



Klimastatus og –fremskrivning 2021 (KF21):

Affald (eksklusive affaldsforbrænding), spildevand og F-gasser

Forudsætningsnotat nr. 6A
Opdateret april 2021

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
08.04-2021

J nr. 2020 – 14797

stni/lmoe

Indholdsfortegnelse

1. KF21-forløbet frem mod 2030.....	2
2. Metode og antagelser bag KF21 forløbet	2
2.1 Generelle antagelser og metode.....	2
2.2 Frozen policy antagelser til KF21	6
3. Kvalificering af KF21 forløbet.....	7
3.1 Sammenligning med BF20.....	7
3.2 Usikkerhed	7
3.3 Planlagt udvikling frem mod KF22	8
4. Kilder	8

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk

1. KF21-forløbet frem mod 2030

Dette notat beskriver de forudsætninger, der vil blive anvendt af Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet til at beregne udledninger fra affald (eksklusive affaldsforbrænding, som beskrives i et andet forudsætningsnotat, idet affaldsaftalen fra foråret 2020 primært er rettet mod at reducere udledningerne fra affaldsforbrænding). Dette notat fokuserer på udledninger af metan fra affaldsdeponier, udledninger af metan fra biogasanlæg samt udledninger af metan og lattergas fra kompostering og fra spildevandsbehandlingsanlæg og endelig udledning af de såkaldte F-gasser.

2. Metode og antagelser bag KF21 forløbet

2.1 Generelle antagelser og metode

2.1.1 Deponering af organisk affald på lossepladser

Når organisk affald deponeres på lossepladser frigives der metan som følge af anaerobe processer i affaldet. Metanudledningen beregnes af DCE på baggrund af rapporterede data om affaldstyper og -mængder.

Historiske mængder af deponeret organisk affald er usikre og er baseret på rapporter fra Miljøstyrelsen fra 1990'erne og en rapport fra 1974 og data herfra er anvendt med interpolation/ekstrapolation for de mellemliggende og tidligere år.

På grund af manglende viden om affaldsmængder deponeret på de – historisk set - flere tusinde danske deponier behandles den samlede mængde deponeret affald beregningsteknisk som et deponi. For alle aktive anlæg foreligger der anlægsspecifikke aktivitetsdata for perioden 2010-2019 og for et mindre antal anlæg, som er med i regeringens biocoverordning (et biocover er et jordlag der lægges henover et affaldsdeponi for at reducere udledningen af metan, idet metan omdannes til CO₂ på vej op gennem jordlaget), er der foretaget tilbageskrivninger af deponerede mængder af affald fordelt på typer.

Udledningen af metan fra deponier antages at falde fortløbende efterhånden som dele af affaldets kulstof frigives som metan, idet en mindre del af metanen antages at blive omdannet til CO₂ på vej gennem det øverste jordlag.

Fremover antager DCE på baggrund af FRIDA-modellen om fremskrivning af generering og behandling af affald (Frida 2017, udgivet af Miljøstyrelsen i 2019), at mængden af organisk affald, der deponeres vil være let stigende (dog stadig væsentlig mindre årlige mængder end man havde historisk set for årtier tilbage, fordi der siden 1997 har været forbud mod deponering af organisk affald, hvor man i dag genanvender, bioforgasser og afbrænder det meste af det organiske affald).

Stigningen i FRIDA-modellen skyldes, at der i modellen regnes med, at de samlede affaldsmængder til deponering vil stige, hvoraf en lille andel fortsat forventes at være organisk affald, idet der er visse typer af affald, som hverken kan genanvendes eller forbrændes uden det er til skade for miljø og sundhed. Dertil kommer, at der findes affaldstyper som det stadig er tilladt at deponere, selvom de kan udvikle metan – herunder f.eks. farligt affald (organiske kemikalier/opløsninger) og shredder-affald. I den seneste fremskrivning fra DCE antages sammensætningen af alle affaldsfraktioner, inklusiv affaldsfraktioner med et indhold af nedbrydeligt kulstof, at være lig fordelingen i det seneste historiske indberetningsår og eftersom den totale mængde affald til deponi stiger med 31% fra 2020 til 2040 estimeres en tilsvarende stigning i mængden af de enkelte affaldsfraktioner.

DCE anvender standardværdier fra IPCC til beregning af metanudledningen fra forskellige affaldsfraktioner over tid og samlet set antages metanudledningen fra deponier dermed at falde med i størrelsesordenen 23 pct. i 2025 og 36 pct. i 2030 set ift. udledningen i 2018, fordi en stor del af kulstofindholdet i de historisk store mængder af deponeret affald vil være omdannet til metan før 2025 og 3030.

Desuden er der på nogle deponier etableret metanindvinding samt såkaldte biocovers, som har til formål at reducere metanudledningen. Mængden af metan der genindvindes antages at forblive konstant på det nuværende niveau frem til 2030, jf. forudsætningsnotat der omhandler biogasproduktion. Effekten af metanindvinding er fratrukket udledningen, mens reduktionseffekten af biocovers endnu ikke er indregnet, jf. afsnit 2.2.

2.1.2. Biogasanlæg

DCE beregner udledningen/udslippet af metan fra biogasanlæg ved at antage, at ca. 1 pct. af den producerede mængde metan udledes fra anlæggene som lækage. Det er dermed i fremskrivningen forudsat, at den historisk anvendte udledningsfaktor på 4,2 pct. er ændret til 1 pct. fra 2020¹. Dog anvendes en udledningsfaktor på 1,3 pct. for slambaserede biogasanlæg. Reduktionen i udledningsfaktoren skyldes et igangsat initiativ angående måling og reduktion af metanlækager på biogasanlæg finansieret på Finansloven 2019, der forventes at medføre en ny og mere præcis udledningsfaktor, som kan indgå i den nationale klimaopgørelse (Energistyrelsen, 30. september 2019). DCE baserer mængden af biogas på oplysninger fra Energistyrelsen. Energistyrelsen forventer, at biogasproduktionen vil stige væsentligt frem til 2030, således at produktionen når op på ca. 52 PJ, jf. forudsætningsnotatet om biogasproduktion.

¹ Forudsætningen om en lavere udledningsfaktor vil blive verificeret med målinger, hvilket som på andre områder ved afvigelse, kan give anledning til justeringer i fremtidige opgørelser.

2.1.3 Kompostering af have- og parkaffald

DCE fremskriver udledninger af metan og lattergas fra kompostering af have- og parkaffald (965 kt/år), organisk affald (43 kt/år), slam (67 kt/år) og hjemmekompostering (23 kt/år) på baggrund af et gennemsnit af aktivitetsdata, dvs. komposterede affaldsmængder, fra Miljøstyrelsen de sidste tre år (2017-2019) samt antagne emissionsfaktorer for de fire affaldsfraktioner. Mængderne antages at være konstante fra 2020 og frem.

2.1.4. Spildevandshåndtering

DCE beregner udledninger af metan og lattergas fra spildevandsbehandling på baggrund af data om mængden af spildevand (som er afhængig af antallet af indbyggere) og mængden af organisk materiale i spildevandet samt mængden af total mængde kvælstof (TN) i tilløb og udløb fra de danske renselanlæg, samt mængden af N-udledninger fra spredt bebyggelse, ferskvand og saltvands akvakultur, samt fra særskilt industri. Data afrapporteres årligt i punktkilderrapporterne udgivet af Miljøstyrelsen. Der er i 2018 oprettet en tilskudsordning under Miljøstyrelsens MUDP program, der forventes at forbedre indberetninger for lattergasudledninger fra spildevandsanlæg og forøge emissionsfaktoren for lattergasemissionen fra spildevandsbehandlingen fra 0,0032 til 0,0084 kg N₂O-N/kg TN i det spildevand der løber ind i anlæggene, dvs. en stigning med en faktor 2,6 (Miljøstyrelsen 2021).

For en yderligere uddybning af de metoder, herunder aktivitetsdata samt specifikke emissionsfaktorer, DCE anvender henvises til de rapporter fra DCE, samt dokumentationsrapport fra Miljøstyrelsen i forhold til den nye emissionsfaktor for lattergas, der fremgår af litteraturlisten.

2.1.5 F-gasser

F-gasser er en gruppe potente drivhusgasser, som anvendes som kølemidler i køleanlæg, som anvendes i industri, detailhandel og serviceerhverv, samt i airconditionanlæg til komfortkøling i bygninger, køleskabe og fryser samt i varmepumper. F-gasser anvendes også som drivmiddel i medicinske astmainhalatorer, og til specialopgaver i industrielle produkter i elsektoren.

Udledningen af F-gasser steg i 1990'erne og i starten af 2000'erne. Udledningen toppede i 2009² og forventes at være faldende frem mod 2030.

Som led i *Klimaaftale for energi og industri mv.* af juni 2020 blev det besluttet at stramme reglerne for at anvende F-gasser i visse køleanlæg og at forhøje afgiften

² Fx blev anlæg af nye stationære HFC-baserede kølesystemer forbudt pr. den 1. januar 2007, hvor det dog fortsat var tilladt at genopfylde eksisterende kølesystemer.

på F-gasser, samt ophæve bagatelgrænsen for afgiften af F-gasser. Stramning af regler og afgiftsforhøjelser træder i kraft pr. 1. juli 2021.

På baggrund af teknologiske fremskridt, samt en skrap EU-regulering, afgifter og national regulering af F-gasser, forventes det, at mere klimavenlige teknologier i stigende grad vil erstatte de mest klimaskadelige F-gasser frem mod 2030.

De væsentligste antagelser angående F-gasser er følgende:

- Forbruget af F-gasser anvendt i køleanlæg og aircondition anlæg vil være faldende i takt med at teknologier baseret på naturlige kølemidler og fluorholdige kølemidler med lav GWP introduceres i markedet.
- Forbruget af F-gasser i mobile klimaanlæg er faldende i takt med udskiftning af vognparken som følge af MAC direktivets krav om brug af HFO'er i stedet for HFC-134a.
- Forbruget af SF₆ forventes at stort set bortfalde over den kommende årrække. Afgiften af SF₆ stiger fra 600 kr./kg til ca. 4.300 kr./kg pr. 1. juli 2021, som følge af *Klimaaftale for energi og industri mv. af 2020*, og afgiften bliver dermed tilnærmelsesvis prohibitiv.
- Forbruget af F-gasser i Danmark er baseret på registreret import af F-gasser.

Det bemærkes, at der i øvrigt anvendes en lang række antagelser, som ikke nævnes her. Der henvises til en rapport herom fra Miljøstyrelsen for yderligere detaljer (Miljøstyrelsen 2021b – endnu ikke udgivet).

Selvom F-gasser kun anvendes i små mængder, har de en betydende klimaeffekt. Et ton af F-gassen SF₆ har fx et globalt opvarmningspotentiale (GWP-faktor) der svarer til udledning af 23.500 ton CO₂. Ved overgang til de nye GWP-faktorer fra IPCCs 5. vurderingsrapport (AR5, Assessment Report 5) justeres de forskellige F-gassers globale opvarmningspotentialer som det fremgår af tabel 1. Som beskrevet i forudsætningsnotat 2B anvendes disse nye GWP-faktorer i Klimafremskrivningen 2021.

Tabel 1: Nye GWP-faktorer for F-gasser (CO₂ ækvivalent pr. ton F-gas)

F-gasser	Gældende (AR4)	Ny (AR5)
HFC-23	14800	12400
HFC-32	675	677
HFC-41	92	116
HFC-43-10mee	1640	1650
HFC-125	3500	3170
HFC-134	1100	1120
HFC-134a	1430	1300

F-gasser	Gældende (AR4)	Ny (AR5)
HFC-143	353	328
HFC-143a	4470	4800
HFC-152	53	16
HFC-152a	124	138
HFC-161	12	4
HFC-227ea	3220	3350
HFC-236cb	1340	1210
HFC-236ea	1370	1330
HFC-236fa	9810	8060
HFC-245ca	693	716
HFC-245fa	1030	858
HFC-365mfc	794	804
Unspecified mix of HFCs ⁽¹⁾		
Total HFCs		
CF4 (PFC-14)	7390	6630
C2F6 (PFC-116)	12200	11100
C3F8 (PFC-218)	8830	8900
C4F10 (PFC-3-1-10)	8860	9200
c-C4F8 (PFC-318)	10300	9540
C5F12 (PFC-4-1-12)	9160	8550
C6F14 (PFC-5-1-14)	9300	7910
C10F18 (PFC-9-1-18)	7500	7190
c-C3F6	17340	9200
Unspecified mix of PFCs ⁽¹⁾		
Total PFCs		
Unspecified mix of HFCs and PFCs ⁽¹⁾		
SF6	22800	23500
NF3	17200	16100

Kilde: Oplysninger fra DCE og EU's Miljøagentur.

2.2 Frozen policy antagelser til KF21

For deponier anvender DCE den seneste officielle fremskrivning af affaldsmængder til deponi udarbejdet af Miljøstyrelsen.

For kompostering tages udgangspunkt i et gennemsnit af de sidste tre års komposterede mængder (2017-2019).

For biogas anvendes prognosen for udvikling i biogasproduktionen udarbejdet af Energistyrelsen. Det er som nævnt antaget, at initiativet omkring begrænsning af lækager vil medføre en reduktion i udledningsfaktoren fra 4,2 % til 1 %. Den

endelige dokumentation af den reducerede udledningsfaktor forventes fastslagt i 2021.

For spildevandsmængden anvendes befolkningsfremskrivningen fra Danmarks Statistik samt en ny emissionsfaktor.

I Klimaprogrammet/affaldsaftalen nævnes et loft over lattergasemissioner fra store rensesanlæg, som fra 2025 skal reducere udledningen med ca. 0,02 mio. ton CO₂e. Effekten heraf er ikke indregnet i KF21 pga. manglende dokumentation.

Ligesom det var tilfældet i Basisfremskrivning 2020 foreligger der endnu ikke et konsolideret estimat for metanreduktionseffekten af biocoverordningen, som administreres af Miljøstyrelsen ved tilskudsordning (BEK nr. 752 af 21/06/2016). Efter etablering af biocoveranlæggene vil der skulle foretages effektmålinger for at kunne estimere en retvisende metanreduktionseffekt (ændret oxidationsfaktor for de danske deponier, hvor der er implementeret biocover). Effekten af biocoverordningen er således ikke indregnet i Klimafremskrivning 2021.

3. Kvalificering af KF21 forløbet

3.1 Sammenligning med BF20

Som nævnt ovenfor er lattergasemissionsfaktoren for spildevand ændret og der er udarbejdet en ny F-gasfremskrivning med brug af nye GWP-faktorer.

3.2 Usikkerhed

Der er stor usikkerhed forbundet med at estimere udledningen fra affaldssektoren. Der kan fx peges på usikkerheden knyttet til de konkrete affaldsmængder samt til den forventede udledning af F-gasser og til udledningen fra biogasanlæg og spildevandsanlæg.

Derudover er der generelt meget stor usikkerhed om udledningerne fra deponier, bl.a. fordi der ikke er gode data for affaldsdeponering tilbage i tid. Energistyrelsen har derfor for nylig bestilt en redegørelse fra DCE ift. en vurdering af om målinger af metanudledningen fra affaldsdeponier evt. kan give anledning til at revidere den metode DCE anvender til at opgøre udledningen af metan fra nedbrydning af organisk affald på affaldsdeponier og/eller om der evt. kan være andre og mere retvisende metoder der fremover vil kunne anvendes til at opgøre udledningen. DCE vurderer i deres redegørelse "Udledninger af metan fra affaldsdeponier" (DCE 2020), at de foretagne målinger ikke giver anledninger til ændringer i den nuværende metode, der anbefales af IPCC. Et ønske om en mere præcis opgørelse af metanudledningen fra deponier ville ifølge DCE kræve et forbedret datagrundlag enten for affaldsdata eller de beregningsparametre, der indgår i den af DCE anvendte model. Det forekommer ifølge DCE ikke sandsynligt, at det er

muligt at fremskaffe bedre affaldsdata tilbage i tiden. Og ændring af modellens beregningsparametre fx ift. hvor hurtigt affald nedbrydes og udledes som metan ville ifølge DCE kræve omfattende målinger og dokumentation, hvis man ønsker at udvikle nationale emissionsfaktorer fremfor at anvende standardværdierne fra IPCC.

3.3 Planlagt udvikling frem mod KF22

Som følge af Klimaplan for en grøn affaldssektor og cirkulær økonomi er der vedtaget et initiativ om 20 % eller større reduktion i drivhusgasudledninger fra håndtering af have-/parkaffald igangsættes i 2021, men har været i opklaringsfasen i Q4 af 2020. Initiativet implementeres ved Handlingsplan for cirkulær økonomi, som p.t. er i offentlig høring. En del af initiativet skal bl.a. kortlægge og analysere den reelle udledning af drivhusgasser fra komposteringsanlæg på tværs af landet, hvor parametre som sammensætning, størrelse, driftsmetode og sæsonvariation vil give resultaterne. Det forventes, at projektet vil vare i over et år grundet parameteren omkring sæsonvariation, hvorfor bedre viden om udledning fra kompostering først vil være tilgængelig Q3-Q4 2022. Den fremtidige analyse kan anvendes i fremskrivningen frem for den anvendte udledningsfaktor fra IPCC.

Det er i fremskrivningen forudsat, at det igangsatte initiativ angående forebyggelse af lækager på biogasanlæg vil medføre, at udledningsfaktoren fra 2020 bliver reduceret fra den historiske udledningsfaktor på 4,2 pct. til 1 pct. Måleprojektet forventes afsluttet i 2021.

Flere biocovers er under etablering. Men der forventes ikke at foreligge effektmålinger til brug for opgørelsen af drivhusgasudledningen inden Klimafremskrivning 2022. Evt. kan det undersøges om der vil kunne udarbejdes et konsolideret reduktionsestimat til indregning i fremskrivningen i KF22.

I Klimaprogrammet/affaldsaftalen nævnes et loft over lattergasemissioner fra store renseanlæg, som fra 2025 skal reducere udledningen fra spildevand med ca. 0,02 mio. ton CO₂-ækv. Effekten heraf vil blive indregnet i kommende fremskrivninger når effekten er dokumenteret.

4. Kilder

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Olsen, T. M. & Hansen, M.G. 2020. Denmark's National Inventory Report 2020. Emission Inventories 1990-2018 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for

Environment and Energy, 900 pp. Scientific Report No. 372

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

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Hjelgaard, K., Nielsen, M., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Gyldenkærne, S. & Thomsen, M.. 2020. Projection of greenhouse gases 2019-2040. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 131 pp. Scientific Report No.

<https://dce2.au.dk/pub/SR408.pdf>.

Nielsen, O.-K. & Thomsen, M. 2020. Udledninger af metan fra affaldsdeponier. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 9 s. – Fagligt notat nr. 2020|79

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_79.pdf.

Energistyrelsen, 30. september 2019,

<https://www.mynewsdesk.com/dk/energistyrelsen/pressreleases/energistyrelsen-igangsaetter-maalrettet-indsats-for-at-mindske-metantab-fra-biogasanlaeg-2925816>.

Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2020,

https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/basisfremskrivning_2020.pdf,

vedlagt 2 bilag tal- og forudsætningsgrundlaget om landbrug og LULUCF

(udledninger og optag fra skov og øvrige arealer), som kan downloades her:

<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/basisfremskrivninger> (se under punktet detailforudsætninger).

Miljøstyrelsen, 2021. MUDP Lattergaspulje. Dataopsamling på måling og reduktion af lattergasemissioner fra renseanlæg,

<https://mst.dk/service/nyheder/nyhedsarkiv/2020/dec/nyt-viden-om-renseanlaeggenes-klimabelastning/>.

Miljøstyrelsen, 2021b. Rapport om F-gasfremskrivningen,

<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2021/02/978-87-7038-274-8.pdf>.