anvendes.

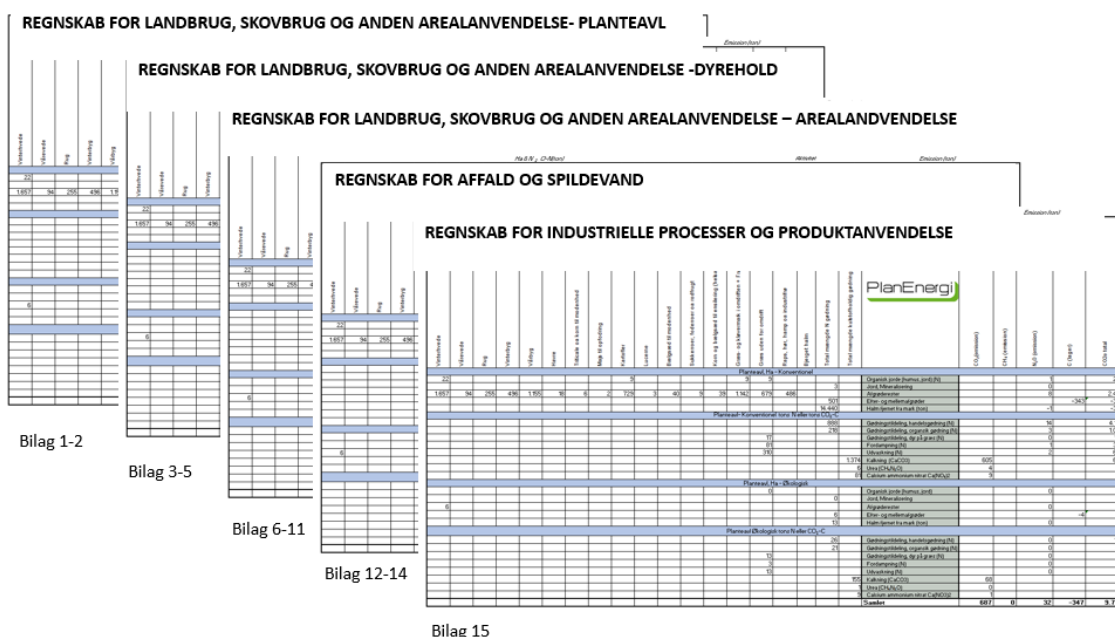
2 Struktur og princip for kommunalt klimaregnskab

Klimaregnskabet er samlet i ét Excel-regneark. Arket viser et faneblad med nøgletal og grafer samt faneblade med regnskaber for hver af de tre emissionsektorer 1) landbrug, skovbrug og anden arealanvendelse 2) affald og spildevand samt 3) industrille processer og industriel produktbrug⁶. I det samlede excelark er også integreret information fra regnskab for CO₂ emission fra energi- og transportsektoren, hvis kommunen/regnskab har fået udarbejdet et sådant⁷.

Til emissionssektoren for "Landbrug skovbrug og anden arealanvendelse" er der knyttet tre regnskaber – ét for dyrehold, ét for planteavl og ét for arealanvendelse og ændringer i arealanvendelse inklusiv brug af høstede træprodukter. Til hver af emissionssektorerne "Affald og spildevand" og "Industrielle processer og industriel produktanvendelse" er knyttet ét regnskab.

⁶ Til sektoren "Landbrug, skovbrug og anden arealanvendelse" er knyttet tre regnskabsfaneblade.

⁷ Beregninger af emission fra Energi og transportsektoren er dokumenteret i et separat baggrundsnotat.

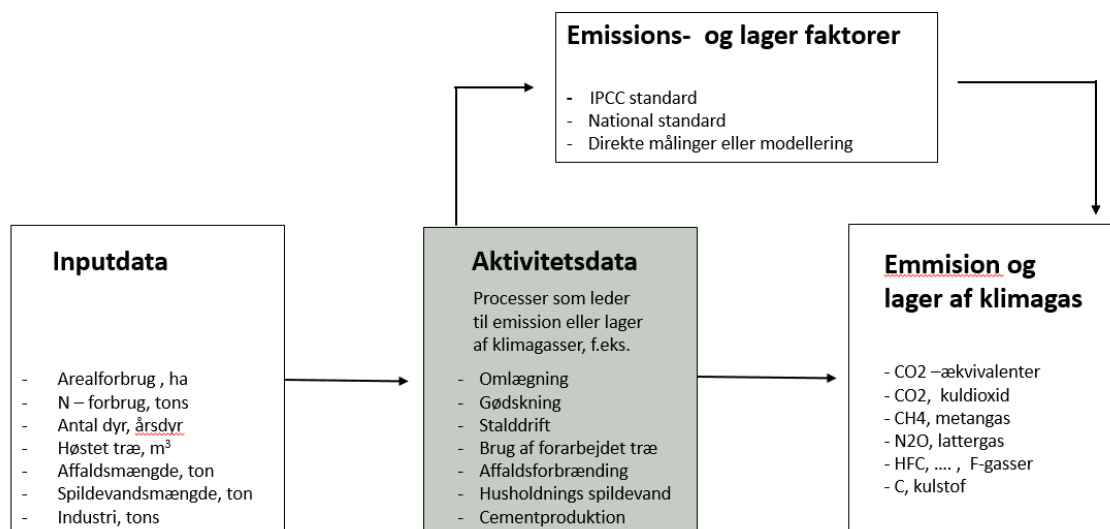


Figur 1. Overordnet struktur i regnskabet

Til hver af emissionssektorerne er der derudover knyttet en række bilag, som viser beregningen af enkeltaktiviteter. Hvert bilag har sit eget regneark. Bilagene nummereres fortløbende. Det angives i hvert bilag og i nærværende dokumentationsnotat, hvilken CRF tabel i det nationale klimaregnskab, et bilag refererer til.⁸

2.1 Princip for regnskabsopbygning

Princippet for de regnskaber, der er knyttet til hver af de tre emissionssektorer er vist i figur 2.2. Figuren læses, som hvert faneblad med regnskaber fra venstre mod højre:



Figur 2. Princip for regnskabsopbygning

⁸ CRF tabellerne kan downloades fra <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2020>

I venstre side af regnskabet er indtastet kommunale inputdata, som er indhentet fra nationale registre og arealdatabaser. I enkelttilfælde er indtastet data fra nationale eller internationale statistikker og tabeller, som er fordelt via en fordelingsnøgle på kommunalt niveau. Det fremgår af bilag og af dokumentationen for hvert enkelt bilag, hvilke registre, databaser, statistikker og tabeller, der er anvendt.

Den grønne boks i midten af regnskabet viser, at hver enkelt enhed indgår i en aktivitet eller proces, som leder til emission eller lager af drivhusgasser. I "landbrug, skovbrug og anden areal anvendelse" finder en aktivitet f.eks. sted når et dyr fordøjer foderet, når et landbrugsareal gødskes, når der rejses skov eller omlægges til vådområde.

Enhver aktivitet er forbundet med udslip eller lager af drivhusgasser. På højre side af regnskabet fremgår den type og den mængde af drivhusgas, en given aktivitet giver anledning til, og udledningen eller lageret af drivhusgasser omregnes til CO₂ ækvivalenter. For arealanvendelse angives det kulstoflager, der lagres i biomassen eller jorden. Kulstoflageret omregnes også til CO₂ ækvivalenter.

Beregningen af drivhusgasser finder sted i bilagene. Hver kolonne i et bilag viser de enkeltfaktorer, som indgår i den samlede beregning for hver aktivitetstype. For hver faktor er der i bilag givet kildehenvisning. Det er også angivet hvilket Tier niveau, dvs. hvilken detaljeringsgrad faktorværdierne er opgjort med. Under kildehenvisningen er også givet årstal for publikation af den rapport, som data er hentet fra. Princippet illustreres i figur 3.

Dyrtype	Årsdyr i kommunen (2017)	Bruttoenergiindtag pr. dag	CH ₄	Brændværdi 1	CH ₄ udledning	Samlet CH ₄ udledning i
Årsko, Malkekvæg	0	404,5	0,06	55,65	159,18	0,00
Slagterkalve 0-6 mdr.	10	66,3	0,03	55,65	13,05	0,13
Slagterkalve 6 mdr.	9	108,7	0,03	55,65	21,39	0,19
Avlstyr	0	130,21	0,03	55,65	25,62	0,00
Småkalve	3	51,2	0,065	55,65	21,83	0,07
Kvier	15	130,2	0,065	55,65	55,51	0,83
Ammekøer	15	130,21	0,065	55,65	55,51	0,83
Andet kvæg	0	130,21	0,065	55,65	55,51	0,00
Årso	32	71,1	0,006	55,65	2,80	0,09
Total	3217					4,73

Kilde:	Registerdata	Tier II Annex 3D-11 Nir, 2019 Dådyr, avlstyr, ammekvæg andet kvæg, andet svin fra fra CRF 2019 tabel 3A	Tier II 2019 (2017) Tabel 5.6, 5.7 og 5.8 og CRF Tabel 3.As1 2019 (2017) samt	IPCC (2006) side 10.31
--------	--------------	--	--	---------------------------

Figur 3. Eksempel på bilag enkeltfaktorer, kildehenvisning og detaljeringsgrad

Kolonner som er markeret med grøn i bilaget viser, at data er inputdata og indhentet fra et register, en statistik eller tilsvarende. Kolonner som er markeret med gul viser de resultater af beregningen, som overføres til det relevante sektorregnskab.

Regnskabet er udarbejdet, så der er fuld gennemsigtighed i de gennemregnede tal. Brugeren kan stille sig i en given celle og aflæse i formellinjen, hvordan værdien er fremkommet og dermed, hvordan den matematiske formel, som fremgår af FN's retningslinjer og det nationale klimaregnskab, er oversat til Excel.

2.2 Oversigt over inputdata og beregnede værdier i emissionsregnskabet

Til regnskaberne for de 3 emissionssektorer 1) Landbrug, skovbrug og anden arealanvendelse, 2) Affald og spildevand samt 3) Industrielle processer og industriel produktanvendelse, er der knyttet oversigter over, hvilke værdier der er indtastet, fra hvilke bilag - og hvilke data der er beregnet med formler. Oversigtsarkene er kopier af regnskabsarkene, men i stedet for værdier, er der i cellerne indsat koder for det bilag, hvor beregning af celleværdien kan genfindes. Nedenstående tabel viser forholdet mellem koder og bilag:

Kode	Kilde til celleværdi
1	Bilag 1: Metan fra husdyrenes fordøjelse (CRF tabel 3.A)
2	Bilag 2: Metan fra staldsystemer (CRF tabel 3B(a))
2a	Bilag 2a: Reduktion af emission fra biogasbehandling
3	Bilag 3: Lattergas fra staldsystem (CRF tabel 3.B(b))
3a	Bilag 3a: Lattergasreducerende staldteknologi
4	Bilag 4: Lattergas fra dyrkning af jorden (CRF tabel 3D)
5	Bilag 5: CO ₂ emission fra kulstofholdig gødning (CRF tabel 3G-I)
5a	Bilag 5a: Kulstoflager fra efterafgrøder i landbrugsjord
6	Bilag 6: Kulstoflager i skov (CRF tabel 4A)
7	Bilag 7: Kulstoflager i landbrugsjord, permanent græs, vådområder og bebygget område (CRF tabel 4B-E)
8	Bilag 8: Emission fra drænet og genoversvømmet areal (CRF tabel 4II)
9	Bilag 9: Direkte emission af N ₂ O som følge af mineralisering og opbygning eller tabe af organisk materiale (CRF tabel 4 IV)
10	Bilag 10: Emission fra afbrændning af biomasse (CRF tabel 4V)
11	Bilag 11: Kulstoflager/emission fra brug af træprodukter (CRF tabel 4G)
12	Bilag 12: Bortskaffelse, biologisk behandling og forbrænding af affald. (CRF tabel 5.A, 5.B og 5.C).
13	Bilag 13: Spildevand (CRF tabel 5.D)
14	Bilag 14: Tilfældige brande (CRF tabel 5.E)

15	Bilag 15: Emission fra forskellige typer af industriprocesser og industriel produktanvendelse (CRF tabel 2(I)A-H og tabel 2(II))
F	Formelcelle

Tabel 1. Oversigt over koder i oversigtarkene for regnskab og hvilke bilag koderne refererer til

2.3 Drivhusgasser, kulstof og nitrogen i klimaregnskabet

En drivhusgas er en luftart som opfanger jordens varmestråling og sender den tilbage til jorden med global opvarmning til følge.

Der indgår seks drivhusgasser i klimaregnskabet. Hver af de seks gasser har forskelligt potentiale for at fastholde varme i jordens atmosfære over en periode over 100 år.

Drivhuspotentialet (også kaldet Global Warming Potential (GWP)) for kuldioxid sættes pr. definition til 1. Drivhuspotentialet for de øvrige drivhusgasser omregnes til CO₂ ækvivalenter (CO₂e). CO₂e er et mål for hvor meget, de øvrige drivhusgasser bidrager til den globale opvarmning i forhold til drivhusgassen kuldioxid.

FN's klimapanel har fastlagt omregningsfaktorer for hver af de drivhusgasser, som beregnes i klimaregnskabet. Nedenfor er vist omregningsfaktorer for CO₂, CH₄ og N₂O. F-gasserne er en samlebetegnelse for en lang række forskellige gasser med meget forskelligt drivhuspotentiale.

^{9 10}

Kulstof er en vigtig bestanddel af alt organisk materiale. Kulstof C har molekylærvægten 12 og ilt har molekylærvægten 16. 44 tons CO₂ (12 tons C + 16 tons O + 16 tons O) indeholder dermed 12 tons kulstof. En omregning mellem kulstof (C) og CO₂ sker derfor ved at gange med brøken 12/44.

Nitrogen (N) er tilsvarende livsnødvendigt for planter, dyr og mennesker. Nitrogen kan være bundet i ammoniak (NH₃), ammonium (NH₄⁺) og nitrat (NO₃⁻). Ved visse aktiviteter emitterer nitrogenen som lattergas N₂O. En omregning mellem Nitrogen/N₂O-N og lattergas sker ved at gange mængden af N med brøken 44/28.

Drivhusgas	Drivhuspotentialet: Omregningsfaktor til CO ₂ e
Kuldioxid (CO ₂)	1
Metan (CH ₄)	25
Lattergas (N ₂ O)	298
Kulstof (CO ₂ -C) til CO ₂	0,27 (12/44)
Nitrogen N ₂ O-N – N ₂ O	1,57 (44/28)

⁹ F-gasserne findes i mange kombinationer (flere typer HFC gasser, flere typer PFC gasser, samt SF₆, og NF₃). I det kommunale regnskab sker der ikke beregning for hver af disse gasser, men en samlet beregning ud fra sumdata i nationalregnskabet.

¹⁰ Drivhuspotentialet for gasserne er tidligere blevet justeret af FN's klimapanel efterhånden, som der er kommet ny viden. Drivhuspotentialet kan også fremadrettet blive justeret.

Tabel 2. Omregningsfaktorer for drivhusgasser og grundstoffer til CO₂-ækvivalenter.

3 Ændringer i metoder mellem årene

Det kommunale klimaregnskab følger de retningslinjer, som er anvendt nationalt i forbindelse med den årlige danske afrapportering af det nationale klimaregnskab til FN's klimapanel. Mellem hvert regnskabsår foretager det nationale klimaregnskab justeringer i metoder og i beregningsfaktorer, som følge af ny forskningsbaseret viden¹¹. PlanEnergi kan endvidere ændre metoder eller faktorer, hvis der opstår mulighed for mere eksakte faktorer på det kommunale niveau i forhold til det nationale niveau.

Det kommunale klimaregnskab bliver justeret i takt med det nationale klimaregnskab. Det vil sige at metoder og beregningsfaktorer kan ændres fra ét år til et andet.

Ud over metodiske ændringer, kan der også forekomme nationale opdateringer for en årrække af indgangsdata – for eksempel opdateringer fra Danmarks statistik over salg af kulstofholdige gødningsstoffer eller af tagpap flere år tilbage i tid. Disse data justeres ligeledes på årsbasis.

Af hensyn til sammenlignelighed mellem årene, skal der foretages en tilbagejustering i det kommunale klimaregnskab. PlanEnergi foretager opdateringen i forbindelse med, at en kommune/region vælger at opdatere deres klimaregnskab med et nyt regnskabsår¹².

4 Regnskab for landbrug, skovbrug og anden arealanvendelse

Denne emissionssektor dækker landbrug, permanent græs, skov, vådområder, bebyggede arealer, samt andet areal. Andet areal er fortrinsvis klippe, klitter og strand.

Landbruget er en stor kilde til udledning af drivhusgas. Ligesom det nationale klimaregnskab foretager det kommunale klimaregnskab separate opgørelser af husdyrbrug og den del af plantevlen som består af enårige afgrøder og græs i omdrift. Der er ét regnskab knyttet til planteavl og ét til husdyrbrug.

Kulstofopbygningen i græs uden for omdrift, frugttræer, bærbuske, samt energipil og elefantgræs og mellem/efterafgrøder opgøres ligesom i det nationale klimaregnskab sammen med anden arealanvendelse, mens al gødningsanvendelse fortsat tilregnes landbruget. Juletræer,

¹¹ Det nationale klimaregnskab evalueres også af en revisionsgruppe fra FN's klimapanel med års mellemrum, hvilket løbende giver anledning til justeringer i det nationale klimaregnskab.

¹² Ud over metodeændringer, ændringer i beregningsfaktorer, salgsstatistikker, mv. er en lang række faktorer naturligt variable fra år til år. Det gælder for eksempel indholdet af N i dyrenes ekskretion og årets høstresultat og samtlige indgangsdata, som i bilagene er markeret med grønt.

som er dyrket på landbrugsjord, opgøres i Danmark som skov, dvs. sammen med anden arealanvendelse.¹³

Kommunespecifikke data vedrørende hele emissionssektoren indhentes fra en række forskellige kilder, som beskrives nedenfor. De væsentligste datakilder er Det Centrale Husdyrregister (CHR), Det generelle Landbrugsregister (GLR), Gødningsregistret (GR) samt fem rumligt varierende datasæt for arealdata.

4.1 Beskrivelse af regnskab og bilag for landbrug

Dette afsnit beskriver regnskabsposterne og metoderne til at beregne emission og lager af drivhusgasser for husdyrhold og planteavl. Det er opdelt i ét hovedafsnit for husdyrhold og ét for planteavl. Delafsnit er nummereret med fortløbende bilagsnumre. For hvert bilagsafsnit henvises til nummerering for den samme samling af regnskabsposter i det nationale klimaregnskabs CRF tabeller.

4.1.1 Økologisk versus konventionelt landbrug

Efter ønske fra brugerne er foretaget en vurdering af mulighederne for at skelne mellem udledning fra økologisk og konventionel planteavl og husdyrbrug. Aktuelt skelner det nationale klimaregnskab ikke mellem økologisk og konventionel drift, men der er et forskningsbaseret udredningsarbejde undervejs i forhold til hvilke aktivitetsdata og faktorer, der bør være inkluderet i en skelnen.

I det kommunale klimaregnskab kan afgørelsen af, om en bedrift er økologisk eller konventionel foretages ud fra oplysninger om planteavl, dyrehold og gødningsforbrug samt oplysning om konventionelle og økologiske marker. Der mangler imidlertid data for så mange faktorer – herunder f.eks. økologiske og konventionelle høstudbytter, dyrenes fodersammensætning, dyrenes græsningsdage, pesticidforbrug – at en skelnen på nuværende tidspunkt *ikke* kan forsvares.

Økologisk og konventionelt landbrug bør ud over drivhusgaseffekten vurderes i forhold til effekten på biodiversitet.

4.2 Regnskab for husdyrhold

Husdyr udleder metan (CH₄) fra deres fordøjelse og metan og lattergas (N₂O) fra den gødning, der produceres i staldsystemet.

4.2.1 Indgangsdata

I det Centrale Husdyrregister (CHR) findes oplysninger om bedrifter med dyr og deres adresse. Denne adresse parres med Gødningsregnskabsdata (GR) oplysninger om gødnings- og staldtyper

¹³ Det er vigtigt at bemærke, at "planteavl" og "husdyrbrug" skal suppleres med data fra "anden arealanvendelse" og fra energi- og transportsektoren for at vurdere landbrugssektorens samlede udledning.

via CVR-nummer og adresseoplysninger. Yderligere parres dyre-, staldtype- og gødningsoplysninger via den samme adresse med adressens planteavl. En bedrift/et CVR nr. har ofte dyr (og planteavl) på forskellige adresser og herunder adresser, som ligger i forskellige kommuner.

Fordelingen af husdyrhold på kommuneniveau er derfor vanskelig at opgøre præcist. Som udgangspunkt forventes langt størsteparten af den producerede husdyrgødning at blive udbragt på bedriftens egne marker. I klimaregnskabet er derfor indlagt en forudsætning om, at antallet af dyr, som tilhører én bedrift(er)(CVR-nummer/numre) med samme adresse, fordeles efter fordelingen af adressens planteavl på de enkelte kommuner. Yderligere antages, at handel af husdyrgødning mellem bedrifter sker inden for de enkelte kommunegrænser og/eller at mængden, der bliver udført af en kommune modsvarer den mængde, der bliver indført til kommunen.¹⁴

Næsten alle dyrehold, staldtyper og gødningsmængder kan fordeles på denne måde, men en del bedriftsdata (ca. 1%) kan ikke matches med marker og dermed ikke stedfæstes med planteavlen. For de enkelte dyre-, stald og gødningstyper opgøres derfor både de stedfæstede mængder, der kan fordeles på kommunerne og de totale mængder af de enkelte typer. Der beregnes en faktor for hver enkelt type, som de udregnede mængder i de enkelte kommuner ganges op med. Samlet set vil den totale mængde af de enkelte typer herefter være fordelt på landets 98 kommuner.¹⁵

Yderligere opdeles staldtyper og dyrehold i hhv. konventionel og økologisk drevne. Her antages at bedrifter med økologisk planteavl også har økologisk dyrehold.¹⁶

Mængden af gødning som leveres til biogasanlæg er indhentet fra Landbrugsstyrelsens leverandørregister for gødningsleverancer.

Registerbaserede data er oparbejdet af Aarhus Universitet

4.2.2 Regnskabsdesign

Der er et regnskab knyttet til dyrehold som vist nedenfor :

¹⁴ Herved undgås problemer med de mange bedrifter/CVR som administreres fra advokatkontorer mv. i Hovedstadsområdet. Hvis der udelukkende bliver taget hensyn til administrators adresse vil dette give en misvisende opgørelse især for kommuner i Hovedstadsområdet. Så Fx hvis 20% af en bedrift/CVR-nummer/adresses planteavl er beliggende i Fredericia kommune placeres 20% af dyreholdet og gødningsforbruget også i Fredericia kommune.

¹⁵ Arealer til bedrifter, hvor der ikke umiddelbart kan matches gødnings- og dyreholdsoplysninger, er nogenlunde proportionelt fordelt efter de enkelte kommuners planteavlsareal, hvorfor de nævnte beregnede faktorer anvendes ensartet over hele landet

¹⁶ Det kommunale klimaregnskab skelner indtil videre ikke mellem økologisk og konventionelt dyrehold, men indgangsdata er, som det ses, forberedt til at kunne gøre dette, når emissionsfaktorerne vurderes af tilstrækkelig kvalitet.

År	2017
Erhvs	Årsdyr

Dyrehold
Geografisk klimaregnskab for landbrug og anden arealanvendelse
 Samsø Kommune

dyr															af sæt		Emission (ton)																				
Armskaber	Andet kvæg	Andet svin	Andet	Fjerkræ	Fjerkræ Svin	Geder / får	Hejre	Hønsdyr	Kvæ	Pastor	Sil. Svin	Stagnatione D.U. indr.	Stagnatione E. indr.	Stagnatione	Svabane	Arsko, Maltekvæg	Arsko	PlanEnergi	CO ₂	CH ₄ (emission)	N ₂ (emission)	CO ₂ - pr. dyr	CO ₂ - total														
Konventionelt dyrehold																																					
286				50			34			400		31521	589	488	41205	114	251	3280	Vomgasser	170	0	0,054	4.233														
19										6									Blindstald	0	0	0,224	17														
251				50						362			589	488		114	141	716	Dibonmelise	54	1	0,668	1.782														
																			Filad	0	0	0,002	0														
											10								Landsbr flocks	0	0	0,011	0														
							34												Landsbr flocks Bur	0	0	0,338	11														
										31511									Landsbr fspalte	57	3	0,032	2.393														
10										30									Sengestald	2	0	0,647	100														
																			Ekologisk dyrehold																		
15				30		4	3			15		1.259	10	3	1838	3		32	Vomgasser	5	0	0,037	118														
																			Blindstald	0	0	0,000	0														
15										15		12	10	9	20	3			Dibonmelise	1	0	0,368	31														
																			Filad	0	0	0,025	0														
																			Landsbr flocks	0	0	0,138	1														
																			Landsbr flocks Bur	0	0	0,030	0														
												1.246							Landsbr fspalte	2	0	0,028	88														
																			Sengestald	0	0	0,000	0														
301	0	0	0	80	0	4	37	0	415	0	32.779	599	497	43.044	117	251	3.312	Total		291	5		8.776														

Figur 4. Regnskab for dyrehold

På venstresiden af regnskabet registreres antallet af årsdyr i kommunen pr. art og type. Årsdyr er betegnelsen for det antal dyr af en given art og type som i gennemsnit findes på bedriften på årsbasis. Antallet af arter og typer, som figurerer i regnskabsarket er aggregeret. Det vil sige, at der fremgår flere arter og typer af bilag end af hovedregnskabet.

På venstresiden fremgår endvidere den mængde gødning som leveres fra landbrug til et biogas-anlæg og den samlede mængde lattergas fra stald, som kan reduceres ved introduktion af stald-teknologi.

Af regnskabs grønne kolonne fremgår et kraftigt reduceret antal staldtyper. Staldtyperne er aggregeret fra det samlede antal staldtyper som er i brug i Danmark. Disse staldtyper fremgår af bilag.

Aggregering af dyrearter, dyretyper og staldtyper i regnskabsarket er sket med henblik på at skabe overblik. Grundet aggregeringen skal brugeren justere i bilagsarkene og overføre resultatet til regnskabsarket, når der skal udføres fremadrettet planlægning og beregnes scenarier.

4.2.3 Bilag 1: Metan fra husdyrenes fordøjelse (CRF tabel 3.A)

Udledning af CH₄ fra husdyrenes fordøjelse afhænger af antallet af dyr i kommunen (årsdyr), dyrenes art, deres produktionstype, deres foderindtag i megajoule pr. dag, den andel af foderindtaget, der konverteres til metan, samt en faktor for omregning mellem metan til megajoule.

Metan fra husdyrenes fordøjelse opgøres med afsæt i dén formel til beregning, som er angivet i Danmarks nationale klimaregnskab afsnit 5.3.2 (NIR: 2020).

Bruttoenergiindtag opgøres på Tier II niveau (nationale normtal). Tallene hentes fra DCE tabel Annex 3D-11 og fra CRF tabel 3A. Baggrundsdata til disse tabeller er fodermiddeltabeller fra SEGES.

Metankonverteringsraten opgøres på Tier II niveau for de fleste dyr. Enkelte dyrearter er baseret på internationale gennemsnit (Tier I). Tallene genfindes i det nationale klimaregnskab, tabel 5.7 og 5.8 (NIR: 2020) og CRF Tabel 3.A (CRF: 2020) samt i FN's retningslinjer bd. 4 tabel 10.31. (IPCC 2006)

Faktoren for omregning af metan til meajoule er givet i FN's retningslinjer, bd. 4 tabel 10.31 (IPCC: 2006)

4.2.4 Bilag 2: Metan fra staldsystemer (CRF tabel 3B(a))

Udledning af metan fra staldsystemer afhænger af antallet af årsdyr af en given art og type, den hermed forbundne mængde gødning, som udledes fra dyrene, samt det underlag/strøelse som dyret går på. Disse variable giver anledning til et stort antal forskellige staldtyper i Danmark. Udledning er derudover afhængig af antal (foder)dage om året, hvor dyret går på græs, samt andelen af flygtige forbindelser mens dyret er på stald og på græs. Dertil kommer en metankonverteringsfaktor og maksimal metanproduktionskapacitet for et givet dyr.

I forbindelse med planlægning og scenariedannelse for udledning fra forskellige staldsystemer er det nyttig viden, at der jf. retningslinjer fra Miljøstyrelsen fremadrettet kun må bygges én type stald til malkekvæg, nemlig sengestald med fast drænet gulv med fald og dybstrøelse. Andre dyretyper kan være eller blive underlagt tilsvarende regler af betydning for scenariedannelsen.

Beregning af udledning af metan fra stald sker ud fra formler angivet i Danmarks nationale klimaregnskab afsnit 5.4.2 (NIR: 2020). Beregningen sker på Tier II niveau. Ved konvention i FN er det besluttet, at den mængde flygtige forbindelser, som udskilles fra dyr på græs regnes med under staldtyper. Ved udregning af metanudslip fra stald tager Danmark afsæt i gødningsmængder frem for foderindtag. FN's retningslinjer benytter foderindtag til beregning.

Mængden af gødning og strøelse samt tørstofprocenter opgøres på Tier II niveau. Tallene hentes fra publikationen Normtal (Lund: 2019).

Antal dage om året på stald og på græs opgøres på Tier II niveau. For konventionel dyrehold hentes tallene fra AU, DCE tabel Annex 3D-9.

Metankonverteringsfaktor opgøres på Tier II niveau, undtagen for enkelte dyretyper, hvor der hentes FN-standardværdier. Tallene hentes fra AU, DCE tabel 3D-13 og FN's retningslinjer, tabel 10.A4-9. Maksimal metanproduktionskapacitet hentes fra Tabel A4-9 (IPCC 2006).

4.2.5 Bilag 2(a): Reduktion af emission fra biogasbehandling

Metanudslippet fra staldsystemer kan reduceres ved biogasproduktion. For at beregne reduktionspotentialet ved biogasproduktion opgøres den samlede mængde gødning leveret til biogas-anlæg fra en bedrift som er hjemmehørende i kommunen. Data hentes fra Landbrugsstyrelsens Leverandørregister for gødningsleverancer.

Metoden adskiller sig fra metoden i det nationale klimaregnskab. Det nationale klimaregnskab henter data, vedrørende gødning til biogasbehandling fra Energistyrelsens register for Biomasse input til biogasproduktion (BIB-registret).

Beregningen sker med afsæt i rapporten "Biogasproduktionens konsekvenser for drivhusgasudledning i Landbruget" (DCE: 2016). Beregningen sker på Tier II niveau.¹⁷

Reduktionsprocenten for de mest udbredte staldsystemer for henholdsvis kvæggylle og svinegylle fremgår af tabel nedenfor:

¹⁷ Miljøstyrelsen har bestilt en dybdgående undersøgelse af reduktionspotentialet for biogas i alle led fra stald til biogassen injiceres i naturgasnettet. Undersøgelsen vedrører svinegylle. Resultater af undersøgelsen ventes i løbet af 2020. Eventuel ny viden kan inkluderes i det kommunale regnskab, når resultatet publiceres.

Tabel 6.2 Beregning af reduceret emission.

	Ubehandlet	Reduktion i MCF	Reduktion i emission	Reduktion i emission
	kg CH ₄ per tons gylle	%	kg CH ₄ per tons gylle	kg CO ₂ -ækv. per tons gylle
Kvæg	0,77	41	0,32	7,88
Svin	2,49	25	0,61	15,32
Blandet gylle				11,00

* Vægtet med 58 % kvæggylle og 42 % svinegylle baseret på fordeling i BIB-registeret planår 2014/2015

Tabel 3. Reduktionsprocent for de mest udbredte stalsystemer. Kilde: Tabel 6.2., DCE (2016).

Gyllekøling og reduceret opholdstid/hurtig udslusning i stalden kan yderligere reducere metanudslippet. I det omfang en kommune har viden om opholdstider og køling kan nedenstående tabel anvendes¹⁸.

Tabel 6.8 Reduceret mængde CO₂-eqv per ton gylle og per produceret PJ.

kg CO ₂ -eqv. per:	ton kvæggylle	ton svinegylle	ton blandet gylle ¹	kt CO ₂ -eqv pr PJ
Afgasning af gylle	7,88	15,32	11,00	8,72
Afgasning + reduceret temp	7,88	45,81	23,81	18,88
Afgasning + reduceret HRT	13,75	43,33	26,18	20,75

¹ Blandet gylle består af 58 % kvæggylle og 42 % svinegylle.

Tabel 4. Reduktionsprocent ved reduceret opholdstid og gyllekøling. Kilde: Tabel 6.8, DCE (2016)

4.2.6 Bilag 3: Lattergas fra staldsystem (CRF tabel 3.B(b))

Direkte udledning af lattergas fra staldsystemer afhænger af antal af årssdyr af en given art og type, den mængde nitrogen der er indeholdt i gødning fra dyret, samt måden, hvorpå gødning og strøelse håndteres i staldsystemet.

Indirekte udledning af lattergas sker som følge af fordampning af ammoniak og nitrogenoxider fra stald og opbevaring af gødning.

Beregning af udledning af lattergas fra stald sker ud fra formler angivet i FN's retningslinjer (IPCC: 2019, s. 10.75)

Gødningsmængde og nitrogenindhold i gødningen er opgjort på Tier II niveau. Tallene hentes fra publikationen Normtal (Lund (ed.) 2019). Baggrundsdata er landmændenes gødningsplaner.

Direkte udledning af lattergas er baseret på emissionsfaktorer hentet fra FN's retningslinjer, Tier I niveau. (NIR: 2020, tabel 5.14).

Fordampning af ammoniak og nitrogenoxider er baseret på nationale data. Tier II niveau. (NIR: 2019), s. 391)

¹⁸ Bemærk dog at bilag 3a. i det kommunale klimaregnskab beregner reduktionseffekten for lattergas af reduceret temperatur i svinestald. For at undgå dobbelttælling skal denne effekt trækkes fra, hvis en kommune benytter sig af mulighed for ekstra udregninger. Det skyldes, at tabel 6.8 angiver reduktionspotentialet i CO₂e (altså inklusive effekt af lattergasreduktion)

Indirekte udledning af lattergas i form af ammoniak og nitrogenoxider er baseret på en FN-standard emissionsfaktor, Tier I niveau.

4.2.7 Bilag 3(a): Ammoniakreducerende staldteknologi

Ammoniakudslippet - fra staldsystemer kan reduceres med brug af forskellige typer staldteknologier, nemlig teknologier til forsurening af gyllen, teknologier til køling i stald, hurtig udslusing og varmeveksler.

Det nationale klimaregnskab beregner en reduktion af ammoniakreducerende teknologier på basis af den andel af danske stalde som har installeret teknologien og den ammoniakreduktionsfaktor, der er givet i den nationale liste for miljøtilsagn for de enkelte teknologier.

Det kommunale klimaregnskab regnskab beregner en tilsvarende reduktion på kommunalt niveau. Tier II niveau.

Hvis en kommune har viden om at en større eller mindre andel stalde har installeret ammoniakreducerende teknologi er det muligt at ændre procentsatserne. Tilsvarende i forbindelse med scenarieberegninger.

Den samlede ammoniakfordampning i kommunen for dyretyper er indgangsdata for beregningen. Ammoniakfordampningen i kommunen hentes fra bilag 3 (kolonne R).

Den andel stalde og dermed den andel NH_3 som emitterer fra staldsystem med ammoniakreducerende teknologi er givet i (NRF tabel 5.7) (Nielsen, O.-K: et al: 2020). Reduktionsfaktoren er givet i i NRF tabel 5.20.

For at omregne mellem fordampet $\text{NH}_3\text{-N}$ til $\text{N}_2\text{O-N}$ benyttes en standardemissionsfaktor fra IPCC på 0,01. for at omregne mellem N og N_2O benyttes en faktor 44/28.

Ved omregning mellem mellem N_2O og CO_2e benyttes en faktor 298.

4.3 Regnskab for Planteavl

Direkte udledning af lattergas fra landbrugsjorden afhænger af det dyrkede areal; den mængde nitrogen (N) der tildeles jorden som gødning; den mængde N, som er indeholdt i afgrøderester, der bliver på jorden efter høst; den mængde N, der nedbrydes fra organisk materiale og mineraliseres i jorden; samt den mængde N, der emitterer fra dyrket, kulstofrig jord.

Indirekte udledning af lattergas sker, når mineraliseret N udvaskes fra jorden til vandmiljøet som nitrat (via nedbør) - eller når nitrogen fordamper (nitrificerer) som ammoniak eller kvælstofoxider til luften. Sidstnævnte afhænger af jordens vandindhold.

4.3.1 Indgangsdata

Ved trækning af kommunespecifikke oplysninger fra GLR-registret placeres et areal som hjemmehørende i en kommune, hvis arealet (i praksis de enkelte marker centroid) er beliggende inden for kommunegrænsen. De afgrøder, der dyrkes på arealet fremgår af GLR. Afgrøderne er i klimaregnskabet opdelt i de samme klasser som anvendes af nationalregnskabet og pba. afgrødeklassificering fra Landbrugsstyrelsen. For de enkelte marker indeholder GLR oplysning om driftsformen er konventionel eller økologisk.

Figur 5. Regnskab for planteavl

På venstresiden af regnskabet registreres det antal ha som i kommunen er tilplantet med en given afgrøde eller afgrødekategori. Det er kun enårige afgrøder og græs som fremgår af planteavlsregnskabet¹⁹

På venstresiden af regnskabet indgår også data om mængden af Nitrogen (N), der tildeles afgrøder som gødning²⁰.

Af regnskabets grønne kolonne fremgår de aktiviteter som i kraft af landbrugsdrift på arealet medfører emission. De aktiviteter som medfører et kulstoflager, f.eks. dyrkning af frugttræer eller etablering af efterafgrøder fremgår ikke af planteavlsregnskabet, men af regnskabet for arealanvendelse.²¹

Regnskabsfanen for planteavl kan anvendes til scenariedannelse ved at ændre i tallene på venstresiden af arket. Bemærk, at et øget tal i en celle skal medføre tilsvarende nedjustering i en eller flere andre celler.

4.3.3 Bilag 4: Lattergas fra dyrkning af jorden (CRF tabel 3D)

Udledning af N₂O fra dyrkning af jorden sker både direkte og indirekte. Direkte emission sker som følge af gødningstildeling, det sker fra de afgrøderester, som bliver på jorden efter høst og som følge af mineralisering i jorden. Indirekte emission sker som følge af fordampning og udvaskning.

Direkte lattergasemission fra gødningstildeling

Det kommunale klimaregnskab beregner emission fra gødningstildeling som det nationale regnskab med en FN-standardfaktor på 1% (Tier 1 niveau) for hvor meget nitrogen der omdannes til N₂O-N. jf. (NIR 2020: tabel 5.26). Regnskabet hviler således på en forudsætning om, at der ikke er forskel på gødningstyperne handelsgødning, husdyrgødning og anden organisk gødning i forhold til hvor meget lattergas der emitterer pr. kg N²²

For at omregne mellem N₂O-N og N₂O ganges med 44/28 – en faktor som er baseret på molekylærvægte

¹⁹ Der dyrkes også frugttræer, bærbuske, energipil og elefantgræs samt mellem- og efterafgrøder på landbrugsjord. Afgrøderne gødes ganske lidt og gødskningen tilskrives i det nationale klimaregnskab enårige afgrøder og græs. Den kulstofopbygning som sker i frugttræer, mv. beregnes i det nationale klimaregnskab og i det kommunale klimaregnskab under "arealanvendelse"

²⁰ Gødningsmængderne som tildeles de enkelte afgrøder vil evt. senere kunne fordeles på afgrødekategorierne i kommunen pba. oplysninger om marker med økologitilsagn til marker med reduceret gødningstildeling (100kg N/ha og 60 kg N/ha) og i øvrigt normalt for gødningstildeling for de enkelte afgrøder.

²¹ Det kommunale regnskab følger hermed det nationale regnskabs opbygning. En beregning af reduktionseffekten af mellem- og efterafgrøder i landbrug er mulig pba. data i det kommunale regnskab. En beregning af reduktionseffekten for andre typer afgrøder som f.eks. frugttræer eller hegn, kræver adgang til reduktionsfaktorer for de relevante afgrødekategorier.

²² Vedrørende handelsgødning angiver det nationale klimaregnskab forskellige faktorer for forskellige typer, jf. tabel 5.17 (NIR: 2020). Det nationale regnskab opgør ikke mængden af bioforgasset gødning som tildeles markerne separat. Da registre rummer information om bioforgasset gødning kan det kommunale regnskab opgøre emission forudsat information om emissionsfaktorer for gødningstypen.

Direkte lattergasemission fra gødning fra græssende dyr

Emissionen af lattergas fra gødning fra græssende dyr regnes som i det nationale klimaregnskab. Beregningen er baseret på en gennemsnitlig udskillelse af N fra et dyr af en given art og type (NIR: 2020 tabel 5.26) og et gennemsnitligt antal dage om året, som dyret er på græs (NIR Annex 3D, tabel 9). Beregningen foretages på Tier II niveau med undtagelse af enkelte dyretyper, hvor der anvendes FN-standardværdier.

En del af den mængde N, som tildeles jorden fra græssende dyr emitterer indirekte som N₂O via ammoniak og NO_x er.

Der anvendes en national emissionsfaktor på 1,8 % for hvor meget nitrogen der omdannes til N₂O-N. Tier II niveau.

For at omregne mellem N₂O-N og N₂O ganges med 44/28 en faktor, der er baseret på molekylærvægte.

Direkte lattergasemission fra afgrøderester

Det kommunale klimaregnskab beregner emission fra afgrøderester som i det nationale klimaregnskab. Lattergasemissionen er funktion af antallet af ha tilplantet med en bestemt type afgrøde, det årlige høstresultat for afgrøden, tørstofindholdet i den høstede afgrøde samt tørstofrester over og under jorden, ompløjningsraten²³ og kg N i den halm, som bjærges.

Information om det gennemsnitlige høstresultat for en given afgrøde pr. ha hentes fra Danmarks statistik, statistikbanken (Danmarks Statistik: HST77) . Høstresultatet er opgjort på Tier II niveau.

Tørstofindholdet i % i en given afgrøde i hentes fra SEGES' fodermiddeltabel for det aktuelle år. Tørstofindholdet opgøres som landsgennemsnit pr. afgrøde pr. ha (Tier II niveau).

Tørstoffresten over jord i afgrøderesten beregnes ud fra kg tørstof pr. ha i den høstede afgrøde og det hældnings- og skæringspunkt, som gælder for den enkelte afgrøde, samt ompløjningsraten for afgrøden. Hældnings- og skæringspunktet er FN-standardværdier (IPCC: 2006, tabel 11.2). Kg N pr. kg tørstoffrest hentes også fra tabel 11.2. (IPCC:2006) . Begge værdier er Tier I niveau.

Tørstoffrest under jord er et forholdstal som beregnes ud fra den biomasse, som er over jorden. Tallet er en FN-standardværdi (IPCC: 2006, tabel 11.2.) Kg N pr. kg tørstoffrest hentes også fra tabel 11.2. (IPCC:2006) . Begge værdier er Tier I niveau.

Ompløjningsraten angiver, hvor ofte marken med en given afgrøde pløjes om. Det kommunale klimaregnskab følger det nationale klimaregnskabs standard, som er at en et-årig afgrøde ompløjes én gang årligt (1,0). Græsmarker ompløjes én gang hvert tredje år (0,33).

²³ Der tages i regnskabet ikke højde for reduceret jordbehandling og en heraf følgende evt. lavere ompløjningsrate. Dog kan en kommune selv justere på ompløjningsraten i regnskabet ved viden om reduceret jordbehandling.

Mængden af bjærget halm i Danmark opgøres i hektokilo pr. ha. Halm bjærget opgøres samlet og ikke for hver afgrødetype (Statistikbanken: HST77). For at beregne N indholdet i halmen anvender det kommunale klimaregnskab en metode som er givet af DCE og som anvendes af Klimarådet i deres værktøj til beregning af drivhusgasudledningen fra landbrugsbedrifter (Klimarådet: 2016, s. 18). Således udregnes N indholdet i den bjægede halm som et produkt af mængden af bjærget halm i kommunen, tørstof- og råprotein-indholdet i halmen og 1/andelen af kvælstof i proteinet i halmen.

N-indholdet i halm skal fratrækkes N-indholdet i afgrøderesterne, da halmen fjernes fra marken.²⁴

For at omregne fra N til N₂O-N benyttes en standaremissionsfaktor på 1% (IPCC: 2006, tabel 11.1)

For at omregne mellem N₂O-N og N₂O ganges med 44/28 en faktor, der er baseret på molekylærvægte

3.3.3.1 Direkte lattergasemission fra mineralisering i jorden

Der sker en lattergasemission fra dyrket mineralsk landbrugsjord som følge af tab af organisk materiale i jorden. Tab af organisk materiale ændrer på C:N forholdet i jorden, dvs. forholdet mellem kulstof og nitrogen.

Det nationale klimaregnskab opgør kg N fra mineralisering i jorden ud fra C-TOOL, et dynamisk modelleringsværktøj, der kan måle langsigtet ændring af kulstofindhold i jorden (Tier III niveau). Det kommunale klimaregnskab benytter ikke C-TOOL, men en forsimplet udgave af samme metode baseret på information i CRF tabel 3.D. Metoden er lånt fra Klimarådets værktøj til beregning af drivhusgasser på den enkelte landbrugsbedrift (2016). Oplysninger om total mængde N fra mineralisering i Danmark hentes fra CRF tabel 3D og divideres med det totale antal ha mineralsk jord i DK for at opnå en mineraliseringsfaktor pr. ha.²⁵

For at omregne mellem N og N₂O-N benyttes en FN-standardfaktor på 0,01 (IPCC: 2006, Tabel 11.1)

For at omregne mellem N₂O-N og N₂O ganges med 44/28 – en faktor som er baseret på molekylærvægte.

Direkte emission af lattergas fra organisk jord

Det kommunale klimaregnskab beregner emission fra organisk jord som det nationale klimaregnskab for tre typer af landbrugsarealer (jf. markkort fra Landbrugsstyrelsen). De tre typer er: 1) dybtdrænet landbrugsjord - enårige afgrøder, 2) dybtdrænet græs og 3) overfladisk drænet græsarealer. Sidstnævnte er i det nationale klimaregnskab (NIR 2020) defineret til at være landbrugsarealer, der ikke er blevet søgt støtte til i beregningsåret, men som stadig indgår i

²⁴ I Conservation Agriculture vil marken bl.a. være dækket af halm i dele af året. For at kunne tage højde for dette er der behov for finere data end de aktuelt tilgængelige.

²⁵ Anvendelsen af C-TOOL til beregning af mineralisering er en mulig forbedringsmulighed i det kommunale klimaregnskab.

landbrugsarealet - altså overfladisk drænet, næringsrig græs i 2013 Wetlands supplement (IPCC 2014). Disse arealer må formodes at være blevet for dårlige/våde til at anvende til produktion og er derfor overgået til kategorien (3). Enkelte af disse områder kan genfindes i land use datasættet ²⁶, hvor de figurerer som "permanent vådområde" eller "periodisk vådområde" (Levin et al 2014). Disse arealer medregnes ikke i (3). Alle arealer opdeles i henholdsvis lidt kulstofrig jord (6-12% OC) og meget kulstofrig jord (12-100% OC). For hver af de seks resulterende kategorier tildeles en separat (skønnet) emissionsfaktor (NIR 2020: s. 399). Emissionsfaktoren er på er på Tier II niveau.

For at omregne mellem N₂O-N og N₂O ganges med 44/28 – en faktor der er baseret på molekylærvægte.

Indirekte emission fra fordampning af ammoniak og kvælstofoxider

Atmosfærisk emission af lattergas som følge af fordampning af ammoniak (NH₃) og kvælstofoxid (NO_x) afhænger af den mængde handelsgødning og organisk gødning samt gødning fra græssende dyr som udlægges på marken. Derudover fordamper en del af N fra afgrøderesten som ammoniak og kvælstofoxid.

Faktorerne for den andel af N der fordamper fra handelsgødning, organisk gødning og fra afgrøderester er givet i CRF tabel 3.D. Værdierne er FN-standardværdier på Tier I niveau.

For at omregne mellem N og N₂O-N benyttes en standardfaktor på 0,01 som hentes fra FNs retninglinjer (IPCC 2006: Tabel 11.1)

For at omregne mellem N₂O-N og N₂O ganges med 44/28 – en faktor som er baseret på molekylærvægte

Indirekte emission fra udvaskning

Det kommunale klimaregnskab benytter samme metode som det nationale regnskab, som anvender en FN-standardfaktor på Tier I niveau. Hermed forudsættes, at der udvaskes lige meget N fra alle marker. ²⁷

Udvaskningen afhænger af den samlede mængde gødning udlagt på landbrugsjord, som det kommunale klimaregnskab henter fra gødningsregistret.

Andel af N der udvasker er givet i CRF tabel 3D

For at omregne mellem N og N₂O-N benyttes en FN standardfaktor på 0,0046 (IPCC 2006: tabel 11.1)

²⁶ Et nationalt dækkende raster i 25×25 m opløsning hvor hver celle har en værdi, der koder for en arealanvendelse (Levin et al 2014),

²⁷ Der udvaskes ikke lige meget N fra alle marker. N udvaskningen afhænger af afgrødetypen, af evt. efterafgrøder, samt af jordtyper og geologiske forhold.

For at omregne mellem N_2O-N og N_2O ganges med $44/28$ – en faktor som er baseret på molekylærvægte

4.3.4 Bilag 5: CO_2 emission fra kulstofholdig gødning (CRF tabel 3G-I)

Gødsning af jord med kulstofholdige gødningsprodukter medfører et lille udslip af CO_2 . Kulstofholdige gødningsprodukter er kalk, urea og calcium ammonium nitrat²⁸.

I Danmark kalkes der fortrinsvis med kalksten ($CaCO_3$). 0,0002 % af kalkning sker med dolomiterkalk, hvorfor al kalkning i Danmark regnes som kalksten. Kalkning afhænger af jordbund og hvor meget kalk plantearten frafører jorden. Det kommunale regnskab fordeler dog kalkning ligeligt på alle ha landbrugsjord i hhv. Danmark og kommunen.

Oplysning om mængden af kalkning med kalksten hentes fra CRF tabel 3 G-I. Oplysninger vedr. kalk er oprindeligt hentet fra SEGES' salgstatistik og hvad angår gødning i private haver er mængden baseret på ekspertvurdering. Oplysning om mængder af urea og calcium ammonium nitrat er oprindeligt baseret på ekspertvurdering fra landbrugsstyrelsen. Her er data hentet fra CRF tabel 3G-I. Data er på Tier II niveau.

Det kommunale klimaregnskab benytter de samme emissionsfaktorer til beregning af emission af kuldioxid som følge af gødsning med kalkholdige produkter, som fremgår af CRF tabel 3G-I. Beregningen er foretaget på Tier I niveau, hvor der benyttes FN's standardværdier.

Omregning mellem CO_2-C og CO_2 sker ved at gange med brøken $44/12$ – en faktor, som er baseret på molekylærvægte.

4.3.5 Bilag 5: CO_2 lager fra efterafgrøder)

Det nationale klimaregnskab og FN's retningslinjer inkluderer ikke CO_2 lageret som følge af dyrkning af efter og mellemafgrøder under kategorien planteavl. I stedet inkluderes lagereffekten under kategorien arealanvendelse. Jf. CRF tabel 4B. Det samme gælder for C kulstoflageret fra arealer tilplantet med frugttræer og buske, hegn, energipil og elefantgræs.

På baggrund af de publicerede tabeldata er det ikke muligt at skelne et lager fra efter og mellemafgrøder, fra de øvrige lagereffekter.

På baggrund af ønske fra brugerne beregnes her lagereffekten inkluderes et separat bilag, hvor lagereffekten fra efter og mellemafgrøder beregnes. Lagereffekten inkluderes dog ikke i regnskabet for planteavl, da den vil være inkluderet i regnskabet for arealanvendelse – dog hér som uden mulighed for at adskille faktoren fra andre kulstoflagerfaktorer på landbrugsjord.

Til beregningen anvender det kommunale klimaregnskab de samme metode som Klimarådets værktøj til beregning af drivhusgasudledningen fra landbrugsbedrifter (Klimarådet: 2016. s. 22).

Den øgede kulstofbinding er i Klimarådets værktøj den samme den samme uanset jordtype.

²⁸ Lattergasemissionen fra de handelsgødningstyper som også indeholder nitrogen er indregnet i emissionen for handelsgødning.

Kulstofbindingen er på 0,733 ton CO₂e pr ha.^{29 30}

Afbrænding af afgrøder på landbrugsjord (CRF tabel 3F)

Afbrænding af afgrøder på landbrugsjord er forbudt i Danmark, undtagen i forbindelse med frøgræsproduktion og såfremt der er våde eller itugåede halmballer på marken.

Den nationale emission fra afbrænding i forbindelse med frøgræsproduktion er forsvindende lille og med en samlet national emission af CH₄ på 110 tons og af N₂O på 2 tons. Af samme årsag beregnes afbrænding af frøgræs ikke i det kommunale klimaregnskab³¹.

Det nationale klimaregnskab estimerer at 0,1% af den samlede halmproduktion afbrændes på marken. Emissionen fra afbrænding af halmballer opgøres ikke i det nationale klimaregnskab og derfor heller ikke i det kommunale klimaregnskab.

4.4 Regnskab for arealanvendelse og ændringer i arealanvendelse samt anvendelse af høstet træ

Dette afsnit beskriver regnskabsposterne og metodegrundlaget for at beregne arealanvendelse og areallændringer samt emission og lager af drivhusgasser inden for emissionssektoren "Arealanvendelse og ændringer i arealanvendelse".

Arealanvendelse er opdelt i 6 hovedkategorier, nemlig skov (inklusive juletræer dyrket på landbrugsjord), permanent græs, landbrugsjord, vådområder (både permanente og periodiske vådområder), bebygget område og andet areal fordelt på de tre jordtyper: mineralsk, kulstofrig og meget kulstofrig jord. Andet areal er f.eks. klippe og strand.

Der beregnes emission og kulstoflager fra blivende arealanvendelse og omlægning af arealanvendelse, samt effekten ved dræning eller genoversvømmelse af skov, permanent græs, landbrugsareal og vådområder.

I overensstemmelse med retningslinjer i FN's klimaregnskab estimeres også det kulstoflager eller den emission, som er forbundet med forbrug af høstede træprodukter.

4.4.1 Indgangsdata

Oplysninger vedrørende arealanvendelse er baseret på fem rumligt varierende datasæt:

²⁹ I reduktionsfaktoren på 0,733 ton CO₂e pr. ha er inkluderet en øget lattergasemission fra efterafgrøder. Efterafgrøder estimeres at øge udledningen af lattergas på sandjord henholdsvis lerjord med 0,005 og 0,113 ton CO₂e pr. ha. Mellemafgrøder estimeres at øge udledningen af lattergas på sandjord henholdsvis lerjord med 0,05 og 0,024 ton CO₂e pr. ha (Olesen, J.E. et al. : 2013).

³⁰ Adgang til de emissionsfaktorer, som ligger bag implicite kulstoflagerfaktorer er en oplagt udviklingsmulighed for det kommunale klimaregnskab. Det gælder landbrugsjord og andre arealkategorier inden for arealanvendelse.

³¹ Det er muligt at fordele den nationale emission ligeligt på det samlede antal ha i Danmark. Det er muligt at opgøre det samlede ha med frøgræs i Danmark og en kommune via GLR. Aktuelt er frøgræs slået sammen med andre planteavlskategorier, og opdeling vurderes ikke arbejdsindsatsen værd.

1) Arealanvendelse - et nationalt dækkende raster i 25×25 m opløsning for årene 1990, 2005, 2011-2018 hvor hver celle har en værdi, der koder for en arealanvendelse (Levin et al 2014),³²

2) Kulstof - et national dækkende raster i 30,4×30,4 m opløsning hvor hver celle beskriver en kontinuert kulstofprocent i jorden (Adhikari et al., 2013), 3) af skov, permanent græs og landbrugsjord

3) Genoversvømmelse - der beregnes her et raster i 25×25 m opløsning ud fra arealanvendelsen (1). En celle er genoversvømmet, hvis den fra 2005 til 2017 er ændret fra enten skov, landbrug eller permanent græs til vådområde (AU),

4) Tørvegravning - et digitaliseret polygon datasæt der beskriver areal med tørvegravning genereret pba. luftfoto) og

5) Dræn - et raster der dækker landbrugsfladen i 2018 i 30,4×30,4 m opløsning, hvor hver celle beskriver, om et område er drænet eller ej (Møller et al., 2018).

Disse fem geografiske data er alle i relativ høj opløselighed, og det er derfor muligt at nedskalere NIR's nationale arealanvendelsesberegninger til kommunal skala. Dog skal det bemærkes at for dræn, findes der i Danmark kun geografisk information på landbrugsfladen og dele af det permanente græs, som tidligere var landbrugsflade. Disse data kan derfor ikke anvendes til de kommunale beregninger for drænet skov. For landbrugsfladen anvendes derfor det geografiske drænkort (Møller et al., 2018), og til at estimere drænedede områder for skov, benyttes det nationale klimaregnskabs estimerede procentsatser (NIR 2019: 473). En sammenlægning af de fem geografiske lag i ArcGIS + de nationale procentsatser for drænedede skov muliggør arealberegninger inden for hver kommune³³

Til beregning af arealændringer og blivende arealanvendelse sammenlægges kun data 1 og 2 (data om arealanvendelse og kulstofprocent i jorden), som det også er tilfældet i det nationale klimaregnskabs beregninger. Arealændringer er baseret på ændringer fra 1990 til 2017 for skov og 2005 til 2017 for alle andre arealanvendelser. Indgangsdata om arealændringer til de kommunale klimaregnskaber er arealændringsmatricer, udarbejdet i ArcGIS, der beskriver størrelse af arealændringer og blivende arealer (tabel 5). Alle disse informationer er geografisk betinget.

Nedenfor ses en illustration af den arealændringsmatrice, som er anvendt.

³² I hht. FN's retningslinjer skal der, i tilfælde af, at et område kan falde inden for mere end én kategori prioriteres i følgende rækkefølge: 1) bebygget område 2) landbrugsjord 3) skov 4) permanent græs 5) vådområde 6) andet.

³³ Bemærk, at resultatet vil afhænge af, hvordan disse data tolkes og sammenstilles (fx alt efter om der regnes med gennemsnitligt kulstofindhold eller fordelingen af forskellige klasser af kulstofindhold indenfor de anvendte geografiske enheder).

År 2017 \ År 2005	Areal 1	Areal 2	Areal 3	Areal 4	Areal i 2005
Areal 1	Uændret	Arealændring fra areal 1 til areal 2 fra 2005 til 2017	Arealændring fra areal 1 til areal 3 fra 2005 til 2017	Arealændring fra areal 1 til areal 4 fra 2005 til 2017	Sum areal 1
Areal 2	Arealændring fra areal 2 til areal 1 fra 2005 til 2017	Uændret	Arealændring fra areal 2 til areal 3 fra 2005 til 2017	Arealændring fra areal 2 til areal 4 fra 2005 til 2017	Sum areal 2
Areal 3	Arealændring fra areal 3 til areal 1 fra 2005 til 2017	Arealændring fra areal 3 til areal 2 fra 2005 til 2017	Uændret	Arealændring fra areal 3 til areal 4 fra 2005 til 2017	Sum areal 3
Areal 4	Arealændring fra areal 4 til areal 1 fra 2005 til 2017	Arealændring fra areal 4 til areal 2 fra 2005 til 2017	Arealændring fra areal 4 til areal 3 fra 2005 til 2017	Uændret	Sum areal 4
Areal i 2017	Sum areal 1	Sum areal 2	Sum areal 3	Sum areal 4	Totalt areal

Tabel 5. Teoretisk arealændringsmatrice

Estimerede arealanvendelse og arealændringer er udarbejdet af Aarhus Universitet.

Oplysninger vedrørende forbruget af træ stammer fra FAO's statistik, "Forestry Production and Trade" <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>. Det kommunale regnskab anvender tal for det samlede danske forbrug af træ, dvs. inklusive træprodukter, som importeres til Danmark og eksklusive træ som eksporteres. Det nationale danske klimaregnskab anvender derimod tal for den samlede danske produktion af høstet træ.

Begge metoder er tilladt efter FN's retningslinjer. At det kommunale klimaregnskab anvender forbrugsstatistikken skyldes, at det ikke er muligt at skaffe data på kommunalt niveau vedr. både produktion og forbrug af høstet træ (personlig kommunikation, KU IGN). Det er derfor nødvendigt at estimere kommunal brug af træ ud fra indbyggertal, når det gælder papir og ud fra antal m² bygningsarealer, når det gælder savtræ og træpaneler.

Blivende arealer og arealændringer

I henhold til internationale og nationale retningslinjer er en "blivende arealanvendelse" et område som har været tilplantet med skov i over 30 år (i Danmark) eller som har været permanent græs, landbrugsjord, vådområde, bebygget område eller andet i over 20 år.

En "ændring i arealanvendelse" karakteriserer et område, som er etableret med skov inden for de seneste 30 år eller som er etableret med vedvarende græs, dyrket landbrugsjord, vådområde bebygget område eller andet inden for de seneste 20 år.

Danmark har arealmålinger for 1990, 2005, 2011 og frem. Det vil sige, at vi for indgangsåret 2017 ved om et areal har været tilplantet med skov i 27 år, men ikke om skoven er over 30 år gammel. Tilsvarende ved vi, at et areal har været vedvarende græs, afgrøder, vådområder, bebygget område i 12 år, men ikke om arealet har været det samme i 20 år.

Danmarks nationale klimaregnskab regnskab kompenserer for de manglende oplysninger ved procentvise fordelinger. F.eks. at 85% af den skov som stod i 1990 er over 30 år gammel og 15%

Negative CO₂ ækvivalenter viser fortrængning af drivhusgas og positive CO₂ ækvivalenter viser emission af drivhusgas.

Ved at ændre antallet af ha i venstre side af regnskabet kan effekten af f.eks. øget skovrejsning på tidligere (blivende) landbrugsjord eller omlægning af organisk landbrugsjord til vådområde beregnes ³⁵.

Hvert delafsnit i dette kapitel refererer til et bilag. Bilag er nummereret med de fortløgende bilagsnumre 6-11. Derudover henvises for hvert delafsnit til nummeret på den CRF tabel (Common Reporting format) i det Nationale klimaregnskab, som viser tilsvarende beregning for Danmark.

4.4.3 Bilag 6: Kulstoflager i skov (CRF tabel 4A)

Skov defineres som et område med træer, som er større end 0,5 ha og minimum 20 meter bredt. Træerne skal *på stedet* kunne nå en højde på mindst 5 meter med et kronedække på minimum 10%.

Det bemærkes, at landbrugsarealer tilplantet med juletræer også kategoriseres som skov, når de i øvrigt lever op til ovenstående definition. Dette er i overensstemmelse med det nationale danske regnskab for drivhusgasser.

Emissionsfaktorer

Det kommunale klimaregnskab anvender de emissionsfaktorer, som bliver angivet i Danmarks nationale klimaregnskabs CRF tabel 4A. Emissionsfaktorerne er opgjort på Tier II niveau ud fra stock change metoden, hvor forskellen i målt kulstofindhold på samlede arealer til Tid₁ og Tid₂ omegnes til en årlig opbygning eller et årligt tab ved at dividere med 30 (år). Et referenceniveau for det uberørte areal indgår også i beregningen.

Lager og emission af drivhusgasser afhænger af:

- Mængden af levende biomasse over og under jord
- Mængden af død biomasse
- Tykkelsen af skovbund
- Kulstofindholdet i jordbunden

Lager og emission afhænger af, om skoven er produktionsskov eller naturskov. Indtil videre bliver al skov i Danmark beregnet som produktionsskov. Derudover afhænger lager og emission af, hvilke træarter skoven er karakteriseret ved (f.eks. nåleskov, løvskov og blandet skov), af tilvæksten herunder som følge af klimatiske forhold (f.eks. temperatur, nedbør), dyrkningsforhold (f.eks. høst, ompløjningsdyber), inputtet af organisk materiale til jorden, og forstyrrelser i form

³⁵ Dog, skal det bemærkes at det kommunale klimaregnskab benytter de samme faktorer som det nationale regnskab. Effektberegninger foretaget efter denne metode, vil derfor f.eks. vise resultat for en dansk gennemsnitsskov. Skovtyper varierer meget lokalt. Det kan derfor være en fordel at anvende en tabel over kulstofindhold for den skovtype som er dominerende i kommunen (f.eks. Kvist Johansen et al, 2019).

af sygdomsangreb eller brand, mv. Der tages højde for alle disse forhold i den nationale beregning af emissionsfaktorer og emissionsfaktorerne vil derfor variere fra år til år.³⁶ (Johannsen, V.K. et al., (2019)

Omregning fra kulstof til CO₂-ækvivalenter

44 ton CO₂ indeholder 12 ton kulstof. Omregningen fra kulstof til ton CO₂ til ton kulstof sker altså ved at gange med brøken 44/12 .

4.4.4 Bilag 7: Kulstoflager i landbrugsjord, permanent græs, vådområder og bebygget område (CRF tabel 4B-E)

Landbrugsjord er arealer tilplantet med enårige landbrugsafgrøder og flerårige vedafgrøder som f.eks. bærbuske, frugttræer, pil og elefantgræs. Landbrugsjord rummer også hegn og småbiotoper, der falder uden for definitionen på skov, samt bræmmer og vej, der falder uden for definitionen på bebyggelse.

Permanent græs er defineret som hedearealer og buskbevoksede arealer samt marginaljorder i landbruget.

Vådområder er defineret som naturligt forekommende søer og åer (fuldt vanddække), kær og moser, drænet tørvegravningsjord, samt genetablerede vådområder/genoversvømmede arealer og nyetablerede søer.

Bebygget er areal med bygninger, infrastruktur, veje, samt kirkegårde og sportsfaciliteter.

Der regnes ikke lager og emission for såkaldt "Andet areal" i Danmark. Andet areal er f.eks. sten og klippegrund, samt sand og klitter.

Emissionsfaktorer

Det kommunale klimaregnskab anvender de emissionsfaktorer, som bliver angivet i Danmarks nationale klimaregnskabs CRF tabel 4B-E.

Lager og emission af drivhusgasser afhænger generelt af af:

- Mængden af levende biomasse over og under jord
- Mængden af død biomasse
- Kulstofindholdet i jordbunden

Landbrugsjord

For landbrugsjord, som vedbliver at være landbrugsjord, sker der ingen ændring i den levende biomasse på arealer med enårige afgrøder. Kulstofindholdet i biomassen gives hér en standardværdi tilsvarende kulstofindhold i vårbyg. Ved omlægning af et blivende landbrugsareal med

³⁶ Institut for Geovidenskab og Naturressourcer ved Københavns Universitet har i 2019 publiceret rapporter "Kulstofeffekter ved skovrejsning" og "klimaeffekter ved urørt skov og anden biodiversitets-skov". Af disse rapporter fremgår tabeller med forskellig kulstoflagring for forskellige træarter og produktionstyper. Det er desværre ikke muligt at inkludere denne viden det kommunale klimaregnskabs beregning af kulstoflager, da eksisterende arealdatabaser ikke kan skelne mellem typer af skov og træarter på et tilstrækkeligt nøjagtigt niveau. Såfremt det fremtidigt bliver muligt at opnå retvisende arealdata, skal emissionsfaktorerne genberegnes for de respektive skovtyper og træarter.

enårige afgrøder til anden arealanvendelse sker et tilsvarende tab i kulstofindhold i levende biomasse. For flereårige vedafgrøder regnes en gennemsnitsværdi for typen af afgrøde jf. det nationale regnskab (NIR) tabel 6.13 side 449. Det samlede landbrugsareal med vedagtige afgrøder i Danmark udgør i 2017 0,07% det totale areal i Danmark. På grund af det lille samlede areal med vedafgrøder i Danmark er det kommunale areal med de forskellige typer vedafgrøder ikke opgjort separat i det kommunale klimaregnskab. Beregning af kulstofindhold i hegn afventer udvikling af en ny national hegnsmodel. Samlet sker beregningen på et Tier II niveau.

Der sker ingen beregning af død biomasse for ovennævnte biomassetyper på landbrugsjord.

Kulstofændringer i mineralsk jord beregnes med modelleringsværktøjet C-TOOL, som er udarbejdet af Aarhus Universitet. Måling sker på Tier III niveau. Kulstofændring i organisk jord 6-100% OM (organisk materiale) er beregnet ud fra danske forskningsresultater. Kulstofændring i organisk jord 6-12% fastsættes som 50% af kulstofændring af jord med 12-100% OM. Beregningen sker på Tier II niveau.

Permanent græs

For permanent græs som vedbliver at være permanent græs beregnes ingen ændring i kulstofindholdet i levende biomasse. Der er ingen død biomasse på arealer med permanent græs og derfor heller ingen kulstofbinding i død biomasse. Ved omlægning af et permanent græsareal beregnes en ændring i levende biomasse med nationale emissionfaktorer på Tier II niveau. Opbygning af kulstof i mineralsk jord for permanent græs som ejes af landbruget opgøres under landbrugsareal, og angives som ikke estimeret (IE) under arealet med permanent græs. For græsarealer som ikke er ejet af landbruget beregnes ikke kulstofopbygning i mineralsk jord. Der er fastsat en national emissionsfaktor for organisk jord for permanente græsarealer. Opgørelsen er på Tier II niveau

Vådområde

Der er ingen ændring i kulstoflageret for levende og død biomasse for vådområde som vedbliver at være vådområde. Kun for tørvegravningsjord er beregnet en ændring i jordens indhold af kulstof ud fra den mængde tørv som fjernes fra jorden. Der beregnes CH₄ og N₂O emissioner fra tørvegravningsjord.

Der beregnes ændring i kulstof for levende biomasse for vådområder, der er etableret siden 2012 og til 2017 (Landbrugstyrelsen 2019). Her beregnes en kulstofopbygning på 4000 kg tørstof pr ha levende biomasse over jord og 1200 kg tørstof pr. ha levende biomasse under jord. Når skov omlægges til vådområde beregnes et øjeblikligt tab af død biomasse på 100%, Der konverteres ved at beregne 0,5 kg C pr. kg tørstof. Der beregnes ingen kulstofændring i jorden ved omlægning til vådområde.

Bebygget areal

Der sker ingen ændringer kulstoflageret i levende biomasse, død biomasse eller jordbunden i bebygget areal som vedbliver at være bebygget areal. Ved omlægning til bebygget areal sker en opbygning i kulstofpuljen på levende biomasse over jord på 2200 kg tørstof pr ha og i levende biomasse under jord på 2200 kg tørstof pr ha. Jordens indhold af kulstof er på 96,7 tons C pr ha som opbygges over 100 år.

Omregning fra kulstof til CO₂-ækvivalenter

44 ton CO₂ indholder 12 ton kulstof. Omregningen fra kulstof til ton CO₂ sker altså ved at gange med brøken 44/12

4.4.5 Bilag 8: Emission fra drænet og genoversvømmet areal (CRF tabel 4II)

Der beregnes emissioner fra dræning af skov, landbrugsjord, permanent græs, samt fra vådområdekategorierne tørvegravningsjord og delvis vanddækket vådområde.

Det kommunale klimaregnskab anvender de samme emissionsfaktorer, som bliver angivet i Danmarks nationale klimaregnskabs CRF tabel 4II.

Skov

Der benyttes en FN standardværdi til at beregne N₂O emission fra drænet organisk skovjord og N₂O emission fra genoversvømmet skovareal sættes til 0. Beregningen sker på Tier I niveau. CH₄ emissionfaktorerne for drænet organisk skovjord er IPCC standardværdier på Tier I niveau. (Jf. tabel 6.10 i det nationale klimaregnskab (NIR 2019)). Emission fra genoversvømmet organisk skov jord er ikke estimeret. Der sker ikke ikke CH₄ emission fra genoversvømmet mineralsk skovjord.

Landbrugsjord og permanent græs

N₂O emissioner fra landbrugsareal og permanent græs beregnes under regnskabet for planteavl. Der benyttes én FN standardværdi til at beregne CH₄ emission fra genoversvømmet organisk landbrugsareal med organisk indhold på 12-100% OM og en anden FN standardværdi til bergne emission fra genoversvømmet organisk permanent græsareal. For jord med organisk indhold på 6-12% halveres emissionsfaktorerne.

Vådområde

Faktorerne til beregning af N₂O og CH₄ emission fra tørvegravningsjord er FN standardværdier på Tier I niveau. De fremgår af tabel 6.10 i det nationale klimaregnskab (NIR 2019).

4.4.6 Bilag 9: Direkte emission af N₂O som følge af mineralisering og opbygning eller tab af organisk materiale (CRF tabel 4 IV)

Nitrogenindholdet (N) i jorden kan beregnes ud fra indholdet af kulstof (C) via en C:N ratio.

En FN standardværdi på 1% af jordens nitrogenindhold emitteres som N₂O i forbindelse med omlægning fra et areal til et andet. Tier I niveau. Dog emitterer der kun lattergas når der omlægges til et areal med mindre kulstofindhold end det foregående areal.

Det kommunale klimaregnskab benytter de samme emissionsfaktorer til beregning af emission af lattergas, som følge af mineralisering i jorden, som fremgår af CRF tabel 4IV. Beregningen sker dermed på Tier II niveau, hvor der benyttes nationale værdier for kulstofindholdet i jorden i de forskellige arealtyper. Den nationale beregning tager afsæt i ligning nr. 11.8 i IPCC 2019 (2006) bd. 4. kap. 11 side 11.20.

Vedrørende direkte lattergasudslip bemærkes, at al gødsning af landbrugsjord inklusive gødskning af juletræer opgøres i regnskabet for i landbrug og *ikke* i regnskabet for arealanvendelse og ændret arealanvendelse. Dette tilsvare metoden i det nationale klimaregnskab.

4.4.7 Bilag 10: Emission fra afbrændning af biomasse (CRF tabel 4V)

Naturbrande forekommer sjældent i Danmark pga. det fugtige klima. Normalt brænder mellem 0 og 10 ha pr. år.

Oplysninger om kontrolleret afbrænding af hedeareal indhentes årligt fra Naturstyrelsen, som opgør hedeafbrænding inden for statskovsdistrikter. Der kan være andre hedearealer som afbrændes inden for kommunegrænsen end de, som ejes af staten. En kommune skal godkende al hedeafbrænding inden for kommunegrænsen. Hvis en kommune derfor har bedre oplysninger om arealer, hvor der foretages hedeafbrænding, kan kommunen indtaste disse tal for det relevante år.

Der anvendes en FN standard faktorer på Tier 1 niveau til at beregne emission fra kontrolleret afbrænding.

4.4.8 Bilag 11 Kulstoflager/emission fra brug af træprodukter CRF tabel 4G)

FN's Klimaregnskab tillader forskellige metoder til at beregne kulstoflager eller emission fra den pulje af høstede træprodukter, som er i brug i et enkelt år. I overensstemmelse med FN's retningslinjer vælger et land eller en kommune, om lageret skal beregnes ud fra den mængde halvfabrikerede træprodukter der *produceres* inden for lande- / kommunegrænsen eller den mængde der *forbruges* inden for lande-/ kommunegrænsen.

Det nationale danske klimaregnskab estimerer kulstoflageret i eller emissionen fra høstede træprodukter ud fra dansk produktion af de halvfabrikerede træprodukter, savtræ, træpaneler og papirvarer og pap. Denne metode er ikke mulig af anvende på kommunalt niveau. Det skyldes mangel på data for produktion på kommunalt niveau, samt at produktion er meget forskellig fra skov til skov. Antal ha skov inden for kommunegrænsen kan ikke benyttes som nøgle til fordeling af den nationale produktion af høstede træprodukter.

Derfor benytter det kommunale klimaregnskab FN's metode til at estimere kulstoflager ud fra det nationale forbrug af savtræ, træpaneler og papirvarer og pap.

Forbruget af savtræ og træpaneler fordeles efter det totale antal kvadrater i kommunens bygningsbestand i forhold til det totale antal kvadratmeter i den nationale bygningsbestand. Det sker ud fra en forudsætning om at forbruget er nogenlunde ligeligt fordelt pr. m² bygningsareal³⁷.

Forbruget af papirvarer og pap fordeles efter antal indbyggere i kommunen i forhold til det totale antal indbyggere i Danmark. Det sker ud fra en forudsætning om, at forbruget fordeler sig nogenlunde ligeligt pr. indbygger i Danmark.

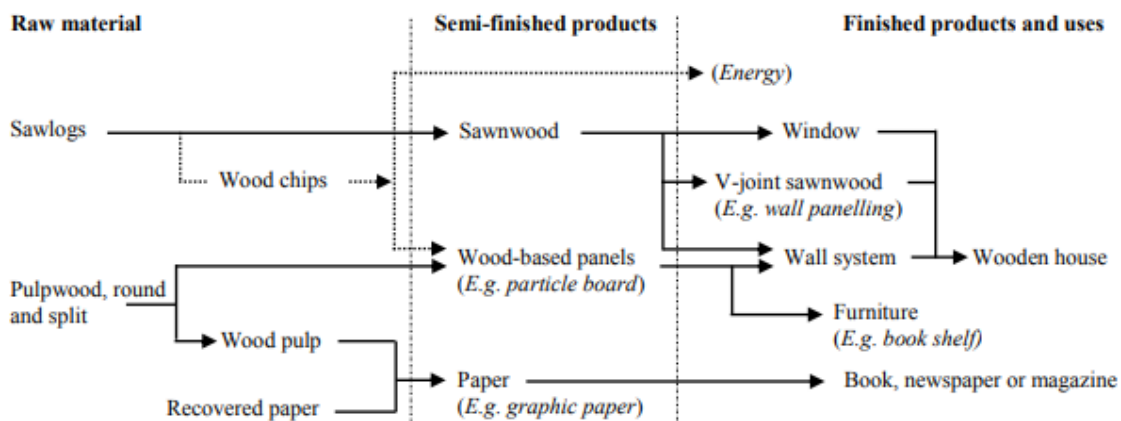
Det kommunale estimat for kulstoflager eller emission fra høstede træprodukter er således beregnet på Tier 1 niveau. Pga. opgørelsesmetoden kan en kommune ikke måle en øget kulstofopbygning ved anvendelsen af træ i den kommunale bygningsmasse. Kun en generel national indsats vil være målbar på kommunalt niveau.

Beregning af puljen af høstede træprodukter

Høstede træprodukter bliver i henhold til FN's retningslinjer opdelt i 3 halvfabrikerede produkt-kategorier, nemlig savtræ, træpaneler samt papir og pap. Nedenstående figur viser hvordan disse produktkategorier indgår i værdikæden for træprodukter.

³⁷ Bygningsbestandens areal er indtil videre anslået at være den bedst tilgængelige fordelingsnøgle, men her kan være et område for videreudvikling af det kommunale klimaregnskab. Information om bygningsbestandens areal hentes fra <https://www.statistikbanken.dk/BYGB34>

Figure 12.3 Examples of different processing stages of wood products along the process and value chain



Figur 7. Værdikæden for træprodukter. Kilde: figur 12.13 i IPCC 2006, bind 4,

Størrelsen af det årlige kulstofindhold og årlig nettoændring i puljen af høstede træprodukter, som er i brug, estimeres ud fra det årlige inflow af træprodukter til puljen samt det årlige outflow.

Et inflow beregnes som summen af dansk produktion og import fratrukket eksport af dansk produceret træ. (jf. formel 12.6 IPCC 2019 kap. 4)

Et outflow beregnes ud fra FN's default halveringstid for de 3 produktkategorier savtræ, træpaneler samt pap og papir. Default halveringstiden er et estimat for det antal år, det tager for halvdelen af et træprodukt af en bestemt type at ryge ud af puljen – dvs. ophøre med at være i brug. (Jf. formel 12.2. i IPCC 2019 kap.4.) Halveringstiden for savtræ er 35 år, for træpaneler er den 25 år og for papir og pap er halveringstiden 2 år inklusiv genanvendelse.

For at kunne estimere kulstofpuljen i træprodukter et givet år og ændringer mellem årene, er det nødvendigt at kende den historiske brug af træprodukter. Der vil sige, at det historiske inflow og outflow fra puljen skal inkluderes i beregningen. Her anvender det kommunale regnskab (ligesom det nationale danske klimaregnskab) en forudsætning om, at kulstofpuljen var på et stabilt stadie i 1990. Dette stabile stadie beregnes ud fra FN's retningslinjer. (Jf. formel 12.4. I IPCC 2019 kap. 4)

Beregning af kulstoflager og CO₂e i puljen af høstede træprodukter

Kulstofindholdet i høstede træprodukter beregnes ud fra tørstofindhold pr m³ og kulstofindholdet i hver af de tre produktkategorier savtræ, træpaneler samt papir og pap. Kulstofkonverteringsfaktoren er givet i tabel 12.1 (IPCC 2019 kap 4)

Det kommunale klimaregnskab anvender FN's default værdier til at beregne kulstofindhold i kulstofpuljen (Det nationale danske klimaregnskab anvender nationale værdier, men for dansk produceret træ)

Det samlede CO₂ lager i høstede træprodukter beregnes som summen af kulstofindhold i de 3 produktkategorier gange med CO₂ -konverteringsfaktoren – 44/12 (Jf. formel 12.1. IPCC 2019 kap 4)

5 Regnskab for affald og spildevand

Dette kapitel beskriver metoderne og regnskabposterne til at beregne emission af drivhusgasser for sektoren affald, spildevand.

Sektoren er opdelt i følgende emissionskategorier: Bortskaffelse af fast affald, biologisk behandling af fast affald, forbrænding og åben forbrænding af affald, spildevandsrensning og udledning, samt tilfældige brande.

I Danmark er affalds og spildevandsproduktion en begrænset kilde til udledning af drivhusgas. Som helhed bidrager sektoren i ca 2% af den samlede nationale udledning af drivhusgasser. Sektorens samlede udledning af drivhusgas er faldet med knap 40% i perioden 1990 til 2017, primært som følge af en 60% reduktion i udledning fra deponier. Som følge af tidligere vedtaget forbud vil emission fra deponi fortsætte med at falde fremadrettet.

Til at opgøre emissioner fra affalds- og spildevandssektoren, anvender det kommunale klimaregnskab data fra det nationale klimaregnskab (NIR) og fordeler den samlede nationale emission relativt pr indbygger i kommunen.

Der er et regnskab knyttet til ”affald, spildevand og tilfældige brande som vist i nedenstående figur.

antal)					aktivitet		ton			
Tilfældige brande	Spildevand	Forbrænding af affald	Biologisk behandling af fast affald	Bortskaffelse af fast affald			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ -e total
Affald:										
				521	Håndterede bortskaffelsessteder			15		385
				0	Uhåndterede bortskaffelsessteder			0		0
				NO	Ukategoriserede bortskaffelsessteder					0
			NO ¹⁾		Kompostering			3	0	127
			NO ¹⁾		Anaerob omsætning på biogasanlæg			5		134
		3			Affaldsforbrænding		1	0	0	1
		7			Åben forbrænding af affald		1	0	0	3
Spildevand:										
	NO ¹⁾				Husholdningsspildevand			1	0	73
	NO ¹⁾				Industrielt spildevand				0	5
	NO ¹⁾				Andet					0
Tilfældige brande:										
5					Utlisgtede bygningsbrande		6	0		7
2					Utlisgtede bilbrande		4	0		4
7	0	11	0	521	Total		12	25	0	740

1) Mængder er ikke tilgængelige

Figur 8. Regnskab for Affald og spildevand

Regnskabets ventre side viser de hovedkategorier, som affalds og spildevandssektoren rapporteres i. Den midterste grønne kolonne viser den aktivitet, som inden for en hovedkategori bevirker udledning af drivhusgas. Højre side i regnskabet viser udledningen af forskellige drivhusgasser i tons.

Hovedkategorien, ’bortskaffelse af fast affald’ omfatter CH₄-emission fra fast affald deponeret på deponeringsanlæg og er en af de primære kilder til affaldssektorens samlede emission af CO₂-ækvivalenter.

Hovedkategorien, 'Biologisk behandling af fast affald', består af aktiviteten 'kompostering' og aktiviteten 'anaerob omsætning på biogasanlæg'. Kompostering inkluderer CH₄- og N₂O-emissioner fra kompostering af have- og parkaffald, organisk affald fra husholdninger, slam og hjemmekompostering af have- og vegetabilsk madaffald. Aneorob omsætning på biogasanlæg vedrører det utilsigtede metanudslip og flaring fra biogasanlæg.

Hovedkategorien, 'Forbrænding og åben forbrænding af affald', omhandler emissioner der primært er inkluderet i energisektoren, da al forbrænding af kommunalt, industrielt, medicinsk og farligt affald mv. i Danmark foregår med energiudnyttelse. Emissioner fra forbrænding af affald på forbrændingsanlæg rapporteres i energisektoren. Forbrænding af affald inkluderer desuden CH₄- og N₂O-emissioner fra kremering af mennesker og dyr.

Hovedkategorien 'Spildevandsrensning og – udledning' omhandler emission fra behandling og udledning af spildevand. Flere større rensningsanlæg er energiproducerende og emissionerne herfra indgår i energisektoren. Emissioner fra afbrænding af tørret slam indgår ligeledes i energisektorens, mens emissioner fra spredning af slam på marker indgår i landbrugssektorens under planteavl.

Hovedkategorien, 'andet', omfatter CO₂-, CH₄- og N₂O-emissioner fra utilsigtede byggebrænde og utilsigtede køretøjer.

5.1 Affald

Det kommunale klimaregnskab for affald er baseret på det nationale regnskab for emission af drivhusgasser, der er baseret på nationale databaser, som administreres af Miljøstyrelsen under Miljø- og Fødevareministeriet.

I 2010 implementerede Miljøstyrelsen et nyt affaldsdatasystem (ADS) for at indsamle data og udarbejde affaldsstatistikker. Dette affaldsrapporteringssystem indeholder statistik over affaldsmængder i henhold til affaldsproducenten og mængden af affald efter behandlingstype, f.eks. deponering. Statistikken henviser til modtageren, dvs. modtagere af produceret affald (affaldsindsamlingsfirmaer, og modtagere af affald til behandling).

I det nationale regnskab er der fortsat usikkerhed med hensyn til de indberettede data. Usikkerheden med hensyn til affaldsdata i ADS bliver endnu større, når disse betragtes for de enkelte kommuner.

I det kommunale klimaregnskab er det derfor valgt, at anvende de foreliggende nationale data, der fordeles forholdsmæssigt på kommuneniveau i forhold til indbyggertal. Der tages således

ikke hensyn til affaldets oprindelse og og heller ikke til karakteristika for affaldsbehandling, affaldets sammensætning, anlægsspecifikke forhold, mv., på de områder, hvor den enkelte kommune måtte være anderledes end landet som helhed. Data er på Tier I niveau ³⁸

5.1.1 Bilag 12: Bortskaffelse, biologisk behandling og forbrænding af affald (CRF-tabel 5.A, 5.B og 5.C)

De emissioner der vedrører affald, som anvendes til energiformål, indgår i energiregnskabet for den kommune, hvor affaldshandlingen og udnyttelse af energien foregår.

Bortskaffelse af fast affald (CRF-tabel 5.A)

Den vigtigste aktivitet i sektoren er bortskaffelse af fast affald på land med CH₄-emissioner, der bidrager med godt 50% af den samlede sektors drivhusgasemission. CH₄-emissionen fra bortskaffelse af fast affald er siden 1990 faldet godt 60%, som følge af forbud mod deponering af organisk affald og et samlet fald i deponering af affald på grund af, at affald i stigende grad er blevet genanvendt eller anvendt til kraft- og varmeproduktion.

CH₄-emission fra deponering af affald hidrører fra anaerob nedbrydning af kulstof i det deponerede materiale, der sker over tid. I beregningen af den årlige emission indgår både tidligere års deponerede affald og samme års deponerede affald. Gradvis afgang fra deponier vil fortsætte i årene frem og nærme sig 0 i år 2050.

Emission fra danske deponier af fast affald beregnes i henhold til ligning 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4, 7.2.5, 7.2.6, 7.2.7, 7.2.8 og 7.2.9 i Danmarks nationale klimaregnskab , Kapitel 7.2 (NIR 2019).

Der kan desuden henvises til Anneks 3F Affald (DCE 2019):

- Tabel 3F-1.1 Emissioner fra affaldssektoren, CO₂-ækvivalenter.
- Tabel 3F-2.1 Alt nationalt produceret affald kategoriseret efter håndteringsmetode indsamlet til ISAG-databasen 1994-2009 og det nye affaldsrapporteringssystem for 2010-2016
- Tabel 3F-2.2 Årlige mængder deponeret affald, brutto metanemission, indvundet metan til biogasproduktion, oxideret metan i det øverste lag og resulterende nettoudledning for danske affaldsdepoter.
- Tabel 3F-2.3 Årlige mængder deponeret inert³⁹ og nedbrydeligt affald tildelt i henhold til 18 identificerede affaldstyper, der er karakteriseret i henhold til deres DOCi⁴⁰ og nedbrydningshastighed kvantificeret med deres halveringstid, t_{1/2}.
- Tabel 3F-2.4 Europæiske affaldskoder tildelt i henhold til 18 karakteriserede affaldstyper.
- Tabel 3F-2.5 Fraktioneret distribution af affaldstyper i hele tidsserierne 1990-2017.

³⁸ Ved forbedring af datakvalitet i ADS kan det overvejes at disaggregere data på kommunalt niveau.

³⁹ Affald, der ikke undergår nævneværdige fysiske, kemiske, eller biologiske forvandlinger

⁴⁰ Indhold af nedbrydeligt organisk kulstof.

Biologisk behandling af fast affald (CRF-tabel 5.B)

Biologisk behandling af fast affald er den næststørste bidragyder til affaldssektorens samlede drivhusgasemission i 2017.

Den biologisk behandling af fast affald bidrog nationalt til den samlede affaldssektors udledning af CO₂-ækvivalenter med 36 % i 2017. CH₄-emissioner fra biologisk behandling af fast affald svarede til 28 %, mens N₂O-emissionerne bidrog med 8 % af den samlede drivhusgasemission fra affaldssektoren.

Emissionerne fra biologisk behandling af fast affald er i perioden 1990 til 2017 steget med 689 % for CH₄ og 607 % for N₂O, som følge af en stigning i antallet af biogasanlæg og mængden af bioaffald, der er kompostet i Danmark. Grunden til at emissioner fra kompostering og biogasproduktion er steget siden 1990, er således en stigning i mængden af affald, der komposteres og omsættes anaerobt. Udledningen forventes fortsat at stige på grund af øget produktion af biogas. Biogasbranchen har dog sat et mål om et metan udslip på max 1% af den samlede biogasproduktion fra et biogasanlæg. Aktuelt er der variation i det utilsigtede metanudslip fra danske anlæg.

Opgørelse af emissioner fra biologisk behandling af fast affald fremgår af Denmark's National Inventory Report 2019, Kapitel 7.3, herunder opgørelse af emissioner fra kompostering, Kapitel 7.3.1 og emission fra biogasanlæg, Kapitel 7.3.2.

Der kan desuden henvises til Anneks 3F Affald DCE 2019):

- Tabel 3F-3.1 Nationale emissioner fra kompostering - 1990 til 2017.
- Tabel 3F-3.2 Aktivitetsdata for kompostering af affald.
- Tabel 3F-3.3 Aktivitetsdata og metanemissioner fra anaerob omsætning på gødningsbaserede biogasanlæg.

Forbrænding og åben forbrænding af affald (CRF-tabel 5.C)

Da hovedparten af det affald, såvel kommunalt, industrielt og farligt affald, der indgår i 'Forbrænding og åben forbrænding af affald' anvendes i kraft- og varmeproduktion, indgår emissioner herfra i energisektoren.

Emissioner fra forbrænding og åben forbrænding af affald består ud over emissioner fra kommunalt, industrielt og farligt affald også af emissioner fra kremering af mennesker og dyr. Opgørelse af emissioner fra kategorien forbrænding og åben forbrænding af affald fremgår af Denmark's National Inventory Report 2019, Kapitel 7.4.

Der kan desuden henvises til Anneks 3F Affald (DCE 2019):

- Tabel 3F-4.1 Samlet emission af drivhusgasser fra kremering af mennesker og dyr.
- Tabel 3F-4.2 Aktivitetsdata for kremering af mennesker.
- Tabel 3F-4.3 Aktivitetsdata for kremering af kæledyr, (direkte kontakt med alle danske krematorier til kæledyr).

5.2 Spildevand

Det kommunale klimaregnskab for spildevand er baseret på det nationale drivhusgasregnskab, der er baseret på nationale databaser, som administreres af Naturstyrelsen under Miljø- og Fødevareministeriet.

Fra 2007 overtog kommunerne myndighedsrollen for kommunale renseanlæg og dermed dataansvaret for en række spildevandsdata, fastlagt i dataansvarsaftalen mellem KL, regionerne og Miljøministeriet. Data afrapporteres af kommunerne selv (www.miljøportalen.dk).

Det nationale regnskab for drivhusgasser fra behandling og udledning af spildevand, der fremgår af det nationale klimaregnskab (NIR 2019), kapitel 7.5, omhandler CH₄ og N₂O fra spildevandsbehandlingsprocesser og fra udløbsspildevand. CH₄-emission fra spildevandsbehandling kommer fra anaerobe behandlingsprocesser på de kommunale renseanlæg, mens N₂O kommer fra anaerobe såvel som aerobe behandlingsprocesser, hvorfor de i opgørelserne er inkluderet et mindre bidrag fra udløbsspildevandet.

Spildevandsbehandling bidrog i 2017 med 10,4 % af den samlede affaldssectors udledning af CO₂-ækvivalenter. CH₄-emissionerne fra spildevandshåndtering er i perioden fra 1990 til 2017 steget med 102,7 %, mens N₂O-emissionen er faldet med 41,2 %. Samlet er emissionerne fra spildevand reduceret med 19% i perioden 1990-2017.

I det kommunale klimaregnskab anvendes Tier 1-niveau i forbindelse med opgørelse af emissioner for spildevand, hvor de nationale emissionsdata for spildevand fordeles på kommuneniveau i forhold til indbyggertallet i den pågældende kommune.

Baggrund herfor er, at behandling og udledning af spildevand for det første i flere tilfælde ikke følger kommunegrænserne og for det andet at udledningen af CO₂-ækvivalenter fra spildevandsbehandling kun udgør omkring 10 % af den samlede affaldssectors udledning af CO₂-ækvivalenter, der som tidligere nævnt for 2017 kun udgør 2,3 % af det nationale regnskab for drivhusgasser.

Tier 1-metoden tager ikke hensyn til spildevandets oprindelse, karakteristika, anlægsspecifikke behandlingsprocesser og ulige fordeling i industriers type samt bidrag til de kommunale renseanlæg. De nationale emissioner indeholder bidrag fra ferskvands- og saltvandsdambrug, spredt bebyggelse, regnvandsbetingede udløb og særskilt industri. På Tier 1-niveau tages der ikke hensyn til den geografiske ujævne fordeling af kilder i opgørelse af CH₄- og N₂O-emissioner på kommuneniveau, idet den nationale emission udelukkende fordeles efter antal indbyggere i kommunen.

De emissioner der vedrører spildevand, som anvendes til energiformål, indgår i energiregnskabet for den kommune, hvor spildevandsbehandlingen og udnyttelse af energien foregår.

5.2.1 Bilag 13: Behandling og udledning af spildevand (CRF-tabel 5.D)

Data vedrørende spildevandsbehandling, herunder f.eks. data for N, P, biologisk iltbehov (BOD) og kemisk iltbehov (COD) indsamles af Miljøstyrelsen for alle punktkilder i forbindelse med det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA).⁴¹

Den del af befolkningen, som ikke er tilsluttet det kommunale kloaksystem, har typisk septiktanke, hvoraf mange bliver tømt en gang om året. Det indsamlede slam herfra bringes til det kommunale rensningsanlæg og indgår i regnskab herfor.

Eventuelle bidrag til CH₄-emission fra anaerob forbehandling af industrispildevand, forud for tilledning til det kommunale kloaksystem, er ikke medtaget i den nationale opgørelse.

Data om energiproduktion fra spildevandsrensningsanlæg med anaerob slambehandling rapporteres i energistatistikken. Data herfor modtages fra Energistyrelsen og fremgår af tabel 7.5.1 og bilag 3F, tabel 3F-5.1. Disse data inkluderer ikke oplysninger om udluftning eller flaring, hvilke dog er inkluderet i de rapporterede bruttoproduktionsdata

Opgørelse af CH₄-emission fra rensningsanlæg beregnes i henhold til ligning 7.5.1, 7.5.2, 7.5.3 og 7.5.4, mens N₂O-emissioner beregnes i henhold til ligning 7.5.6, 7.5.7 og 7.5.8 i Denmark's National Inventory Report 2019, Kapitel 7.5.

Der kan desuden henvises til Anneks 3F Affald (DCE 2019):

- Tabel 3F-5.1 Produceret, nyttiggjort og udledt CH₄ fra spildevandsrensning, 1990-2017.
- Tabel 3F-5.2 N₂O emissioner fra spildevand, 1990-2017.
- Tabel 3F-5.3 Tidsserier for bidrag fra industrielt spildevand til det indstrømmende TOW på danske spildevandsrensningsanlæg, befolkningsantal, målte BOD- og COD-data og resulterende COD/BOD-forhold, 1990-2017.
- Tabel 3F-5.4 Kvælstofindhold i det indstrømmende spildevand.

5.3 Tilfældige brande

Tilfældige brande, der er en underkategori til CRF kategori 5.E, Andet, omfatter tilfældige brande i bygninger og biler.

5.3.1 Bilag 14: Tilfældige brande (CRF tabel 5.E)

Det nationale regnskab for drivhusgasser fra tilfældige brande fremgår af NIR 2019, kapitel 7.6. Emissionerne i form af CH₄, N₂O og CO₂ fremgår af tabel 7.6.1. Herudover kan henvises til Anneks 3F Affald DCE 2019) tabel 3F-6.1-3F-6.8.

⁴¹ Hvis brugere af det kommunale klimaregnskab fremadrettet ønsker spildevandsudledningen opdelt på kommunalt niveau kan det derfor principielt lade sig gøre.

6 Industrielle processer og industriel produktanvendelse

Dette kapitel beskriver metoderne og regnskabposterne til at beregne emission af drivhusgasser for emissionssektoren ”Industrielle processer og industriel produktanvendelse.

Sektoren er opdelt i følgende emissionskategorier: mineralsk industri, kemisk industri, metalindustri, ikke energirelateret brug af brændstof og opløsningsmidler, elektronikindustri, produktanvendelser som erstatning for ozonlagnedbrydende stoffer, samt anden produktfremstilling og anvendelse.

På nationalt niveau udgør emissionssektoren ac 3% af den samlede emission af drivhusgas. Størsteparten af emissionerne i sektoren kommer fra mineralsk industri, nemlig 66%. Inden for mineralsk industri er cementproduktion langt den største emissionskilde med over 80% i alle årene fra 1990- 2017. 20% af sektorens samlede emssion kommer i 2017 fra produktanvendelser som erstatning for ozonlagnedbrydende stoffer. 9% af sektorens emission kommer fra fra ikke energirelateret brug af brændstof og opløsningsmidler. 5% kommer fra anden produktanvendelse og fremstilling. Kemisk industri og elektronikindustri udgør tilsammen under 0,1% af den samlede emission.

6.1 Regnskab for Industrielle processer og produktanvendelse

Der er et regnskab knyttet til ”Industrielle processer og industriel produktanvendelse, som vist i nedenstående figur.

År							2017										
Enhed		ton															
Geografisk klimaregnskab for industrielle processer og produktanvendelse																	
<i>Samsø Kommune</i>																	
<i>Industri (ton)</i>						<i>Industrielle processer</i>						<i>Emission (ton)</i>					
Mineralsk industri	Kemisk industri	Metallindustri	Brug af brændstof og opløsningsmidler (og energi erstatning)	Elektronikindustri	Ozonerstatende produkter	Anden produktfremstilling og anvendelse							CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-gasser (HFC, PFC) og andre CO ₂ -ækv.	CO ₂ -e total
							Cementproduktion										
							Kalkproduktion										
							Gipsproduktion										
							Keramik										
		25					Anden anvendelse af sodaaske										
							Røggasrensning										
							Stenuldproduktion										
							Produktion af katalysatorer og nitrat qødnng										
							Produktion af kemiske ingredienser										
							Pesticid produktion										
							Produktion af stangprodukter										
							Schwinder produktion af bly										
							Forbrug af smøremiddel										
							Forbrug af paraffinoks										
							Forbrug af opløsningsmidler										
							Asfaltering af vej										
							Produktion af tæppeap										
							Urea anvendt i katalysatorer										
							Optiske fibre										
							Køling ved ekstremt lav temperatur										
							Køling og airconditionering										
							Slimblæsemidler										
							Aerosoler										
							Medicinsk forbrug										
							Drivmiddel til truck - og aerosolprodukter										
							Førvarmeri										
							Tobak										
							Trækul (grillkul)										
							Brug af elektronisk udstyr										
25	0	1	2.944	0	123	13	Total	166	0	0	0	18	199				

Figur 9. Regnskab for Industrielle processer og industriel produktanvendelse

Regnskabets venstre side viser mængden i tons af en given råvare eller produkt, som bruges inden for en industriel kategori. Den midterste grønne kolonne viser den type industriel produktion eller aktivitet som bevirker emission. Højre side i regnskabet viser udledningen af forskellige drivhusgasser i tons og drivhusgasserne omregnet til tons CO₂ ækvivalenter.

En ændret mængde i venstre side af regnskabet foranlediger ændringer i højre side af regnskabet. Dermed kan kommuner beregne effekten af ændret eller nedlagt produktion.

Kommunespecifikke data i regnskabets venstre side

Oplysninger vedrørende de anvendte mængder mineralske råstoffer, kemiske stoffer, metallurgiske råmaterialer, osv. indhentes i det nationale klimaregnskab fra Danmarks statistik og virksomhedernes rapporter til EU's kvotehandelssystem (EU ETS).

En del af forbruget under industrielle processer og produktanvendelse kan opgøres på punktkilder. Når et forbrug kan opgøres på punktkilder, indhenter det kommunale klimaregnskab emissionsdata fra virksomhedernes indrapportering til EU-ETS. Konkret modtager det kommunale klimaregnskab data fra Energistyrelsen, som registrerer indberetninger og videregiver disse til EU-ETS.

Data, for den del af den industrielle produktion og forbrug, som ikke kan opgøres på punktkilder, henter det kommunale regnskab direkte fra det nationale klimaregnskabs CRF-tabeller 2(I) og 2(II). Data er typisk på Tier II niveau.

Emission fra punktkilder tilskrives den kommune, hvor virksomhedens cvr. nr. eller p nummer hører hjemme. Virksomheder har p numre for hver fysisk beliggenhed, der benyttes til aktiviteter, der vedrører virksomheden – og som i dette tilfælde indebærer emission af drivhusgasser⁴².

Hvis en given aktivitet er opgjort pba. af punktkilder- og der ikke er punktkilder for emission fra en given aktivitet i en kommune, er den relevante celle i venstre side af regnskabet tom. Data for punktkilder er på Tier III niveau, da de er baseret på virksomhedsspecifik information.

Beregning af emissioner i regnskabets højre side

Det kommunale regnskab inkluderer beregninger for emission af CO₂, CH₄, N₂O samt for forskellige typer hydroflourcarboner (HFC), forskellige typer perflourcarboner, (PFC) og svovlhexafluorider SF₆. De tre sidstnævnte gasser betegnes samlet som F-gasser.⁴³

Det nationale klimaregnskab indhenter information om forbruget af F-gasser fra importører, agenturer, grossister og forsyningsvirksomheder, genanvendelsesvirksomheder og Danmarks statistik. Det kommunale klimaregnskab tager informationen direkte fra det nationale klimaregnskabs CRF-tabeller, hvor F-gasserne udelukkende er opgjort som CO₂-ækvivalenter.

Bilag

⁴² I tilfælde hvor virksomhedens udledning af drivhusgasser ikke kan henføres til én fysisk beliggenhed i én kommune men kun til Virksomhedens CVR- nr. fordeles drivhusgasudledningen på de kommuner hvor virksomheden har p nummer.

⁴³ Det nationale klimaregnskab inkluderer en række øvrige luftforurenende stoffer og tungmetaller. En oversigt kan findes i i tabel 0.3 og 0.4 i Hjelgaard, K.H. & Nielsen, O.-K. 2018. Danish emission inventory for industrial processes. Results of inventories up to 2016. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 192 pp. Scientific Report No. 292 <http://dce2.au.dk/pub/SR292.pdf>. Disse luftforurenende stoffer er ikke inkluderet i det kommunale klimaregnskab.

Der er ét bilag knyttet til regnskabet for Industrielle processer og industriel produktanvendelse. Bilaget rummer alle 7 industrielle kategorier, hvor der opgøres emission af drivhusgas.

6.1.1 Bilag 15: Emission fra forskellige typer af industriprocesser og industriel produktanvendelse (CRF tabel 2(I)A-H og tabel 2(II))

I bilagsafsnittene nedenfor er givet en meget kortfattet beskrivelse af beregningen af de enkelte regnskabsposter. Detaljeret metodisk dokumentation kan findes i Hjelgaard, K.H. et al., (2018) .

Mineralsk industri, cementproduktion

Cementproduktion udleder CO₂ i forbindelse med kalcinering . Der er én punktkilde i Danmark, nemlig cementfabrikken, Aalborg Portland

Det kommunale klimaregnskab får oplysning om emission fra EU-ETS systemet hvortil Aalborg Portland selv indberetter. Emissionen er beregnet ud fra mængden af råmaterialer (kalksten, magnesium karbonat, sand, flyveaske, mv.), procesteknologi og producerede mængder klinker.

Emissionsdata er på Tier niveau III.

Mineralsk industri- kalkproduktion

Kalkproduktion udleder CO₂ via oxidering af karbonater når kalkstenen varmes op. Der er kun få punktkilder i Danmark.

Det kommunale klimaregnskab får oplysning om emission fra kalkværkers indrapportering til EU-ETS. Datakvaliteten er på Tier III niveau.

Mineralsk industri - produktion af glas og glasuld

I Danmark produceres containerglas, industriel kunstglas (Holmegaard) og glasuld. Glasproduktion udleder CO₂ i forbindelse med opvarmning af råmaterialerne, som er soda aske, dolomiterkalk, kalksten og genanvendt glas.

Det kommunale klimaregnskab indhenter information om CO₂ emission fra virksomhederne indberetning til EU-ETS. Data er på Tier III niveau.

Mineralsk industri - Keramisk produktion

Produktion af mursten, fliser og udvidede lerprodukter som f.eks. kattegrus udleder CO₂. CO₂ emissionen er forbundet med kulstofindholdet i leret. Punktkilderne er teglværker spredt flere steder i landet. Dertil kommer molerproducenterne på Fur og Mors – og en producent af udvidede lerprodukter i Favrskov.

Det kommunale klimaregnskab indhenter information om CO₂ emission fra virksomhederne indberetning til EU-ETS. Data er på Tier III niveau.

Mineralsk industri - Produktion med anden anvendelse af soda aske

Det er ukendt hvilke andre industrier der anvender sodaaske, ud over glasproduktion. Emission fra anden anvendelse af sodaaske er derfor baseret på information om import og eksport af råmaterialet fratrukket forbruget til glasproduktion.

Emission fra anden anvendelse af sodaaske fordeles pr indbygger i Danmark. Information om mængde og emissionsfaktorer hentes fra CRF tabel 2(I)

Mineralsk industri – Våd røggasrensning

Våd røggasrensning finder sted på visse kraftvarmeanlæg og affaldsforbrændingsanlæg i Danmark. Der udledes CO₂ emission som følge af afsvovlning af røggassen, hvor der anvendes kalksten.

Det kommunale klimaregnskab får oplysning om emission fra våd røggasrensning via virksomhedernes rapportering til EU-ETS. Datakvaliteten er på Tier III niveau.

Mineralsk industri – Produktion af stenuld

Der er én producent af stenuld i Danmark, nemlig Rockwool. Rockwool producerer på tre lokationer i Danmark. Der udledes CO₂ som følge af brug af bl.a. kalk, bindemiddel.

Information om mængder indberettes af Rockwool til EU-ETS. Det kommunale klimaregnskab henter data fra denne indberetning. Data er på Tier III niveau.

Kemisk industri – Produktion af katalysatorer og kunstgødning

Der er én producent af katalysatorer og kunstgødning (potassium nitrat) i Danmark, nemlig Haldor Topsøe A/S. Der udledes CO₂ fra råmaterialer i produktionen, som indeholder carbonater.

Metalindustri – produktion af genanvendt bly

Der er én producent i Danmark som producerer genanvendt bly fra metalskrot, nemlig Hals metal. Ombearbejning af bly finder derudover sted hos en mængde håndværkere spredt over hele landet.

Det nationale klimaregnskab estimerer mængden af genanvendt bly og anvender FN's standard-emissionsfaktor. Det kommunale klimaregnskab benytter oplysninger fra CRF tabel 2(I) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/Danmark. Data er på Tier I niveau.

Ikke-energi relateret brug af brændstof og opløsningsmidler – brug af smøremiddel

Der sker en udledning af CO₂ som følge af oxidering ved brug af smøremidler.

Smøremidler, som forbrændes i maskiner eller forbrugt smøremiddel som efterfølgende forbrændes som led i affaldsbehandling rapporteres i henholdsvis energisektoren og affaldssektoren

Det nationale klimaregnskab indhenter information om forbrug af smøremiddel fra Energistyrelsen og anvender en FN standard emissions faktor på Tier I niveau.

Det kommunale klimaregnskab benytter oplysning fra CRF tabel 2(I) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Ikke-energi relateret brug af brændstof og opløsningsmidler – Brug af paraffinvoks

Paraffinvoks benyttes i vokslys og ved afbrænding af lys udledes CO₂, CH₄ og N₂O.

Paraffinvoks indgår derudover i produkter som bølgepap, coated papir, lim, fødevarerproduktion, emballager mv. men emission fra afbrænding af denne type affald indgår ikke i det nationale klimaregnskab.

Det nationale klimaregnskab henter oplysninger om forbrug fra Danmarks statistik, import og eksport. Der anvendes en emissionsfaktor på Tier II niveau.

Det kommunale klimaregnskab henter oplysninger fra CRF tabel 2(I) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Ikke-energi relateret brug af brændstof og opløsningsmidler – Brug af opløsningsmiddel

Der bla. anvendes opløsningsmidler i maling, samt i forbindelse med affedtning og tørrensning og i kemisk produktfremstilling

Brug af opløsningsmidler bevirker udslip af CO₂ ved oxidering.

Det nationale klimaregnskab estimerer mængden af ren opløsningsmiddel, som bliver forbrugt, og estimerer tilknyttede emissionsfaktorer efter FN's retningslinjer. Nærmere beskrivelse af emissionsfaktorer findes i Annex 3C-29 (DCE 2019).

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(I) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Ikke-energi relateret brug af brændstof og opløsningsmidler – Asfaltering af vej

Asfalt indeholder forskellige type og mængder af opløsningsmiddel. Asfaltering af vej bevirker et indirekte udslip af CO₂ som følge af blandt andet CH₄ og CO emissioner, som beregnes i det nationale klimaregnskab.

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(I) A-H og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Ikke-energi relateret brug af brændstof og opløsningsmidler – Produktion af tagpap

Som et led i produktion af tagpap forekommer en polymerisering af asfalten så den bliver vejrbestandig. Processen bevirker et indirekte udslip af CO₂ og beregnes i det nationale klimaregnskab.

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(I) A-H og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Ikke-energi relateret brug af brændstof og opløsningsmidler – Urea anvendt i katalysatorer

Der udledes CO₂ fra ureabaserede tilsætningsstoffer i katalysatorer for tunge køretøjer i forbindelse med at katalysatorerne nedbringer partikelforurening med NOx'er.

I det nationale regnskab er forbruget af urea estimeret ud fra vejtransporten og emissionen beregnet med en standardemissionsfaktor

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(I) A-H og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Elektronikindustri – optiske fibre og køling ved ekstremt lave temperaturer

Der udledes F-gasser (HFC og PFC) som en led i beskyttelse (ætsning) og som del af rensningen i produktionsprocessen af optiske fibre. Derudover udledes HFC og PFC ved brug af kølemiddel ved ekstremt lave temperaturer på over minus 60 graders Celcius. (f.eks. i laboratorier).

Det nationale klimaregnskab indhenter information om brugen af F-gasser til optiske fibre fra importørernes årlige salgsrapporter. Emissionsfaktoren anslås at være 100 %

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(II) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Produkter til erstatning for ozonfættende produkter – Køling og airconditioning

Der udledes F-gasser (HFC og PFC) fra kommercielle frydere, husholdningsfrydere, industriel køling og køling under transport samt fra mobil og stationære airconditioning anlæg og fra varmepumper.

Det nationale klimaregnskab estimerer mængden af HFC og PFC ud fra den mængde gas der fyldes i nye produkter, den mængde som er i brug og den mængde som er tilbage ved endt brug. Emissionsfaktorerne varierer efter produkttype.

Det nationale klimaregnskab estimerer mængden af F-gasser i hht. retningslinjer fra FN ud fra import og eksport af produkter som indeholder HFC og PFC samt ud fra produkternes levetider.

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(II) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Produkter til erstatning for ozonfættende produkter –Skumblæsemidler

Der udledes F-gasser (HFC og PFC) fra produktion af hård skum, som bruges i f.eks. frydere og blødt skum som bruges i f.eks. løbesko. Ved endt levetid forbrændes produkterne uden udledning af F-gasser til følge.

Det nationale klimaregnskab estimerer det nationale forbrug på Tier II niveau og anvender FN's standardemissionsfaktorer.

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(II) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Produkter til erstatning for ozonfættende produkter –Aerosoler

Aerosoler indeholder F-gasser som indgår som drivmiddel i spraydåser og inhalatorer til medicinsk brug.

Det nationale klimaregnskab indhenter information om mængder fra producenter og den medicinske handelsstatistik. Emissionsfaktorerne tager højde for produkternes levetid og gassernes halveringstid.

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(II) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Anden produktfremstilling og anvendelse - Lattergas fra medicinske applikationer

Der anvendes N₂O lattergas til medicinsk brug (anæstesi) på hospitaler, dyrlæger og hos tandlæger samt i mindre grad i laboratorier.

Det nationale klimaregnskab indhenter oplysninger om mængder fra distributører og via kommunikation med den eneste producent i Danmark. Lattergas til medicinsk brug emitterer 100%

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(I) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Anden produktfremstilling og anvendelse - Drivmiddel til tryk og aerosolprodukter

Der anvendes lattergas som drivmiddel i fødemiddelindustrien til dåseflødeskum.

Det nationale klimaregnskab estimerer mængden ud fra salget og emissionsfaktoren er 100%

Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(I) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

Anden produktfremstilling og anvendelse – Fyrværkeri, tobak og cigaretter

Der udledes metan, lattergas og kuldioxid af Fyrværkeri, trækul og cigaretter. CO₂udlippet medregnes dog kun fra fyrværkeri, da der med trækul og cigaretter er tale om biogen forbrænding. Information om import eksport og produktion indhentes fra Danmarks statistik og der anvendes emissionsfaktorer på tier II niveau.

Det kommunale regnskab Det kommunale klimaregnskab finder oplysning om mængder og emission i CRF tabel 2(I) og fordeler emission pr. indbygger i kommunen/ Danmark.

7 Grafisk illustration på basis af delregnskaber

Dette klimaregnskab beregner drivhusgasudslip fra klimasektorerne 1) landbrug, skovbrug og anden arealanvendelse, 2) affald og spildevand samt 3) industrielle produkter og produktanvendelse på kommuneniveau for året 2018.

I tilknytning til regnskabet leveres nogle få eksempler på diagrammer, der kan genereres på baggrund af data. En kommune/region opfordres til selv at generere andre diagrammer efter behov.

Blandt de viste eksempler indgår et diagram for emission for alle FN's 5 klimasektorer. Da dette regnskab ikke inkluderer beregning af energi- og transportsektoren, er data lånt fra det kommunale Energiregnskab, 2018 (PlanEnergi).

Tilsvarende er vist et digram med totaludledningen i 1990 og 2018, samt 70% reduktionsmål i 2030 ud fra totaludledningen i 1990. Udledningen i 1990 for energi og transportsektoren er lånt fra det kommunale Energiregnskab (1990), som er udarbejdet på basis af indhentede historiske data på kommuneniveau. For de øvrige sektorer 1) landbrug, skovbrug og anden arealanvendelse, 2) affald og spildevand, og 3) industrielle produkter og produktanvendelse er der foretaget et meget groft estimat baseret på den %vise afvigelse mellem 1990 og 2018 i Danmark som helhed. Ifølge de nationale klimaregnskaber er

- udledningen fra planteavl reduceret med 45% siden 1990
- udledningen fra dyrehold reduceret med 2% siden 1990
- udledningen fra arealanvendelse øget med 2% siden 1990
- udledningen fra affald og spildevand reduceret med 54% siden 1990
- udledningen fra industrielle processer og produktanvendelse reduceret med 9% siden 1990

I henhold til det nationale klimaregnskab skyldes reduktionen i udledning fra planteavl fortrinsvis en betydelig reduktion gødningstilførsel på nationalt niveau. Reduktionen er gennemført som led i national regulering, og kan derfor betragtes om ligeligt fordelt for al planteavl på tværs af kommunegrænser.

Den lille reduktionen i udledning fra dyrehold skyldes fortrinsvis reduktion i antallet af kvæg, hvilket formodes at være sket nogenlunde ligeligt i forhold til kvægbedrifter.

Den lille stigning i udledning fra arealanvendelse skyldes fortrinsvis at kulstofbindingen i danske skove mindskes fordi mange skove er så gamle at de begynder at blive fornyet med yngre træer.

Reduktionen i affald og spildevand er fortrinsvis sket som følge af et nationalt forbud mod deponi.

Reduktion i udledningen af industrielle processer er fortrinsvis sket som følge af at der ikke længere produceres saltpetersyre i Danmark og som følge af formindsket udledning fra Aalborg

Portlands og generelt mindre udledning fra andre punktkilder inden for mineralsk industri. Den hér anvendte reduktionsfaktor kan derfor med fordel varieres på kommuneniveau.

8 Datakvalitet

Set i international sammenhæng er det nationale og det kommunale klimaregnskab af høj kvalitet, simpelthen fordi vi i Danmark registrerer, systematiserer og tilgængeliggør meget information.

Der bør i en vurdering af klimaregnskabet nationale og kommunale kvalitet skelnes mellem kvaliteten af indgangsdata og kvaliteten af emissions- og lagerfaktorer.

Vedrørende indgangsdata gælder for de fleste data, at de oprindeligt er opgjort på CVR/CPR niveau, pr. ha, i m*m grid, via virksomhedernes egne indrapporteringer, mv. For disse data er kvaliteten i det kommunale klimaregnskab den samme som i det nationale regnskab.

Imidlertid gælder for visse indgangsdata, at de oprindeligt er opgjort som nationale salgstal eller nationale estimater over produktion og forbrug. Disse data kan kun opløses på kommunalt niveau ved at anvende fordelingsnøgler baseret på indbyggertal. Der hvor der er anvendt fordelingsnøgler er kvaliteten i det kommunale klimaregnskab automatisk nedgraderet i forhold til kvaliteten i det nationale regnskab.

Kvaliteten af emissionsfaktorerne i det kommunale klimaregnskab afspejler kvaliteten af faktorerne i det nationale regnskab med én væsentlig undtagelse, nemlig emissions og kulstoflager for skov. Her er kvaliteten i det kommunale klimaregnskab nedgraderet fra høj til middel. Det skyldes, at de nationale faktorer er baseret på en dansk gennemsnitsskov, som ikke kan genfindes på kommunalt niveau.

Nedenstående skema viser en overordnet vurdering af datakvalitet. Vurderingen er foretaget ud fra det nationale regnskabs kvantitative data-usikkerhedsanalyser og ovenstående betragtninger.

Bilag	Regnskab	Gas	Indgangsdata - kvalitet nationalt	Indgangsdata - kvalitet kommunalt	Emissionsfaktorer - kvalitet
	Husdyrbrug				
1	Metan fra husdyrenes fordøjelse	CH ₄	Høj	Høj	Høj
2	Metan fra staldsystemer	CH ₄	Høj	Høj	Høj
2a	Biogasbehandling	CH ₄	Høj	Høj	Middel
3	Lattergas fra staldsystemer	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
3a	Ammoniakreducerende teknologi	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
	Planteavl				
4	Gødningstildeling	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
4	Lattergas fra græssende dyr	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
4	Afgrøderester	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
4	Mineralisering	N ₂ O	Middel	Middel	Middel
4	Dyrkning af organisk jord	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
4	Fordampning	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
4	Udvaskning	N ₂ O	Høj	Høj	Middel
5	Kalkning	CO ₂	Høj	Middel	Middel
5	Andre kulstofholdige gødningsstoffer	CO ₂	Høj	Middel	Middel
5a	Efterafgrøder	CO ₂	Høj	Høj	Middel
	Arealanvendelse				
6	Skov	CO ₂	Høj	Høj	Høj/middel ¹
6	Areal som konverteres til skov	CO ₂	Høj	Høj	Høj/middel ¹
7	andre arealer som forbliver samme type areal	CO ₂	Høj	Høj	Høj/middel ¹
7	Skov som konverteres til andre arealer	CO ₂	Høj	Høj	Høj/middel ¹
7	Andre arealer som konverteres til skov	CO ₂	Høj	Høj	Høj/middel ¹
8	landbrug, græs og skov på kulstofrig jord	CO ₂	Høj	Høj	Høj
8	Drænet skov, landbrugsjord og græsarealer	N ₂ O/CH ₄	Høj	Høj	Høj
8	Genoversvømmede arealer		Høj	Høj	Høj
8	Tørvegravning	CH ₄ /N ₂ O	Høj	Høj	Middel
9	Mineralisering i jord	N ₂ O	Høj	Høj	Høj
9	Mineralisering i jord	N ₂ O	Høj	Høj	Høj
10	Afbrænding af biomasse	CH ₄ /N ₂ O	Middel	Middel	Høj
	Affald og spildevand				
12	Bortskaffelse af fast affald	CH ₄	Høj	Middel	Lav
12	Biologisk behandling - kompostering	CH ₄	Høj	Middel	Middel
12	Biologisk behandling- biogasanlæg	CH ₄	Høj	Middel	Høj
12	Affaldsforbrænding dyr, mennesker	CH ₄ /N ₂ O	Høj	Middel	Lav
13	Spildevand	CH ₄ /N ₂ O	Middel	Lav	Høj
14	Tilfældige brande	CO ₂ /CH ₄	Høj	Middel	Lav
	Industrielle processer og produktanvendelse				
15	Mineralsk Industri	CO ₂	Høj	Middel	Høj
15	Kemisk industri	CO ₂	Høj	Middel	Høj
15	Metalindustri	CO ₂	Høj	Middel	Høj
15	Ikke energirelaterede rprodukter fra brændstofforbrug og brug af opløsningsmidler	CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O	Høj	Middel	Høj
15	Brug af produkter som erstatter ozon forrengende produkter	N ₂ O	Høj	Middel	Høj
15	Andet	CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O	Høj	Middel	Høj

Figur 7: Vurdering af datakvalitet i det kommunale regnskab sammelignet med det nationale regnskab

Det skal bemærkes, at vurderingen, idet den er baseret på kvantitative usikkerheder, ikke er bedre end den til enhver tid gældende bedste viden på området.

9 Forslag til forbedringer af kommunalt klimaregnskab

En række kriterier kan gøre sig gældende i forhold til, hvilke forbedringer af det kommunale regnskab, der bør prioriteres, nemlig:

- De mest drivhusgasbelastende eller – reducerende aktiviteter
- De aktiviteter, hvor data kan forbedres uden yderligere forskning eller registrering
- De aktiviteter, kommunen har mulighed for at påvirke direkte eller indirekte
- De faktorer, som kan forbedre synligheden af tiltag på kommunalt niveau
- De aktiviteter, som kan bidrage positivt til andet end nedbringning af drivhusgasudledning (f.eks. biodiversitet, selvforsyning, arbejdspladser, mv.)
- De aktiviteter, hvor datakvaliteten (jf. oversigten ovenfor) er lav eller medium

Disse kriterier kan kombineres på forskellig vis og med forskelligt resultat. Nedenfor gives nogle forslag til kommende forbedringer af det kommunale klimaregnskab, hvor kriterierne er inkluderet.

9.1.1 Mulige forbedringer som ikke kræver yderligere forskning og eller registrering

Kulstofopbygning eller tab ved forskellige typer arealanvendelse er aktuelt beregnet med en række implicitte emissionsfaktorer, som fremgår af det nationale klimaregnskabs CRF tabeller. Indsigt i de faktorer, som indgår i hver af de implicitte emissionsfaktorer bør prioriteres højest, fordi indsigten vil

- kunne flytte datakvaliteten i det kommunale regnskab vedrørende skov fra middel til høj.
- betyde, at kulstoflagereffekten af hegn, småbiotoper og trækulturner på landbrugsjord kan belyses.
- betyde, at effekten af juletræer på landbrugsjord kan belyses separat. Aktuelt regnes kulstofopbygning i juletræer som skov, mens lattergasemission fra gødsning af juletræer tilregnes planteavl
- belyse, hvorfor konvertering af et areal fra vedvarende græs til landbrugsareal med nuværende beregningsmetode medfører en kulstofopbygning i jorden

På grund af de nationale emissionsfaktorer har genoversvømmelse af kulstofrige jorde med et relativt lille kulstofindhold større effekt på reduktion af drivhusgasser end genoversvømmelse af kulstofrige jorde med et højt kulstofindhold. Det er muligt, at faktorer her bør justeres.

Der beregnes aktuelt ikke kulstofoptag ved etablering eller genetablering af fuldt vandække (søer, åer) i det nationale og kommunale klimaregnskab. Der forefindes muligvis data, som kan inkluderes i det kommunale klimaregnskab.

I løbet af 2020 publiceres en rapport, som belyser metanreduktionseffekten ved hurtig udslusning og køling af svinegylle i svinestald. Disse data kan inkluderes i det kommunale klimaregnskab ved næste opdatering.

9.1.2 Mulige forbedringer som kræver yderligere forskning og eller registrering

Kulstofopbygningen i skov er afhængig af skovens træarter og alder, og er derfor variabel på tværs af kommuner og landsdele. Et forskningsprojekt, som identificerer forskellige typer skov i høj opløsning (kvadratmetergrid) vil højne kvaliteten af indgangsdata på kommunalt niveau.

Det nationale klimaregnskab opgør kulstoflager og emission i høstet træ på baggrund af fortrolige spørgeskemaundersøgelser. Indblik i høst og produktion af semiforarbejdet træ på kommunalt niveau vil højne datakvaliteten i det kommunale regnskab. Samtidig vil det være dermed blive muligt at effekten af at bygge i træ og vurdere mængden af resttræ, som kan benyttes til bæredygtig energiproduktion.

Der patenteres og forskes aktuelt i lokalt producerede fodermidler, som kan reducere metanudledning fra husdyrenes vomgasser. For at kunne belyse en effekt på kommunalt niveau vil det - ud over de relevante emissionsfaktorer – være nødvendigt med nye indgangsdata for foder-sammensætning registreret på bedriftsniveau eller typificeret.

Lokal produktion af proteinfoder baseret på græs vil potentielt kunne yde et markant bidrag til at reducere drivhusgasemissioner som er indlejret i handel (scope 3), men også til at reducere emissionen fra dansk planteavl. For at kunne belyse dette er der behov for emissionsfaktorer for lattergas og kulstofopbygning, som kan skelne mellem (protein)græs og kornafgrøde

Der beregnes aktuelt metanreduktion fra svinegylle og kvæggylle, som benyttes til biogas. Det kan være relevant at inkludere flere gødningstyper, f.eks. dybstrøelse i beregningen.

Økologisk drift har betydning for dyrevelfærd og biodiversitet. Der er påbegyndt et forskningsarbejde, som kan differentiere klimaeffekten af økologisk versus konventionel drift. Det kommunale regnskab har data for økologisk og konventionelt drevne landbrug, men en beregning af differentieret emission involverer en lang række nye emissionsfaktorer tabelbaserede oplysninger, som skal dokumenteres af forskere.

Conservation agriculture har effekt på jordens frugtbarhed og biodiversitet, men drivhuseffekten er ikke nødvendigvis høj. For at kunne vurdere effekten er det nødvendigt med registrering af de ha, som dyrkes efter metoden, men også med en række nye emissionsfaktorer, herunder f.eks. effekten af efterafgrøder afhængigt af jordbundstype.

Ved at kombinere flere typer registre og ved at udnytte det kommunale klimaregnskabs produktionsdata er det muligt at skabe et unikt integreret regnskab og planlægningsværktøj, som måler både produktion og forbrug på kommunalt niveau. Jo bedre og mere differentierede produktionsdata det kommunale klimaregnskab leverer, desto bedre vil det samlede redskab blive.

En omstilling til cirkulær bioøkonomi kan have stor effekt på produktion og forbrug af drivhusgasser, men også på graden af selvforsyning, arbejdspladser og eksport. Et fremtidigt værktøj til beregning af drivhuseffekten af cirkulært bioøkonomiske tiltag på kommunalt niveau kræver nye modulariseringer af aktivitetsdata og tilknyttede emissionsfaktorer, men også at nye aktiviteter inkluderes i regnskabet.

Kommunerne har mulighed for at spille en betydelig rolle i omstilling til cirkulær bioøkonomi, f.eks. som drivkraft for industriellet symbioseparker, hvor produktion af biogas og lokal produktion af foderprotein spiller sammen med produktion af bæredygtige transportbrændstoffer i selve symbioseparken samt en mindre drivhusgasbelastning fra husdyrproduktion og planteavl. Én måde at påbegynde belysningen af cirkulær bioøkonomi er, at udvælge en række konkrete cases som model for hvilke aktiviteter og faktorer der fremadrettet kan inkluderes i det kommunale klimaregnskab.

10 Litteratur

Adhikari, K; Kheir, RB; Greve, MB; Bocher, PK ; Malone, BP; Minasny, B; McBratney, AM, Greve, M; (2013): "High-Resolution 3-D Mapping of Soil Texture in Denmark". I Soil Science of America Journal Vol 77, issue 3. Pp 860-876

CRF (2019). Tabeller i Common Reporting Format i tilknytning til Denmark's National Inventory report. Tabellerne kan downloades fra <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>

Danmarks statistik, Statistikbanken <https://www.statistikbanken.dk/BYGB34>
Tabellerne "BYGB34" og "HST 77"

DCE (2019) "Supporting Documentatio for greenhouse gases as relevant for the National Inventory Report. <https://envs.au.dk/en/research-areas/air-pollution-emissions-and-effects/air-emissions/greenhouse-gases/supporting-documentation/>

FAO's statistik, "Forestry Production and Trade" <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>.

Hjelgaard, K.H. og Nielsen, O.-K. (2018): Danish emission inventory for industrial processes. Results of inventories up to 2016. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 192 pp. Scientific Report No. 292 <https://dce2.au.dk/pub/SR292.pdf>

IPCC (2019) : "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

IPCC (2013): 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/index.html>

IPCC (2006): "Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", vol. 1.5 <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

Johannsen, V. K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., & Bentsen, N. S., (2019): "Kulstofbinding ved skovrejsning": Sagsnotat, 26 s.

Johannsen, V. K., Bentsen, N. S., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., & Schmidt, I. K., (2019): "Klimaeffekter af urørt skov og anden biodiversitetsskov". Sagsnotat, 18 s.

Johannsen, V.K.; Nord-Larsen, T.; Bentsen, N.S.; Vesterdal, L. (2019): "Danish National Forest Accounting Plan 2021-2030". Institut for Geovidenskab og Naturressourcer, Københavns Universitet. IGN rapport.

Klimarådet, (2016): "Klimarådets værktøj til beregning af drivhusgasudledningen fra landbrugsbedrifter -Dokumentationsnotat, Regnskab".

Landbrugsstyrelsens: "Leverandørregister for gødningsleverancer" (<https://lbst.dk/tilskud-selvbetjening/indberet/leverandoerregister-for-goedningsleverancer/>)

Levin, G.; Blemmer, M.K; Gyldenkærne,S; Johannsen, V.K.; Caspersen, O:H; Petersen, H.S.; Karlsson, P.N; Becker, T.; Bruun, H.G.; Fuglsang, M.; Münier, B. Bastrup-Birk, A.; Nord-Larsen, T. (2014) " Estimating Lan use-/land cover changes in Denmark 1990-2012. DCE teknisk rapport. No 38 <https://dce2.au.dk/pub/TR38.pdf>

Lund, P. (ed.) (2018) : Normtal for husdyrgødning <http://anis.au.dk/normtal/>

Nielsen, O-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Fauser, P., Albrektsen, R., Hjelgaard, K.H., Bruun, H.G. & Thomsen, M. 2020. "Annual Danish Informative Inventory Report to UNECE. Emission inventories from the base year of the protocols to year 2018." Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 559 pp. Scientific Report No. 369 <http://dce2.au.dk/pub/SR369.pdf>

Mikkelsen, M.H; Albrektsen, R; Gyldenkærne, S. (2016): " "Biogasproduktionens konsekvenser for drivhusgasudledning i Landbruget" (DCE videnskabelig rapport nr. 197, 2016).

Møller, A.B. ; Børgesen, C. D.; Bach, E.O.; Iversen, B.V.; Moeslund, B. (2018) "Kortlægning af drænedede arealer i Danmark". Aarhus Universitet DCA Rapport nr. 135. November 2018 (Rapporten kan hentes gratis på www.dca.au.dk)

Naturstyrelsen 2016: Pleje af heder og indlandsklitter i Danmark https://naturstyrelsen.dk/media/208587/nst_kronjylland_lifehede_haandbog_dansk_low.pdf

NIR (2019): Denmark's National Inventory Report 2019. Emission Inventories 1990-2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Scientific Report no. 318 from DCE – Danish Centre for Environment and Energy Aarhus University AU. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>

Olesen, J. E.; Jørgensen, U.; Hermansen, J. E.; Petersen, S. O.; Eriksen, J.; Søgaard, K.; Vinther, F. P.; Elsgaard, L.; Lund, P.; Nørgaard, J. V.; Møller, H. B. (2013): "Effekter af tiltag til reduktion af landbrugets udledninger af drivhusgasser". DCA Rapport nr. 27. August 2013 (Rapporten kan hentes gratis på www.dca.au.dk)