

Arbejdsrapport nr. xx, 1999

Ozonlagsnedbrydende stoffer og drivhusgasserne HFC'er, PFC'er og SF₆

Danmarks forbrug og emissioner, 1998

Tomas Sander Poulsen

COWI Rådgivende Ingeniører AS

Indhold

1	Indledning	5
1.1	Formål	5
1.2	Afgrænsninger og definitioner	6
1.3	Metode	7
1.4	Styregruppe	9
2	Sammenfatninger	11
2.1	Ozonlagsnedbrydende stoffer	11
2.2	Drivhusgasser	13
2.2.1	HFC-er	15
2.2.2	Svovlhexafluorid	16
2.2.3	Perfluorerede kulbrinter	17
3	Ozonlagsnedbrydende stoffer	19
3.1	Import og eksport statistik for stoffer	19
3.1.1	Danmark	19
3.1.2	Grønland	22
3.2	Forbrug og anvendelse	22
3.2.1	CFC-er	23
3.2.2	Tetrachlormethan	23
3.2.3	Trichlorethan	23
3.2.4	Haloner	23
3.2.5	Methylbromid	24
3.2.6	HCFC-er	24
3.3	ODP-vægtet forbrug	26
4	Drivhusgasser	29
4.1	Import af rene stoffer	29
4.1.1	HFC-er	29
4.1.2	Svovlhexafluorid	29
4.1.3	Perfluorerede kulbrinter	29
4.1.4	Forbrug fordelt på anvendelsesområder	30
4.2	Anvendelsesområde og produkter	33
4.2.1	HFC som kølemiddel	34
4.2.2	HFC som opskumningsmiddel	36
4.2.3	HFC som drivmiddel	37
4.2.4	SF ₆	38
4.2.5	PFC-er	39
4.3	Emission af HFC-er, PFC-er og SF ₆	40
4.3.1	HFC-emissionen fra kølemidler	40
4.3.2	Emission fra HFC opskumningsmiddel	45
4.3.3	Emission af HFC som drivmiddel	48
4.3.4	Svovlhexafluorid	49
4.3.5	Perfluorerede kulbrinter	52
4.3.6	Emissionen ved fremskrivning til år 2005 og 2010	53
5	Referenceliste	55
6	Bilag	57
6.1	Bilag 1	57
6.2	Bilag 2	58
6.3	Bilag 3	59

7	English Summary	61
7.1	Ozone depleting substances	61
7.2	Greenhouse gases	63
7.2.1	HFCs	65
7.2.2	Sulphur hexafluoride	66
7.2.3	Perfluorinated hydrocarbons	67

1 Indledning

Miljøstyrelsen har bedt COWI om at foretage en samlet kortlægning af det danske forbrug og emissioner af ozonlagnedbrydende stoffer samt visse industrielt anvendte drivhusgasser i 1998. Opgørelsen er gennemført i forlængelse af tidligere kortlægninger af forbruget af ozonlagnedbrydende stoffer (/1/, /2/, /3/, /4/, /5/, /6/, /7/, /8/ /10/ /15/, /16/), HFC'er (/5/, /6/, /7/, /8/ /10/, /15/, /16/) samt opgørelsen over forbrug og emissioner af 8 fluorerede og klorerede kulbrinter (/9/).

Til forskel fra tidligere opgørelser er emissionen af drivhusgasserne HFC, PFC og SF₆ korrigeret for import og eksport, når stofferne er anvendt i produkter, f.eks. køleskabe. Derved fås en mere præcis opgørelse af de aktuelle emissioner, end beskrevet i de tidligere forbrugs- og emissionsopgørelser.

Kortlægningen gennemføres dels for, at Danmark kan opfylde sin internationale informationsforpligtigelse dels for at følge, hvorledes forbruget af ozonlagnedbrydende stoffer og emissionerne af visse industrielt anvendte drivhusgasser udvikler sig.

De ozonlagnedbrydende stoffer, der reguleres af Montreal Protokollen, nedbryder jordens beskyttende ozonlag, således at nedbrydningen går meget hurtigere end den naturlige dannelse af ny ozon. Den naturlige balance bliver ødelagt, og den farlige ultraviolette stråling øges. De ozonlagnedbrydende stoffer har forskellig ozonlagnedbrydende potentiale, ODP-værdi (ozone depleting potential).

Drivhusgasserne bevirker, at atmosfærens evne til at tilbageholde jordens overskudsvarme øges. Temperaturen på jorden stiger - og vi får klimaændringer. Blandt de ozonlagnedbrydende stoffer er flere stoffer, som også har en kraftig drivhuseffekt. Også ozonlaget har en kraftig drivhuseffekt. Drivhusgasserne har forskellig potentiale som drivhusgasser. Potentialet udtrykkes ved drivhusgassernes GWP-værdi (global warming potential). De såkaldte "rene" drivhusgasser, der ikke har ozonlagnedbrydende effekt, men som har høj GWP-værdi (HFC'er, SF₆ og PFC'er), er omfattet af Kyoto Protokollen under Klimakonventionen.

Miljøstyrelsen har udgivet en pjece om ozonlaget og drivhuseffekten /13/, og sammen med de øvrige nordiske lande en anden pjece om beskyttelse af ozonlaget - nordisk perspektiv /14/. Miljøstyrelsen har også udgivet en rapport om erstatning af drivhusgasserne HFC'er, PFC'er og SF₆/20/.

1.1 Formål

Det er opgørelsens formål at kortlægge 1998-forbruget af nyproducerede ozonlagnedbrydende stoffer samt 1998-forbruget og den aktuelle emission af drivhusgasserne HFC'er, PFC'er og SF₆. Opgørelsen

foretages dels efter den metode, der har været gældende ved tidligere kortlægninger, dels efter de retningslinier, der er beskrevet af IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (/12/).

I bilag er vist de ozonlagnedbrydende stoffer, som er reguleret af Montreal Protokollen, deres formel og ODP-værdier (Ozone Depleting), samt de "rene" drivhusgasser, som er omfattet af denne kortlægning, deres kemiske formel og GWP-værdier (Global Warming Potential).

1.2 Afgrænsninger og definitioner

Ozonlagnedbrydende stoffer Denne kortlægning omfatter bruttoforbruget af de ozonlagnedbrydende stoffer. Ved bruttoforbruget forstås mængden af de importerede råvarer i bulk eller tromler fratrukket en eventuel reeksport af stofferne som råvarer.

Ozonlagnedbrydende stoffer indeholdt i importerede og eksporterede færdigvarer (produkter) indgår derfor ikke i denne kortlægning. Denne begrænsning er i fuld overensstemmelse med de internationale retningslinierne.

Forbruget af ozonlagnedbrydende stoffer, der anvendes som råvare ved fremstilling af andre stoffer f.eks. methylbromid og tetrachlor-methan, og som dermed ikke emitteres til atmosfæren, er ikke omfattet af denne opgørelse.

Oplysningerne om forbruget er modtaget fra blandt andet importører, leverandører og brugervirksomheder (ofte af indkøbsafdelingen) samt hentet fra Danmarks Statistiks Udenrigshandel. Denne dataindsamlingsmetode betyder, at det er oplysninger om de handlede mængder af stofferne, der indsamles. Køb-/salgstal benyttes i denne opgørelse som synonym for forbrugstal. Denne antagelse vurderes at være hensigtsmæssig og tilstrækkelig, fordi erfaringerne fra tidligere projekter viser, at der sker en udjævning med tiden. De solgte/indkøbte stoffer bliver løbende og inden for en kortere tidshorisont forbrugt. Det sker under alle omstændigheder til sidst. For flere brugervirksomheder er der tale om flere leverancer det samme år.

Der er ingen produktion af de omfattede stoffer i Danmark. Derimod destrueres ozonlagnedbrydende stoffer på Kommunekemi. Disse data er indsamlet i kortlægningen, men modregnes som ved alle tidligere kortlægninger ikke i forbruget.

Da salg af methylbromid i Danmark er blevet forbudt pr. 1. januar 1998, er methylbromid ikke længere omfattet af opgørelsen.

Drivhusgasser

Kortlægningen af emissionerne af drivhusgasserne HFC, PFC og SF₆ er gennemført i forlængelse af tidligere opgørelser, der løbende er blevet mere præcise i takt med udviklingen af internationalt godkendte retningslinier (IPCC Guidelines) og frembringelsen af stadig mere detaljerede data.

Denne kortlægning omfatter en opgørelse af den aktuelle emission af HFC-erne under hensyntagen til den tidsmæssige forskydning mellem forbruget og den reelle emission fra de forskellige anvendelsesområder. Opgørelsen af den aktuelle emission inkluderer, at evt. import og eksport af HFC-er, PFC-er og SF₆ i produkter kvantificeres og beregnes. Det er første gang, at Danmark har udarbejdet en emissionsopgørelse af de nye drivhusgasser, hvor import og eksport af stofferne er medtaget. Dette er i overensstemmelse med den nyeste og mest præcise opgørelsesmetode (Tier 2) blandt valgmulighederne i "IPCC Guidelines" /12/. Denne udvidelse af opgørelsesmetoden har medført betydelige ændringer af den aktuelle emission for nogle af stofferne.

1.3 Metode

Forbrug

Kortlægning af forbrugene er foretaget ud fra oplysninger fra 4 kilder:

- Importører, agenturvirksomheder, grossister og leverandører
- Forbrugende virksomheder og brancheforeninger
- Danmarks Statistik
- Told- og Skattestyrelsen og Miljøstyrelsen

Oplysninger til kortlægningen er i første omgang indhentet via et udsendt spørgeskema. Spørgeskemasvarene er efter behov suppleret med telefonisk indhentede oplysninger.

Resultaterne i dette projekt er overvejende baseret på de oplysninger, der er modtaget fra de adspurgte virksomheder og importører mv.

Opgørelsen af forbruget af ozonlagnedbrydende stoffer og drivhusgasser kan erfaringsmæssigt ikke bygge alene på import- og eksportdata fra Danmarks Statistiks Udenrigshandel, idet statistikken er baseret på indberetninger fra importører/eksportører, hvor der kan ske en ukorrekt placering inden for varegrupperne.

Oplysninger om forsyningen af CFC-er er for 1998 suppleret med Miljøstyrelsens dispensationer for brug af CFC og Told- og Skattestyrelsens registreringer af indbetalinger af CFC-afgift

For CFC-erne anvendes ikke data fra Danmarks Statistik, fordi såvel nye som genbrugte stoffer registreres på positionsnumrene. Det er ikke muligt at skelne imellem nye og genbrugte CFC-er

Oplysninger modtaget fra importører og leverandører er sammenholdt med oplysninger fra forbruger-virksomheder for at kontrollere for evt. uoverensstemmelser mellem købs- og salgsoplysninger og anvendelse af stofferne. I nogle tilfælde er anvendelse af enkeltstoffer skønnet ud fra 2 kilder, fordi langt hovedparten af de forbrugende virksomheder er kendt. I tilfælde, hvor anvendelsesområder for stoffer ikke er oplyst af alle bruger-virksomheder, er forbruget af enkeltstoffer skønnet ud

fra oplysninger fra brancheforeninger og øvrige brancherelaterede organisationer.

Der kan være uoverensstemmelser mellem oplysninger afgivet af leverandører og "bruger"-virksomheder. Det skyldes dels lagerforskydninger eller manglende sammenfald mellem solgte og forbrugte mængder, dels at der kan være større eller mindre usikkerhed på den anvendte opgørelsesmåde internt i virksomhederne. Det skønnes, at den gennemsnitlige usikkerhed på rapportens forbrugstal (hvad der er solgt og købt), er plus/minus 5-10% og en smule større på data for anvendelsesområderne. Den relative usikkerhed vil i almindelighed være størst på de meget små forbrug.

Emission

Opgørelsen over emissionerne er foretaget efter 2 forskellige metoder /12/:

- Den potentielle emission
- Den aktuelle emission

De ozonlagnedbrydende stoffer er ikke medtaget under emissionsopgørelserne af drivhusgasserne, fordi disse stoffer er reguleret af Montreal Protokollen.

For emissionen af de ozonlagnedbrydende stoffer gælder det, at bruttoforbruget er lig med den *potentielle emission*. Det vil sige, at

Potentiel emission = import + produktion - eksport - destruktion

Opgørelsen af emissioner fra drivhusgasserne er baseret på en beregning af den *aktuelle emission*. Den aktuelle emission er emission i opgørelsesåret under hensyntagen til tidsforskydningen mellem forbruget og emissionen. Den aktuelle emission omfatter danske emissioner fra produktion, fra produkter i løbet af produktets levetid og fra bortskaffelse af produkterne.

Den aktuelle emission er udregnet på basis af følgende analyser:

"Top down" analysen. Ved "top down" analysen udregnes emissionen ud fra kendskabet til forbruget i alle anvendelsesår inden for de forskellige anvendelsesområder (forbrugsfordelingen) og målte, beregnede eller skønnede reelle emissioner i anvendelsesområdet (emissionsfaktorer). Denne opgørelsesmåde er anvendt i opgørelserne for de foregående år.

"Bottom up" analysen. Ved "bottom up" analysen udregnes eller estimeres emissionen af de enkelte stoffer ud fra kendskabet til det markedssegment hvor stoffernes anvendelse i produktion og produkter, kendskab til import og eksport af produkter, kendskab til den teknologiske udvikling indenfor anvendelsesområderne, kendskab til indholdet af drivhusgasser i produkter, kendskab til produkters levetid og den aktuelle emission i brugsfasen og ved bortskaffelse.

"Bottum-up" analysen er gennemført ud fra følgende aktiviteter:

- Screening af marked for produkter, hvor drivhusgasserne anvendes.
- Definerings af gennemsnitstal for indholdet af drivhusgasser pr. produktenhed.
- Definerings af emissioner i produktets levetid samt ved bortskaffelse.
- Identificering af teknologiske udviklingstræk og tendenser af betydning for emissionen af drivhusgasser.
- Beregning af import og eksport, ud fra de definerede nøgletal, Danmarks statistik for udenrigshandel og brancheoplysninger.

I dette års opgørelse, er forbrug og emissioner af drivhusgasserne, så vidt muligt opgjort på enkeltstoffer selvom forbruget af visse HFC'er har været meget begrænset. Det er gjort af hensyn til opgørelsens gennemsuelighed ved beregning af GWP-værdien. Det har dog været nødvendigt, fortsat at anvende en kategori for "Andre HFC'er" idet ikke alle importører og leverandører har en udspecificeret opgørelse af salget på enkeltstoffer.

Usikkerheden ved opgørelse af den aktuelle emissionerne er en del større end usikkerheden på forbrugsdata, selv om de bedst egnede emissionsopgørelsesteknikker er anvendt.

1.4 Styregruppe

Projektet har været fulgt af en styregruppe. Styregruppen har påset, at projektet er gennemført som planlagt, og gruppen har kommenteret opgørelsens resultater.

Styregruppen bestod af

- Frank Jensen, Miljøstyrelsen (formand)
- Henri Heron, Miljøstyrelsen
- Erik Rasmussen, Energistyrelsen
- Juliane Alberg, Miljøstyrelsen
- Erik Lyck, DMU
- Michael Wedel Sørensen, Dansk Industri
- Per Lyster Pedersen, Danmarks Statistik
- Tomas Sander Poulsen, COWI
- Karen Leffland, COWI

2 Sammenfatninger

2.1 Ozonlagsnedbrydende stoffer

Det ODP-vægtede forbrug er i 1998 opgjort til ca. 101,5 ODP-tons, hvilket er en mindre reduktion på 9,5 ODP-tons i forhold til 1997.

Ud fra fordelingen af det ODP-vægtede forbrug i 1998 på de enkelte stoffer, kommer bidraget stort set kun fra HCFC 141b og HCFC-22. Ca. 67% af bidraget kommer fra HCFC-141b og ca. 29% af bidraget kommer fra HCFC-22.

I nedenstående tabel er det ODP-vægtet forbrug beregnet ud fra oplysninger om import fra Danmarks statistik, importører og producenter. ODP-værdierne fremgår af bilag 6.1.

Tabel 2.1

Oversigt over forbrug og ODP-vægtet forbrug i 1998, tons

Stofnavn	Bruttoforbrug	ODP-vægtet forbrug
CFC-er	3,5	2,8 ⁽¹⁾
Tetrachlormethan	0,7	0,77
1,1,1-trichlorethan	< 0,2	< 0,02
Haloner	0	0
Methylbromid ⁽²⁾	0	0
HCFC-er	1172	ca. 98
HCFC-22	534	29
HCFC-141b	621	68
HCFC-142b	17	1,1
I alt	-	ca. 101,5

(1) Ved beregningen af det ODP-vægtede forbrug af CFC-er er det udelukkende CFC-113, der er registreret og indgår som beregningsgrundlag.

(2) Forbud mod salg af methylbromid trådte i kraft 1 januar 1998

Det ODP-vægtede forbrug i Grønland er beregnet til 3,8 ODP-tons i 1998. I 1997 var niveauet under 1 ODP-ton.

Der er konstateret et forbrug på ca. 1,6 tons CFC-er, som importeres i astma spray. Forbruget forventes at blive udfaset indenfor en kort år-række og erstattet med HFC-er.

CFC-er, tetrachlormethan og trichlorethan anvendes udelukket til laboratorieformål. HCFC-er anvendes som kølemiddel eller til opskumning. Anvendelsesområderne for HCFC-er i 1998, fremgår af tabel 2.2

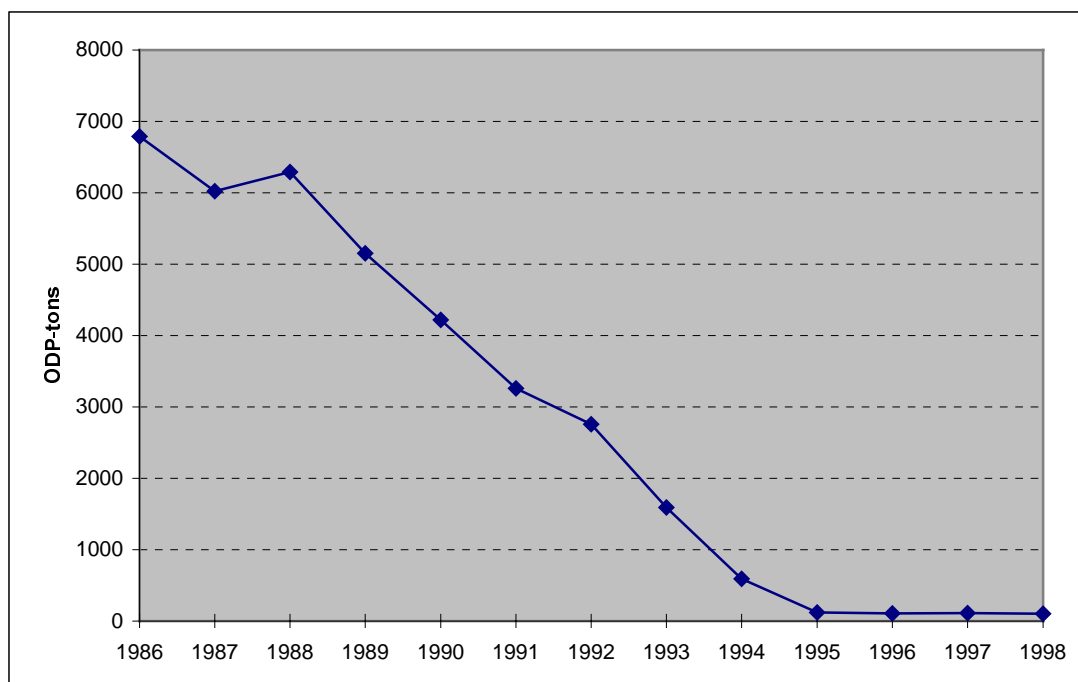
Tabel 2.2

HCFC-forbrugets fordeling på anvendelsesområder i 1998, tons.

Anvendelsesområde	HCFC-22	HCFC-141b	HCFC-142b
Isoleringsiskum (køleskabe, fryserne m.v.)	0	0	7
Fjernvarmerør (systemiskum)	0	0	0
Andet isoleringsiskum	0	480	4
Andet hårdt skum	0	70	6
Blødt skumplast	0	71	0
Kølemiddel	534	0	0
I alt	534	621	17

HCFC 22 anvendes udelukkende som kølemiddel og HCFC-141b og HCFC-142b anvendes udelukkende til opskumning.

I figur 2.1 vises udviklingen i det ODP-vægtede forbrug.



Figur 2.1
Udviklingen i det ODP-vægtede forbrug 1986-1998

2.2 Drivhusgasser

Den GWP-vægtede aktuelle emission for HFC-er, PFC-er og SF₆ er for 1998 beregnet til ca. 540.000 tons CO₂-ækvivalenter. I forhold til det samlede danske GWP-bidrag, udgør emissionen af HFC-er, PFC-er og SF₆ under 1% /19/. Den tilsvarende emission var ca. 560.000 tons CO₂-ækvivalenter i 1997, men tallene kan ikke umiddelbart sammenlignes da der for første gang er korrigeret for import og eksport i opgørelsen for 1998. I figur 2.5 er vist udviklingen i det danske GWP-bidrag. Den relative forskel på beregningen af den samlede GWP-værdi ud fra nuværende og tidligere beregningsmetoder, fremgår af figuren.

Udregningen af de aktuelle emissioner variere med beregningsmetoden og datagrundlaget for anvendelsesområder og produkter med HFC-er, PFC-er og SF₆. Datagrundlaget vil blive forbedret som indberetninger fra producenter og importører udbygges.

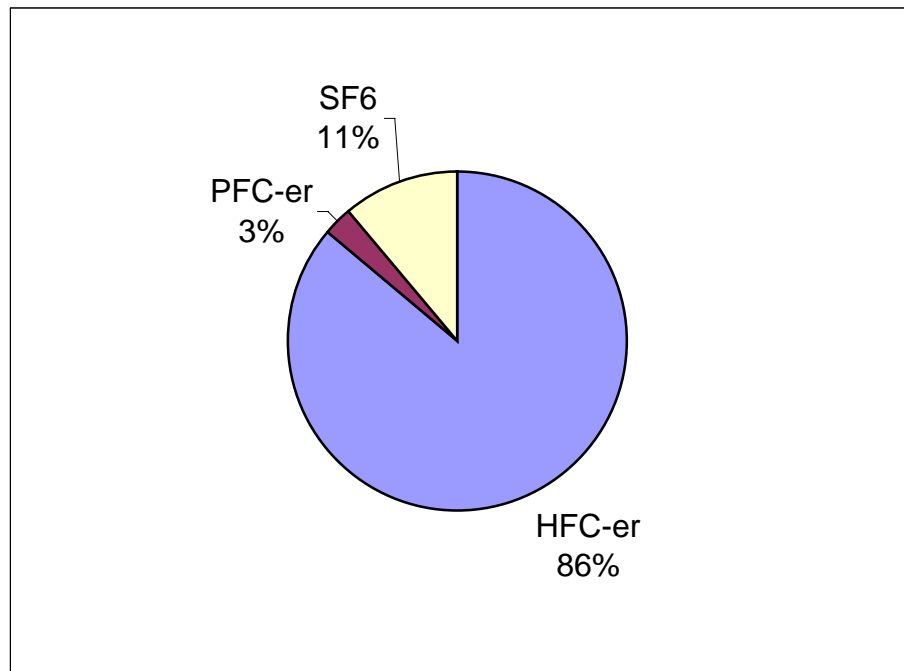
I nedenstående tabel 2.3 er forbrug og den aktuelle emission samt den installerede mængde af stoffer i produkter sammenfattet, efter at der er korrigeret for evt. import og eksport af stoffer i produkter. Til sammenligning er emissioner også opgjort efter den "gamle" opgørelsesmetode. Disse emissioner er vist i parentes.

Tabel 2.3

Forbrug, aktuelle emission, installerede mængde samt GWP-bidrag fra de opgjorte drivhusgasser 1998, tons.

Stof	Forbrug	Emission	Emission - gammel opgørelsesmetode	GWP-bidrag	Installeret mængde
HFC-er					
-134a	1001	190	(206)	247.000	2110
-152a	33	9	(34)	1.260	16
-404a	147	53	(65)	172.780	381
-401a	15	5	(5)	90	36
-402a	10	7	(7)	11.760	40
-407a	17	3	(3)	4.575	28
-507a	10	2	(2)	6.600	16
Andre	14	7	(7)	12.075	47
I alt	1247	276	(329)	456.140	2.674
PFC-er	6	2,5	(2,5)	17.500	15
SF ₆	9,2	2,9	(3,7)	69.300	86.3

Det største GWP-bidrag kommer fra emissionen af HFC-er . I 1998 udgjorde HFC-erne ca. 86% af det samlede GWP-bidrag. Emissionen af SF₆ udgjorde 11% og emissionen af PFC udgjorde 3% af det samlede bidrag. I nedenstående figur 2.2 er den relative fordeling vist.



Figur 2.2

Den relative fordeling af den aktuelle emission fra HFC-er, PFC-er og SF₆, 1998

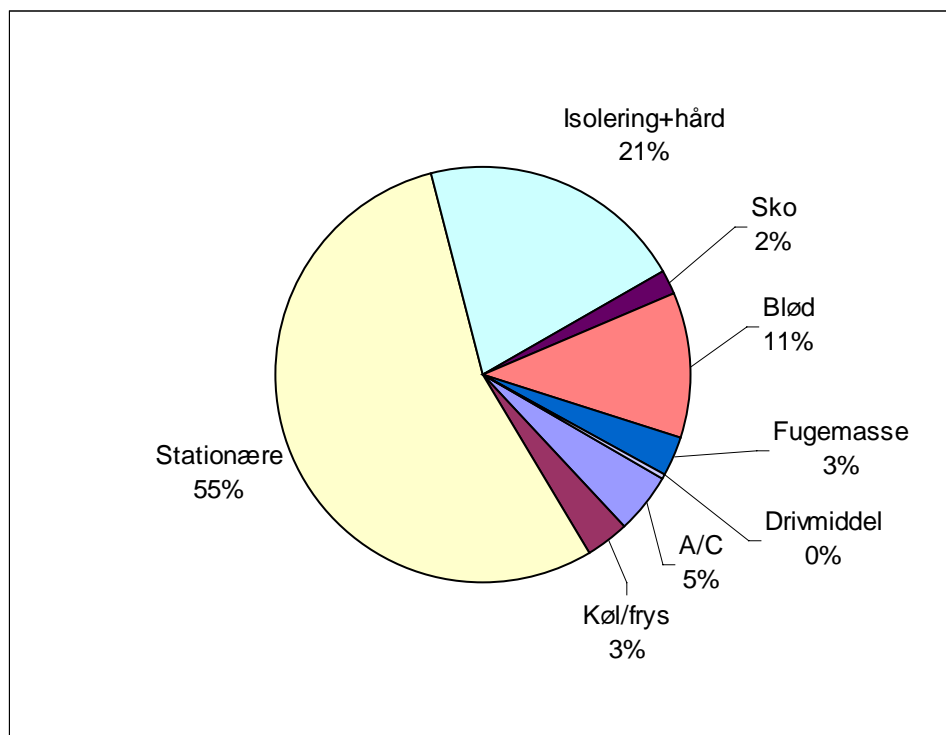
I forhold til anvendelsesområder, kommer det største GWP-bidrag fra emissionen af kølemidler. I 1998 udgjorde kølemidler 52,5 % af det samlede GWP-bidrag. Emissioner fra HFC-er der anvendes som opskunningsmiddel udgør det næststørste bidrag på 31,3 % af den samlede emission.

I det følgende gennemgås udviklingen i forhold til de enkelte stofgrupper.

2.2.1 HFC-er

Det samlede forbrug af HFC-er er ca. 1.250 tons i 1998, hvilket er en stigning i forhold til 1997. Forbruget af HFC-134a og HFC-404a er steget, mens forbruget af HFC-401a er faldet i 1998. Forbruget af andre HFC-er, herunder HFC-407c og HFC-507a er steget en anelse.

Det samlede GWP-bidrag fra HFC-er på ca. 456.100 tons CO₂ ækivalenter er opgjort i figur 2.3 i forhold til produkter og anvendelsesområder for HFC-er.



Figur 2.3

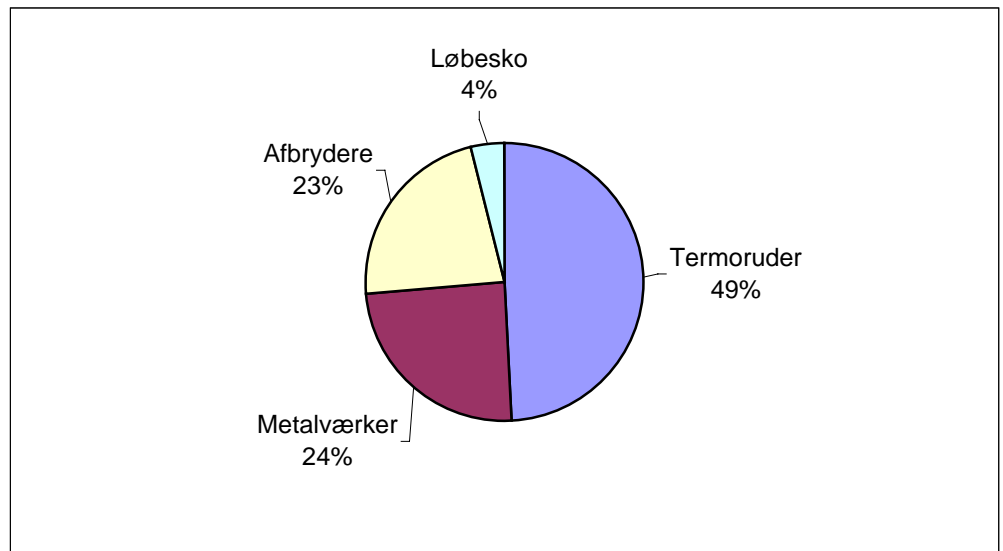
Det procentvise GWP-bidrag fra HFC-er, fordelt på kilder

Det fremgår af figuren at det største GWP bidrag kommer fra emission af kølemiddel fra kommercielle stationære køleanlæg. Disse anlæg står for 55% af det samlede aktuelle bidrag. Det næststørste GWP-bidrag på 21% kommer fra isoleringsskum og andet hårdt skum (lukkede celler) i forbindelse med fremstilling af køleskabe/køleanlæg og fra afdampning fra den installerede mængde af køleskabe/køleanlæg. 11% af GWP-bidraget kommer fra emission ved fremstilling af blødt skum og 5% af GWP-bidraget stammer fra emission af kølemiddel fra mobile airconditionanlæg og køleanlæg. Kun 3% af GWP-bidraget kommer fra emission af kølemidler fra husholdningskøleskabe og fryser. Dog er en væsentlig del af emissionen fra isoleringsskummet relateret til køleskabe og fryser. Det samlede GWP-bidrag fra fugemasse udgør ligeledes 3%. Dernæst er bidraget fra sko, opskummet med HFC opgjort til 2% og bidraget fra produkter, hvor HFC anvendes som drivmiddel er ubetydeligt.

2.2.2 Svovlhexafluorid

Forbruget af svovlhexafluorid er opgjort til 9 tons i 1998, hvilket er et fald i forhold til forbruget i 1997. Den aktuelle emission er 2,9 tons i 1998 og den GWP-vægtede emission af svovlhexafluorid er udregnet til 69.300 tons CO₂-ækvivalenter.

I nedenstående figur er SF₆-emissionen opgjort i forhold til de enkelte kilders procentvise andel.



Figur 2.4

Det procentvise GWP-bidrag fra opgjorte kilder til SF₆-emission

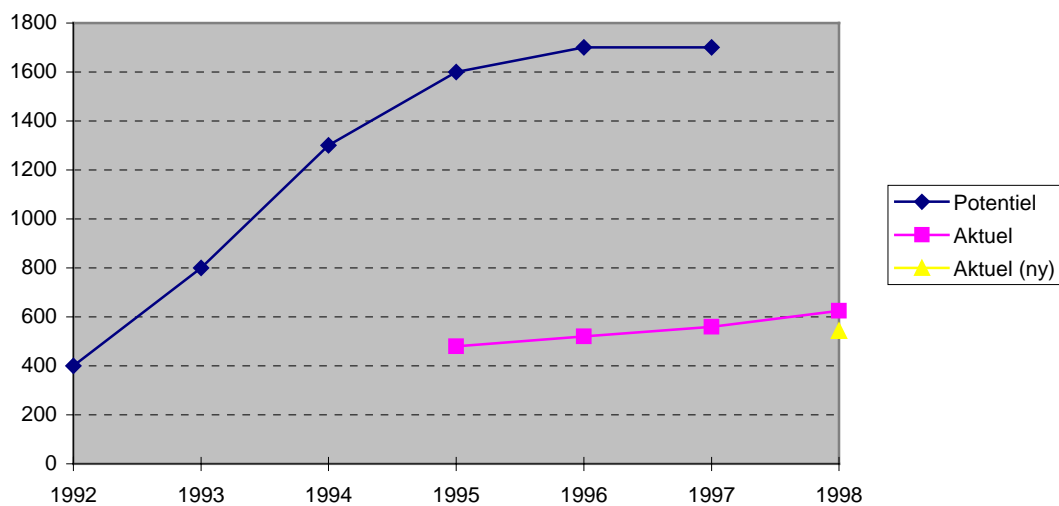
Af figuren fremgår det, at 47% af det samlede GWP-bidrag fra SF₆ emissionen kommer fra fremstilling og tab fra termoruder. Det næststørste bidrag på 24% kommer fra forbruget af SF₆ på metalværker. Bidraget fra SF₆-holdige afbrydere i højspændingsanlæg er på 22%, hvilket er noget nær det samme som bidraget fra metalværker. Det opstår i forbindelse med løbende tab ved driftsforstyrrelser etc. og ved efterfyldning. Det mindste bidrag kommer fra bortskaffelse af løbesko med SF₆. Bidraget udgør 8% i 1998.

2.2.3 Perfluorerede kulbrinter

Den eneste af de perfluorerede kulbrinter, som er fundet anvendt i Danmark, perfluorpropan, anvendtes i et blandingsprodukt til køleformål i en mængde på ca. 6 tons i 1998. Emissionen har været 2,5 tons, som dels kommer fra påfyldning af kølemidlet, og dels fra tab fra installeret mængder. Den aktuelle GWP-vægtede emission var 17.500 tons CO₂-ækvivalenter.

Forbruget af perfluorpropan er reduceret med 25% i 1998 sammenlignet med 1997, hvorimod den aktuelle emission er øget betydeligt, hvilket skyldes et større tab fra de mængder af PFC, som allerede er installeret.

I nedenstående figur 2.5 ses udviklingen i GWP-bidraget 1992-1998. Den relative forskel mellem tidligere opgørelser af den aktuelle emission og den nye opgørelsesmetode, hvor der er korrigeret for stock og import/eksport i produkter, er 13.2%. Med den "gamle" metode er GWP-bidraget i 1998 625.000 tons og med den nye metode er GWP-bidraget 542.500 tons.



Figur 2.5
Udviklingen i den GWP-vægtede potentielle, aktuelle og nye aktuelle emission 1992-1998, 1000 tons CO₂ - eq.

3 Ozonlagsnedbrydende stoffer

3.1 Import og eksport statistik for stoffer

3.1.1 Danmark

Danmarks Statistik foretager på grundlag af oplysninger indhentet fra 11.000 virksomheder opgørelser over import og eksport. Opgørelserne publiceres kvartalsmæssigt i "Udenrigshandelen fordelt på varer og lande"/11/. Statistikken er opdelt på stoffer og stofgrupper og understøtter opgørelsen af det danske forbrug af ozonlagsnedbrydende stoffer samt forbruget i Grønland.

I Udenrigsstatistikken for 1998 har følgende stoffer særskilt position:

- CFC-11 (positionsnr. 2903.41.00)
- CFC-12 (positionsnr. 2903.42.00)
- CFC-113 (positionsnr. 2903.43.00)
- CFC-115 (positionsnr. 2903.44.90)
- Halon-1301 (positionsnr. 2903.46.20)
- Halon-1211 (positionsnr. 2903.40.10)
- Halon-2402 (positionsnr. 2903.40.90)
- Dichlormethan (methylenchlorid) (positionsnr. 2903.12.00)
- Trichlormethan (chloroform) (positionsnr. 2903.13.00)
- Tetrachlormethan (carbontetrachlorid) (positionsnr. 2903.14.00)
- 1,1,1-trichlorethan (methylchloroform) (positionsnr. 2903.19.00)
- Methylbromid (positionsnr. 2903.30.33)

Methylbromid medtages ikke i opgørelsen, fordi anvendelse til synteseformål ikke er medtaget. Anvendelse af methylbromid som bekæmpelsesmiddel hentes fra Miljøstyrelsens miljøstatistik.

Udenrigsstatistikken indeholder desuden nogle stofgruppepositioner, som kan indeholde oplysninger om de omfattede stoffer. Stofgruppepositionerne er (i.a.n. betyder "ikke andetsteds nævnt"):

- Chlorderivater af acycliske carbonhydrider, mættede, i.a.n. (positionsnr. 2903.19.90)
- Fluorider af acyliske carbonhydrider (positionsnr. 2903.30.10)

- Perhalogenderivater kun indeholdende chlor- og fluorderivater, i.a.n. (positionsnr. 2903.45.90)
- Halogenderivater af methan, ethan eller propan (positionsnr. 2903.49.10)
- Halogenderivater kun indeholdende chlor- og fluorderivater, i.a.n. (positionsnr. 2903.49.20)
- Halogenderivater af methan, ethan eller propan, halogeneret udelukkende med fluor eller brom (NY) (positionsnr. 2903.49.30)
- Halogenderivater, halogeneret udelukkende med fluor eller brom, undt. af methan, ethan eller propan (NY) (positionsnr. 2903.49.40)
- Halogenderivater af acycliske carbonhydrider, undt. halogeneret udelukkende med fluor og brom, i.a.n. (NY) (positionsnr. 2903.49.80)
- Halogenderivater, halogeneret udelukkende med fluor eller brom, undt. af methan, ethan eller propan
- Halogenderivater af acycliske carbonhydrider, undt. halogeneret udelukkende med fluor og brom, i.a.n

"Fluorider af acycliske carbonhydrider" antages bl. a. at indeholde HFC-erne. Forsyningen af denne gruppe har haft en mindre stigning fra 1997 til 1998.

Danmarks Statistik skelner ikke imellem nye og genbrugte CFC-er. Danmarks statistiks data for CFC-erne er derfor ikke medtaget i tabel 3.1, hvor data for de øvrige stoffer fra Danmarks Statistik er angivet.

Danmarks Statistik oplyser, at forsyningen i 1998 af CFC-12 udgør 45 tons og forsyningen af CFC-113 udgør 3,7 tons, mens forsyningen af CFC-11 og CFC-115 er negative p.g.a. eksport. Endvidere er 0,9 tons CFC-12 eksporteret til Grønland.

Tabel 3.1*Forsyning (import - eksport) i 1998 ud fra Danmarks Statistik, tons.*

Stof/stofgruppe	1997	1998
Haloner	0	0
Tetrachlormethan	1	0,7
1,1,1-trichlorethan	1,5	0
Chlorderivater af acycliske carbonhydrider, mættede, i.a.n.	2,6	62
Fluorider af acycliske carbonhydrider	396	405
Perhalogenderivater kun indeholdende chlor- og fluorderivater, i.a.n.	0,5	0
Halogenderivater af metan, ethan eller propan	434	513
Halogenderivater kun indeholdende chlor- og fluorderivater	1.812	67
Halogenderivater af metan, ethan eller propan, halogeneret udelukkende med fluor eller brom	0	0
Halogenderivater, halogeneret udelukkende med fluor eller brom, undt. af metan, ethan eller propan	0	20
Halogenderivater af acycliske carbonhydrider, undt. halogeneret udelukkende med fluor og brom, i.a.n.	46	6

Mængden af destruerede ozonlagsnedbrydende stoffer har været 31,5 tons (CFC'er) i 1998. Der er som ved alle tidligere kortlægninger ikke korrigeret for denne mængde i opgørelsen over forbruget for 1998.

De store forskelle mellem forsyningen i 1997 og 1998 for chlorderivater og halogenderivater bør ikke umiddelbart tolkes som markante stigninger eller fald indenfor de enkelte stofgrupper. Det kan også skyldes variationer i klassificering af stoffer, som er indberettet fra virksomheder, da f.eks. HFC'er og HCFC'er kan klassificeres i flere af de nævnte stofgrupperne.

3.1.2 Grønland

Danmarks Statistik registrerer henholdsvis importen til Grønland og eksporten fra Danmark til Grønland. Idet de to opgørelsesmåder og data er identiske, er oplysningerne fra Danmarks Statistik anvendt for 1998. Der er anvendt de samme antagelser, som er anvendt ved tidligere års opgørelser af den grønlandske forsyning af de ozonlagned-brydende stoffer.

Udviklingen i forsyningen i årene fra 1990 til 1998 er vist i tabel 3.2.

Tabel 3.2

Udviklingen i forsyningen på Grønland på grundlag af Danmarks Statistik, tons.

Stof	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
CFC-11	5,5	0,1	4,5	0	2,2	1,6	0	0	2,1
CFC-12	6,0	0	0,1	0	0,7	6,7	10,3	0	1,2
CFC-115	-	-	-	31	5,5	0	0	0,2	0,4
Alle CFC-er	13	7	6	31	8	8	10	0,2	3,7
HCFC-22	0	7	25	9	32	13	4	6,1	4,5

Det har ikke været muligt ud fra statistikken at opgøre forbruget af andre stoffer end de, der fremgår af tabellen.

Der har været en stigning i forbruget af CFC-er i 1998 fra 0,2 tons i 1997 til 3,7 tons i 1998. De importerede mængder er genanvendte CFC-er. Forsyningen af HCFC-22 er faldet ca. 1,5 tons fra 6,1 i 1997 til 4,5 tons i 1998.

Det totale Grønlandske ODP-vægtede forbrug i 1998 er ud fra disse data beregnet til 3,8 ODP-tons.

3.2 Forbrug og anvendelse

Oplysninger om import og eksport i 1998 er indhentet fra stort set de samme importører, agenturvirksomheder og importerende "bruger"-virksomheder, som deltog i kortlægningen i 1997.

En samlet oversigt over udviklingen i bruttoforbruget af alle stofferne: CFC-er, haloner, HCFC-er, tetrachlormethan, 1,1,1-trichlorethan baseret på importøroplysninger er samlet i tabel 3.3 for årene 1987, 1989, 1992, 1994-1998.

3.2.1 CFC-er

Forsyningen af CFC-er i 1998 vurderes ud fra de anvendte kilder at være indenfor intervallet 1,5-5,5 tons, hvilket er mindre end forsyningen blev opgjort til i 1997, hvor den var i intervallet 2 til 11 tons. Forsyningen i 1998 er udelukkende CFC-113 og stoffet anvendes kun til laboratorieformål. Det ODP-vægtede forbrug er 2,7 tons, beregnet på basis af middeltallet for forbruget på 3,5 tons.

3 importører oplyser at have importeret 1,4 tons CFC-113 til anvendelse i laboratorier i 1998. Der findes ikke oplysninger om import af andre CFC-er. Herudover er det oplyst fra importører, at der har været et mindre salg fra lager (0,3 tons).

Via størrelsen af afgiftsindbetalingerne til Told- og Skattestyrelsen kan der fås et overblik over, hvor stor en forsyning af CFC-er, der er tilført Danmark (import - eksport). Tallene for 1998 viser en forsyning af CFC-er svarende til en værdi af 160.000 kr.

Med afgiften på 30 kr. pr. kg CFC kan det beregnes, at forsyningen har været 5,5 tons i 1998. Told- og Skattestyrelsen oplyser, at dette tal generelt bør tages med forbehold, hvis ikke nærmere verifikation foretages.

Det er ikke umiddelbart muligt at analysere disse forhold nærmere, idet Told- og Skattestyrelsen og Danmarks Statistik ikke må videregive navne på registrerede virksomheder.

Miljøstyrelsen har i 1998 oplyst, at der er givet dispensationer til import af CFC-113 til 2 virksomheder med et samlet max. forbrug på 3,1 tons i 1998. CFC-113 anvendes udelukkende til analyseformål på laboratorier.

3.2.2 Tetrachlormethan

2 importører oplyser at have importeret og solgt i alt 0,7 tons tetrachlormethan i 1998 til laboratorieformål. Det ODP-vægtede forbrug i 1998 svarer til 0,77 ODP-tons

3.2.3 Trichlorethan

2 importører oplyser, at de i alt har solgt 0,2 ton 1,1,1-trichlorethan i Danmark i 1998, hvilket formodes at komme fra lager. Stoffet er anvendt til laboratorieformål. Oplysningerne fra Danmarks statistik viser, at forsyningen af 1,1,1 trichlorethan i 1998 stort set er 0 (kun 7 kg er importeret). Det ODP-vægtede forbrug i 1998 svarer til 0,02 ODP-tons.

3.2.4 Haloner

Der er ikke modtaget oplysninger om import af haloner.

3.2.5 **Methylbromid**

Der er ikke modtaget oplysninger om import af methylbromid siden forbudet mod salg af methylbromid trådte i kraft 1. januar 1998.

3.2.6 **HCFC-er**

På basis af oplysninger fra importører har 5 importører solgt HCFC-er i 1998. Forbruget af såvel HCFC-22 som summen af andre HCFC-er er i 1998 faldet en anelse. Forbruget af HCFC-22 udgør 534 tons i 1998 og er dermed reduceret med ca. 10% i forhold til 1997. Forbruget af -141b er steget med 6% til 621 tons, mens forbruget af -142b er 17 tons, hvilket er identisk med forbruget i 1997. Der er ikke registreret noget forbrug af andre HCFC-er i 1998.

Det samlede forbrug af HCFC-er i 1998 er 99 ODP-tons, hvilket stort set er identisk med 1997.

Stigningen i forbruget af HCFC-141b skyldes bl.a. at flere af de danske "systemhuse", der producerer opskumningsprodukter, har øget produktionen.

HCFC-22 anvendes udelukkende som kølemiddel i 1998. HCFC-141b og -142b bruges udelukkende til opskumning.

Tabel 3.3*Udvikling i forbrugene ud fra importøroplysninger, tons.*

Stof	1987	1989	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
CFC-11	3.046	2.300	1.307	i.s	54	0	0	0	0
CFC-12	1.378	825	612	i.s	243	0	0	0	0
CFC-113	469	327	253	i.s	70	3	5	2	1,4
CFC-115	83	68	56	i.s	26	0	0	0	0
Alle CFC-er	4.976	3.520	2.228	1.300	393	3	5	2	1,4
Tetrachlor-methan	i.o.	i.o.	i.o.	<1	i.o.	1,7	1,5	2,0	0,7
1,1,1-trichlorethan	i.o.	i.o.	1.015	940	569	104	0,001	0,9	0,2
Alle haloner	76	119	4	15	0,1	0,1	0	0	0
Methylbro-mid¹⁾	i.o.	51	31	17	12	9	8	5	0
HCFC-22	374	455	1.005	813	748	748	610	600	534
HCFC-141b	i.o.	i.o.	90	340	340	410	440	585	621
HCFC-142b	i.o.	i.o.	130	326	326	195	160	17	17
Andre HCFC-er	0	0	0	0	0	5	<5	20	0
Alle HCFC-er	374	455	1.203	1.479	1.405	1.302	1.215	1.222	1.172

¹⁾ Oplysninger fra Miljøstyrelsens Miljøstatistik.

i.o. = ikke oplyst

i.s. = ikke specificeret på enkeltstoffer

En oversigt over fordelingen af forbruget på anvendelsesområder for HCFC-er ud fra oplysninger fra leverandører er vist i tabel 3.4.

Tabel 3.4*HCFC-forbrugets fordeling på anvendelsesområder i 1998, tons.*

Anvendelsesområde	HCFC-22	HCFC-141b	HCFC-142b
Isoleringsskum (køleskabe, fryser mv.)	0	0	7
Fjernvarmerør (systemskum)	0	0	0
Andet isoleringsskum	0	480	4
Andet hårdt skum	0	70	6
Blødt skumplast	0	71	0
Kølemiddel	534	0	0
I alt	534	621	17

3.3 ODP-vægtet forbrug

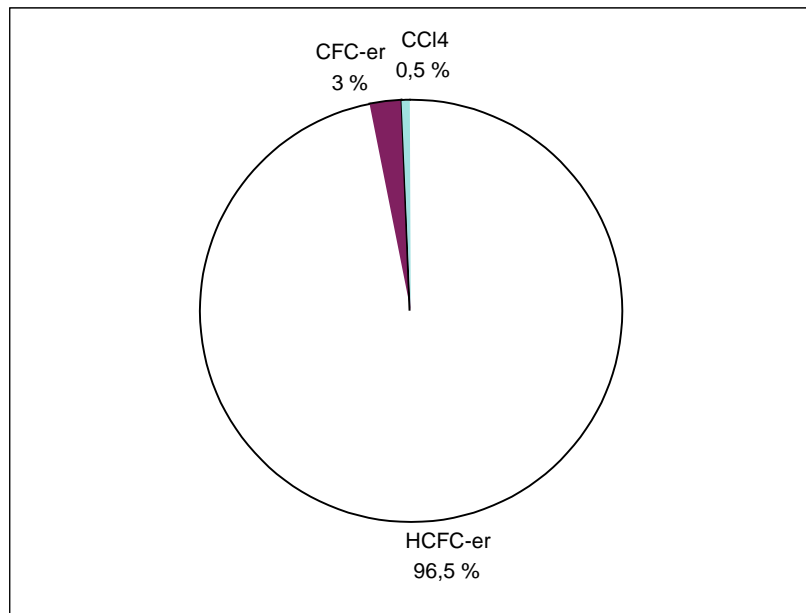
I nedenstående tabel er det ODP-vægtet forbrug beregnet ud fra de foregående oplysninger om import fra Danmarks statistik, importører og producenter. ODP-værdierne fremgår af bilag 6.1.

Tabel 3.5*Oversigt over forbrug og ODP-vægtet forbrug i 1998, tons*

Stofnavn	Bruttoforbrug	ODP-vægtet forbrug
CFC-er	3,5	2,8 ⁽¹⁾
Tetrachlormethan	0,7	0,77
1,1,1-trichlorethan	< 0,2	< 0,02
Haloner	0	0
Methylbromid ⁽²⁾	0	0
HCFC-er	1172	ca. 98
HCFC-22	534	29
HCFC-141b	621	68
HCFC-142b	17	1,1
I alt	-	ca. 101,5

(1) Ved beregningen af det ODP-vægtede forbrug af CFC-er er det udelukkende CFC-113, der er registreret og indgår som beregningsgrundlag.

(2) Forbud mod salg af methylbromid trådte i kraft 1 januar 1998



Figur 3.1
Den procentvise fordeling af stoffernes ODP-vægtet bidrag

Den relative procentvise fordeling af stoffernes ODP-vægtet bidrag fremgår af figur 3.1.

4 Drivhusgasser

4.1 Import af rene stoffer

Oplysninger om import og eksport af de rene stoffer i 1998 er indhentet fra stort set de samme importører, agenturvirksomheder og importerende "bruger"-virksomheder, som deltog i kortlægningen i 1997. Dog er der identificeret enkelte importerende "bruger"-virksomheder af HFC i denne kortlægning, hvilket delvist forklarer stigningen i forbruget af HFC-er.

En samlet oversigt over udviklingen i importen af drivhusgasserne (HFC-er, svovlhexafluorid og PFC-er) baseret på importøroplysninger er samlet i tabel 4.1 for årene 1987, 1989, 1992, 1994-1998.

4.1.1 HFC-er

HFC-er er importeret af 10 virksomheder i 1998. Importen af HFC-134a er steget betydeligt, hvilket bl.a. skyldes, at flere importører er blevet identificeret i kortlægningen. Importen af HFC-134a er steget med ca. 25% fra 700 tons i 1997 til 884 tons i 1998. Importen af HFC-152a er stort set identisk med 1997. Importen af HFC-404a er steget med ca. 35% fra 110 tons i 1997 til 147 tons i 1998, og importen af andre HFC-er stort set det samme som året før.

Den samlede import af alle HFC-er er ifølge importørerne steget fra 890 tons i 1997 til 1112 tons i 1998. Stigningen skyldes alene en større import af HFC-134a og HFC-404a.

4.1.2 Svovlhexafluorid

3 importører oplyser at have importeret og solgt 9 tons svovlhexafluorid i 1998. Anvendelsesområderne er primært glasindustrien, samt metalværker og højspændingsanlæg.

4.1.3 Perfluorerede kulbrinter

2 importører oplyser at have importeret blandingsprodukter indeholdende en perfluorforbindelse. Det drejer sig om perfluorpropan, C₃F₈, til køleformål. Omregnet svarer importen af stoffet til ca. 6 tons i 1998.

Tabel 4.1

Udviklingen i import af drivhusgasser på basis af oplysninger fra importører, tons

Stof	1987	1989	1992	1994	1995	1996	1997	1998
HFC-134a	0	0	20	524	565	740	700	884 ²⁾
HFC-152a	0	0	4	51	47	32	15	14 ³⁾
HFC-404a	0	0	0	36	119	110	110	146
HFC-401a	-	-	-	-	-	-	-	15
HFC-402a	-	-	-	-	-	-	-	10
HFC-407c	-	-	-	-	-	-	-	17
HFC-507a	-	-	-	-	-	-	-	10
Andre HFC-er	0	0	0	1	14	20	65	15 ¹⁾
Alle HFC-er	0	0	24	612	745	902	890	1112
Svovlhexafluorid	i.o.	i.o.	15	21	17	11	13	9
Perfluorerede kulbrinter	0	0	0	0	1,5	3	8	6

¹⁾Kategorien andre dækker HFC -408a, -409a, -410a (til beregning af emission anvendes en "worst case" på basis af GWP-værdien fra HFC-410a)
i.o. = ikke oplyst, i.u. = ikke undersøgt

²⁾Ved opgørelse af det reelle forbrug 1998 skal tillægges 117 tons HFC-134a som skyldes lagersalg og import fra producenter.

³⁾Ved opgørelse af det reelle forbrug 1998 skal tillægges 19 tons HFC-152b, som skyldes lagersalg.

4.1.4 Forbrug fordelt på anvendelsesområder

Opgørelsen af det reelle forbruget fordelt på anvendelsesområder er foretaget på basis af oplysninger fra importører og producenter samt indberetninger om salg til KMO (Kølebranchens Miljøordning) i Roskilde. Det reelle forbrug er det mest præcise grundlag for emissionsberegningerne. Forbruget fordelt på anvendelsesområder er angivet i tabel 4.2. Det reelle forbrug svarer ikke til den importerede mængde, som beskrevet i tabel 4.1. idet salg fra lager ikke fremgår af oplysningerne fra importører. Endvidere kan der være producenter, der importerer stoffer direkte fra udlandet udenom de danske grossister.

Således er det reelle forbrug af HFC-134a 117 tons større end de registrerede importeret mængder og det reelle forbrug af HFC-152b er 19 tons større.

Baseret på oplysninger fra leverandører og producenter fremgår det, at godt 1/3 af forbruget af HFC-134a anvendes til isoleringsskum, mens godt 1/2 anvendes som kølemiddel.

HFC-134a anvendes overvejende (60%) til kølemiddel og isoleringsskum af producenter af køleskabe, fryserne m.v., knap 5% anvendes til fremstilling af fugeskum, knap 5% anvendes til fremstilling af blødt skum og ca. 30 anvendes som kølemiddel i airconditionanlæg og kommercielle køleanlæg m.v.

Tabel 4.2

Fordelingen af HFC-forbruget på anvendelsesområder i 1998, tons

Anvendelsesområde	HFC-134a	HFC-152a	HFC-404a	HFC-401a	HFC-407c	HFC-402a	HFC 507a	Andre HFC-er
Isoleringsskum (køleskabe, fryserne m.v.)	357	0	0	0	0	0	0	0
Andet hårdt skum	0	14	0	0	0	0	0	0
Fugeskum	43	13	0	0	0	0	0	0
Kølemiddel (husholdnings- samt kommercielle køleskabe, fryserne m.v.)	257	0	14	0	0	0	0	0
Kølemiddel (kommercielle stationære anlæg)	208	0	106	15	17	8	10	0
Kølemiddel (aircondition, mobile)	90	0	26	0	0	2	0	14
Andet (bl.a. spraydåser og blødt skum)	47	6	0	0	0	0	0	0
I alt	1001	33	146	15	17	10	10	15

Til brug for udregning af emissionen af kølemidler fra kommercielle stationære køleanlæg, stationære og mobile A/C og mobile køleanlæg er der siden 1997 indhentet supplerende oplysninger fra KMO, som modtager indberetninger om salg fra bl.a. kølemontører og autoværksteder. Ud fra disse indberetninger og et generelt kendskab til udviklingen i forbrugsmønstrene er det muligt at beregne fordelingen af for-

brugt mere specifikt på anvendelsesområderne. Fordelingen af forbrugene mellem kommercielle køleanlæg og stationære A/C anlæg samt mobile A/C anlæg og køleanlæg anvendt i bl.a. biler, lastbiler og busser blev for første gang skønnet i 1997 for årene 1992-1997 og brugt i udregningerne af emissionerne fra disse 2 kilder. På baggrund af nye mere detaljerede oplysninger fra KMO har det været muligt at foretage en yderligere præcisering af fordelingen af forbrugene mellem andre stationære køleanlæg og airconditionanlæg samt mobile airconditionanlæg. Den nye og mere præcise fordeling er kun anvendt i 1998 opgørelsen.

Anvendelse af HFC-404a som kølemiddel i husholdningskøleskabe er bestemt ud fra oplysninger fra køleskabsproducenter, suppleret med en enkelt importørs skøn over anvendelsesområder for eget salg. På basis af køleskabsproducenternes udsagn alene er forbruget af HFC-404a til køle/fryseskabe kun ca. 4 tons.

I tabel 4.3 fremgår det relative forbrug af kølemidler fordelt på anvendelsesområder.

Tabel 4.3

Det relative forbrug, fordelt på køleprodukter, tons.

Stof HFC	Køl/fryseskabe (kommercielle + husholdninger)	Kommercielle anlæg	Mobile anlæg	I alt	I %
-134a	257	208	89	554	74%
-404a	14	106	26	146	20%
-401a		15		15	2%
-402a		8	2	10	1%
-407c		17		17	2%
-507a		10		10	1%
I alt	271	364	117		
	35%	49%	15%		100%

Det største forbrug af HFC kølemidler er relateret til kommercielle stationære køleanlæg, der står for 49% af det samlede forbrug af kølemidler. Dernæst forbruges der 35% til køle/fryseskabe (komm. + husholdninger) og 15% til mobile anlæg.

Forbruget af HFC-134a udgør 74% af det samlede forbrug og forbruget af HFC-404a udgør 20%.

4.2 Anvendelsesområde og produkter

I dette afsnit identificeres de områder og produkter, hvor der kan forekomme et forbrug og dermed en potentiel emission af de 3 drivhusgasser; HFC-er, PFC-er og SF₆. Hvor det er muligt, er anvendelsesområderne specificeret i forhold til de konkrete produkter. Det er ikke intentionen, at give en detaljeret historisk baggrund for udviklingen i brugen af de enkelte stoffer. Derimod identificeres anvendelsesområder og produkter med henblik på at beskrive, hvor udbredt brugen af drivhusgasserne er indenfor de forskellige anvendelsesområder samt beskrive eventuelle teknologiske udviklingstræk, som har betydning for den fremtidige brug af stofferne. Formålet er at identificere i hvilket omfang det er relevant at opgøre mængden af stoffer i importerede og eksporterede produkter, således at der kan korrigeres for dette ved beregning af emissionen.

Før udfasningen af de ozonlagnedbrydende stoffer under Montreal Protokollen, var der stort set ikke noget marked for HFC-er. Der, hvor HFC-er bruges i dag er overvejende markeder, hvor stoffet substituerer CFC-er, haloner og HCFC-er. I forhold til Danmark er der tale om følgende anvendelsesområder:

- Kølemidler
- Opskunningsmiddel
- Drivmiddel i aerosoler

Anvendelsesområderne for PFC og SF₆ har ikke været påvirket af Montreal Protokollen. I Danmark anvendes PFC kun som kølemiddel og de primære anvendelsesområder for SF₆ er som lyddæmpende gas i termoruder, som isoleringsmedie i højspændingsafbrydere og som dækgas ved magnesiumsmeltning.

Der er foretaget en screening af anvendelsesområder og produkter, hvor drivhusgasserne anvendes. Resultatet er sammenfattet i tabel 4.4.

Tabel 4.4*Danske anvendelsesområder og produkter med HFC, PFC og SF₆.*

Stof	Anvendelsesområde	Produkt
HFC	Kølemiddel	Køl/fryseskabe, køleanlæg, aircondition-anlæg
	Opskumning	Fugemasse, blødt skum, Hårdt konstruktionsskum f.eks. i biler, skosåler
	Drivmiddel	Aerosolspray til industri, Astmaspray
PFC	Kølemiddel	Kølemiddel i ældre kommercielle køleanlæg
	Elektronik	Kølemiddel i store computere og radar-systemer
SF ₆	Lyddæmpende gas	Termoruder
	Isoleringsgas	Afbrydere i højspændingsanlæg
	Dækgas ved magnesiumsmeltning	
	Andet	Kondisko, tennisbolde

4.2.1 HFC som kølemiddel

HFC-er bruges som kølemiddel i alle former for køleskabe og køle/fryseskabe til husholdninger, kommercielle køleskabe, kommercielle stationære køleanlæg til dagligvareforretninger etc. Endvidere bruges HFC-er i forskellige former for stationære og mobile airconditionanlæg

HFC-134a er den mest udbredte HFC kølemiddel, efterfulgt af HFC 404a. Øvrige HFC-er, som ifølge importører og brugere anvendes som kølemiddel er i 1998; HFC-401a, HFC-402a, HFC-407c, HFC-507a. Disse HFC-er anvendes som kølemidler i stationære og mobile aircondition anlæg og kommercielle køleanlæg.

Køle/fryseskabe til husholdninger

HFC-er blev introduceret i køleskabsproduktionen i starten af 90'erne som erstatning for HCFC-er og HFC-kølemidlet anvendes bredt hos danske producenter af husholdningskøleprodukter. For denne produktgruppe bruges der stort set kun HFC-134a. På basis af oplysninger fra producenter fremgår det, at der er et lille forbrug af HFC-404a, der anvendes til serviceformål.

Indholdet af HFC-kølemiddel varierer afhængig af størrelse og er ifølge producenter ca. 70-150 g pr. produkt.

Emissionen af HFC-er anvendt som kølemiddel forekommer i forbindelse med produktion, brug og bortskaffelse af køleprodukter. En væsentlig del af den danske produktion eksporteres og der er en nettoeksport indenfor produktkategorierne køle/fryseskabe, kummefrysere og fryseskabe. Der forekommer en nettoimport af køleskabe som den eneste produktkategori og hovedparten af de importerede køleskabe kommer fra Sverige og Tyskland.

De senere år er HFC-frie teknologier blevet udviklet til husholdningskøleprodukter. De HFC-frie teknologier er endnu ikke udbredt blandt danske producenter men er meget udbredte hos producenter i Tyskland og Sverige. Dette forhold har betydning for importopgørelsen, hvor der skal tages højde for, at husholdningskøleprodukter produceret i Tyskland og Sverige må forventes at være 100% HFC-frie.

Den fremtidige udvikling indenfor husholdningsprodukter forventes at gå væk fra HFC-kølemidler inden for en relativ kort årrække og over til kulbrinte baseret kompressorer.

Kommercielle køleskabe

Kommercielle køleskabe og frysere er især flaskekølere, isfrysere og ismaskiner til butikker og i mindre grad køleskabe til hoteller, bagerier, restaurationer mv. Produkterne anvender HFC-er som kølemiddel og de fleste af disse produkter eksporteres.

Kommercielle køleanlæg

Kommercielle køleanlæg er anlæg der bygges på stedet og tilpasse de konkrete køleformål i f.eks. supermarkeder. Derefter påfyldes kølemiddel. De nye anlæg, som opføres er baseret på HFC-er som kølemiddel. Da anlæggene påfyldes ved etablering, er der ingen import eller eksport af HFC-er fra kommercielle køleanlæg.

Industrielle køleanlæg

Industrielle køleanlæg bruges til proceskøling og er typisk baseret på ammoniak som kølemiddel. Verdens største producent af industrielle køleanlæg er en dansk producent og en væsentlig andel går til eksport. Da det danske forbrug af HFC-er er ubetydeligt i industrielle køleanlæg, skønnes det ikke at være relevant, at korrigerer for import og eksport.

Mobile A/C og køleanlæg

Airconditionanlæg (A/C) i nye biler bruger udelukkende HFC-134a som kølemiddel. HFC-134a har erstattet CFC-12, som stadig bruges i gamle anlæg (regenereret CFC). A/C i biler har været stærkt stigende de seneste år og forventes af branchekyndige, at være standard i de

fleste mellemklassebiler inden for en kort årrække. I 1995 var det kun ca. 1.000-1.500 biler i luksusklassen, der havde A/C. Nu skønnes det af branchekyndige at være op til 30% af alle biler, hvoraf især franske og japanske biler har A/C. Denne udvikling forklares ved, at afgiftssystemet for biler er blevet omlagt, således at A/C nu koster 5-10.000 kr, samt at ekstraudstyr i langt højere grad er blevet et konkurrenceparameter. Prisen for A/C før omlægning af afgiftssystemet var 25.000-50.000 kr.

Ved fremstilling af biler og lastbiler monteres A/C og kølemiddel påfyldes på fabrikken. Mængden af kølemiddel - HFC-134a, varierer fra 0,75-1 kg, afhængig af biltype. Det vurderes på den baggrund, at der importeres en væsentlig mængde HFC-134a via A/C i biler. Der er en mindre reeksport, der skal tages højde for.

I nye transportkøleanlæg anvendes HFC 404a. Afhængig af størrelse påfyldes der 5-15 kg pr. gang. På ældre køleanlæg bruges der enten HFC-134a eller HCFC-22.

4.2.2 HFC som opskumningsmiddel

HFC-er anvendes som blæsemiddel ved opskumning af polyurethan-skum (PUR-skum). Afhængig af opgaven er det HFC-134a eller HFC-152a der bruges.

En blød PUR-skum som f.eks. anvendes til madrasser, er åbencellet og indeholder ikke rester af HFC-er. En hård PUR-skum, som f.eks. isoleringsskum i køleskabe har lukkede celler og indeholder en rest af den HFC, der er anvendt som blæsemiddel. Denne mængde frigives efterhånden i løbet af produktets livsforløb.

I relation til emissionsberegninger kan emission fra produkter med hård PUR skum produceret i Danmark, opgøres med udgangspunkt i forbrugstal, men for importerede produkter er situationen en anden. Denne emission kan kun opgøres ved at identificere produkter, som indeholder hård PUR-skum og hvor HFC er anvendt som opskumningsmiddel.

På baggrund af screeningen er følgende væsentlige produkter af betydning for opgørelsen af den aktuelle emission fundet:

Køle/fryseskabe

HFC-134a anvendes til fremstilling af isoleringsskum som erstatning for HCFC-er til produktion af alle former for køle/fryseskabe til husholdninger og kommercielle køle/fryseskaber etc., hvor der er behov for isolering.

Skosåler

HFC 134a bruges i forbindelse med opskumning af skosåler i polyether-materiale. Af branchekyndige er det oplyst, at der ikke kan udpeges bestemte *typer* af sko, som er polyether-baserede - det kan i princippet være en meget stor del af alle sko med gummisåler. Med udgangspunkt i danske produktionsforhold er der stor variation. Således har en producent oplyst, at 1/3 af deres skosåler er HFC-baserede og en anden producent har oplyst, at ingen af deres skosåler er HFC-

baserede. Udenlandske skoproducter er ikke undersøgt, men det skønnes, at produktion af HFC-baserede sko ligner de danske forhold. Der forekommer således en import af sko, som giver anledning til emission af HFC-134a. På den baggrund vurderes det relevant at beregne de importerede og eksporterede mængder.

Konstruktionsskum i biler

En meget stor del af interiøret i biler er lavet af hård skum. Det bruges i instrumentpaneler, armlæn, nakkestøtter, loftbeklædning etc. Dette skum kan formodentlig være PUR-skum, men er ikke bekræftet i denne undersøgelse.

Andre produkter

Produkter, hvor en opgørelse af import og eksport ikke er fundet relevant, men hvor der er konstateret HFC-baserede PUR-skum, er følgende:

Vandvarmere. Der bruges HFC-er til isoleringsskum i vandvarmere. Hos danske producenter er forbruget lille. På grund af det lille forbrug, er import og eksport for denne produktgruppe ikke undersøgt yderligere.

Isoleringspaneler. Der bruges i meget begrænset omfang HFC-er til fremstilling af isoleringspaneler til kølehuse m.v. Det er primært HCFC-er der anvendes til denne opskumning. På grund af det lille forbrug af HFC-er der er registreret i Danmark til fremstilling af disse produkter er denne produktgruppe ikke undersøgt yderligere.

4.2.3 HFC som drivmiddel

I andre lande anvendes der i udbredt grad HFC-134a og i nogen grad HFC-152a som drivmiddel i spraydåser. Det kan være i produkter til personlig hygiejne, rengøringsmidler eller industrielle produkter.

Brug af HFC i spraydåser i Danmark har derimod været reguleret siden 1984. Med undtagelse af aerosol produkter til industriel brug, fødevarer og levnedsmidler, er det ikke tilladt at producere eller importere HFC-holdige spraydåser med et rumindhold på under 1 liter (HFC 152a undtaget). Forbruget og emissionen af HFC-er fra aerosolprodukter er derfor begrænset. Det er alligevel valgt, at vurdere emissionen af HFC-er anvendt som drivmiddel, idet området ikke tidligere er undersøgt.

Spraydåser

De HFC-holdige produkter, der anvendes i Danmark, bruges til specielle tekniske formål, f.eks. som slipmiddel eller svejsespray. HFC-holdige spray er betydeligt dyrere end spray med alternative drivmidler, hvorfor brugen fortsat kun forventes ved specielle arbejds-situationer.

I Danmark er der kun en begrænset produktion af aerosol-spray til industrielle formål. Der er ikke fundet oplysninger om HFC-holdige aerosol produkter anvendt i fødevarer og levnedsmidler.

Lægemidler

HFC-er anvendes som drivmiddel i lægemidler, hvor de bruges som erstatning for CFC-er. HFC-er i lægemidler til behandling af astma, bronkitis og lignende luftvejslidelser.

Der er ingen produktion af astma-spray i Danmark, hvorfor emission udelukkende kommer fra importerede produkter.

Det forventes, at udviklingen de kommende år vil ændre sig således, at lægemidler med CFC-frie drivgasser vil blive anvendt i betydeligt større omfang. Flere nye CFC-frie præparater er blevet markedsført i 1999 og disse vil primært være baseret på HFC-er.

4.2.4 SF₆

Der er 5 anvendelsesområder for svovlhexafluorid i Danmark:

1. Glasindustrien, til produktion af lydisolerede termoruder.
2. Elsektoren, hvor SF₆ anvendes som isoleringsmedie i afbrydere for mellem og højspændingsanlæg.
3. Metalværker.
4. Laboratorieformål, bl.a. anvendes SF₆ som sporgas.
5. Løbesko, hvor SF₆ anvendes som stødabsorberende gas i såler.

Termoruder

SF₆ anvendes som støjisolerende gas i vinduer, hvor støjdæmpning er en væsentlig parameter for kunden. Brugen af SF₆ i termoruder startede i starten af 90'erne, tidligere blev der ikke produceret termoruder med den slags komfortfunktioner. Efterspørgslen på støjdæmpede vinduer har været stigende gennem 90'erne, bl.a. på grund af skærpede byggekrav og standarder, og det forventes også at gælde for den fremtidige udvikling.

Brugen af SF₆ i termoruder er generelt faldende, bl.a. på grund af, at det er en kraftig drivhusgas og på grund af bl.a. den tyske energimærkningsordning, hvor der ikke tildeles energimærke, hvis termoruder indeholder SF₆. Derfor gøres der en stor indsats for at erstatte SF₆ med andre gasser og teknikker, bl.a. arbejdes der med argon og krypton som erstatningsgasser. Alternativt kan glastykkelsen øges for at opnå samme lyddæmpning, men det fordyrer bl.a. produktionsprocessen betydeligt på grund af længere produktionstid. Ud fra de foreløbige resultater af dette udviklingsarbejde er der en generel forventning i branchen om at brugen af SF₆ i termoruder vil være udfaset i løbet af 5 år.

I relation til opgørelse af emissionen fra det løbende tab af SF₆ i termoruder, er det relevant at korrigere for import og eksport af SF₆ i termoruder. Eksporten har været svagt faldende de senere år, hvilket bl.a. skyldes ændringer på det tyske marked, hvor tyske producenter har fået større markedsandele. Eksporten af termoruder med SF₆ har fulgt samme udvikling. Samtidig erstattes SF₆-ruder i højere grad af

laminerede ruder. Det er oplyst fra producenter, at der ikke er nogen import til Danmark af SF₆-fyldte termoruder.

Metalværker

SF₆ anvendes på metalværker som dækgas for at hindre, at ilt reagerer ved smeltning af magnesium.

Højspændingsafbrydere

SF₆ anvendes som brydemedie i højspændingsanlæg, overvejende i transmissionsanlæg eller distributionsanlæg men også på kraftværker. SF₆ bruges i to typer af afbrydere;

- afbrydere til spændinger mellem 10 kV og 150 kV, hvor indholdet af SF₆ varierer mellem 1 og 7 kg.
- GIS-anlæg (gas insulated swiftgear) til spændinger på 150 kV og 400 kV, hvor indholdet af SF₆ er mellem 1.000 og 3.000 kg.

De første afbrydere med SF₆ blev installeret på danske anlæg for ca. 30 år siden, hvorefter gassen gradvist har fortrængt olie som brydemedie. I dag er der installeret 7.000-10.000 SF₆ afbrydere, hvoraf stigningen de seneste 5 år har været betydelig. I 1993 var antallet ca. 5.000 afbrydere. Brugen af SF₆ afbrydere er således næsten fordoblet. Derudover skønnes det på basis af leverandørplysninger, at der er installeret ca. 20 GIS-anlæg.

Laboratorier

SF₆ anvendes som sporgas på laboratorier, ved apparat afprøvning og på forskningsinstitutioner. Ved forbrug på laboratorier forventes langt hovedparten at emitterer.

Løbesko

SF₆ har tidligere været anvendt som stødabsorberende gas i såler på løbesko. Dette forbrug forventes stort set at være udfaset fra 1999, hvor erstatningsgasser som f.eks. nitrogen anvendes i stedet. Der er ingen produktion af løbesko i Danmark og mængderne er udelukket importeret i forbindelse med salg af løbesko til Danmark.

4.2.5 PFC-er

Den eneste perfluorerede forbindelse, der er registreret anvendt i 1998, er perfluorpropan, C₃F₈. Stoffet anvendes i blandingsprodukter til køleformål i detailhandelen og i industrien. Blandingsprodukterne er blevet anvendt til erstatning for CFC-12.

PFC anvendes i begrænset udstrækning i udlandet som kølemiddel i visse elektroniske produkter til nedkøling af elektriske komponenter, f.eks. i store computere eller radar systemer. Det kan ikke udelukkes, at en meget begrænset mængde PFC, kan forekomme i disse typer af importerede elektriske produkter. Det har ikke kunne bekræftes i denne undersøgelse.

PFC anvendes i nogen udstrækning som rensningsmiddel eller test af elektronik produkter, men der er ikke registreret nogen import eller forbrug af stoffet til dette formål i 1998 eller de foregående år. Det skønnes derfor, at dansk elektronikindustri ikke anvender PFC

PFC anvendes i nogle tilfælde også i brandslukningsmateriel, men bortset fra Brandvæsenet, er det forbudt at bruge halogenerede kulbrinter i brandslukningsmateriel i Danmark. Det anses derfor ikke sandsynligt, at der er importeret brandslukningsudstyr med PFC i.

4.3 Emission af HFC-er, PFC-er og SF₆

I dette afsnit beregnes emissionen af HFC, PFC og SF₆ i Danmark. Opgørelse beskriver den aktuelle emission i 1998, baseret på data om forbrug af stofferne samt screening og opgørelse af stofferne i de produkter, som er identificeret. Hvor det er relevant, er der korrigeret for import og eksport af stofferne i produkter. Emissionsberegningerne baserer sig på IPCC's emissionsmodeller i det omfang disse produkter er beskrevet i Tier 2 /12/. Hvor der ikke er udviklet emissionsmodeller i IPCC-regi, er egne modeller udviklet på basis af oplysninger fra producenter og branchekyndige.

4.3.1 HFC-emissionen fra kølemidler

Ved opgørelsen af emissionen af kølemidler skelnes der mellem:

- Køleskabe og fryserne til husholdningsbrug
- Kommercielle køleanlæg og stationære airconditionanlæg
- Mobile airconditionanlæg og køleanlæg (i biler, lastbiler, busser, tog m.v.)

Det årlige tab af HFC-er ved samling og påfyldning af køleudstyr vil typisk variere fra 2 til 5% af den påfyldte mængde afhængigt af apparatyper. Fra husholdningsapparater tabes kun 2%, fra kommercielle køleanlæg 2-5% og fra mobile anlæg 4-5% /12/. For de 2 sidstnævnte tilfælde udregnes det gennemsnitlige tab, som herefter er anvendt i beregningerne.

Under driften af køleskabe m.v. vil kun en meget lille del af den samlede mængde kølemiddel tabes (1% pr. år), mens tabet er meget større for andre stationære (17% pr. år) og mobile køleanlæg (30% pr. år) /12/.

Nedtagning af udstyr med HFC-er som kølemiddel antages endnu ikke at være aktuelt, idet der regnes med gennemsnitlige levetider på 12-15 år for ovennævnte typer køleudstyr.

I tabel 4.5 vises grundlaget for beregning af emissionen af kølemiddel fra husholdnings- og kommercielle køle/fryseskabe, kommercielle stationære køleanlæg og mobile anlæg.

Tabel 4.5

Faktorer til beregning af emission fra køle/fryseskabe, køleanlæg og mobile anlæg /12/

	Køl/frys	Kommercielle anlæg	Mobile anlæg
Påfyldning	2%	3,5%	4,5%
Drift	1%	17%	30%
Destruktion	83%	11,5%	5,5%
Levetider	16 år	6 år	12 år

Kommercielle køleanlæg

Den aktuelle emission fra stationære kommercielle køleanlæg er beregnet på basis af forbrugsoplysninger fra importører og producenter. I 1998 havde denne produktgruppe det største forbrug. Det mest anvendte kølemiddel er HFC-134a efterfulgt af HFC-404a. Dernæst HFC-401a, HFC-402a, HFC-407 og HFC-507a (se tabel 4.3). Det er ikke relevant at korrigere for import og eksport af HFC-er i produktet for de stationære kommercielle køleanlæg.

I tabel 4.6 er den aktuelle emission fra kølemidlet i stationære køleanlæg opgjort i tons for de specifikke HFC-er og den totale emission for alle stofferne er omregnet til CO₂-ækvivalenter for derved at tage højde for stoffernes forskellige GWP-værdier.

I forbindelse med beregning af GWP bidraget fra kategorien "andre HFC-er" der består af HFC-408a, HFC-409a (ikke en "ren drivhusgas, jvf. bilag 6.2) og HFC-410a er der anvendt en "worst case" betragtning på basis af HFC-410a (50% HFC-32, 50% HFC-125) der har en GWP-værdi på 1725.

Der er foretaget en fremskrivning af emissionen i år 2005 og 2010 på basis af forbrugstallene fra 1998. I fremskrivningen forudsættes det, at forbruget af HFC-er indenfor de enkelte anvendelsesområder er uændret. De fremskrevne emissioner omfatter emissioner fra fremstilling, fra installerede mængder og fra bortskaffelse.

Tabel 4.6*Aktuel emission fra kommercielle køleanlæg 1998, tons*

	1998	2005	2010
HFC-134a	44	206	230
HFC-404a	49	118	113
HFC-401a	5	16	17
HFC-402a	6	10	8
HFC-407a	3	17	19
HFC-507a	2	10	11
Andre HFC-er	7	16	15
HFC-er i alt	116	393	413
GWP bidrag, 1000 tons CO ₂	247,1	754	770

Det fremgår af tabellen, at GWP-bidraget øges betydelig de næste 10 år ved et scenarium med et uændret forbrugsmønster. Det skyldes først og fremmest bortskaffelse af udtjente køleanlæg. Det største GWP-bidrag for alle årene kommer fra emissionen af HFC-404a.

Kommercielle og husholdningskøle/fryseskabe

Den aktuelle emission fra køle/fryseskabe er beregnet på basis af forbrugstal, korrigeret for import og eksport af HFC-er i køle/fryseskabe og kommercielle køleskabe (ikke at forveksle med kommercielle køleanlæg). Det forudsættes endvidere, at der ikke forekommer nogen opsamling af HFC-er ved bortskaffelse. Beregningen af import og eksport er foretaget på basis af Danmarks statistik ud fra gennemsnitstal for indholdet af HFC 134a i et standard-køle/fryseskab produceret i 1999. Statistisk grunddata fremgår af bilag 6.3. Det er en væsentlig forsimpning, da mængden af HFC anvendt til opskumning eller som kølemiddel varierer, afhængig af størrelse og producent. De anvendte gennemsnitsmængder er vist i tabel 4.7.

Tabel 4.7*Gennemsnitsindhold af HFC-kølemiddel i køleprodukter til husholdninger og kommercielle køle/fryseskabe*

Kategori	Køl/fryseskab	Køleskab	Kumrefryser	Fryseskab
HFC-134a	111 g	65 g	164 g	127 g

Beregning af HFC-er i isoleringsskum er foretaget i senere afsnit om emission fra opskumning med HFC.

Ved beregning af import og eksport skal der korrigeres for overgangsfasen, hvor HFC-erne gradvist erstattede forbruget af HCFC-er hos køleskabsproducenterne. De første HFC-er blev anvendt i 1992 og har stort set erstattet HCFC-erne i 1995. Denne overgangsfase er der korrigeret for, ved at opstille forudsætninger for indholdet af HFC-er i produkterne ved beregningen af den importerede og eksporterede mængde HFC. Forudsætningerne er skønnet ud fra oplysninger om forbrug fra tidligere års opgørelser. Indholdet af HFC-134a forudsættes i 1993 at udgøre 25% af antallet af producerede produkter, i 1994 75% og i 1995 100%.

Den aktuelle emission af HFC-er anvendt som kølemiddel i køle/fryseskabe og kommercielle køleskabe er sammenfattet i tabel 4.8. Emissionen er fremskrevet på basis af samme forbrug og import/eksport som i 1998.

Tabel 4.8

Emission af kølemiddel HFC 134a og HFC- 404a fra køle/fryseskabe og kommercielle køleskabe 1998, tons

	1998 -134a	1998 -404a	2005 -134a	2005 -404a	2010 -134a	2010 -404a
Forbrug	257	14	257	14	257	14
Emission ved fremstilling	5	<1	5	<1	5	<1
Eksport	141	0	141	0	141	0
Installerede mængde	488	27	1264	119	1738	280
Emission fra installerede mængde	4	0	12	1	17	2
Emission fra destruktion	0	0	0	0	48	0
Aktuel emission	9	<1	17	<2	70	<3
GWP bidrag, 1000 tons CO ₂ -ækvivalenter	11,6	3,0	21,7	6,0	90,2	9,0

Den samlede aktuelle emission af kølemidler fra køle/fryseskabe i 1998 er beregnet til 14.600 tons CO₂-ækvivalenter ud af et forbrug,

der omregnet til CO₂ ækvivalenter svarer til ca. 196.400 tons idet der fra det samlede forbrug på 379.700 tons er fratrukket den eksporterede mængde svarende til ca. 183.300 tons. CO₂ ækvivalenter.

Fremskrivningsscenariet viser, at der sker en kraftig stigning i den aktuelle emission af HFC-134a i år 2010 på grund af destruktion af ældre HFC-baserede køleskabe.

Mobile A/C og køleanlæg

Emissionen fra mobile A/C og køleanlæg er beregnet på basis af forbruget af HFC-134a, HFC-402a og HFC-404a samt den installerede mængde af HFC-134a, som importeres i A/C-anlæg i biler og lastbiler. Det har ikke været muligt, at fremskaffe nøjagtig data om antallet af importerede og eksporterede biler med A/C anlæg, men på baggrund af oplysninger fra branchekyndige beregnes emissionen på basis af et scenarie, hvor 10% af de importerede biler i 1998 havde A/C og 50% af de importerede lastbiler havde A/C. Statistisk grunddata fremgår af bilag 6.3.

Emissionen af HFC-404a og HFC-402a kommer overvejende fra mobile køleanlæg i lastbiler men også fra ældre A/C i personbiler. Derfor vurderes det ikke at være relevant at korrigere for import og eksport for disse kølemidler.

Der regnes der med et tab på 4,5% ved påfyldning samt et årligt tab af HFC på 30%. Genfyldning af anlæg foretages med 3-4 års interval, hvis A/C er i god stand. Levetid for A/C er ca. 12 år, svarende til bilens forventede levetid. Ved destruktion vurderes A/C anlægget at have et indhold på ca. 75% af mængden /12./.

Det er ikke umiddelbart muligt at skelne mellem HFC-mængden, der anvendes i mobile A/C anlæg og i transportable køleanlæg. Dog må det forventes, at forbruget af HFC-404a stort set kun anvendes til transportable køleanlæg.

Den aktuelle emission af HFC-134a anvendt som kølemiddel i mobile A/C og køleanlæg er sammenfattet i nedenstående tabel. For A/C i biler og lastbiler er der korrigeret for import og eksport. Emissionen er fremskrevet på basis af samme forbrug og import/eksport som i 1998. Dette scenarie forventes at være konservativt for fremskrivningen i 2005 idet A/C anlæg i personbiler er i kraftig vækst.

Tabel 4.9

Emission af HFC-134a og HFC-404a fra mobile A/C og køleanlæg 1998, tons

	1998	1998	2005	2005	2010	2010
	-134a	-404a	-134a	-404a	-134a	-404a
Forbrug	89	26	89	26	89	26
Emission fra påfyldning	4	1	4	1	4	1
Import	28	0	28	0	28	0
Installerede mængde	121	30	322	71	319	70
Emission fra installerede mængde	3	2	96	21	96	21
Emission fra destruktion	0	0	16	4	18	3
Aktuel emission	7	3	116	26	118	26
GWP bidrag, 1000 tons CO ₂	9,6	9,8	151,2	84,8	152,7	84,8

Den aktuelle emission af HFC 402a er ca. 1 ton i 1998, svarende til et GWP-bidrag på ca. 1.700 CO₂ ækvivalenter.

Det totale GWP-bidrag fra mobile A/C og køleanlæg i 1998 er opgjort til 21.080 tons CO₂-ækvivalenter. Emissionen forventes at stige kraftigt de kommende år til en emission på 239.600 tons CO₂-ækvivalenter i 2005. Det er en stigning med en faktor 10 i perioden 1998-2005.

4.3.2 Emission fra HFC opskunningsmiddel

Emissionen af HFC-er ved opskumning af isoleringsskum (hård PUR-skum) udgør ca. 10% af forbruget i anvendelsesåret /12/. Hertil skal der adderes den mængde, som er emitteret fra tidligere års produktioner af isoleringsskum. Ca. 4,5% emitteres pr. år af den oprindeligt anvendte stofmængde i isoleringsskummet. Den forventede levetid for hård PUR-skum (lukkede celler) er 20 år /12/. Dog bør der korrigeres, hvis PUR-skummet er indeholdt i et produkt med en kortere levetid.

Den aktuelle emission af HFC-er fra hårdt skum der anvendes til andet end isoleringsskum, er opgjort efter samme retningslinier.

Isoleringsiskum

Ved beregning af emissionen fra isoleringsiskum i køle/fryseskabe, kommercielle køleanlæg og industrielle køleanlæg, er der korrigeret for import og eksport af køle/fryseskabe. Denne beregning er foretaget på basis af nøgletal for gennemsnitsindholdet i køle-fryseskabe, fryser mv. til husholdninger. Ud fra producentoplysninger, er det gennemsnitlige indhold skønnet til 240 g pr. produkt. Dette nøgletal anvendes som enhed til at opgøre mængden af HFC i isoleringsiskummet ud fra Danmarks statistik. Alle kategorier medtages undtagen kategorien kummefrysere, da Vestfrost, som er Danmarks største producent af kummefrysere ikke anvender HFC-er til opskumning. Vestfrost bidrager med klart det største antal produkter der eksporteres. Beregningen er korrigeret i forhold til overgangsfasen fra HCFC til HFC (jvf. beregningsgrundlag for emission af kølemidler)

Konstruktionssikum

Det danske forbrug af HFC-152a til opskumning anvendes overvejende til konstruktionssikum. På basis af oplysninger fra importører, skønnes det ikke relevant, at korrigere for import og eksport i forhold til dette forbrug.

Skum i biler

I screeningen af anvendelsesområder og produkter, er skum i cockpit mv. i personbiler og lastbiler identificeret som potentiel kilde til HFC-emissioner. På den baggrund er der rettet henvendelse til et antal bilproducenter med henblik på produktoplysninger, men det har ikke været muligt at få udleveret oplysninger om forbrug og mængder. Det skønnes imidlertid at være et område der potentielt kan bidrage med væsentlige emissioner - både fra allerede importerede biler og fra nye importerede biler. Denne emission bør derfor klarlægges i senere opgørelser.

Som et tænkt eksempel på den potentielle emission er følgende scenarier beregnet. Nettoimporten er ca. 150.000 biler i 1998 og antages det, at 50% har et indhold på 200 g, eller 20% har et indhold på 500 g, svarer det til 15 tons HFC-134a.

Den aktuelle emission af HFC 134a og HFC 152a fra isoleringsiskum og andet hårdt skum er sammenfattet i tabel 4.10.

Table 4.10*Emission of HFC-er fra isoleringsskum og andet hårdt skum, tons*

	1998	1998	2005	2005	2010	2010
	-134a	-404a	-134a	-404a	-134a	-404a
Forbrug	357	14	357	14	357	14
Eksport	2	0	2	0	2	0
Installerede mængde	1125	12	3360	100	4957	163
Aktuel emission	72	1	173	5	244	8
GWP-bidrag, 1000 tons CO ₂ -ækvivalenter	93,5	0,1	224,3	0,7	317,7	1,1

Opskumning af skosåler

Metoden til beregning af emission af HFC-er ved opskumning af polyether til produktion af f.eks. skosåler er ikke belyst i IPCC-regi. Følgende forudsætninger er derfor anvendt som grundlag for emissionsberegningen. Det anslås af branchekyndige, at det umiddelbare tab ved produktion af sko i polyether, er 15% af forbruget. Derudover vil der være et mindre tab i skoens levetid, hvor materialet "tørre ind" og bliver stivere. Et skøn er, at tabet er identisk med tabet fra isoleringsskum, svarende til 4,5% af den oprindelige stofmængde i skosålen pr. år. Levetiden varierer mellem 1-10 år, afhængig af om det er modesko eller specialsko. Modesko er dog langt mere udbredt end specialsko. Derfor anvendes der i denne opgørelse en gennemsnitsbetragtning, hvor levetiden er 3 år. Restmængden antages at frigives ved bortskaffelse.

Der regnes med et gennemsnit på 8 g HFC 134a pr. par. Visse sko opskummes med en blanding af -134a/-152a, men det er ikke muligt at angive en fordeling, hvorfor opgørelsen alene baseres på opskumning med HFC-134a.

Ved opgørelse af import, er Danmarks Statistik anvendt som beregningsgrundlag. Der er en betydelig usikkerhed forbundet med denne metode, idet statistikken kun angiver den overordnede materialesammensætning i sko. Som skøn er der i denne opgørelse regnet med, at 5% af alle sko med plast, gummi og lædersål, indeholder polyether.

Eksporten er baseret på oplysninger fra branchen og vurderes kun at have en lille usikkerhed.

Den totale emission af HFC 134a fra sko/skoproduktion var i 1998 ca. 6,7 tons, hvoraf ca. 5,2 tons kommer fra import. Omregnet til CO₂-ækvivalenter giver det et bidrag på 8.710 tons CO₂-ækvivalenter. I beregningen er import for de foregående år medtaget og er forudsat at være den samme som for 1998.

Forbruget af HFC-134a til produktion af sko var 8 tons i 1998, baseret på oplysninger fra importører og brugervirksomheder. Emissionen ved produktion er beregnet til 1,2 tons og eksportandelen er 0,3 tons. Emission som følge af tab af stoffets restmængde er 0,3 tons.

Den importerede mængde HFC 134a er beregnet til 5,2 tons ud fra Danmarks statistik. Skoimporten i 1998 var ca. 12,8 mio. par, der potentielt indeholder HFC-134a.

Fugeskum/blødt skum

Emissionen af HFC-er fra fugeskum og blødt skum (åbencellet skum) udgør 100% af forbruget i anvendelsesåret /12/. Emissionen fra blødt skum sker således ved fremstillingen og det er således ikke relevant at korrigere for import/eksport. Der er tilgængelig ingen emission ved fremstilling af fugeskum, hvorfor emissionen kun sker ved anvendelse af produktet i Danmark.

Til beregning af emission af HFC er oplysninger om import og eksport baseret på oplysninger fra producenter. Det er oplyst, at der som gennemsnit anvendes 100 g HFC-134a eller 25g HFC-152a pr. dåse fugemasse og disse nøgletal er anvendt som beregningsgrundlag for opgørelse af importen. Ved emissionsberegningen er det forudsat, at fugemassen anvendes samme år, som den er produceret.

Emissionen af HFC i fugemasse var i 1998 10,5 tons HFC-134 og 0,75 tons HFC 152a. Det svarer til et GWP-bidrag på 13.750 tons CO₂-ækvivalenter.

Forbruget af HFC til produktion af fugeskum var 43 tons HFC-134a og 13 tons HFC-152a i 1998. Det er oplyst, at der eksporteres 42,5 tons HFC-134a og 12,5 tons HFC-152a. Endvidere er det skønnet af producenter, at der importeres HFC-baserede fugemasser svarende til 10 tons HFC-134a og 0,5 tons HFC-152a.

Emissionen af HFC til fremstilling af blødt skum er identisk med forbruget i Danmark. Emissionen af HFC-134a var ca. 38 tons i 1998 og emissionen af HFC-152a var ca. 6,5 tons. Det samlede GWP-bidrag fra blødt skum er ca. 50.300 CO₂ ækvivalenter.

4.3.3 Emission af HFC som drivmiddel

Spraydåser

Ved brug af HFC som drivmiddel i aerosol-spray er forbrug i Danmark identisk med emission. Opgørelse af import og eksport er baseret på oplysninger fra producenter.

Eksport af HFC-holdige aerosol-produkter er oplyst til max. 5% af forbruget, hvilket anvendes som grundlag for denne beregning. Importen er skønnet af brancheekspertise.

Emissionen fra aerosol spray til tekniske formål var ca. 1,15 tons i 1998. Forbruget er oplyst til ca. 1 ton HFC 134a. Heraf eksporteres ca. 5%. Importen er skønnet til 20% af det danske forbrug, svarende til 0,2 tons. Produkterne importeres primært fra Italien.

Lægemidler

Emissionen af HFC i astma-spray er opgjort på basis af oplysninger fra importører samt Lægemiddelstatistikken fra Lægemiddelstyrelsen. Som grundlag for emissionsberegningen er der anvendt gennemsnitstal for indholdet af HFC i astma-spray.

Alle lægemidler med HFC og CFC som drivmiddel er importeret. Lægemiddelstyrelsen fører statistik over omsætning og mængdeforbrug af lægemidler og af denne statistik fremgår det, at forbruget af CFC-holdige aerosoler i 1997 var ca. 15,9 mio. doser. 1997-forbruget Forbruget af inhalationsaerosoler uden CFC-gasser var i 1997 120.000 doser og heraf skønnes hovedparten at være HFC, dvs. under 1% af importerede lægemidlerne med drivgasser, indeholder HFC. Forbruget i 1997 antages at være repræsentativ for forbruget i 1998.

Importører af astma spray oplyser, at der gennemsnitlig er ca. 85 mg HFC pr. dose eller ca. 100 mg CFC pr. dose. På basis af lægemiddelstatistikken er importen af HFC beregnet til ca. 10 kg i 1998. Importen af CFC'er i astma-aerosoler er derimod betydeligt større. Importen er beregnet til ca. 1,6 tons i 1998.

4.3.4 **Svovlhexafluorid**

Det samlede GWP-bidrag fra den aktuelle emission af SF₆ i 1998 er opgjort til ca. 71.000 tons CO₂ ækvivalenter.

Termoruder

Emissionsberegningen af SF₆ fra termoruder er opgjort ud fra oplysninger om emissionen fra producenter og branchekyndige. Nedenstående emissionsfaktorer anvendes. Emissionen af SF₆ i en termorudes livscyklus forekommer i 3 faser.:

- Vinduesproduktion, 15% i forbindelse med påfyldning
- Løbende tab efter montering, 1% pr. år
- Emission ved bortskaffelse af vindue, svarende til restindholdet af SF₆. Med en forventet gennemsnitlig levetid på 20 år, svarer det til en emission på 66% ved destruktions. I relation til emissionsberegningen, forudsættes det at vinduerne ikke aftappes for destruktions.

Opgørelse af den mængde SF₆, som er indeholdt i vinduer i Danmark (den installerede mængde) er baseret på DK-statistikens udenrigshandel, som fører statistik over import og eksport. Statistikken indeholder ikke oplysninger om SF₆ indholdet. Til præcisering af import/eksport, er statistikken korrigeret med skøn om fordelingen mellem vinduer med termoruder med og uden SF₆. Skønnet er baseret på oplysninger fra brancheforening og producenter.

På baggrund af oplysninger fra producenter, er den danske eksport af SF₆-fyldte termoruder i 1998 opgjort til 1,2 tons. Da det ikke har været muligt at fremskaffe data om import og eksport af SF₆-fyldte termoruder fra tidligere år, er der regnet med en gennemsnitlig nettoeksport på 50%. For en standard--termorude regnes der med et gennemsnitligt indhold på 70 g SF₆.

Den installerede mængde af SF₆ i termoruder, svarer til de SF₆-fyldte termoruder, der er blevet monteret i danske bygninger gennem årene. Den installerede mængde er opgjort fra 1991, hvor det første forbrug af SF₆ til produktion af termoruder er registreret.

Der er lavet en fremskrivning af emissionen på basis af et scenarie, hvor forbruget af SF₆ i termoruder er udfaset i år 2004. Emissionen er vist i tabel 4.11

Tabel 4.11

Emission af SF₆ fra termoruder, tons

	1998	2015
Forbrug	7,3	0
Emission fra produktion	1,1	0
Tab fra installerede termoruder	0,4	0,2
Eksport	1,2	0
Emission ved bortskaffelse	0	3,8
Installeret mængde	36,2	19,8
Aktuel emission	1,5	4
GWP-bidrag, 1000 tons CO ₂ ækvivalenter	33,7	94,8

Af tabellen fremgår det, at GWP-bidraget stiger betydeligt i år 2015, selvom der i scenariet er forudsat, at SF₆ er udfaset i år 2004. Dette bidrag kommer alene fra installerede mængder i udtjente vinduer som bortskaffes. Ved dette scenarie forventes emissionen at toppe i år 2014 med et GWP-bidrag på ca. 110.000 tons CO₂, hvorefter emissionen aftager gradvist.

Metalværker

Metalværker anvender svovlhexafluorid som beskyttelsesgas ved magnesiumsmeltning. For anvendelser inden for metalindustrien er forbruget lig med emission til luften /12/. I følge oplysninger fra importører og producenter, var forbruget i 1998 0,7 tons, svarende til et GWP-bidrag på 16.700 tons CO₂ ækvivalenter.

Højspændingsanlæg

Emissionen af SF₆ fra afbrydere i højspændingsanlæg forekomme ved driftsforstyrrelser og service f.eks. ved aftapning. Bidraget herfra ud-

gør 1% pr. år af den samlede installerede mængde i udstyret /12/. 70% af den påfyldte mængde SF₆ formodes at være tilbage, når udstyret nedtages /12/, og kan potentielt udledes til luften, hvis ikke genanvendelsesmuligheder forefindes. Levetiden for de SF₆-holdige afbrydere forventes minimum at være 30 år. Det er oplyst af en enkelt leverandør, at gassen rutinemæssigt opsamles og så vidt muligt genanvendes. Enten på stedet i mobile tanke eller på fabrikken, hvor servicen udføres. Genanvendelsen er dog ikke blevet dokumenteret.

SF₆ påfyldes eller efterfyldes på afbrydere, enten ved nye installationer af store anlæg eller ved reparation. Det skønnes, at en væsentlig del af det registrerede årlige forbrug anvendes til disse efterfyldninger. Påfyldningen på nye afbrydere udføres i begrænset omfang i Danmark, hvorfor en væsentlig mængde importeres via afbrydere fra primært USA, Norge og Tyskland.

Mængden af SF₆ i afbrydere varierer mellem 1 og 7 kg pr afbrydere, og for store højspændingsafbrydere som 150 kV og 400 kV, såkaldte GIS-anlæg, er forbruget fra 1.000 til 3.000 kg pr. GIS-anlæg. Det skønnes af leverandører, at der ca. 20 GIS-anlæg installerede i Danmark. Beregning af mængden af SF₆ i afbrydere er opgjort ud fra statistisk data fra elselskaber /17/ og leverandørplysninger.

I tabel 4.12 er den aktuelle emission fra SF₆-afbrydere opgjort. Opgørelsen er fremskrevet til år 2015 på basis af udviklingen i forbrug og import af afbrydere i 1998. Der er regnes med en årlig tilvækst på 3 tons SF₆ importeret i afbrydere. Det har været den gennemsnitlige tilvækst for perioden 1993-1998.

Tabel 4.12*Emission af SF₆ fra højspændingsanlæg, tons*

	1998	2015
Forbrug	1,2	1,2
Emission ved service	0,25	0,25
Emission ved bortskaffelse	0	0,5
Emission fra installeret mængde	0,4	1,0
Installeret mængde	49,6	100
Aktuel emission	0,6	1,7
GWP-bidrag, 1000 tons CO ₂ ækvivalenter	15,5	39,8

Det væsentligste emissionsbidrag kommer i forbindelse med bortskaffelse af afbrydere på grund af omlægning og udvidelser i elnettet eller udtjente komponenter. Da levetiden er lang og den installerede mængde fortsat er stigende, slår emissionen først for alvor igennem efter år 2020. Det vurderes, at emissionen efter 2020 vil være ca. 5,7 tons svarende til ca. 137.000 tons CO₂ ækvivalenter.

Laboratorier

Der er ikke registreret noget forbrug i 1998 og emissionen skønnes således, at være helt marginal.

Løbesko

Det er oplyst af importører, at mængden af SF₆ importeret via løbesko udgør ca. 1 ton, som er importeret i løbet af perioden 1990-1998. Emissionen af SF₆ forekommer i forbindelse med skoens bortskaffelse. Emissionen fra løbesko er i 1998 skønnet til 0,11 tons, hvilket svarer til et GWP-bidrag på ca. 2.650 tons CO₂ ækvivalenter.

Til beregning af emissionen er der i denne opgørelse fastsat en levetid for løbesko på 5 år, svarende til at emissionen forekommer i perioden fra 1995 til 2003. Den årlige emission er beregnet som gennemsnittet pr. år.

4.3.5 Perfluorerede kulbrinter

Nettoforbruget af perfluorpropan var i 1998 ca. 6 tons.

Den aktuelle emission af stoffet stammer fra tab ved påfyldningen af kommercielle stationære køleanlæg (2-5%) samt emissioner (17%) fra installeret mængde i perioden 1995 - 1997 /12/. Den samlede emission i 1998 er beregnet at udgøre knap 2,5 ton. Omregnet til CO₂ ækvivalenter giver det et GWP-bidrag på 17.500 tons CO₂ ækvivalenter.

Da det er stationære køleanlæg, hvor PFC-holdige blandingsprodukterne anvendes, korrigeres der ikke for import og eksport af stoffet i produkter.

Der er ingen oplysninger om andre emissionskilder eller anvendelser af blandinger indeholdende andre perfluorerede kulbrinter i 1998.

4.3.6 Emissionen ved fremskrivning til år 2005 og 2010

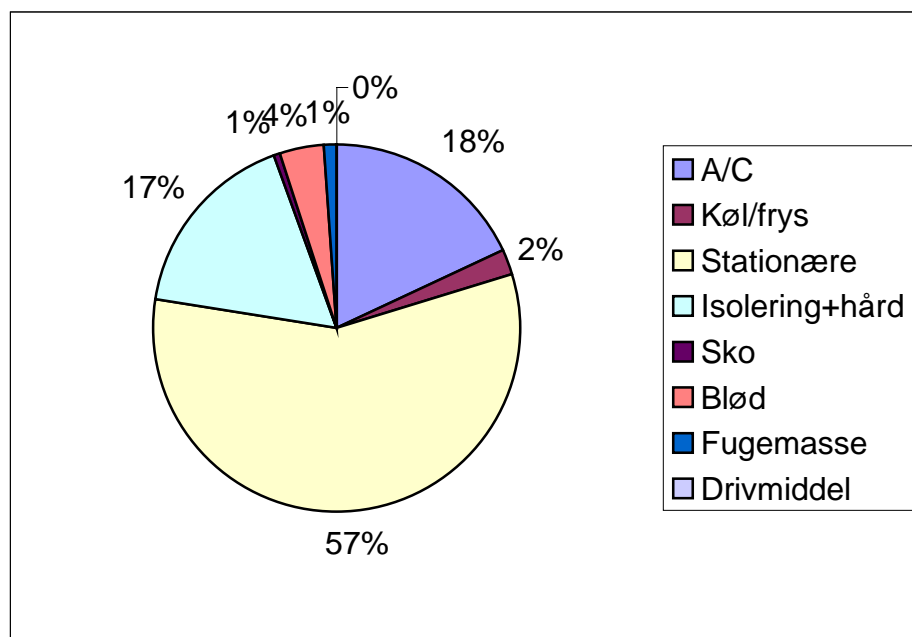
I denne opgørelse er der foretaget fremskrivninger af GWP-bidraget for år 2005 og 2010 for at kunne vurdere emissionen i forbindelse med bortskaffelse af produkter med HFC-er, PFC-er og SF₆. De fleste produkter bortskaffes endnu ikke. Fremskrivningen er foretaget på basis af oplysninger fra importører og producenter om tendenser og den forventede teknologiske udvikling samt forbrug og import/eksport i 1998.

Tabel 4.13 Det samlede GWP-bidrag fra HFC-er, PFC-er og SF₆, CO₂-ækvivalenter.

	1998	2005	2010
HFC-er			
- Kølemiddel	284.400	1.021.300	1.110.300
- Opskumningsmiddel	169.800	297.000	390.700
- Drivmiddel	1.500	3.500	3.500
PFC-er	17.500	42.000	42.000
SF ₆	69.300	59.700	62.000
Total	542.500	1.423.500	1.608.500

På basis af fremskrivningsscenariet stiger det totale GWP-bidrag til det 3-dobbelte i løbet af de næste 10 år. Stigningen skyldes emissioner fra den installerede mængde af HFC-er, PFC-er og SF₆ i produkter, som følge af løbende tab i produkternes levetid eller ved bortskaffelse af produkterne.

I figur 4.2. er vist det procentvise GWP-bidrag fordelt på kilder i 2005. Det beregnede GWP-bidrag fra HFC-er i 2005 er ca. 1.320.000 tons CO₂-ækv, hvilket er ca. 3 gange så meget som bidraget i 1998.



Figur 4.1

GWP-bidraget fra HFC-er, fordelt på kilder, 2005.

Sammenlignet med fordelingen i 1998, er billedet ændret væsentligt indenfor især emissionen af kølemidler. Tilsvarende for 1998, kommer det største GWP-bidrag fra stationære køleanlæg - dog skal det også ses i relation til, at det totale bidrag er steget. Det næststørste bidrag kommer fra mobile A/C og køleanlæg og udgør 18% af det samlede bidrag. Det er en betydelig stigning sammenlignet med bidraget i 1998 på 5%. Der er tale om en forventet stigning fra ca. 20.000 tons CO₂-ækvivalenter i 1998 til ca. 236.000 ton CO₂-ækvivalenter i 2005.

5 Referenceliste

- /1/ Miljøprojekt nr. 92: CFC - forbrugsmønster i Danmark, Miljøstyrelsen, 1988.
- /2/ Miljøprojekt nr. 106: Haloner - forbrugsmønster i Danmark, Miljøstyrelsen, 1989.
- /3/ Miljøprojekt nr. 170: Ozonlagnedbrydende stoffer - forbrug i 1987-89, Miljøstyrelsen, 1991.
- /4/ Miljøprojekt nr. 190: Ozonlagnedbrydende stoffer - forbrug i 1990, Miljøstyrelsen, 1992.
- /5/ Miljøprojekt nr. 201: Ozonlagnedbrydende stoffer - forbrug i 1991, Miljøstyrelsen, 1992.
- /6/ Miljøprojekt nr. 246: Ozonlagnedbrydende stoffer - forbrug i 1992, Miljøstyrelsen, 1993.
- /7/ Miljøprojekt nr. 261: Ozonlagnedbrydende stoffer - forbrug i 1993, Miljøstyrelsen, 1994.
- /8/ Miljøprojekt nr. 302: Ozonlagnedbrydende stoffer og HFC - forbrug i 1994, Miljøstyrelsen, 1995.
- /9/ Arbejdsrapport nr. 20. Forbrug og emissioner af 8 fluorerede og klorerede kulbrinter, Miljøstyrelsen, 1996.
- /10/ Miljøprojekt nr. 342. Ozonlagnedbrydende stoffer og visse drivhusgasser - 1995, Miljøstyrelsen, 1997.
- /11/ Udenrigshandelen fordelt på varer og land. Januar-december 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995 og 1996. Danmarks Statistik.
- /12/ Reference Manual and Workbook of the IPCC 1996 Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC Switzerland September 1996.
- /13/ Ozonlaget og drivhuseffekten. Miljøstyrelsen, april 1996.
- /14/ Beskyttelse af ozonlaget - nordisk perspektiv. Nordisk Ministerråd, okt. 1997.
- /15/ Arbejdsrapport nr. 98. Ozonlagnedbrydende stoffer og visse drivhusgasser - 1996. Forbrug og emissioner, 1997.
- /16/ Arbejdsrapport nr. xx. Ozonlagnedbrydende stoffer og visse drivhusgasser - 1997. Forbrug og emissioner, 1998.

/17/ DEFU Komiterapport 94. Håndtering af SF₆ og dets reaktionsprodukter i elforsyningsanlæg.

/18/ Methods used to Estimate Emission Inventories of Hydrofluorocarbons, Perfluorocarbons and Sulphur Hexafluoride. Draft report prepared for the UNFCCC secretariat. March Consulting, May 1999.

/19/ Hvor kommer luftforureningen fra? - fakta om kilder, stoffer og udvikling. TEMA-rapport fra DMU, 29/1999.

/20/ Erstatning af kraftige drivhusgasser (HFC'er, PFC'er, SF₆). Per Henrik Pedersen, Miljøstyrelsen 1998.

6 Bilag

6.1 Bilag 1

Ozonlagsnedbrydende stoffer som er reguleret af Montreal Protokollen.

Tabel 6.1 Ozonlagsnedbrydende stoffer, deres kemiske formel og ODP-værdier.

Stofnavn	Kemiske formel	ODP-værdi
CFC-er		
CFC-11	CFCl ₃	1,0
CFC-12	CF ₂ Cl ₂	1,0
CFC-113	C ₂ F ₃ Cl ₃	0,8
CFC-115	C ₂ F ₅ Cl	0,6
Andre CFC-er	-	-
Tetrachlormethan	CCl ₄	1,1
1,1,1-trichlorethan	CH ₃ CCl ₃	0,1
Haloner		
Halon-1301	CF ₃ Br	10
Halon-1211	CF ₂ BrCl	3
Halon-2402	CF ₂ BrCF ₂ Br	6
Methylbromid	CH ₃ Br	0,6 ⁽¹⁾
HCFC-er		
HCFC-22	CHF ₂ Cl	0,055
HCFC-141 b	C ₂ H ₃ FCl ₂	0,11
HCFC-142 b	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	0,065
	-	

(1) ændret fra 0,7 til 0,6 ved 7. Partsmøde i Montreal Protokollen, dec. 1995. 0,6 er brugt i beregningerne for 1996 og 1997.

(2) jvf. tabel 1.2 for sammensætningsoplysninger

6.2 Bilag 2

Drivhusgasser, som er omfattet af Koyoto-protokollen.

Table 6.2 Rene⁽¹⁾ drivhusgasser, deres kemiske formel og GWP-værdier.

Stofnavn	Kemiske formel	GWP-værdi
HFC-er		
HFC-32	CH ₂ FH ₂	650
HFC-125	C ₂ HF ₅	2.800
HFC-134 a	CF ₃ CFH ₂	1.300
HFC-143 a	C ₂ H ₃ F ₃	3.300
HFC-152 a	CF ₂ HCH ₃	140
HFC-404 a ⁽²⁾	-	3.260
HFC-401a ⁽³⁾	-	18
HFC-402a ⁽⁴⁾	-	1.680
HFC-407c ⁽⁵⁾		1.525
HFC-408a ⁽⁶⁾		1.030
HFC-409a ⁽⁷⁾		0
HFC-410a		1.725
HFC-507a ⁽⁸⁾		3.300
Svovlhexafluorid	SF ₆	23.900
Perfluorerede kulbrinter		
Tetrafluormethan (perfluormethan)	CF ₄	6.500
Fluorethan (perfluorethan)	C ₂ F ₆	9.200
Fluorpropan (perfluorpropan)	C ₃ F ₈	7.000
Fluorcyclobutan (perfluorcyclobutan)	c-C ₄ F ₈	8.700
Fluorhexan (perfluorhexan)	C ₆ F ₁₄	7.400

(1) uden ozonlagsnedbrydende effekt.

(2) blanding bestående af 52% HFC-143a, 44% HFC-125 og 4% HFC-134a. GWP-værdien er beregnet herudfra.

(3) blanding bestående af 53% HCFC-22, 13% HFC-152a og 34% HCFC-124. GWP-værdien er beregnet herudfra.

(4) blanding bestående af 38% HCFC-22, 60% HFC-125 og 2% propan. GWP-værdien er beregnet herudfra.

(5) blanding bestående af 25% HFC 125, 52% HFC 134a, 23% HFC 32. GWP-værdien er beregnet herudfra.

(6) blanding bestående af 46% HFC 143a, 7% HFC 125. GWP-værdien er beregnet herudfra.

(7) en HFCFC blanding bestående udelukkende af HCFC'er, hvorfor GWP værdien ud fra klimakonventionens retningslinier er 0 da blandingen ikke indeholder drivhusgasser. Den reelle GWP-værdi er 1.440.

(8) blanding bestående af 50% HFC 125, 50% HFC 143a. GWP-værdien er beregnet herudfra.

6.3 Bilag 3

Statistisk data fra Danmarks statistik vedrørende import og eksport beregnet som nettoeksport af køleskabe og fryser (kommercielle + husholdninger)

Eksport, stk	1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992
Køl/fryseskabe	26.387	65.491	40.040	48.332	47.851	72.017	66.488
Køleskabe	-109.550	4.308	-30.381	-90.011	-29.184	-11.382	-7.250
Kummefryser	815.523	778.580	701.748	879.172	855.691	771.198	766.453
Fryseskabe	89.878	135.376	56.385	72.232	68.278	80.312	92.278
Eksport, enheder i alt	822.238	983.755	767.792	909.725	942.636	912.145	917.969
Exp. af skum (a16-kummefrysere)	6.715	205.175	66.044	30.553	86.945	140.947	151.516
HFC-eksport, ton							
HFC 134a	338,3	388,5	309,0	371,2	372,4	90,7	0,0
HFC 134a (skum)	197,3	236,1	184,3	218,3	169,7	54,7	
HFC 134a (køl)	141,0	152,4	124,7	152,9	202,7	36,0	
HFC-134a (skum, exp)	1,6	49,2	15,9	7,3	20,9	33,8	36,4

Formler:

Forudsættes, at 134a anvendes 100% som kølemiddel fra 1995, 1994 kun 75%, 1993 kun 25%, 1992 0%

Import fra Tyskland og Sverige indeholder ikke HFC, men kulbrinter fra 1998. Korrigeres ud fra statistikken

Statistisk data vedrørende import og eksport af personbiler og lastbiler.

Aircondition	Personbiler	Lastbiler	I alt, tons
Nettoimport, 1998	151.385	26249	
Andel med A/C	15138,5	13124,5	
Mængde HFC 134a, kg	11353,875	16405,625	27,8

Personbil: 10% med A/C og 0,75 kg - 134a

Lastvogn: 50% med A/C og 1,25 kg - 134a

Fremskrivning med 30% i år 2005

Aircondition	Personbiler	Lastbiler	I alt, tons
Nettoimport, 1998	151.385	26249	
Andel med A/C	45415,5	13124,5	
Mængde HFC 134a, kg	34061,625	16405,625	50,5

Fremskrivning med 50% i år 2005, personbiler

Aircondition	Personbiler	Lastbiler	I alt, tons
Nettoimport, 1998	151.385	26249	
Andel med A/C	75692,5	13124,5	
Mængde HFC 134a, kg	56769,375	16405,625	73,2

7 English Summary

7.1 Ozone depleting substances

The ODP-weighted consumption in 1998 has been calculated to be approx. 101.5 ODP-tons which is a slight reduction of 9.5 ODP-tons compared to 1997.

Seen from the distribution of the ODP-weighted consumption in 1998 on various substances, the contribution is mostly from HCFC-141b and HCFC-22. Approx. 67% of the contribution comes from HCFC-141b and approx. 29% of the contribution derives from HCFC-22.

The figure below shows the ODP-weighted consumption calculated on the basis of information on import from 'Danmarks Statistik' (Statistics Denmark), importers and manufacturers. The ODP-values are listed in Enclosure 6.1

Table 7.1

Overview of consumption and ODP-weighted consumption in 1998, tons

Substances	Gross consumption	ODP-weighted consumption
CFC-er	3,5	2,8 ⁽¹⁾
Tetrachlormethan	0,7	0,77
1,1,1-trichlorethan	< 0,2	< 0,02
Haloner	0	0
Methylbromid ⁽²⁾	0	0
HCFC-er	1172	ca. 98
HCFC-22	534	29
HCFC-141b	621	68
HCFC-142b	17	1,1
Total	-	ca. 101,5

(1) When calculating the ODP-weighted consumption of CFCs, only CFC-113 has been registered and used as basis of calculation.

(2) Prohibition of sale of methylbromide became effective as per 1st January, 1998.

The ODP-weighted consumption in Greenland has been calculated to 3,8 ODP-tons in 1998. In 1997 the level was below 1 ODP-ton.

Approx. 1,6 tons CFCs has been imported in asthma spray. The consumption is expected to be outphased within a few years and replaced by HFCs.

CFCs, tetrachlormethan and trichlorethan are used only for laboratory uses. HCFCs are used as refrigerant or for foaming. The range of application for HCFCs in 1998 are shown in Table 7.2.

Table 7.2

Distribution of the HCFC-consumption in range of application in 1998, tons

Application	HCFC-22	HCFC-141b	HCFC-142b
Isolation foam (refrigerators, freezers, etc.)	0	0	7
Distant heating pipes (system foam)	0	0	0
Other isolating foam	0	480	4
Other hard foam	0	70	6
Soft foam	0	71	0
Refrigerant	534	0	0
Total	534	621	17

HCFC 22 is used only as refrigerant and HCFC-141b and HCFC-142b is used only for foaming.

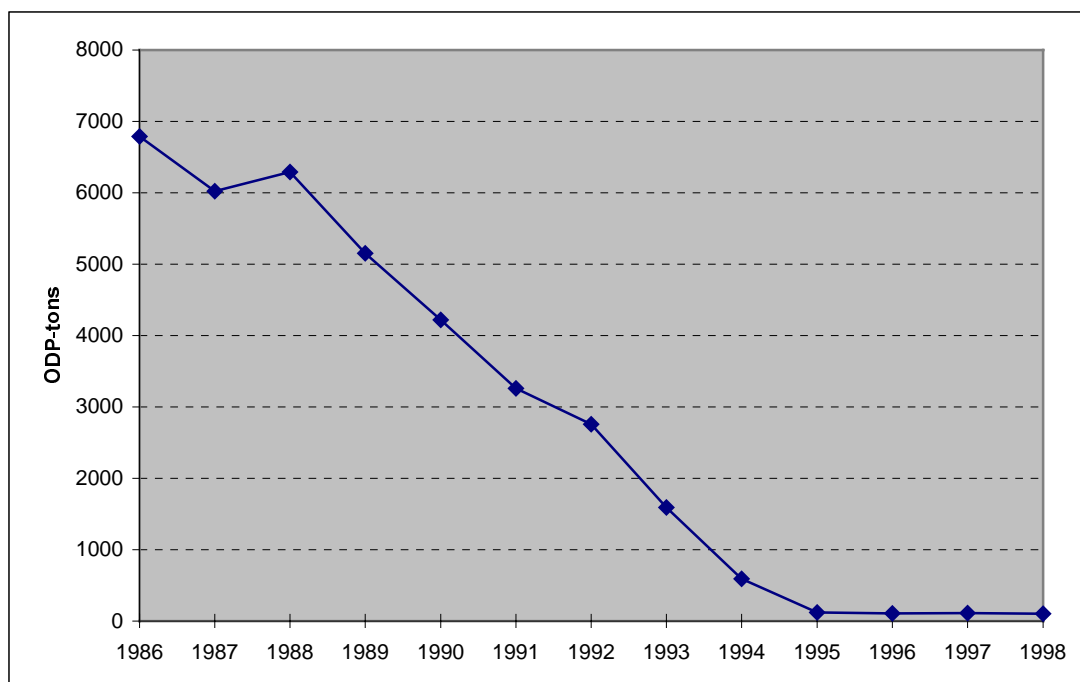


Figure 7.1
Development of the ODP-weighted consumption.

7.2 Greenhouse gases

The GWP-weighted actual emission for HFCs, PFCs and SF₆ for 1998 has been calculated to approx. 540.000 tons CO₂-equivalents. Compared to the total Danish GWP-contribution the emission of HFCs, PFCs and SF₆ is below 1% of the total emission. The similar emission was approx. 560.000 ton CO₂-equivalents in 1997. However, the figures are not directly comparable as import and export were adjusted for the first time in 1998. Figure 7.5 shows the development in the Danish GWP-emission from HFCs, PFCs and SF₆. The relative difference of the total GWP-value, seen from present and previous calculation methods, can be seen in figure 7.5.

The calculation of actual emission depends on the calculation method and the data basis of the application areas and products with HFCs, PFCs and SF₆. The data basis will be improved as reporting from manufacturers and importers are extended.

Figure 7.3 shows a boil down of consumption and actual emission as well as the installed amount of substances in the product, after adjustment of any import and export of substances in the products. For comparative reasons, emissions are also calculated according to the 'old' calculation method. These emissions are shown in brackets.

Table 7.3

Consumption, actual emission, installed amount and GWP-contribution from registered greenhouse gases 1998, tons.

Sub-stance	Con-sump-tion	Emission	Emission - Old calcula-tion method	GWP-contri-bution	Amount installed
HFC-er					
-134a	1001	190	(206)	247.000	2110
-152a	33	9	(34)	1.260	16
-404a	147	53	(65)	172.780	381
-401a	15	5	(5)	90	36
-402a	10	7	(7)	11.760	40
-407a	17	3	(3)	4.575	28
-507a	10	2	(2)	6.600	16
Andre	14	7	(7)	12.075	47
I alt	1247	276	(329)	456.140	2.674
PFC-er	6	2,5	(2,5)	17.500	15
SF ₆	9,2	2,9	(3,7)	69.300	86.3

The largest GWP-consumption comes from the emission of HFCs. In 1998 the HFCs represented approx. 86% of the total GWP-contribution. The emission of SF₆ was 11% and the emission of PFC was 3% of the total contribution. Figure 7.2 illustrates the relative distribution.

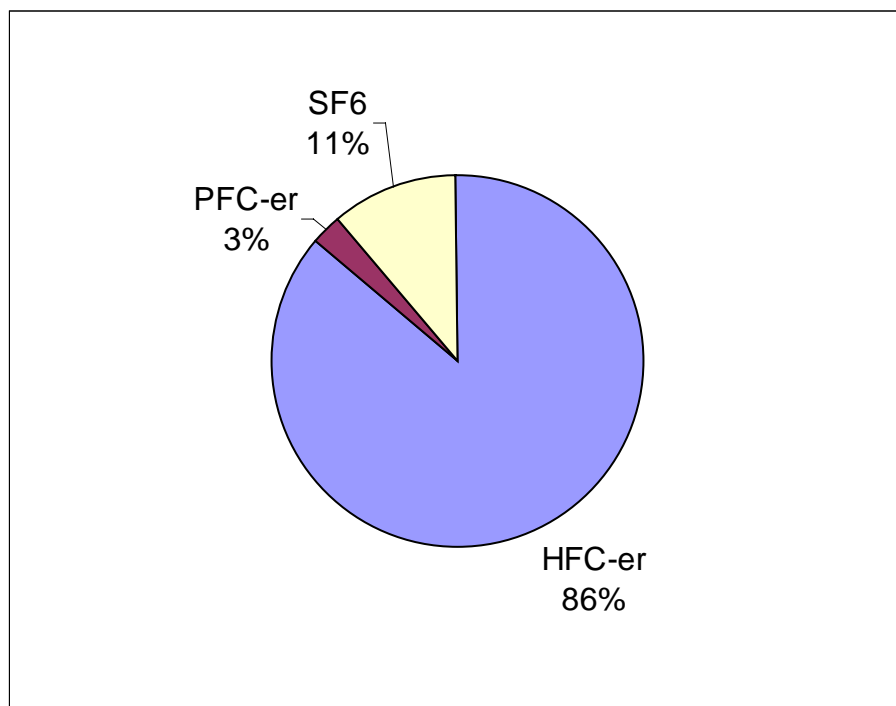


Figure 7.2

The relative distribution of the actual emission from HFCs, PFCs and SF₆, 1998.

Compared to application areas, the largest GWP-contribution derives from the emission of refrigerants. In 1998 refrigerants represented 52,5% of the total GWP-contribution. Emissions from HFCs used as foaming is the second largest contribution of 31,1% of the total emission.

The following describes the development within each group of substances.

7.2.1 HFCs

The total use of HFCs are approx. 1.250 tons in 1998 which shows an increase compared to 1997. The consumption of HFC-134a and HFC-404a has increased whereas the consumption of HFC-401a has decreased in 1998. The consumption of other HFCs, including HFC-407c and HFC-507a has slightly gone up.

The total GWP-consumption from HFCs is approx. 456.100 tons CO₂-equivalents calculated in figure 7.3 compared to products and application areas for HFCs.

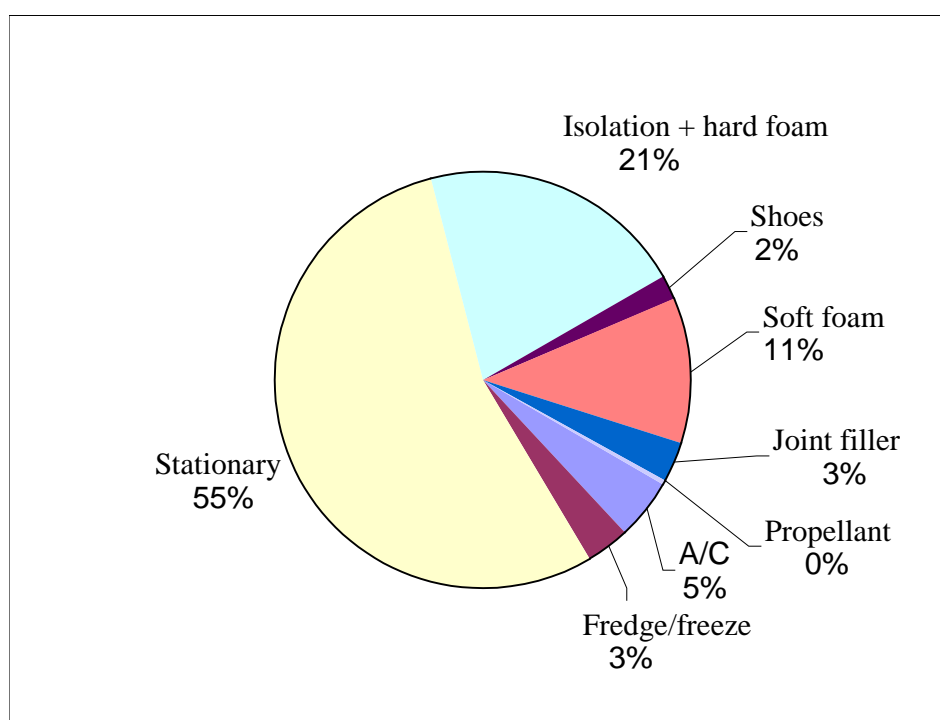


Figure 7.3
GWP-contribution in % from HFCs, distributed in sources.

As seen on the figure the largest GWP-contribution is from emission of refrigerant from industrial stationary refrigerators. These plants represent 55% of the total actual contribution. The second largest GWP-contribution of 21% comes from isolation foam and other hard foam (closed cells) in connection with the fabrication of refrigerators and from evaporation from the installed number of refrigerators. 11% of the GWP-contribution derives from emission of refrigerant from mobile air-condition. Only 3% of the GWP-contribution comes from the emission of refrigerant from household refrigerators and freezers. The total GWP-contribution from joint filler is also 3%. Furthermore, the contribution from shoes, foamed with HFC is 2% and the contribution from products where HFC is used as propellant is insignificant.

7.2.2 Sulphur hexafluoride

The consumption of sulphur hexafluoride has been calculated to 9 tons in 1998, which is a decrease compared to the consumption in 1997. The actual emission is 2,9 tons in 1998 and the GWP-weighted emission of sulphur hexafluoride has been calculated to 69.300 tons CO₂-equivalents. In the figure below, the SF₆-emission has been calculated compared to the percentage share of each source.

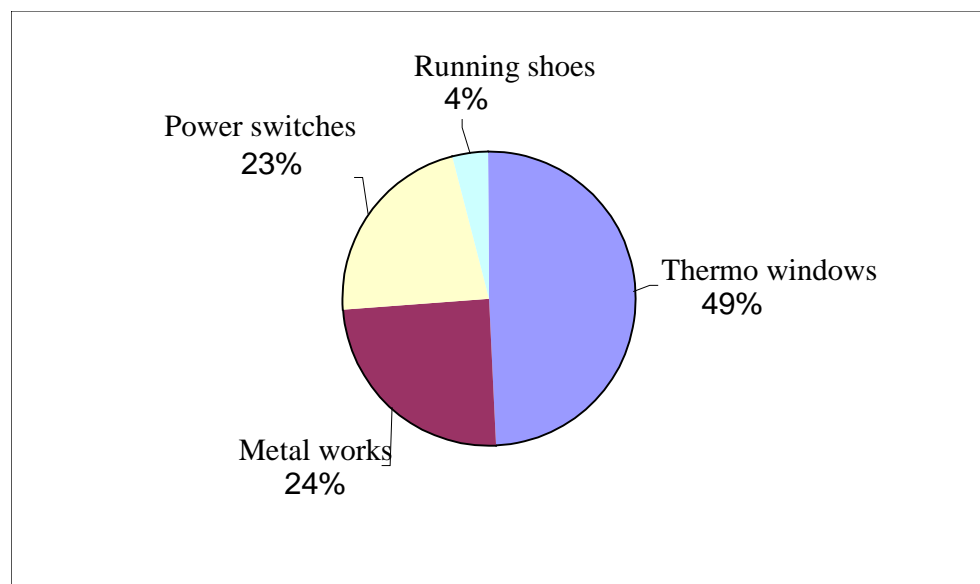


Figure 7.4

GWP-contribution in percentage from calculated sources for SF₆-emission.

The figure shows that 47% of the total GWP-contribution from SF₆-emission comes from production of thermo window glass. The second largest contribution of 24% derives from the consumption of SF₆ on metal works. The contribution from SF₆-containing power switches at high-voltage plants is 22%, which is nearly the same as the contribution from metal works. This contribution arises from current emission at breakdowns etc. and at replenishment. The smallest contribution comes from disposal of running shoes with SF₆. The contribution in 1998 was 8%.

7.2.3 Perflourinated hydrocarbons

The only perflourinated hydrocarbons, which is used in Denmark, perfluoropropane, was used in a composite product for cooling purposes in an amount of approx. 6 tons in 1998. The emission was 2,5 tons, which comes partly from filling of refrigerant and partly from loss from installed amounts. The actual GWP-weighted emission was 17.500 tons CO₂-equivalents.

The consumption of perfluoropropane has been reduced by 25% in 1998 compared to 1997, whereas the actual emission has been increased considerably due to a loss from the amounts of PFC already installed.

Figure 7.5 shows the development in GWP-contribution 1992-1998. The relative difference between earlier statements of the actual emission and the new calculation method adjusted for stock and import/export in products is 13.2%. With the 'old' method the GWP-contribution of 1998 is 625.000 tons and with the new method the GWP-contribution is 542.500 tons.

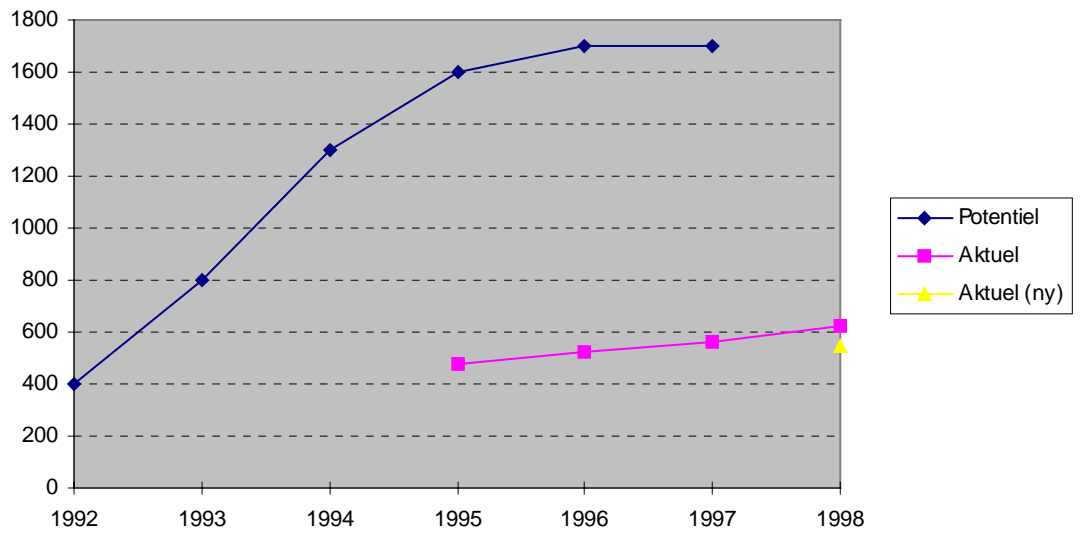


Figure 7.5
The development of the GWP-weighted potential, actual and new actual emission 1992-1998, 1000 tons CO₂-eq.