



Strategi for risikohåndtering af f-gasser

1. Resume

F-gasserne er drivhusgasser med et væsentligt potentiale for global opvarmning, da de stærkt absorberer infrarød stråling. Koncentrationerne af f-gassers har været konstant stigende siden i 1978 og fortsætter med at stige med en rate på ca. 5 % årligt. Der er stigende bekymring over emissionen og akkumuleringen af fluorholdige gasser med lang levetid i atmosfæren. De er meget persistente og for visse af f-gasserne (PFC'er og SF₆'er) sker den atmosfæriske nedbrydning ekstremt langsomt, og forbindelserne har levetider i atmosfæren på mange tusinde år.

F-gasserne er generelt ikke-reaktive og udgør ingen trussel mht. giftighed overfor miljøet.

F-gasser bruges som varmetransmissionsmidler i aircondition, varmepumper og køleanlæg. De bruges også som opskunningsmidler i skumplast og til ildslukning. Mindre anvendelser omfatter blandt andet drivgasser i aerosoler (sprays) til medicinske formål, opløsningsmidler, dielektrisk gas i stærkstrømsanlæg og rensningsmidler anvendt ved fremstilling af halvledere. F-gasser er ved rumtemperatur gasser eller flygtige væsker, og de er både kemisk og temperaturmæssigt stabile. De er stort set ugiftige og miljømæssigt uproblematisk med undtagelse af deres potentiale som drivhusgasser.

De største udfordringer består i et øget forbrug på globalt plan, og behov for nye danske regler.

Blandt tiltagene peges på øget international indsats, information til branchen om alternativer og revision af de danske regler.

2. Baggrund

F-gasser er medtaget på LOUS listen (2009) på grund af deres kraftige klimapåvirkning. Langt de fleste f-gasser er meget persistente stoffer og har en meget lang levetid i atmosfæren. (20 år og længere). Danske emissioner er steget væsentligt fra 1990 til 2007/08, men er nu på vej nedad. Emissionerne i 2012 udgjorde ca. 280 tons HFC, 1 tons PFC and 5 tons SF₆ svarende til ca. 780.000 tons CO₂-eq. HFC'er har effektivt erstattet CFC og HCFC, som er udfaset som

fastlagt under Montreal Protokollen. Denne succes har medført et øget indhold af HFC'er i atmosfæren.

3. Kortlægningsdata

3.1. Anvendelser

F-gasser produceres i adskillige lande både i og uden for Europa. Den globale produktion er givetvis over 300.000 tons/år. HFC-gasserne er de mængdemæssigt vigtigste, mens SF₆ tæller for 2-3 % af det totale forbrug og PFC-gasserne for mindre end 1 %.

F-gasser produceres ikke i Danmark og hele forbruget i Danmark er baseret på import. Forbruget er mindsket fra ca. 1.000 tons in 2000 til ca. 360 tons in 2012. Faldet er ved at flade ud og forbruget forventes at stabilisere sig i løbet af et par år.

Køling og aircondition er langt de vigtigste anvendelser for f-gasser og specielt for HFC'er. Mindre mængder er anvendt til termostater og aerosoler (sprays), mens brugen som opskumningsmiddel til skumplast ophørte i 2002. PFC'er blev tidligere brugt i særligt lavtemperatur-køleudstyr, men denne anvendelse er tilsyneladende ophørt i Danmark, da der ikke blev registreret forbrug i 2012. SF₆ bruges i dag hovedsageligt som dielektrisk gas i stærkstrøms installationer, mens brugen som isoleringsgas i vinduer og som beskyttelsesgas ved produktion af magnesium i dag er ophørt.

3.2 Eksisterende regulering

F-gasser er omfattet af EU-lovgivning såvel som dansk regulering. Den danske bekendtgørelse, der har eksisteret siden 2002 forbyder generelt salg og anvendelse af f-gasser og produkter med f-gasser. Dog tillader bekendtgørelsen salg af køleanlæg, der rummer mindre end 10 kg HFC kølemiddel per anlæg – det såkaldte "10 kg vindue". Desuden er servicering af eksisterende køleanlæg tilladt. F-gasser er i Danmark også underlagt en særavgift på til 150 kg pr. ton CO₂ ækvivalent. Svarende til 200 -500 kr. pr. kg for de mest anvendte gasser.

En ny EU forordning trådte i kraft den 1. januar 2015. Det væsentligste virkemiddel er en kvoteordning, som samlet reducerer forbruget af HFC –gasser – regnet som CO₂ ækvivalenter - i EU således at forbruget i 2030 maksimalt må udgøre 21% af det gennemsnitlige forbrug i årene 2008-2012.

Der er verden over kun få lande, der har indført lovgivning, som er mere restriktiv end den eksisterende EU-regulering. Et omfattende forbud, som omfatter både køling og mange andre anvendelser af f-gasser, er indført i Schweiz.

HFC-365mfe er den eneste forbindelse, som er optaget på EUs liste over harmoniserede klassificeringer (meget brandbar væske og damp). Ingen af forbindelserne er i øvrigt omfattet af REACH eller genstand for aktivitet under REACH. Alle forbindelser er omfattet af Kyoto Protokollen om reduktion af emission af drivhusgasser.

Brugen af HFC'er, PFC'er og SF6 er omfattet af enkelte miljømærker (gælder fx. varmepumper og gulvbelægning).

3.3 Miljø-/sundhedsrisici

Miljømæssige effekter og eksponering

HFC'er, PFC'er, HFO'er og SF6 er målt i atmosfæren. Koncentrationerne har været konstant stigende siden i 1978 og fortsætter med at stige med en rate på ca. 5 % årligt. Der er stigende bekymring over emissionen og akkumuleringen af fluorholdige gasser med lang levetid i atmosfæren. De er meget persistente på grund af stabiliteten af den kemiske C-F binding. For PFC'er og SF6 er den atmosfæriske nedbrydning ekstremt langsomt, og forbindelserne har levetider i atmosfæren på mange tusinde år. De er drivhusgasser med et væsentligt potentiale for global opvarmning, da de stærkt absorberer infrarød stråling. Gasserne er generelt ikke-reaktive og udgør ingen trussel mht. giftighed overfor miljøet.

HFC'er og HFO'er nedbrydes i den lavere atmosfære på grund af C-H bindingerne, som reagerer med hydroxyl radikaler. Den atmosfæriske levetid for disse forbindelser er af størrelsen 1,5 til 242 år for de vigtigste HFC'er, mens levetiden for de vigtigste HFO'er er nede på 0,03-0,04 år.

Emissionen af HFC'er har potentiale til at blive meget væsentlig i fremtiden. Uden indgreb vil stigningen i HFC emissioner medføre, at en stor del af den klimagevinst, som blev opnået ved udfasningen af CFC og HCFC, vil gå tabt. Emissionen af HFC'er i 2050 er estimeret at svare til 7 – 19 % af de globale emissioner af CO₂.

Der er ikke identificeret nedbrydningsprodukter fra f-gasserne med væsentlig giftvirkning i miljøet, herunder medregnet trifluoreddikesyre (TFA), som er et nedbrydningsprodukt af visse HFC'er og HFO'er. TFA er en meget persistent forbindelse, som synes at forekomme naturligt i havvand. Væsentlige koncentrationer af TFA er registreret i regn, søer og floder og i både kystnære havområder og i oceanerne. Havene er derfor et stort lager for TFA, og de observerede koncentrationer overstiger klart, hvad der kunne forventes som resultat af atmosfærisk iltning af menneskeskabte fluorcarboner. Kredsløbet for TFA i atmosfæren og hydrosfæren er dog langt fra klarlagt og er genstand for igangværende forskning.

Sundhedseffekter og eksponering

HFC-365mfe er den eneste forbindelse optaget på EUs liste over harmoniserede klassifikationer (meget brandfarlig væske og damp). Industriens selv-klassificeringer viser, at brandbarheden af HFC'er stiger med kortere kulstofkæder og mindre fluorindhold. Selv-klassificeringerne viser også, at de kortkædede HFC'er, HFO-1234yf, SF6 og PFC'er opbevares ved højt tryk og kan eksplodere ved opvarmning.

Hvad angår giftighed og baseret på den tilgængelige viden, kan det generelt konkluderes, at HFC'er, PFC'er og SF6 er stort set ufarlige for sundheden. Ved meget kraftig eksponering er der for visse HFC'er rapporteret reversible effekter

såsom åndedrætsbesvær, produktion af spyt, balanceproblemer samt påvirkninger af hjertet. Hertil kommer, at visse HFC'er og PFC'er kan give lette irritationer. Tilgængelige tests for mutagenicitet/genotoksicitet (in vitro og in vivo) og studier om carcinogenicitet peger ikke på, at de pågældende forbindelser har kræftfremkaldende egenskaber.

Den beskudne information om påvirkningen af forbrugere og gennem arbejdsmiljøet peger på, at der under normale forhold kun sker lille eksponering for de pågældende forbindelser. Meget litteratur beskæftiger sig slet ikke med eksponering grundet de meget beskudne farer for menneskers sundhed. I overensstemmelse hermed er der ikke identificeret nogen aktuelle toksikologiske risikovurderinger.

De væsentligste risici knyttet til de pågældende forbindelser synes således at handle om brandbarheden af HFC'er og HFO'er og om termiske nedbrydningsprodukter, idet termisk nedbrydning i forbindelse med brand eller ulykker kan forårsage dannelse af stærkt toksiske nedbrydningsprodukter såsom hydrogen fluorid (HF) og carbonyl fluorid (COF₂).

3.4 Affald

Der genereres ikke produktionsaffald i Danmark, da f-gasser som nævnt ikke produceres i Danmark. Indsamling af f-gasser sker ved reparation og vedligeholdelse af udstyr og anlæg som indeholder f-gasser (fx. køleskabe, fryserne, airconditionanlæg, varmepumper og transformerstationer) samt ved konvertering af udstyr og anlæg til nye kølemidler/varme transmissionsmidler og ved skrotning af udtjent udstyr og anlæg. De opsamlede f-gasser anvendes i eksisterende eller nyt udstyr i Danmark eller udlandet - om nødvendigt efter oprensning - eller sendes til destruktion.

F-gasser, som er til stede i skumplast i andet end køleanlæg, vil ikke nødvendigvis blive indsamlet og destrueret og vil derfor blive frigivet til atmosfæren. Dette gælder også for SF₆ anvendt som isoleringsgas i vinduer.

3.5 Alternativer

De skrappe danske regler for f-gasser herunder afgifter og forbud for bestemte formål kombineret med støtte til forsknings- og udviklingsprojekter har medført at der er alternativ teknologi til rådighed for de fleste anvendelser af f-gasser. Det drejer sig især om de såkaldte naturlige kølemidler: CO₂, ammoniak og hydrocarboner. I mange anvendelsesområder er de naturlige kølemidler mere energieffektive end HFC-gasserne. Til opblæsning af isolationsskum anvendes især hydrocarboner og CO₂.

Ved meget høje spændinger er der ikke noget umiddelbart tilgængeligt alternativ til SF₆ i højspændingskoblingsanlæg.

4. Udfordringer, tiltag og effektmål

Udfordring 1 - Global stigning i anvendelsen

På verdensplan forventes forbruget af f-gasser at stige væsentligt i de kommende år. Årsagen er dels at ulandene er ved at udfase ozonlagsnedbrydende stoffer som f-gasserne kan erstatte, dels at behovet for køling generelt er stigende med større velstand. Fra at udgøre omkring 2% af de samlede udledninger af CO₂ ækvivalenter omkring år 2010 kan f-gasserne potentielt komme til at udgøre op mod 25% i 2050. De er som nævnt ovenfor omfattet af Kyotoprotokollen, men der er pt. ikke nogen bindende aftale om udfasning. Det er derfor blevet foreslået, at HFC-gasser reguleres under Montrealprotokollen på lignende måde som de ozonlagsnedbrydende stoffer, som de i stor udstrækning erstatter. Konkrete forslag er blevet fremsat af flere lande. Men har mødt stor modstand især blandt visse ulande. EU overvejer at fremsætte sit eget forslag i 2015.

Tiltag

- a. GLOBAL AFTALE OM UDFASNING AF HFC'ER
Danmark vil fortsat arbejde for optag af HFC-gasser under Montrealprotokollen ved bl.a. at bringe sine unikke erfaringer som det eneste land, der i praksis har gennemført en kraftig begrænsning i forbruget, i spil. På den måde adresseres den høje grad af usikkerhed if.t. de tekniske og praktiske muligheder for at anvende klimavenlige alternativer der eksisterer i disse fora

Udfordring 2 – Manglende fald i forbruget i Danmark

I Danmark er forbruget af HFC-kølemidler ikke faldet siden 2009 og forbruget har tilsyneladende stabiliseret sig på et årligt forbrug på ca. 360 tons. Denne stagnation i faldet skydes ifølge Teknologisk Institut hovedsageligt at HFC gasser fortsat må anvendes til servicering af eksisterende udstyr og det såkaldte "10-kg vindue" i den danske lovgivning, som tillader, at HFC stadig anvendes i udstyr, der rummer mindre end 10 kg HFC kølemiddel per anlæg. Det gælder produktgrupper der omfatter kondenserende enheder, varmepumper og små kølere. Der findes teknisk set anvendelige klimavenlige alternativer inden for disse produkgrupper, men de er ofte dyrere i anskaffelse

Tiltag

- a. REVISION AF BEKENDGØRELSE
Et udkast til en revideret bekendtgørelse er netop (16. april 2015) sendt i offentlig høring. For at afspejle den teknologiske udvikling af nye kølemidler med et lavt drivhusgas potentiale indskrænkes bekendtgørelsens område således at HFC, med et GWP på under 25 ikke er omfattet af forbudet. Da det med den nye bekendtgørelse bliver mere attraktivt at anvende kølemidler med en lavklimapåvirkning forventes det at de nye regler vil medføre et fald i anvendelsen af de mest klimaskadelige gasser.

b. **STØTTE TIL UDVIKLING AF ALTERNATIVER**

Køleanlæg, indenfor de kølesektorer hvor det stadigvæk er lovligt at anvende HFC er under udvikling, men er endnu ikke på alle områder klar til markedsføring.

Miljøstyrelsen har under MUDP programmet støttet et forprojekt, som skal identificere de relevante anlægstyper, og i samarbejde med danske virksomheder udarbejde forslag til konkrete udviklingsprojekter. Afhængigt af resultatet af forprojektet kan der iværksættes egentlige udviklingsprojekter i 2015.

GRØNNE OFFENTLIGE INDKØB

På BanKi Moons klimatopmøde i september blev der vedtaget en resolution under CCAC (Climate and Clean Air Coalition) som opfordrer til at støtte udfasingen af f-gasser via grønne offentlige indkøb. Danmark støttede resolutionen. Der startes et projekt som udarbejder grønne indkøbskriterier for kølemidler, som kan lægges på Den ansvarlige indkøber (www.csr-indkob.dk)

Udfordring 3 - Barrierer for udbredelsen af lav-GWP kølemidler

Der er i kortlægningen identificeret en række barrierer som begrænser udbredelsen af naturlige kølemidler og andre kølemidler med et lavt GWP:

- Der mangler kendskab til lav-GWP kølemidlers egenskaber og anvendelsesområder. Ved dimensionering og projektering af køleanlæg benytter kølebranchen i stor udstrækning et fælles beregningsværktøj (Coolpack), der er udviklet på DTU. De nyeste lav-GWP kølemidler er ikke integreret i Coolpack. Der er stor interesse for Coolpack i udlandet, og en øget udbredelse af en opdateret version, vil kunne støtte vedtagelsen af internationale begrænsninger af de mest klimaskadelige HFC'er
- Mange køleanlæg indeholder og serviceres med det meget klimaskadelige kølemiddel R404A (GWP 3932) på trods af, at der findes andre relativt nyudviklede kølemidler med kun ca. halv så stor klimapåvirkning. Alternativerne kan stort set bruges direkte i stedet for R404A. I en del tilfælde vil alternativet være mere energieffektivt og på grund af lavere afgift billigere i anskaffelse og ved efterfølgende serviceringer. En væsentlig barriere for skift til anvendelse af et mere klimavenligt kølemiddel er, at der er en betydelig kortsigtet merudgift ved selve skiftet fra et kølemiddel til et andet.
- Også ved nyanskaffelse af køleanlæg er det muligt at gøre et klimavenligt valg. Det sker allerede for mange anlægstyper, men der er også områder, hvor de klimavenlige køleanlæg bør få en større udbredelse. Anlæg, der baserer sig på klimavenlige teknologier er ofte mere energiøkonomiske end de traditionelle med HFC som kølemiddel. Imidlertid er anskaffelsesudgiften ofte noget højere. Det forventes at denne prisforskel vil blive væsentligt reduceret, hvis de klimavenlige anlæg bliver mere almindelige.
- Brand og andre sikkerhedsstandarder er medvirkende til at anlæg, der benytter naturlige kølemidler og brandbare kølemidler er dyrere. Det

hævdes at producenter af traditionelle kølemidler og anlæg baseret herpå fastholder eller fremmer unødvendigt strenge standarder. Miljøstyrelsen kan imødegå dette ved at agere mere aktivt i forbindelse med udarbejdelse af ny standarder.

- I modsætning til de ”almindelige” HFC gasser er de ny-udviklede kølemidler med lavt GWP brandbare. Det udfordrer det ellers meget effektivt genanvendelsessystem, som er etableret under Kølebranchens MiljøOrdning, idet brandbare og ikke brandbare kølemidler af sikkerheds grunde skal holdes helt adskilte.

Tiltag

a. ØGET KENDSKAB TIL LAV-GWP KØLEMIDLER

Der er manglende kendskab til lav-GWP kølemidler. Dette gælder både ved anskaffelse af nye køleanlæg og ved servicering af eksisterende. I forbindelse med udmøntningen af klimareserven er der over 3 år afsat i alt 6,5 mio kr til forskellige rådgivnings- og informationsaktiviteter og en opdatering af beregningsværktøjet Coolpack.

b. RIMELIGE BRAND- og SIKKERHEDSSTANDARDER

Ovenstående initiativer vedr. rådgivning og informationer vil også omfatte initiativer i relevante standardkomiteer.