

NOTAT

April 2023



Forbud imod PFAS – hvad betyder det for kølemidlerne, og hvad er problemet med PFAS egentlig?

Et forbud mod PFAS er i spil for tiden både på europæisk og dansk plan, og kølemidler er et af de stoffer, der kan blive ramt af et forbud. Hvorfor det hænger sådan sammen, og hvad der konkret kommer til at ske er en længere forklaring, som både involverer en forståelse af kemien i PFAS samt den politiske proces bag forbuddet.

Dette notat forsøger at redegøre for sammenhængene igennem tre dele:

- Del 1: Hvorfor tales der om et PFAS-forbud, og hvorfor rammer det kølemidler? Herunder kan du også læse Dansk Køl & Varmes position på området.
- Del 2: Hvordan vil et forbud ramme kølemidlerne?
- Del 3: Baggrunden for forbuddet – et nærmere kig på forskning i PFAS og TFA.

Del 1: Hvorfor tales der om et PFAS forbud, og hvorfor rammer det kølemidler?

PFAS er i de seneste par år blevet omtalt meget i medierne. Det skyldes, at forureningen med PFAS er mere udbredt, end det hidtil har været offentligt kendt.

Da PFAS er et menneskeskabt stof, som ikke kan nedbrydes i naturen, og som i nogle tilfælde kan være sundhedsskadeligt for mennesker, er opmærksomheden omkring PFAS blevet stor.

I Danmark er der blandt andet fundet PFAS i grundvandet, havvandet og regnvandet.

PFAS er en kemisk betegnelse for kemikalier med et højt indhold af fluor. PFAS står for per- og polyfluoralkylstoffer, som oversat til dansk betyder fuldt- eller meget fluorholdige karbonstoffer. Fluor bidrager til at gøre stoffer mere vedvarende og svære at nedbryde i naturen. Det tilsammen med miljøskadelige egenskaber skaber bekymring om PFAS hos danske og internationale myndigheder. De vedvarende aspekter giver anledning til, at PFAS populært kaldes for "evighedskemikalier".

Forslaget om et generelt forbud imod PFAS

Både danske og internationale myndigheder har igangsat undersøgelser og sat fokus på de mulige konsekvenser ved PFAS. I 2022 foreslog Danmark sammen med Norge, Tyskland, Holland og Sverige at indføre et totalt forbud imod brugen af PFAS i EU.

Et forbud imod brugen af PFAS vil sandsynligvis få betydning for køle- og varmepumpebranchen idet et generelt forbud imod produkter, der indeholder PFAS, også vil omfatte fluorerede kølemidler. Det hænger sammen med, at fluor-carbon forbindelsen

NOTAT

i f-gasserne forventes at være omfattet af den definition af en PFAS, som et forbud bygges op på.

Dansk Køl & Varmes aktuelle position

Dansk Køl & Varme har ad to omgange i 2021 og 2022, sammen med KMO, tilkendegivet branchens syn på et PFAS-forbud overfor Miljøstyrelsen. I disse tilkendegivelser anerkender vi behovet for en nedfasning af fluorerede kølemidler – herunder på grund af PFAS. Dog anføres det, at en hurtig nedfasning rummer en række udfordringer for producent-leverandør-installatørkæden. Det kan blive svært for hele kæden at følge med, og der kan for eksempel være områder, hvor der ikke findes alternativer til fluorerede kølemidler. Endvidere peges der på, at EU's nedfasningsplan for HFC-kølemidler i sig selv vil medvirke til at nedfase PFAS på dette område.

Siden hen har Miljøstyrelsen offentliggjort en række målinger, der viser et meget udbredt forureningsproblem.

I erkendelse af dette - og i erkendelse af, at f-gassernes dage under alle omstændigheder er talte – er Dansk Køl & Varmes bestyrelses holdning i dag, at hvis en hurtigere nedfasning af f-gasserne er det, der skal til for at begrænse PFAS-problemet, må det være sådan.

Skiftet til alternative kølemidler er under alle omstændigheder den vej, branchen skal gå. PFAS-problemet sætter kun tempoet op. PFAS understreger på den måde kun vigtigheden af, at branchen lærer at arbejde med naturlige kølemidler, hvilket brancheforeningen skal understøtte.

NOTAT

Del 2: Hvordan vil et forbud ramme kølemidlerne?

Danmark, Norge, Tyskland, Holland og Sverige har forestået The European Chemicals Agency (ECHA) at forbyde brugen af PFAS på europæisk plan.

På den baggrund har ECHA udarbejdet en analyse af, hvor PFAS kommer fra, og i hvilke mængder det findes. ECHA har dertil opstillet to modeller for, hvordan PFAS-restriktionen kan blive indført:

- Model 1 hvor alle PFAS bliver begrænset i samme omfang, og restriktionen træder i kraft 18 måneder efter, rapporten bliver godkendt.
- Model 2 indfører en række undtagelser for hvert anvendelsesområde, hvor restriktionen kan blive udskudt med 5 eller 12 år oveni de 18 måneder.

Da PFAS dækker over mere end 10.000 stoffer, der har vidt forskellige anvendelser, er det ikke sandsynligt, at model 1 bliver valgt. Dette notat tager derfor udgangspunkt i model 2.

I rapporten fra The European Chemicals Agency (ECHA) er kølebranchen omfattet i kategorien "anvendelser af fluorerede gasser" og til dels "transport", som inkluderer MAC anlæg.

Relevant for kølemidler er der dog et par undtagelser for anvendelser, hvor PFAS-restriktionen bliver længere end de 18 måneder:

- 5 års udskydelse på kølemidler til anlæg under -50 °C, kølemidler i MAC anlæg, kølemidler til transport som ikke er "marine applications".

NOTAT

- 12 års udskydelse på kølemiddel i laboratorieudstyr, alle køle/varme-anlæg monteret før denne restriktion træder i kraft som ikke har "drop-in" alternativer.
- Uendelig udskydelse på køle/varme-anlæg i bygninger hvor national sikker eller andre reglementer forbyder brugen af alternative kølemidler.

Det er alle de undtagelser for anvendelse, som lige nu fremgår af rapporten. Alt, som ikke er inkluderet deri, vil, som det står nu, være forbudt.

Fra ECHAs definition på PFAS kan vi se, at der kun er fire syntetiske kølemidler, som ikke vil blive ramt af restriktionen, da de ikke defineres som PFAS:

Kølemiddel	Sikkerhedsgruppe	GWP	Normalkogepunkt (°C)
R-23	A1	14,800	-82
R-32	A2L	675	-52
R-152a	A2	124	-25
R-1132(E)	B2	<1	-52.5

Alle blandingskølemidler (R-4XX eller R-5XX), som ikke kun består af naturlige kølemidler, indeholder mindst ét PFAS-kølemiddel.

Dette forslag er første skridt i retning af et konkret forbud mod brugen af PFAS. Forbuddet forventes at træde i kraft tidligst i 2025/2026, og derefter vil der være en 18 måneders varslingsperiode, hvorefter forbuddet træder i kraft.

I del 3 kan du læse mere om kemien i PFAS og de kølemidler, der er PFAS.

Del 3. Baggrunden for et forslag om at forbyde PFAS: Et nærmere kig på viden om og forskning i PFAS og TFA.

Kølemidler som er PFAS

Introduktionen af kølemidler til PFAS-debatten er en nyere udvikling som følge af jagten på lav GWP syntetiske kølemidler.

Mange af de sundheds- og miljømæssige bekymringer fra PFAS er faktisk ikke relevante for kølemidler selv. Problematikken starter og slutter ved kølemidlers relation til stoffet TFA (tri-fluor-eddikesyre).

Faktaboks:

Langt størstedelen af de miljø og sundhedseffekter man hører om PFAS, stammer fra per-fluor-**syre** grupperne PFCA (Per-fluor-karboxyl-**syre**), som bla. indeholder stofferne TFA, PFOA og PFNA, og PFSA (Per-fluor-sulfon-**syre**), som bla. indeholder stofferne PFOS og PFHxS.

Først skal der pointeres det skel, der er mellem de syntetiske kølemidler og TFA: Begge er nemlig kortkædede PFAS, men TFA er IKKE et kølemiddel, og er kemisk meget forskelligt fra de syntetiske kølemidler, fordi TFA er en syre. Andre PFAS, som ikke er syrer, er generelt harmløse sundhedsmæssigt, men meget stærke drivhusgasser. Det er desuden udelukkende dem, der bliver brugt som syntetiske kølemidler.

PFAS	Egenskaber	Kortkædet	Langkædet
Ikke syre	Anvendelser (Eksempler)	Kølemidler (HFCer og HFOer)	Medicinsk brug, kosmetik, skivoks (PFCer)
	GWP: Sundhed: Bioac-cumulation: Opløselighed:	Høj GWP Generelt harmløse Ingen Svagt opløseligt i vand	Meget høj GWP Generelt harmløse Ingen Uopløselig i vand
Syre	Anvendelser (Eksempler)	Kemisk polymerindustri (TFA)	Vandafvisende overfladebehandlinger (PFOA, PFNA, PFOS, PFHxS)
	GWP: Sundhed: Bioac-cumulation: Opløselighed:	Ikke drivhusgas Skadeligt i "store" mængder "Lav" (ca. en uges levetid) Fuldt opløseligt i vand	Ikke drivhusgas Skadeligt i "små" mængder "Høj" (ca. 3 års levetid) Delvist opløseligt i vand

Figurtekst: Overblik over kølemidlers plads i de mange PFAS. For hver kategori er der angivet klimarelevante egenskaber. GWP er ikke relevant for syrer, da de typisk er væsker eller faststof. Sundhedsfaren for PFAS er meget afhængig af deres bioakkumulation, altså hvor meget de ophobes i kroppen. Opløselighed i vand bestemmer hvor nemt det bliver transporteret af regnvand og optaget af planters rødder.

Det er ikke helt så sort og hvidt. For hvis man vil lave kølemidler med lavere GWP, har man generelt kun én mulighed: at udskifte Fluor med Hydrogen i kølemidlerne. Det har en række effekter på kølemidlets egenskaber, da det blandt andet sænker GWP, øger brandbarhed, ændrer kogepunktet lidt og gør stoffet mere reaktivt, og derved mindre vedvarende. Det lyder generelt som en god ting,

NOTAT

men den højere reaktiveret gør, at kølemidlet kan reagere med stråling og ozon i atmosfæren og omdannes til en række stoffer, heriblandt TFA. HFO'erne er et ekstremt eksempel på denne trend, hvor de reagerer meget hurtigt (efter et par dage) i atmosfæren og omdannes til mellem 20-100 % TFA afhængig af kølemidlet. På den måde er de syntetiske kølemidler fanget mellem to uvelkomne egenskaber, høj GWP eller omdannelse til TFA.

TFA – et affaldsprodukt af HFC- og HFO-kølemidler

Når nogle HFO- og HFC-kølemidler udledes, for eksempel ved lækage på et køleanlæg eller en varmepumpe, bliver de nedbrudt til affaldsproduktet TFA i atmosfæren. TFA er en PFAS og en middelstærk syre (svagere end salpetersyre, men stærkere end fosforsyre). Det betyder, at TFA er meget vedvarende med en endnu ukendt effekt på miljøet. TFA er også meget vandopløselig, derfor er det vanskeligt at fjerne igen, når først det er blevet en del af miljøet, naturen og omgivelserne. Det i sig selv bliver brugt som argument for, at man på europæisk plan ønsker at udfase TFA, og i forlængelse mange HFC-kølemidler.

Forskning i PFAS og TFA

Der er to emner, som forskning i PFAS fokuserer på: Sundhed og miljø. Herunder er fremhævet nogle af de største rapporter på emnet, deres konklusioner, og hvordan det er koblet til kølebranchen, så speciel fokus er sat på TFA hvor det er relevant.

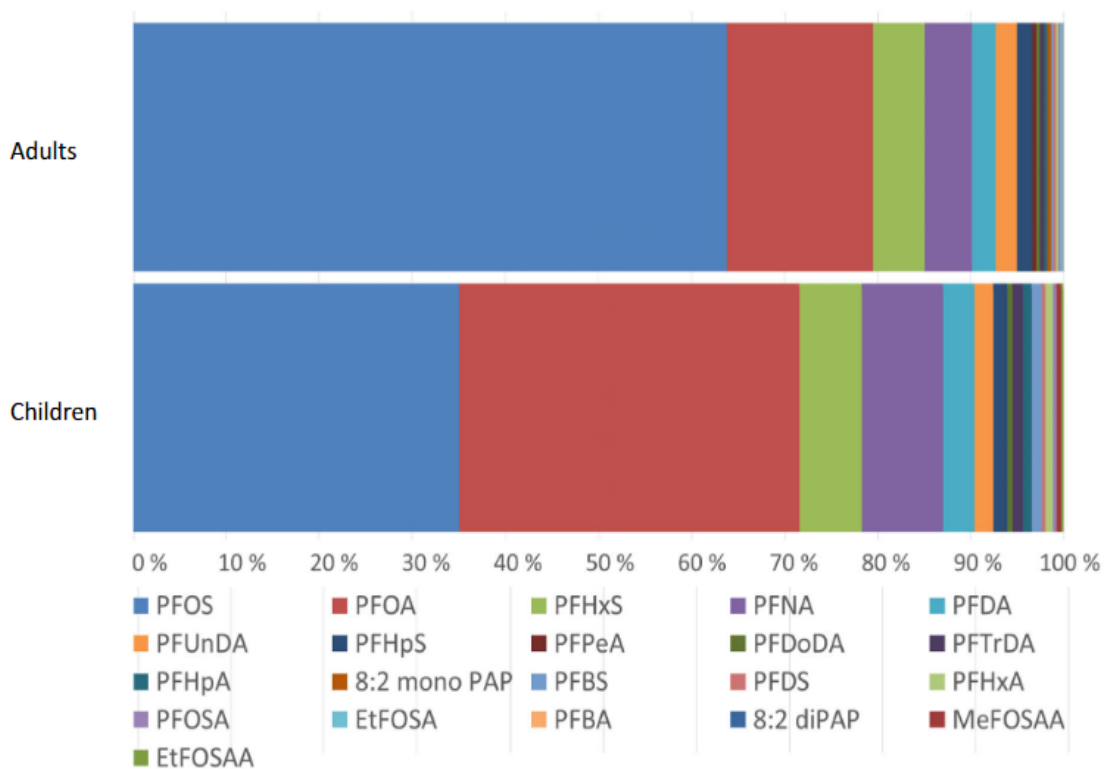
Sundhed

European Food Safety Authority (EFSA) har i 2020 udgivet en undersøgelse af 27 forskellige PFAS-stoffer, som bliver brugt i overfladebehandlinger (se eksempler i faktaboks) for at bedømme

NOTAT

deres sundhedsmæssige konsekvenser. De PFAS-stoffer, som blev undersøgt, inkluderede hverken TFA eller PFAS-kølemidler.

Undersøgelserne konkluderer, at stofferne PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA udgør den største risiko for sundheden. De udgjorde nemlig hele 85 – 90 % af mængden af PFAS-stoffer, som var fundet i serum fra mennesker. Se figuren herunder.



Den relative andel af PFAS-stoffer i bioovervågningsstudier baseret på medianen af medianer blandt studierne. Resultater er opdelt i "voksne" og "børn".

Grunden til, at disse fire PFAS-stoffer (PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA) bliver fundet i en meget større mængde, er en kombination af, at de bliver produceret i større mængder, som overfladebehandlinger til fx teflonpander eller andre vandafvisende

NOTAT

overflader, og de er meget lang tid om at passere gennem kroppen (op til 3,5 år). For de andre PFAS-stoffer i undersøgelsen blev der generelt fundet, at de passerer gennem kroppen for hurtigt til, at mængden kan være skadelig for kroppen.

Helbredseffekterne af PFOS, PFOA, PFHxS og PFNA er beskrevet i en rapport udgivet af Sundhedsstyrelsen i 2022. Her konkluderer de, at man på nuværende tidspunkt ikke kan påvise, at PFAS'erne forårsager nedenstående helbredseffekter, men at der er en sammenhæng mellem forhøjet udsættelse for PFAS'erne og følgende helbredseffekter:

- Nedsat antistofrespons i forbindelse med vaccination, primært hos børn
- Forhøjet kolesterol
- Nedsat fødselsvægt
- Let leverpåvirkning

Det skal pointeres, at TFA ikke er inkluderet i undersøgelserne. Grunden til, at det ikke er muligt at påvise de sundhedsskadelige effekter, er hovedsageligt mangel på data og forskning.

Miljø

Miljøeffekten af HFC og HFO-kølemidler er delt mellem GWP og forurening med TFA. Her ser vi på forskning i miljøeffekten af PFAS og specifikt TFA.

Både det tyske og norske miljødirektorat har udgivet en rapport i henholdsvis 2021 og 2017 om den miljømæssige effekt af HFC- og HFO-kølemidler, heriblandt TFA.

De skriver, at TFA udgør en stor potentiel risiko for miljøet. Det er begrundet med, at det er svært at nedbryde i naturen, og at man

NOTAT

desuden forudser en stigende grad af TFA-forurening som resultat af, at lav-GWP-kølemidler bliver anvendt i stigende grad i særligt køleanlæg i biler.

De følgende oversatte citater fra rapporternes konklusioner opsummerer ganske fint det standpunkt, som forskningen på området har:

“Der mangler en del viden for at kunne konkludere, at TFA ikke vil have en negativ effekt på miljøet. Generelt er der brug for mere forskning for at få en fuld forståelse på cyklussen af TFA i atmosfæren og hydrosfæren. (...) En udfasning af HFO'er (og dermed TFA), eller brug af strategier til at reducere udledning sammen med effektiv opsamling af HFO/TFA, vil hjælpe med at reducere risikoen for menneskers og naturens helbred.”

(Study on environmental and health effects of HFO refrigerants, Norwegian Environment Agency, 2017)

“Det, at TFA er højt vedvarende i miljøet, burde være et tilstrækkeligt grundlag for at begrænse inputtet, selv hvis TFA har en minimal skadelig effekt på miljøet og ikke viser nogen ophobning i dyr og mennesker. (...) Hvis der bliver fundet negative konsekvenser af en forøget koncentration af TFA i fremtiden, vil det helt sikkert ikke være muligt at minimere forureningen af TFA i miljøet inden for en passende tidsperiode.”

(Persistent degradation products of halogenated refrigerants and blowing agents in the environment: type, environmental concentrations, and fate with particular regard to new halogenated substitutes with low global warming potential, German Environment Agency, 2021)

Faktaboks: Hvad er PFAS?

- PFAS (per- og polyfluoroalkylstoffer) består af en stor gruppe syntetisk fremstillede fluorstoffer, som har været brugt siden begyndelsen af 1950'erne. Stofferne er stabile, svært nedbrydelige og er vand- og fedtskyende. Derfor er det for eksempel blevet brugt til teflonpander, overfladebehandling og imprægnering af tekstil, tæpper og i maling samt fødevareemballage.
- PFAS bliver tit kaldt evigheds-kemikalier, fordi de nedbrydes meget langsomt i naturen.
- Danmark og fire andre EU-lande arbejder i øjeblikket på at få udfaset PFAS. De forventer, at et forbud vil træde i kraft i 2025/26.
- Sundhedsstyrelsen har gennemgået litteratur om PFAS og fundet, at nogen langkædede PFAS-stoffer ophobes i kroppen og er forbundet med følgende helbredseffekter:
 - Nedsat antistofrespons i forbindelse med vaccination, primært hos børn
 - Forhøjet kolesterol
 - Nedsat fødselsvægt
 - Let leverpåvirkning
- Den danske kvalitetsgrænse for langkædede PFAS-stoffer i drikkevand er 0.002 mikrogram per liter for individuelle stoffer og 0.1 mikrogram per liter totalt for alle langkædede PFAS.
- PFAS-kølemidler er ikke ophobende i kroppen.

Faktaboks: Hvad er TFA?

- Mange HFC- og HFO-kølemidler, specielt dem med lav-GWP, nedbrydes til TFA i atmosfæren.
- Den danske kvalitetsgrænse for drikkevand for TFA er på 9 mikrogram pr liter og blev implementeret i drikkevandsbekendtgørelsen i 2021.
- TFA er påvist i grundvandet fra 219 ud af i alt 247 boringer foretaget af Miljøstyrelsen.
- TFA-koncentrationen ligger på under 1 mikrogram pr. liter på 97 procent af de pågældende 219 prøver, som påviste TFA. Den højeste koncentration, som blev fundet, var på 2,4 mikrogram pr. liter.
- Miljøstyrelsen fandt i samarbejde med forskere fra DTU Miljø i 2021, at det var muligt at fjerne 99,9 procent af TFA fra drikkevandet med såkaldt RO-membranfiltrering.