

ISBN 82-7655-395-8
Pris: 100,-

Statens forurensningstilsyn (SFT) ble opprettet i 1974 som et direktorat under Miljøverndepartementet.

SFT skal bidra til å skape en bærekraftig utvikling. Vi arbeider for at forurensning, skadelige produkter og avfall ikke skal føre til helseskade, gå ut over trivselen eller skade naturens evne til produksjon og selvfornyelse.



Statens forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

Bestilling: <http://www.sft.no/skjema.html>

Klima, luftforurensning og støy



**Reduksjon i utslippene av HFK,
PFK og SF6**

**1754
2001**

Utredning av avgift som virkemiddel

Klima, luftforurensning og støy, TA-1754/2001



Reduksjon i utslippene av HFK, PFK og SF6 – Utredning av avgift som virkemiddel.

Design: Enco Finger Design, Trykk/repri: www.kursta.no. Oppslag: 500.



SFT-rapport TA-1754/2001

Reduksjon i utslippene av HFK, PFK og SF6

Utredning av avgift som virkemiddel

Forord

St. meld. 29 (1997-98) om Norges oppfølging av Kyotoprotokollen anbefalte at det skulle vurderes å innføre en avgift på bruken av hydrofluorkarboner (HFK), perfluorkarboner (PFK) og svovelheksafluorid (SF₆), med unntak for utslipp fra magnesiumproduksjon og aluminiumsindustrien. Kvoteutvalget (NOU 2000) anbefaler i sin rapport at alle klimagassutslipp i prinsippet bør inkluderes i et kvotesystem. Utvalget konkluderer likevel med at utslippet av HFK, PFK og SF₆ fra produkter foreløpig er uegnet til å bli inkludert i kvotesystemet.

Samtidig viser utslippsoversiktene at forbruket av disse stoffene er i sterk vekst, og at det vil fortsette å vokse de nærmeste 10-20 årene dersom ikke virkemidler iverksettes raskt.

På denne bakgrunnen fikk SFT høsten 1999 i oppdrag fra Miljøverndepartementet å utrede nærmere utforming av et avgiftssystem knyttet til bruk av produkter med innhold av HFK, PFK og SF₆. SFTs utredning er bl.a. basert på tidligere SFT-utredninger, med særlig vekt på SFT rapport 97:32, hvor kostnadsfunksjoner for reduksjon i utslippet av HFK, perfluorkarboner (PFK) og svovelheksafluorid (SF₆) fra produkter ble presentert. SFTs rapport til MD av 13.01.98 med vurdering av ulike virkemidler overfor disse utslippene er også et sentralt dokument.

I utarbeidelsen av rapporten har SFT innhentet vurderinger fra Hans T. Haukås AS, SINTEF Energiforskning AS, Rådgivende Ingeniører AS og HMS Magnus AS.

SFT takker alle for et godt og konstruktivt samarbeid.

SFT, Oslo, februar 2001

Janne Sollie
Direktør i Samfunnsavdelingen

Innhold

1	Sammendrag	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Forbruk og utslipp av HFK, PFK og SF ₆	8
1.3	Regulering i andre land.....	9
1.4	Forslag til avgift på importen av HFK, PFK og SF ₆ i bulk og produkter.....	9
1.5	Administrasjon av systemet.....	9
1.6	Proveny og systemkostnader	10
1.7	Forholdet til EØS regelverket.....	10
1.8	Vurdering av retursystemer på bakgrunn av eksisterende systemer for retur	10
1.9	Effekter av og kostnader ved avgiftsforslaget	11
1.10	Mulige konsekvenser for kuldebransjen.....	12
1.11	Mulige konsekvenser for skumplastbransjen	12
1.12	Mulige konsekvenser for bruken av HFK som brannslukningsmiddel	13
1.13	Mulige konsekvenser for kraftbransjen, inkludert utstyrsleverandører.....	13
2	Bakgrunn og innledning.....	14
2.1	Behovet for regulering av HFK, PFK og SF ₆	14
2.2	Referanser til tidligere konklusjoner og dokumenter	14
3	Forbruk og utslipp av HFK, PFK og SF₆.....	16
3.1	Gassene som omfattes av forslaget til regulering	16
3.1.1	Samlet strategi for regulering av gassene	16
3.1.2	HFK (hydrofluorkarboner)	16
3.1.3	PFK (perfluorkarboner)	16
3.1.4	SF ₆ (svovelheksafluorid).....	17
3.2	Metoder for å beregne utslipp av HFK, PFK og SF ₆	17
3.3	Framskrivning av utslippene av HFK, PFK og SF ₆	18
3.4	Forutsetninger for framskrivningen.....	19
3.5	GWP-verdier som grunnlag for rangering av tiltak.....	20
4	Beskrivelser av bruksområdene for HFK, PFK og SF₆	21
4.1	HFK til kuldeteknikk	21
4.1.1	Kuldemedier.....	21
4.1.2	Husholdningsanlegg.....	21
4.1.3	Stasjonære anlegg i industriell og kommersiell sektor	22
4.1.4	Mobile luftkondisjoneringsanlegg	22
4.2	HFK til blåsing av skum.....	23
4.2.1	Generelt om blåsing av skum.....	23
4.2.2	Stivt PUR-skum	23
4.2.3	Mykt PUR-skum	23
4.2.4	PUR fugeskum	23
4.2.5	Ekstrudert polystyren (XPS).....	24
4.2.6	Ekspandert polystyren (EPS).....	24
4.3	HFK til brannslukking	24
4.4	HFK som løsemiddel	25
4.5	Bruk av PFK	25
4.6	Bruk av SF ₆ i høyspenningsanlegg.....	25
4.6.1	Generelt om SF ₆ i høyspenningsanlegg	25

4.6.2	Utslipp fra koblingsanlegg for spenninger over 145 KV (GIS-anlegg).....	26
4.6.3	Utslipp fra frittstående brytere for spenninger fra og med 72,5 kV	26
4.6.4	Utslipp fra koblingsanlegg for spenninger inntil 36 kv (mellomspenningsanlegg)	26
4.6.5	Andre høyspenningskomponenter	27
4.7	Andre kilder til utslipp av SF ₆	27
4.7.1	Støyisolerende vinduer	27
4.7.2	Sporgass	27
4.7.3	Joggesko.....	28
4.7.4	Produksjon av halvledere.....	28
4.7.5	Klinisk bruk	28
4.7.6	Brannslukningsmiddel	28
4.7.7	Bildekk.....	28
4.7.8	Annen bruk	29
5	Regulering av HFK, PFK og SF₆ i andre land.....	30
5.1	Generelt om regulering av HFK, PFK og SF ₆ i andre land	30
5.2	Regulering i EU	30
5.3	Regulering i Sverige	30
5.4	Regulering i Danmark	30
5.5	Regulering i Tyskland	31
5.6	Regulering i Nederland.....	31
5.7	Regulering i Italia	31
5.8	Regulering i Østerrike	31
5.9	Regulering i USA	32
5.10	Regulering i Canada	32
5.11	Regulering i Japan	32
6	Forslag til regulering av HFK, PFK og SF₆.....	33
6.1	Importavgift for å regulere HFK, PFK og SF ₆	33
6.2	Avgiftens størrelse	33
6.3	Refunderbar avgift på importen av HFK, PFK og SF ₆	34
6.4	Administrasjon av systemet for refusjon av avgift	34
6.5	Proveny og systemkostnader	34
6.6	Forholdet til EØS-regelverket	34
7	Retursystemer for KFK, HKFK, HFK, PFK og SF₆.....	35
7.1	Generelt om retursystemer for KFK, HKFK, HFK, PFK og SF ₆	35
7.2	Vurdering av retursystem for HFK i forhold til dagens systemer for retur av HKFK og KFK.....	35
7.2.1	Retur av KFK, HKFK og SF ₆ er regulert i forskrifter	35
7.2.2	Oppsamling av kuldemedium fra utrangerte husholdningskjøleskap og fryserer.....	36
7.2.3	Tømming og oppsamling av kuldemedium fra små og store kuldeanlegg	36
7.2.4	Oppsamling av kuldemedium fra kondemnerte bilkjøleanlegg	37
7.3	Returordning for HFK, og beregning av mengdene som kan komme i retur.....	37
7.4	Effekten av avgift på ulike typer kuldeteknikk utstyr med HFK.....	38
7.4.1	Økonomien som drivkraft i retursystemet	38
7.4.2	Retur av HFK fra kjøleskap og hjemmefryserer	38
7.4.3	Retur av HFK fra små kuldeanlegg	38
7.4.4	Retur av HFK fra mellomstore og store kuldeanlegg	39
7.4.5	Retur av HFK fra bilkjøleanlegg	39

8	Utslppsreduksjoner og kostnader knyttet til forslaget.....	41
9	Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger av forslaget til avgift.....	44
9.1	Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for kuldebransjen.....	44
9.2	Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for skumplastbransjen.....	44
9.2.1	Produksjon av stivt polyuretanskum (PUR)	44
9.2.2	Produksjon av mykt polyuretanskum (PUR).....	45
9.2.3	Bruk av polyuretanfugeskum (PUR)	45
9.2.4	Produksjon av ekstrudert polystyrenskum (XPS).....	45
9.3	Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for næringen som leverer utstyr med HFK til brannslukking	46
9.4	Konsekvenser for bruk av HFK i astmamedisin.....	46
9.5	Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for kraftbransjen, samt for Norske produsenter av utstyr til kraftbransjen og kuldebransjen.....	46
9.6	Konsekvenser for bruk av SF ₆ som sporgass.....	47
10	Beskrivelse av tiltak for å redusere utslipp av HFK, PFK og SF₆	48
11	Referanser	54
12	Appendix 1.....	56
13	Appendix 2.....	57
14	Appendix 3. Tiltaksanalyse 2010.....	58
15	Appendix 4. Tiltaksanalyse 2020.....	60

1 Sammendrag

HFK, PFK, og SF₆ er moderate til kraftige klimagasser, som i varierende grad brukes som erstatningsstoffer for KFK, HKFK og haloner. Det samlede forbruket og utslippet av gassene, med unntak av utslippene fra produksjon av aluminium og magnesium, forventes å øke kraftig fram mot 2020. HFK brukes som kuldemedium i de fleste typer kjøle- og fryseanlegg. Betydelige mengder forventes også brukt som brannslukkingsmiddel, og som drivgass i produksjon av isolasjonsmaterialer (stivt skum). I dag er forbruket av PFK lite, og gassen brukes vesentlig i spesielle kuldemedier laget for å erstatte KFK. SF₆ er en svært kraftig klimagass, og brukes som isolasjonsmateriale i høyspenningsanlegg. Gassen brukes også som lydisolasjonsmateriale i vinduer og som sporgass i olje- og gassbrønner.

På bakgrunn av kostnadsanalyser er det grunn til å vurdere en avgift på ca 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent ved import av HFK, PFK og SF₆ som bulkvare, og som del av produkter. Ved å gjøre avgiften refunderbar vil avgiften i praksis bli lagt på det reelle utslippet av gassene. Videre vil gjenbruk og destruksjon av gassene fremmes. Analysene viser at en importavgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil utløse tiltak som kan redusere utslippene av HFK, PFK og SF₆ med ca 47% i 2010, og ca 40% i 2020. Den årlige kostnaden ved disse tiltakene vil være 70 – 80 mill kr.

Etter det SFT kjenner til vil en avgift i størrelsesorden 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent ikke medføre store negative konsekvenser for aktørene innenfor kuldebransjen. Avgiften kan få konsekvenser for produksjonen av isolasjonsskum med ekstrudert polystyren (XPS), og for produksjonen av SF₆-isolerte mellomspenningsanlegg. Årsaken er at produktene kan bli mindre konkurransedyktige i forhold til alternative produkter og løsninger.

1.1 Bakgrunn

Det norske forbruket av HFK forventes å øke mye i løpet av de neste tiårene, og utslipp av HFK bidrar til den globale oppvarmingen. Med utgangspunkt i framskrivningene for utslipp av klimagasser i Norge, vil utslippet av HFK, PFK og SF₆ i år 2010 bidra med ca 2% av det samlede utslippet målt i CO₂-ekvivalenter. Dette er bakgrunnen for at myndighetene ønsker å vurdere tiltak overfor forbruket av HFK, PFK og SF₆. Både for skumplastbransjen og kuldebransjen er HFK det viktigste alternativet når KFK og HKFK fases ut.

I SFTs utredningen til Miljøverndepartementet av 13.01.98 argumenterte SFT for at det beste virkemidlet for å sikre en kostnadseffektiv reduksjon av utslippene, er å innføre en avgift gradert i henhold til gassenes globale oppvarmingspotensiale (GWP-verdier). Dette er også konsistent med Kvoteutvalgets innstilling "Et kvotesystem for klimagasser" (NOU 2000: 1), og Kyotomeldingen (Stortingsmelding 29). I Kyotomeldingen heter det videre at det skal vurderes å innføre en avgift på HFK, gradert i henhold til stoffenes GWP-verdier, og at et slikt system skal utredes nærmere.

1.2 Forbruk og utslipp av HFK, PFK og SF₆

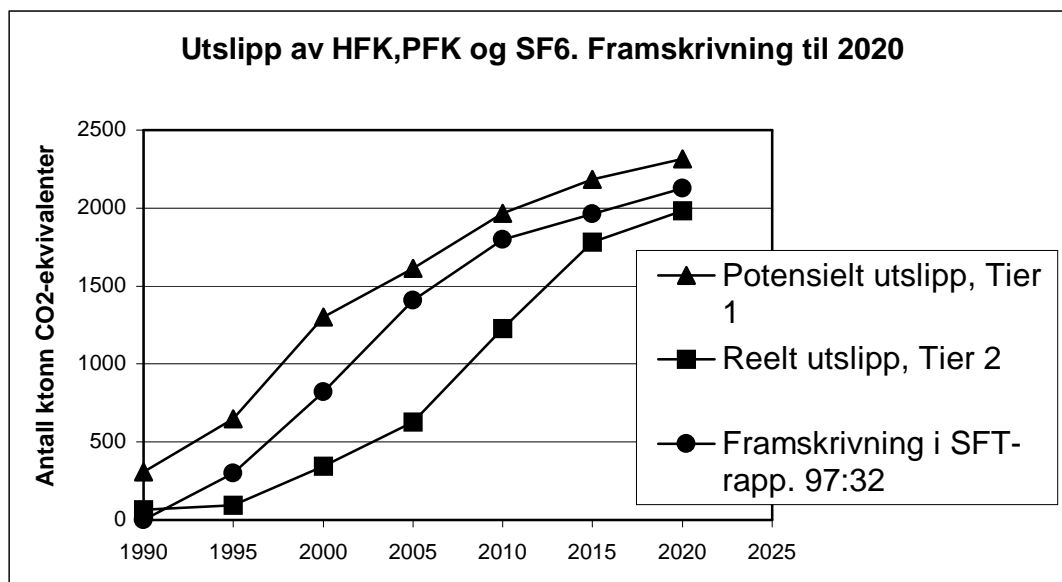
HFK, PFK, og SF₆ er syntetiske kjemiske forbindelser, som i noen grad har overlappende bruksområder. De kan i større eller mindre grad brukes som erstatningsstoffer for KFK, HKFK og haloner. For å hindre at den ene typen tas i bruk når den andre typen reguleres, mener SFT det er grunn til å ha en samlet strategi for disse gassene.

I dette avgiftsforslaget forutsetter SFT at PFK og SF₆ fra produksjon av aluminium og magnesium reguleres på andre måter, herunder kvotesystem og frivillige avtaler.

HFK utgjør det klart største volumet, både med hensyn til utslipp og forbruk. Det viktigste bruksområdet, og den største utslippskilden for HFK, er kuldeteknisk utstyr hvor HFK brukes som kjølemedium. Betydelige mengder HFK blir også brukt i isolasjonsskum og som brannslukningsmiddel. De ulike HFK gassene har GWP-verdier fra 1300 til 3300, og atmosfæriske levetider fra 5 til 50 år.

I Norge er forbruket av PFK i dag relativt lite, bare noen hundre kilo. De største volumene brukes i kuldemaskinerier hvor PFK kan brukes som en av flere komponenter i kuldemedier som er laget spesielt for å erstatte medier med KFK. PFKene har GWP-verdier fra 6000 - 9000, og atmosfæriske levetider fra 2000 - 50000 år. De er med andre ord kraftige drivhusgasser, og det er lite ønskelig at det etableres markeder for slike gasser i Norge. Dette er en viktig begrunnelse for å inkludere PFK i reguleringen.

SF₆ er en av de kraftigste kjente drivhusgassene. GWP-verdien er 23900 og den atmosfæriske levetiden er 3200 år. Gassens største anvendelse er som isolasjonsmateriale og lysbuemedium i høyspenningsanlegg, men betydelige mengder brukes blant annet som lydisolasjonsmateriale i vinduer, og som sporgass i oljebrønner.



Figur 1. Utslipp av HFK, PFK og SF₆ fra 1990 til 1999 (SFT/SSB), og framskrivning av det potensielle og reelle utslippet fram til 2020. Framskrivningen fra 1997 er også inkludert (SFT 1997). I framskrivningen fra 1997 er ikke SF₆ inkludert. (Hentet fra side 19)

1.3 Regulering i andre land

En oversikt over gjennomførte og planlagte reguleringer av HFK, PFK og SF₆ fra FNs Klimakonvensjon, viser at det i flere sentrale Annex I land er etablert frivillige avtaler mellom myndighetene og produsenter og/eller brukere av gassene. Det er også flere land som har innført kompetansekrav til kjøpere av utstyr som inneholder HFK, PFK og SF₆, samt til installasjons- og servicepersonell. Når det gjelder bruk av sterkere virkemidler, ser vi at enkelte land har innført forbud spesielt rettet mot bruk av HFK og PFK i brannslukningsutstyr, andre land har forbud mot bruk av HFK og PFK som løsemidler. Flere land har dessuten innført krav om oppsamling og resirkulering av HFK, PFK og SF₆. Det ser ut som om det er en tendens i retning av at sterkere virkemidler enn frivillige avtaler tas i bruk, og at også enkelte andre land planlegger å innføre avgifter. Dette gjelder for eksempel Danmark.

1.4 Forslag til avgift på importen av HFK, PFK og SF₆ i bulk og produkter

En eventuell avgift bør legges både på bulkimporten og på innholdet av HFK, PFK og SF₆ som importeres i produkter. En avgift som bare rettes mot bulkimporten vil over tid sannsynligvis ikke være effektiv fordi skillet mellom bulk og produkt kan være vanskelig å definere. Det vil dessuten virke urimelig og konkurransevridende dersom råvarer til framstilling av norske produkter ilegges avgift mens tilsvarende produkter som importeres ferdig ikke belastes med avgift.

På bakgrunn av analysen er det grunn til å vurdere en importavgift på ca 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. For å sikre størst mulig grad av regenerering er det viktig at avgiften ikke er for lav. En høy refunderbar avgift vil sikre god økonomi i retursystemet. SFT ser imidlertid ikke bort fra at en avgift på 250 kr kan utløse flere tiltak og dermed større reduksjoner enn det som er beskrevet i figur 4 (og 2). Bakgrunnen for dette er at valgene som brukerne må gjøre er teknologiinvesteringer for 10 - 15 år. Usikkerhet om hvordan tilgjengeligheten på gassene vil være i framtiden kan føre til at alternativ teknologi velges selv om dette innebærer en merkostnad som muligens ikke dekkes inn i løpet av utstyrets levetid.

For å begrense systemkostnadene bør avgiften legges på importen av HFK, PFK og SF₆. Videre bør avgiften være refunderbar. Dette innebærer at avgiften betales tilbake for den mengden HFK, PFK eller SF₆ som leveres inn til et mottak etter å ha blitt tatt ut av bruk, eller tappet av utstyr som skrotes. Eieren av gassen må selv bekoste regenerering eller destruksjon. Det er derfor viktig at avgiften er så høy at brukeren får tilbake noe av avgiften selv etter at disse kostnadene er betalt. Systemet medfører i praksis at avgiften blir lagt på det reelle utslippet av gass (Tier 2) selv om avgiften legges på importen av gassene (Tier 1). En refunderbar avgift vil fremme resirkulering og destruksjon av HFK, PFK og SF₆.

1.5 Administrasjon av systemet

Det vil være naturlig at Toll- og avgiftsdirektoratet står for innkrevingen og refusjonen av HFK avgiften. SFT tenker seg her samme system for HFK, PFK og SF₆ som for dagens ordninger for trikloretylen (TRI) og perkloretylen (PER). I disse systemene utføres arbeidet

av Norsas, og SFT har anledning til å godkjenne resultatet. Norsas har med dette hele kontakten mot selve mottaket av kjemikaliene (Norsas 1999).

1.6 Proveny og systemkostnader

Dersom en legger til grunn en avgift på omlag 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent, vil statens samlede inntekter bli omlag 200-300 mill kr per år. Til grunn for denne beregningen ligger det at avgiften løser ut tiltak som fører til at utslippene reduseres med ca 40%. Beregningen av provenyet er foretatt på bakgrunn av framskrivningen av utslippet, (Tier 2). Refusjonsordningen sørger for at det i praksis er det faktiske utslippet det svares avgift for. Det er foreløpig ikke foretatt en vurdering av økte administrasjonskostnader eller andre systemkostnader.

1.7 Forholdet til EØS regelverket

På bakgrunn av konklusjoner i forbindelse med avgiftene på trikloretylen (TRI) og perkloretylen (PER), og som vi mener er overførbare, vil avgiftene på import av produkter med HFK, PFK og SF₆ ikke komme i konflikt med EØS-reglene.

1.8 Vurdering av retursystemer på bakgrunn av eksisterende systemer for retur

SFT har foretatt utredning av et retursystem for HFK, PFK og SF₆ (HMS 2000). Systemet bør i hovedsak omfatte HFK. Forbruket av PFK er lite, og kan tas hånd om av det samme systemet som for HFK.

Som følge av pålegg om mottak av elektriske og elektroniske produkter (Miljøverndepartementet 1998 d), har Returselskapet for næringsselektro, RENAS AS, allerede etablert et system for mottak av utrangert SF₆-holdig utstyr fra energiforsyningen (RENAS 2000). I tillegg har mange av anleggseierne utstyr for avtapping og påfylling av gass. Forsvarlig mottak av SF₆ bør dermed være sikret.

Det foreligger ikke planer om utfasing av HFK. Et eventuelt retursystemet for HFK må derfor fungere over tid og ikke bare i en utfasingsperiode. I en utredning om retursystem for HFK (HMS 2000) vurderes mulighetene for å utvide et eksisterende privat system for retur av kuldemedier, samt hensiktsmessigheten av å etablere nye systemer for retur av HFK. Den refunderbare avgiften er ment å gjøre det økonomisk lønnsomt å drive retur og regenerering, og å hindre utslipp.

Med hjemmel i forurensningsloven er Norske kommuner pålagt å sørge for at det finnes tilstrekkelig tilbud for mottak for alle kjøle- og fryseanlegg som har mindre en 1 kg KFK i kuldekretsen, og de skal videre sørge for at KFK-holdig kuldemedium tappes av og tas hånd om på forsvarlig måte. Det bør være relativt enkelt å bruke den samme ordningen for kuldemøbler med HFK. En refunderbar avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil imidlertid ikke gjøre ordningen selvfinansierende, og myndighetene må bruke andre virkemidler i tillegg for å løse ut dette tiltaket.

Hvis kuldeanleggene inneholder mer en 1 kg KFK-holdig kuldemedium blir anlegget tømt av en kuldeentreprenør. Store kuldeanlegg inneholder i gjennomsnitt ca 50 kg kuldemedium, og mellomstore kuldeanlegg inneholder ca 10 kg i gjennomsnitt. Entreprenørene som tømmer anleggene sender flasker med avtappet kuldemedium tilbake til importøren av mediet eller til Stiftelsen Retur Gass (SRG), som regenererer mediet eller sender det til Norcem i Kjøpsvik for destruksjon. SRG sørger for at oppgjøret for kuldemediet sendes eieren av mediet samt rapporter til Norsas om hvor mye kuldemedium som er kommet inn, hvor mye som er regenerert, og hvor mye som er destruert.

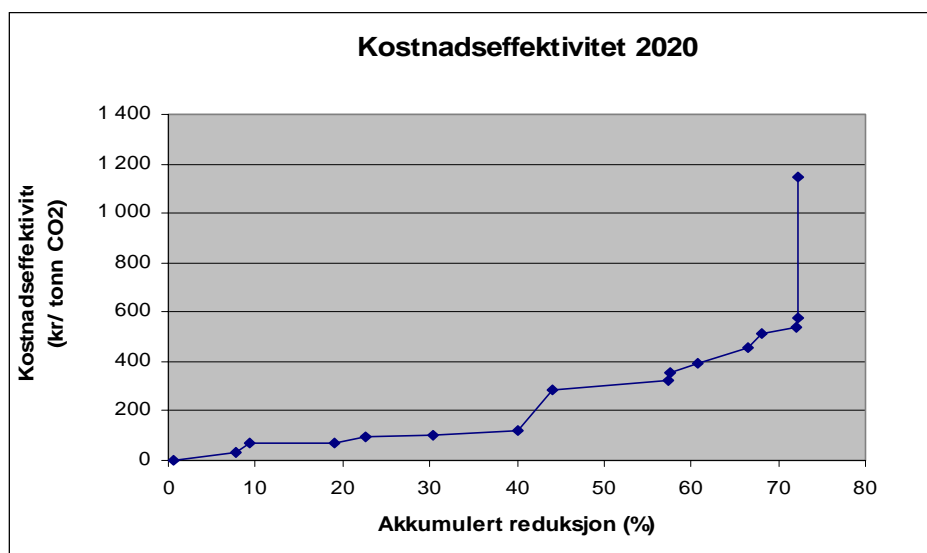
SFT kjenner ikke til etablerte ordninger for retur av kuldemedium fra bilkjøleanlegg.

Beregninger fra SRG viser at ca 500 tonn KFK, eller 44% av det teoretisk mulige blir tatt hånd om av retursystemet. Økonomiske virkemidler som refunderbar avgift kan være egnet til å øke graden av gjenvinning.

Logistikken i omsetningen av kuldemedier med HFK er den samme som for medier med KFK og HKFK. Et retursystem for HFK kan bygges på erfaringene som finnes fra retursystemet for slike gasser.

1.9 Effekter av og kostnader ved avgiftsforslaget

HFK-134a, som utgjør det største volumet av HFK, vil øke i pris fra 250 til 575 kr per kg. Det er foretatt analyser av kostnader og tiltak for å redusere utslippene av HFK, PFK og SF₆ fra produkter. Analysene er laget på bakgrunn av framskrivninger for de reelle utslippene (Tier 2) av HFK, PFK og SF₆. Resultater fra analysene viser at en importavgift på 250 kr per



Figur 4. Marginale tiltakskostnader i 2020 for reduksjon av HFK, PFK og SF₆, basert på prognoser for reelle utslipp etter Tier 2. Utslippene av gassene er omregnet CO₂-ekvivalenter i henhold til gassenes GWP-verdier. Figuren inneholder bare tiltak med marginalkostnad mindre enn 1200 kr per tonn CO₂-ekvivalent. (Hentet fra side 42)

tonn CO₂-ekvivalent vil kunne redusere utslippene av HFK, PFK og SF₆ med ca 47% i

2010, og ca 40% i 2020. Videre viser resultatene at den årlige kostnaden ved å gjennomføre disse reduksjonstiltakene vil være ca 70 - 80 mill kr. Noen resultater er presentert i figur 4.

Tiltakene med marginalkostnad lavere enn 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent, og som forventes utløst av en tilsvarende avgift, vil først og fremst være tiltak som innebærer retur av kuldemedier fra store og mellomstore kuldeanlegg. Tiltak som innebærer overgang til kuldemedier med lavere GWP-verdier, samt overgang til alternative blåsemidler i produksjon av isolasjonsskum vil også bli utløst. Utslipp av SF₆ fra høyspentutstyr vil også bli redusert som følge av avgift.

1.10 Mulige konsekvenser for kuldebransjen

SFTs opplysninger, samt erfaringer fra arbeid med KFK og HKFK, tyder ikke på at en avgift i størrelsesorden 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil medføre store negative konsekvenser for noen av aktørene innenfor kuldebransjen.

Det er sannsynlig at brukerne eller eierne av kuldeteknisk utstyr vil merke en prisøkning på produktene. I den grad kuldemediet utgjør en vesentlig del av utstyrskostnaden vil avgiften ha betydning for kunders valg av utstyr. Dette vil særlig gjelde større kommersielle og industrielle anlegg, hvor overgang til alternativ teknologi med annet kuldemedium vil være en nærliggende strategi. Tetting av anlegg og resirkulering av mediet vil også være gode strategier for å redusere kostnadene. Avgiften på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil fremme slik resirkulering (HMS 2000)

Det er ikke fare for at kuldetekniske produkter med stor samfunnsmessig betydning vil falle ut av markedet som følge av prisøkningen på kuldemediet. Det er også lite sannsynlig at avgiften medfører tap av arbeidsplasser eller næringsvirksomhet innenfor kuldebransjen.

1.11 Mulige konsekvenser for skumplastbransjen

En avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil gjøre det lite aktuelt å bruke HFK som drivgass for produksjon av stivt polyuretanskum (PUR). Det finnes imidlertid noen anvendelsesområder hvor HFK fortsatt kan bli brukt. Overgang til pentan som drivgass vil neppe innebære store konsekvenser for konkurranseevnen.

En avgift på HFK, og på importerte produkter som er fremstilt med HFK, kan i noen grad ha en liten positiv effekt for norske produsenter av mykt PUR-skum. Utover dette vil ikke en HFK-avgift ha noen betydning.

I importerte biler er det mye PUR-skum, men det er ikke kjent i hvilken grad bilindustrien benytter HFK til skumming av mykt integralskum og skum til bilseter. Avgift vil neppe få noen betydning for importen og omsetningen av biler.

Ved avgifter fra 200 kr per tonn CO₂ ekvivalent, vil HFK neppe lenger være aktuelt som drivmiddel for fremstilling av ekstrudert polystyrenskum (XPS), fordi en såvidt stor kostnadsøkning antagelig vil føre til overgang til alternative produkter, og sannsynligvis nedbemanning i produksjonen av XPS. Tilsvarende oppbemanning andre steder vil antagelig ikke skje fordi det allerede finnes tilstrekkelig produksjonskapasitet.

1.12 Mulige konsekvenser for bruken av HFK som brannslukningsmiddel

En avgift på HFK vil få konsekvenser for bruken av HFK som brannslukningsmiddel, fordi gassen her utgjør en stor del av kostnadene ved anlegget. Det er god tilgang på alternative løsninger. Tap av arbeidsplasser og næringsvirksomhet som følge av avgiften anses derfor som lite sannsynlig.

1.13 Mulige konsekvenser for kraftbransjen, inkludert utstyrsleverandører

En avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil øke prisen på SF₆ mer enn 20 ganger. Dette vil medføre en radikal økning i kraftbransjens innsats for å redusere utslippene. Avgiften vil gjøre GIS-anlegg så dyre at det i Norge ikke vil bli bygd flere slike anlegg. (SINTEF 2000)

Kraftforsyningen vil måtte flytte de økte kostnadene som avgiften medfører over på sine kunder. For de av selskapene som opererer i et konkurranseutsatt marked kan en avgift virke konkurransevridende i moderat grad, spesielt i forhold til konkurrenter i andre land som ikke har avgift på SF₆. (SINTEF 2000).

En norsk bedrift er i ferd med å sette i drift en ny produksjon av SF₆-isolerte mellomspenningsanlegg. Dersom avgiften innføres vil SF₆-isolerte anlegg neppe være konkurransedyktige verken innenlands eller i utlandet. Et sannsynlig utfall er at bedriften blir nedlagt eller flyttet til utlandet, og norske arbeidsplasser vil gå tapt.

2 Bakgrunn og innledning

2.1 Behovet for regulering av HFK, PFK og SF₆

Det norske forbruket av HFK forventes å øke mye i løpet av de neste tiårene, og utslipp av HFK bidrar til den globale oppvarmingen. Med utgangspunkt i framskrivningene for utslipp av klimagasser i Norge i år 2010, vil HFK, PFK og SF₆ bidra med ca 2% av det samlede utslippet målt i CO₂-ekvivalenter. Dette er bakgrunnen for at myndighetene ønsker å vurdere tiltak overfor forbruket av HFK, PFK og SF₆.

Ved å undertegne Montrealprotokollen forpliktet Norge seg til å fase ut ozon-nedbrytende stoffer, bl.a. klorfluorkarboner (KFK) og hydroklorfluorkarboner (HKFK). Både importen og bruken av KFK og HKFK er regulert i forskrifter. KFK finnes i dag bare i kuldeanlegg som er installert før 1991, mens HKFK fortsatt brukes til produksjon av skumplast og som kuldemedium innenfor kuldebransjen. HKFK skal imidlertid også fases ut i 2015. Både for skumplastbransjen og kuldebransjen er HFK det viktigste alternativet når KFK og HKFK fases ut. Det norske forbruket av HFK forventes derfor å øke mye i løpet av de neste tiårene. Alternativene til HFK er mindre åpenbare og sannsynligvis dyrere enn alternativene til KFK og HKFK.

2.2 Referanser til tidligere konklusjoner og dokumenter

I SFTs utredning til Miljøverndepartementet av 13.01.98 er det konkludert med at utslippet av HFK, PFK og SF₆ bør reguleres på samme måte som andre klimagassutslipp, og på en slik måte at kostnadseffektivitet sikres på tvers av kilder, sektorer og gasser. På samme måte som for andre klimagasser, er ikke målsetningen utfasing av HFK, PFK og SF₆, men gjennomføring av tiltak som i størst mulig grad reduserer utslippene.

I denne utredningen argumenterte SFT for at det beste virkemidlet for å sikre en kostnadseffektiv reduksjon av utslippene, er å innføre en avgift gradert i henhold til gassenes globale oppvarmingspotensiale (GWP-verdier). Dette er også konsistent med Kvoteutvalgets innstilling "Et kvotesystem for klimagasser" (NOU 2000: 1).

En av konklusjonene i innstillingen er at alle utslipp av klimagasser i prinsippet bør inkluderes i et slikt kvotesystem, også HFK, PFK og SF₆, som brukes som erstatninger for KFK og haloner. Innstillingen sier imidlertid videre at disse gassene foreløpig ikke er egnet til å bli inkludert i et kvotesystem. Det videre arbeidet med beregningsmetodikken skal avgjøre om utslippene er egnet til å bli inkludert på et senere tidspunkt. Veksten i disse utslippene er imidlertid så stor at virkemidler for å begrense utslippene bør settes i verk. I Kyotomeldingen (Stortingsmelding 29), heter det at regjeringen vil vurdere å innføre en avgift på HFK, gradert i henhold til stoffenes GWP-verdier, og at et slikt system skal utredes nærmere. Avgiften er ikke ment å omfatte utslipp av PFK og SF₆ fra magnesiumproduksjon og aluminiumsindustrien.

Arbeidet som pågår for å etablere et nasjonalt kvotesystem for klimagasser med kobling mot et internasjonalt system under Kyotoprotokollen, vil fortsette i tiden som kommer.

Flere land har etablert frivillige avtaler mellom myndighetene og produsenter og/eller brukere av HFK, PFK og SF₆, og noen har innført kompetansekrav overfor installasjons- og

servicepersonell. Enkelte land har innført forbud spesielt rettet mot bruk av HFK og PFK i brannslukningsutstyr, og forbud mot bruk av HFK/PFK som løsemidler. Flere land har dessuten innført krav om oppsamling og resirkulering av HFK/PFK/SF₆. Bruk av avgifter er også foreslått i noen land, for eksempel i Danmark.

Reguleringen som SFT foreslår i denne utredningen, er å innføre refunderbare avgifter på importen av HFK, PFK og SF₆. I store trekk tilsvarende dette de ordningene som er innført overfor trikloretylen (TRI) og perkloretylen (PER). Flere elementer i dette forslaget støtter seg blant annet til vurderinger som ble foretatt i forbindelse med utredningen av avgiftene på TRI og PER (Econ 1997 a og b, Miljøverndepartementet 1998 a og b, Norsas 1999).

I utarbeidelsen av dette forslaget til regulering har SFT i første halvdel av 2000 innhentet vurderinger for å underbygge våre konklusjoner, herunder:

- Hans T. Haukås AS har revidert tidligere kostnadsanalyse for HFK publisert som SFT rapport 97:32. (Haukås 2000).
- SINTEF Energiforskning AS har utredet tiltak for å redusere utslippet av SF₆, og konsekvenser av regulering (SINTEF 2000).
- Rådgivende Ingeniører AS har foretatt en utredning av fordelingsvirkninger og konsekvenser for skumbransjen som følge av avgift på HFK (Rådgivende Ingeniører 2000)
- HMS Magnus AS har utredet et system for retur HFK, PFK og SF₆ (HMS 2000)

I SFT-rapport 97:32 (SFT 1997) er det ikke skilt mellom import av HFK, PFK, og SF₆ i bulk og produkter, og det reelle utslippet av de samme gassene. Forarbeidene til rapporten ble utarbeidet før FN's klimapanel (IPCC) metoder for beregning av reelle utslipp ble vedtatt (IPCC 1996). SFT så det derfor som nødvendig å oppdatere analysen slik at skillet mellom utslipp og forbruk i bulk og produkter ble klarere definert (Haukås 2000). Over tid gir disse skillene bare små endringer i utslippsmengder, men skillene er av sentral betydning for hvordan en eventuell avgift skal appliseres.

Produksjon av isolasjonsskum vil være det markedssegmentet der faren er størst for at det kan oppstå uheldige fordelingsvirkninger som følge av en avgift på HFK. SFT så det derfor som nødvendig å foreta en nærmere vurdering av konsekvensene for denne bransjen. (Rådgivende Ingeniører 2000).

3 Forbruk og utslipp av HFK, PFK og SF₆

3.1 Gassene som omfattes av forslaget til regulering

3.1.1 Samlet strategi for regulering av gassene

HFK, PFK, og SF₆ er syntetiske kjemiske forbindelser, som i noen grad har overlappende bruksområder. De kan i større eller mindre grad brukes som erstatningsstoffer for KFK, HKFK og haloner. For å hindre at den ene typen tas i bruk når den andre typen reguleres, mener SFT det er grunn til å ha en samlet strategi for disse gassene. SFT forutsetter her at PFK og SF₆ fra produksjon av aluminium og magnesium reguleres på andre måter, herunder kvotesystem og frivillige avtaler.

En oversikt over ulike typer HFK, PFK og SF₆, samt deres GWP-verdier i henhold FNs klimapanel (IPCC 1995), er presentert i Appendix 1.

3.1.2 HFK (hydrofluorkarboner)

Av disse gassene utgjør HFK det klart største volumet, både med hensyn til utslipp og forbruk. Det viktigste bruksområdet, og den største utslippskilden for HFK, er kuldemaskinerier hvor HFK brukes som kuldemedium. Betydelige mengder HFK blir også brukt i isolasjonsskum og som brannslukningsmiddel. HFK brukes også som drivgass i astmamedisiner (inhalatorer). Disse produktene reguleres imidlertid av lovverket for legemidler, og omfattes ikke av SFTs forslag til regulering.

Utslippene av HFK er relativt lite i år 2000, men det forventes å øke med flere hundre prosent i de nærmeste 10 - 20 årene. Årsaken til dette er at innfasingen av HFK ikke vil være fullført før HKFK er fullstendig utfaset i 2015.

HFK har GWP-verdier fra 1300 - 3300, og atmosfæriske levetider fra 5 - 50 år. Mer fullstendig oversikt finnes i Appendix 1.

3.1.3 PFK (perfluorkarboner)

I Norge er forbruket av PFK i dag relativt lite. De største volumene brukes i kuldemaskinerier hvor PFK kan brukes som en av flere komponenter i kuldemedier som er laget spesielt for å erstatte medier med KFK. De totale mengdene til dette formålet er estimert til noen hundre kilo, og det forventes at forbruket vil forsvinne etter hvert som dette utstyret fases ut (SFT 1997). Små mengder brukes i avansert renseutstyr i produksjon av halvledere, og er en aktuell sporgass, men disse områdene er ikke utredet nærmere. PFKene som brukes som sporgasser er sannsynligvis cykliske gasser med laverer GWP-verdier enn de alifatisk som brukes i kuldemedier.

Rundt midten av 1990-tallet var PFK gasser aktuelle som erstatning for haloner, men produktene er foreløpig ikke markedsført i Norge. PFKene har GWP-verdier fra 6000 - 9000, og atmosfæriske levetider fra 2000 - 50000 år. De er med andre ord kraftige drivhusgasser, og det er lite ønskelig at det etableres markeder for slike gasser i Norge. Dette er en viktig begrunnelse for å inkludere PFK i reguleringen.

I aluminiumsindustrien dannes store mengder PFK som biprodukt i elektrolysen. Utslipet reguleres av en frivillig avtale mellom aluminiumsindustrien og Miljøverndepartementet, av 1997, hvor bransjen er forpliktet til å redusere utslippet av disse gassene. Videre anbefaler Kvoteutvalget at utslippet inkluderes i et nasjonalt kvotesystem. Utslipet av PFK fra

aluminiumsindustrien er derfor ikke inkludert i dette forslaget til regulering. Det blir heller ikke omtalt videre i denne utredningen.

3.1.4 SF₆ (svovelheksafluorid)

SF₆ er den kraftigste kjente drivhusgassen. GWP-verdien er 23900 og den atmosfæriske levetiden er 3200 år. Gassens største anvendelse er som isolasjonsmateriale og lysbuemedium i høyspenningsanlegg, men betydelige mengder brukes blant annet som lydisolasjonsmateriale i vinduer, og som sporgass i oljebrønner.

I dag konkurrerer gassen bare i liten grad med HFK og/eller halon, men på midten av 1990-tallet ble det i Norge markedsført brannslukningsmidler som inneholdt SF₆. Dersom HFK blir regulert er det en mulighet for at SF₆ kan erstatte HFK til enkelte applikasjoner. Det er ikke ønskelig at det etableres nye markeder for SF₆ i Norge. Dette argumentet er en viktig begrunnelse for å inkludere SF₆ i reguleringen.

Bruk av SF₆ som dekk-gass i magnesiumindustrien er foreløpig ikke regulert, men et krav til utredning av alternative metoder er gitt som vilkår i konsesjoner til støperier. Utslippene er ikke inkludert i dette reguleringsforslaget.

3.2 Metoder for å beregne utslipp av HFK, PFK og SF₆

Utslipp av HFK, PFK og SF₆ fra kjøleanlegg, brannslukningsanlegg, brytere for høyspent elektrisitet og lignende, kan i henhold til retningslinjene fra FN's klimapanel beregnes på minst to måter (IPCC 1996). Den første metoden er den samme som blir brukt i Montrealprotokollen for å beregne forbruket av KFK og haloner. Det årlige forbruket blir her definert som den samlede mengden som årlig blir importert og produsert, minus mengden som årlig blir eksportert og destruert. Denne enkleste metoden kalles "Tier 1a" og omhandler bare varer i bulk. Den inkluderer med andre ord ikke mengdene gass som importeres eller eksporteres i produkter, som for eksempel kuldeanlegg og isolasjonsskum. Dersom mengden gass som importeres og eksporteres i produkter også inkluderes i beregningen, betegnes metoden "Tier 1b". Begge disse metodene på "Tier 1"-nivå beskriver bare det potensielle utslippet av HFK, PFK og SF₆.

Det neste nivået i IPCCs guideline betegnes "Tier 2", og er en metode for å beregne det reelle utslippet av gassene. SFT har tidligere beregnet de reelle utslippene av HFK, PFK og SF₆ (SFT 1999, a og b), og resultatene fra dette arbeidet er viktig grunnlag for denne utredningen.

Bakgrunnen for "Tier 2" er at HFK/PFK og SF₆ kan ha lang eller kort oppholdstid i produkter før de slippes ut i atmosfæren. Utslippene kan skje plutselig som i brannslukningsanlegg eller ved havari av kjøleanlegg, eller de kan slippes ut over tid som diffuse lekkasjer fra kjøleanlegg, isolasjonsskum, etc. Produktenes sannsynlige levetid varierer fra 10 år som for enkelte kjøleanlegg, og opp til 30 - 40 år som for isolasjonsskum og gassisolerte brytere i høyspenningsnett. Når HFK brukes som rensmiddel eller som blåsemiddel til skum, blir hele den importerte mengden, eller det meste av den, sannsynligvis sluppet ut samme år som den importeres.

Så lenge forbruket av HFK er i vekst, vil det potensielle utslippet være høyere enn det reelle utslippet. På lengre sikt, om ca 20 - 30 år, forventes det reelle utslippet å nærme seg det potensielle utslippet, for etterhvert å bli omtrent sammenfallende.

Partene under Klimakonvensjonen (UNFCCC) har bestemt at utslippene av HFK, PFK og SF₆ primært skal beregnes ut fra "Tier 2" (reelle utslipp). I en overgangsperiode skal de potensielle utslippene, for sammenlikningens skyld, også rapporteres (UNFCCC-beslutning 2/CP.3).

3.3 Framskrivning av utslippene av HFK, PFK og SF₆

HFK brukes som kuldemedium i kuldeanlegg, som blåsemiddel til skumplast, som slukkegass i brannslukningsutstyr, og som drivgass i spraybokser. HFK kan også brukes som rense- og nedkjølingsmidler til mekaniske og elektroniske komponenter. I 2000 var importen av HFK til Norge i bulk og produkter ca 985 tonn (Tier 1b). Omtrent 315 tonn gikk til kuldesektoren, ca 260 tonn til skumsektoren, og ca 30 tonn ble brukt i brannslukningsutstyr (SFT 1999 a). Det forventes at forbruket vil øke i de neste 30 årene, og det er sannsynlig at HFK vil bli brukt til de fleste formålene som er nevnt, dersom ikke tiltak iverksettes.

Analysene av hvordan utslippet av HFK, PFK og SF₆ kan reduseres, bygger på antagelser om hvor stort forbruket og utslippet vil være 20 – 30 år framover i tid dersom tiltak ikke settes i verk. Det er også nødvendig å ha en formening om hvordan dette framtidige forbruket er fordelt på de ulike sektorene eller bruksområdene, og på ulike applikasjoner innenfor sektoren. Utslippene av de ulike gassene er en direkte konsekvens av forbruket, og framskrivning av både forbruk og utslipp er nødvendig for å definere konkrete tiltak overfor utslipp. Tiltaksanalysene for HFK, PFK og SF₆ er basert på slike framskrivninger (SFT 1997 og 1999 b, Haukås 2000, SINTEF 2000).

Tabell 1. Framskrivning av utslippet (Tier 2) av HFK og SF₆ i 2000, 2010 og 2020, beregnet som HFK og SF₆ i tonn, og som ktonn (1000 tonn) CO₂-ekvivalenter. Utslippet av PFK er inkludert i tallene for HFK.

Sektor	2000		2010		2020	
	HFK, tonn	CO ₂ -ekv., ktonn	HFK, tonn	CO ₂ -ekv., ktonn	HFK, tonn	CO ₂ -ekv., ktonn
Kuldeteknikk	77	186	426	1009	784	1591
Skumplast	52	39	130	100	224	174
Brannslukningsmidd.	4	6	22	34	56	85
Sum, HFK	133	231	578	1134	1064	1850
	SF ₆ tonn		SF ₆ tonn		SF ₆ tonn	
Høyspentutstyr	2,4	57	2,8	66	3,0	72
Annet	2,3	55	0,7	17	2,6	62
Sum, SF ₆	4,7	112	3,5	83	5,6	134
Sum, HFK og SF ₆		343		1226		1984

I framskrivningen ligger det en forventning om at utslippene av HFK vil øke med ca 700% fra 2000 til 2020. I hele denne perioden vil forbruket være i vekst. Etter 2020 avtar veksten mye, og forbruket antas å være stabilt etter år 2030 (SFT 1997, Haukås 2000). I framskrivningen

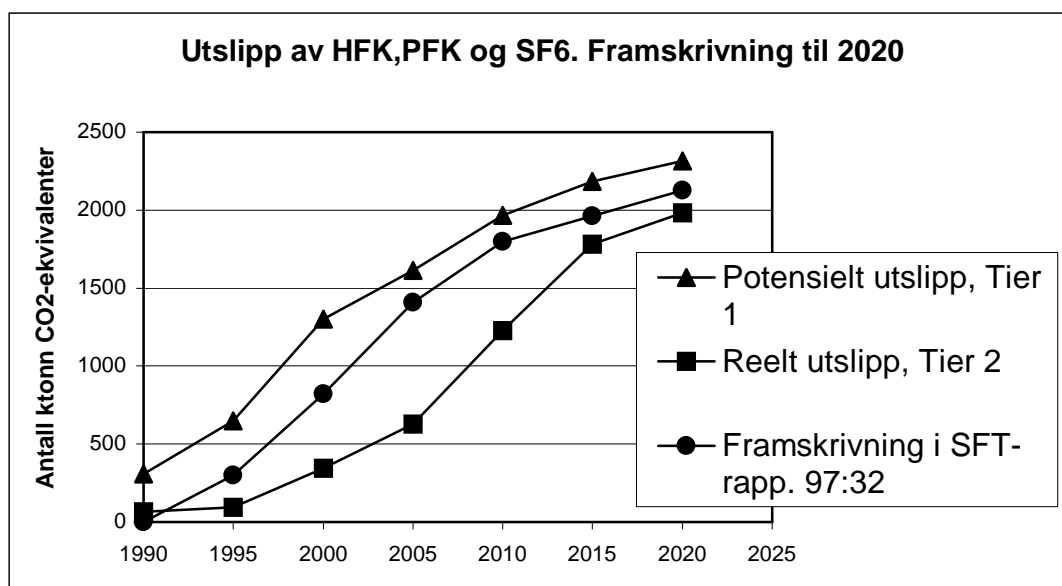
som er laget for denne utredningen forventes ca 85% av utslippet å komme fra kuldeteknisk utstyr, ca 10% forventes å komme fra skumprodukter og produksjon av skum, og ca 5% av utslippet forventes å komme fra brannslukningsutstyr.

Det forventes imidlertid ikke at HFK vil bli tatt i bruk som rensmiddel. Dette området er derfor tatt ut av framskrivningen.

I framskrivningen er det også lagt til grunn at bidraget fra SF₆ til det totale utslippet av HFK, PFK og SF₆ beregnet som CO₂-ekvivalenter, vil være ca 7%.

Det kan regnes som sikkert at virkeligheten ikke blir helt slik som prognosen tilsier. Analysen av tiltak og kostnader er følsom overfor avvik fra prognosen, og i analysen representerer framskrivningen derfor en stor usikkerhetskilde.

Forholdet mellom det potensielle utslippet (etter Tier 1b) og det reelle utslippet (etter Tier 2) for HFK, PFK og SF₆, er framskrevet til 2020, og vist i figur 1. Utslippene er regnet om til CO₂-ekvivalenter på bakgrunn av gassenes GWP-verdier. Prognosen er blant annet laget ut fra kunnskap og erfaringer om utslipp og forbruk av HFK, HKFK og haloner, og hvilke alternativer som finnes på markedet når disse stoffene fases ut. For sammenligningens skyld er framskrivningen fra 1997 (SFT 1997) også inkludert i figur 1.



Figur 1. Utslipp av HFK, PFK og SF₆ fra 1990 til 1999 (SFT/SSB), og framskrivning av det potensielle og reelle utslippet fram til 2020. Framskrivningen fra 1997 er også inkludert (SFT 1997). I framskrivningen fra 1997 er ikke SF₆ inkludert.

3.4 Forutsetninger for framskrivningen

En viktig forutsetning for framskrivningen er at teknologien innenfor de ulike bruksområdene ikke endres vesentlig i løpet av perioden. Videre er det forutsatt at utfasingen av HKFK ikke påvirkes av tiltak overfor HFK som i mange tilfeller vil være erstatning for HKFK. Det er en viss fare for at tiltak overfor HFK kan føre til at utfasingen av HKFK går langsommere.

Andre forutsetninger er at markedet for kuldemedium i klimaanlegg til kjøretøyer vil bli dominert av HFK, og at hydrokarboner erstatter HFK som kuldemedium i hvitevarer til private husholdninger.

3.5 GWP-verdier som grunnlag for rangering av tiltak

Det finnes flere ulike typer HFK. De ulike typene HFK har ulik grad av innvirkning på klimaet, og GWP-verdiene varierer fra 140 til 11 700. GWP-verdien er et uttrykk for hvor mange ganger sterkere den aktuelle klimagassen er i forhold til CO₂. Fordi de kjemiske egenskapene varierer vil ulike typer HFK brukes til ulike formål. En vesentlig del av framskrivningen er derfor å anslå hvilke typer HFK, og hvor mye av de ulike HFK typene, som forventes å bli brukt i ulike applikasjoner. Reduksjon av den samme mengden HFK innenfor ulike områder fører derfor sjelden til samme reduksjon av klimagassutslipp målt i CO₂-ekvivalenter.

Eventuell regulering av HFK vil begrunnes ut fra at utslippet bidrar til å øke klimaeffekten. For å kunne rangere tiltakene med hensyn til redusert utslipp av klimagasser, har det derfor vært nødvendig å regne alle typer HFK om til CO₂-ekvivalenter. Effektene av tiltakene er beregnet både som redusert utslipp av HFK, og som redusert utslipp av CO₂-ekvivalenter.

Intensjonene med tiltaksanalyser er blant annet å identifisere de mest kostnadseffektive tiltakene overfor HFK, PFK, SF₆, etc. Rangeringen av tiltakene etter kostnadseffektivitet må derfor ta utgangspunkt i uttrykk der redusert klimabelastning legges til grunn, og ikke redusert utslipp av HFK, PFK, SF₆. Enheten som brukes for rangering er i kr / kg CO₂-ekvivalent redusert (SFT 1997, SINTEF 2000). Enheten kr / kg HFK redusert gir lite mening.

Av samme årsak er det i HFK-analysen (SFT 1997) vurdert tiltak som innebærer at HFK med høy GWP-verdi kan erstattes av HFK med lavere GWP-verdi. Slike tiltak vil ikke bli synlige i resultatene som reduksjoner i forbruket av HFK, men de vil bidra til å redusere utslippet av HFK målt i CO₂-ekvivalenter.

4 Beskrivelser av bruksområdene for HFK, PFK og SF₆

4.1 HFK til kuldetechnik

4.1.1 Kuldemedier

HFK kan brukes som kuldemedium i de fleste typer kompressorer i små og store kjøle- og fryseanlegg, samt varmepumper og anlegg for luftkondisjonering. Selve kuldemaskineriet består som regel av en elektrisk drevet kompressor som lager trykk, og som driver kuldemediet gjennom en lukket kuldekrets. Kuldemediet tar opp eller avgir varme fra omgivelsene i henhold til variasjoner i trykket. Forskjeller i kuldemedienes fysiske og kjemiske egenskaper gjør at ulike typer medier er egnet for forskjellige kjøle- og / eller fryseformål. Noen av de vanligste kuldemediene er presentert i tabell 2. I tillegg finnes det flere titalls andre kuldemedier som alle varierer i sammensetning og egenskaper (SFT 1999a)

Tabell 2. Tabellen gir en oversikt over de vanligste typene kuldemedier med HFK, hvilken sammensetning de har, og hvilke GWP-verdier de har.

Kuldemediebetegnelse	Komponenter som inngår	GWP-verdier
HFK-134a	HFK-134a	1300
HFK-404A	HFK-134a/HFK-125/HFK-143a	3260
HFK-407A/B/C	HFK-32/HFK-134a/HFK-125	1770/2285/1525
HFK-410A	HFK-32/HFK-125	1725
HFK-507	HFK-125/HFK-143a	3300

4.1.2 Husholdningsanlegg

Husholdningsanlegg omfatter først og fremst private kjøleskap og hjemmefrysere. Det selges årlig ca. 200 000 kjøleskap og frysere til norske husholdninger. I tillegg omsettes tilsvarende kuldemøbler til kommersielt bruk. Alle anleggene blir importert. Samlet volum settes til 210 000 enheter per år, som er middelveiden for 1994 og 1995 (SFT 1997). Som kuldemedium benyttes delvis HFK-134a og delvis isobutan (hydrokarbon).

I 1997 ble det antatt at ca 10% av nye husholdningsanlegg inneholdt isobutan, og at ca 90% inneholdt HFK-134a. Videre ble det antatt at en fullstendig overgang til isobutan var nært forestående for de aller fleste husholdningsanlegg (SFT 1997). Denne antagelsen bør modifieres noe. I 2000 ser det ut til at ca 60% av nye husholdningsanlegg fortsatt blir produsert med HFK 134a.

Med en gjennomsnittlig fylling på rundt 140 gram per enhet (SFT 1992), kan mengden HFK importert i kjøle/frysemøbler i denne kategorien per 1996 beregnes til 25-30 tonn. Dersom effektive tiltak ikke blir iverksatt, kan volumet forventes å bli ca 20 tonn/år i kommende 10-årsperiode.

4.1.3 Stasjonære anlegg i industriell og kommersiell sektor

Det største forbruket av kuldemedier er til andre stasjonære anlegg, som omfatter kommersielle- og industrielle kjøle- og fryseanlegg. Anleggene varierer mye i størrelse og bruksområde. Flere forskjellige typer kuldemedier brukes, og de tekniske og økonomiske mulighetene for å redusere forbruket av HFK varierer betydelig.

Kommersiell sektor kan naturlig deles i en "lett" og en "tyngre" del. Den lette delen omfatter et stort antall små kompaktanlegg med kuldeaggregater som inneholder ca 1 kg kuldemedium eller mindre. Stort sett er anleggene hermetiske, med liten lekkasje. I denne gruppen dominerer kuldemedier med HFK. I kjøleanlegg brukes HFK-134a, og i fryseanlegg brukes HFK-404A/HFK-507. Lette kommersielle anlegg produseres i betydelig omfang i Norge, noen også for eksport, men mange anlegg blir importert. Det norske markedet kan være av størrelsesorden 40 000 enheter per år.

Den tyngre kommersielle sektoren domineres av sentralkuldeanlegg i butikker, supermarkeder, kjøle- og fryserom i tilknytning til hoteller, restauranter, institusjonsbygg og i landbruket, m.m. Anleggene er bygget på stedet og har opp til 50 kg fylling per anlegg, eller mer. De vanligste HFK-mediene i både kjøle- og fryseanlegg er HFK-404A/HFK-507. Det brukes fremdeles en god del HKFK-22.

De industrielle anleggene finnes innenfor næringsmiddelindustrien, om bord i fiskebåter, i prosessindustrien osv. Dette er store anlegg som inneholder 50 kg medium, eller mer. Sektoren er fremdeles preget av HKFK-22, selv om anlegg med HFK begynner å komme. Også her er HFK-404A/HFK-507 det dominerende mediet i HFK-gruppen. Det benyttes en del HFK-134a for kjøleformål. Det er sannsynlig at HFK-410A på lengre sikt vil ta en betydelig del av det industrielle markedet.

Ved drift av luftkondisjonering benyttes små direkte luft/luft-anlegg, og større indirekte isvannsanlegg. Bruk av HKFK-22 dominerer, særlig i de små luftanleggene. Isvannsanlegg leveres også med HFK-134a, HFK-407C, og med ammoniakk. Isvannsanlegg med hydrokarboner er også på markedet. Innholdet av kuldemedium i luftkondisjoneringsanleggene varierer fra mindre enn 1 kg til flere hundre kg.

Varmepumpene ligner i stor grad luftkondisjoneringsanleggene. Det benyttes samme teknikk og til dels samme type aggregat. Beskrivelsen av luftkondisjonering gjelder derfor også for varmpumper.

4.1.4 Mobile luftkondisjoneringsanlegg

Mobile luftkondisjoneringsanlegg finnes i personbiler, busser, lastebiler, tog, traktorer, arbeidsmaskiner, kranhus, osv. Typisk fylling er 0.8-1 kg for personbiler, noe mer for lastebiler, og opp til 5 kg for busser. Internasjonalt er mobile luftkondisjoneringsanlegg en storforbruker av HFK. Her i Norge er markedet i rask vekst. På sikt er det sannsynlig at ca 25% av det samlede HFK-forbruket til kuldeanlegg vil bli brukt til mobile luftkondisjoneringsanlegg. Bilkjøleanlegg har tradisjonelt hatt store lekkasjer. Ca 30% årlig lekkasje har ikke vært uvanlig.

Bruk av HFK-134a er i dag nærmest enerådende, men det arbeides med andre løsninger. Den kanskje viktigste utfordrer er CO₂. I mange land arbeides det med retursystemer for kuldemedier i bilanleggene.

4.2 HFK til blåsing av skum

4.2.1 Generelt om blåsing av skum

Etter at det i Norge ble forbudt å bruke KFK, og senere HKFK, gikk flere skumprodusenter, herunder produsenter av mykt PUR-skum, tilbake til den gamle metoden der skummet blåses med vann og CO₂, der CO₂ oppstår kjemisk under produksjonsprosessen.

Det finnes teknologi for å produsere alle skumtyper uten HFK. Alternativene er hydrokarbon (pentan) og CO₂. Det er imidlertid ennå ikke mulig å dekke alle produktvarianter av ekstruderte polystyrenplater (XPS) med alternativt blåsemiddel.

Overgang til alternativt blåsemiddel vil gi noe dårligere isolasjonsevne for skummet. Til formål der skummet brukes som isolasjonsmateriale, kan et produkt med dårligere termisk isolasjonsevne ha indirekte negativ effekt på miljøet fordi energiforbruket øker. Denne effekten kan kompenseres gjennom tilsvarende tykkere isolasjon, og dette blir da i første rekke et kostnadsspørsmål. I tiltaksanalysen (SFT 1997) er det forutsatt at nedsatt termisk isolasjonsevne kompenseres gjennom økt tykkelse.

Da KFK ble faset ut ble HKFK tatt i bruk til formål der skummets isolasjonsevne hadde vesentlig betydning for produktet. Overgang fra HKFK til blåsemidler som ikke er regulert forventes å skje innen 2005. HFK har lenge vært kjent som et meget godt alternativ for oppskumming av isolasjonsprodukter. Fordi HFK er en klimagass er det i industrien en stadig mer utbredt oppfatning at også HFK bare blir en midlertidig løsning. PUR-bransjen er derfor i gang med en omfattende overgang til pentan som drivgass. Av samme grunn er HFK-forbruket i norsk skumplastproduksjon for tiden lite.

4.2.2 Stivt PUR-skum

Stivt PUR-skum brukes som termisk isolasjonsmateriale i bygninger, kjøleskap, frysere, samt i kjølecontainere på biler og skip. Mer enn 10 Norske bedrifter produserer PUR-skum til isolasjonsformål. I dag benyttes HFK-134a i blanding med enten pentan eller CO₂ til blåsing av stivt PUR-skum. Mengden HFK per kg PUR-skum er i størrelsesorden 1-2%. Alternativt kan PUR-skummet blåses med ren pentan eller CO₂, men den termiske isolasjonsevnen vil bli noe redusert.

Det største volumet av PUR-skum som importeres kommer som isolasjon i kjølemøbler. En av verdens ledende kjøleskappprodusenter Electrolux benytter imidlertid hydrokarboner til oppskumming av PUR. Ved framstilling av stivt PUR-skum vil ca 5% av drivgassen unnslippe under produksjonen, men resten vil forbli i produktene i lang tid.

4.2.3 Mykt PUR-skum

I Norge produseres det mykt PUR-skum til madrasser og møbler, men uten HFK.

Enkelte importerte møbelprodukter kan imidlertid være framstilt med HFK. Biler inneholder store mengder mykt PUR, men HFK brukes sannsynligvis bare i liten grad til produksjon av dette skummet. Ved produksjon av mykt PUR-skum vil all HFK være sluppet ut i atmosfæren umiddelbart etter produksjonen.

4.2.4 PUR fugeskum

PUR fugeskum er et kombinert isolasjons- og tetningsprodukt som benyttes i byggebransjen ved montering av vinduer og dører, og ved tetting av enkelte andre fuger. Produktet

importeres til Norge på trykkflasker med ca 0,7 kg PUR som skummes direkte i fuger på byggeplasser etc. Det importeres årlig ca 250 tonn PUR fugeskum. I følge de seriøse produsentene i Europa inneholder produktene verken HKFK eller HFK.

4.2.5 Ekstrudert polystyren (XPS)

Ekstrudert polystyren (XPS) benyttes som telesikring og isolasjonsmateriale mot grunnen, og har spesielt gode egenskaper i forhold til fuktbestandighet, trykkfasthet og isolasjonsevne. En del XPS benyttes også kjølecontainere etc, hvor isolasjonsmaterialet må ha god varmeisolerende evne og i tillegg tåle mekanisk påkjenning.

Ekstrudert polystyren kan blåses med hydrokarbon (pentan), men produktet beholder ikke de nødvendige fukttekniske egenskaper, og XPS blåst med pentan vil derfor være lite egnet som grunnisolasjon. Pentan vurderes derfor ikke som et gangbart alternativ. I dag benyttes hovedsakelig HKFK til produksjon av XPS, og en blanding av HFK-134a og HFK-152a er i øyeblikket det eneste alternativ dersom produktkvaliteten og konkurransevnen skal opprettholdes.

Omtrent 20% av drivgassene slippes ut i løpet av produksjonsprosessen, men resten lekker ut i løpet av produktets levetid som er flere tiår. Det arbeides med å utvikle teknologi for gjenvinning av drivgass.

4.2.6 Ekspandert polystyren (EPS)

Ekspandert polystyren (EPS) benyttes som byggisolering og i fiskekasser, og utgjør i volum det største skumplastproduktet i Norge. HFK benyttes ikke til oppskumming av EPS.

4.3 HFK til brannslukking

Tidligere ble haloner brukt som slukkegass i fastmontert og portabelt brannslukningsutstyr. Slukkegassen oppbevares på stålflasker med trykk. Ved brann eller branntilløp frigjøres gassen gjennom dyser som er rettet mot brannkilden. Brannen slukkes fordi oksygen fortrenses, men noen gasser, herunder haloner, reagerer også kjemisk og avkjøler brannkilden.

Brannslukningsanlegg med haloner ble og blir betraktet som svært sikre systemer, både fordi slukkegassen er effektiv og fordi gassen er lite giftig. Det blir imidlertid hevdet med stor tyngde at spaltningsproduktene som dannes når haloner dekomponerer er svært giftige, og at systemene derfor ikke er ufarlige. Viktige områder for bruk av halon var blant annet arkiver, datalagre, knutepunkter i kraftforsyning, oljeinnretninger offshore, samt sivile og militære fly, helikoptre og kjøretøy.

Mye ressurser er satt inn på å finne nye typer kjemiske slukkegasser som kan erstatte halon direkte uten at rør, dyser etc måtte skiftes ut. Flere produkter er lansert, og disse inneholder blant annet HFK-134a, HFK-125 og HFK-227ea. Et produkt med SF₆ ble også markedsført, men denne komponenten er sannsynligvis nå fjernet fra produktet.

Flere fagfolk mener at bruk av kjemiske slukkegasser er unødvendig. Alternativer til HFK og haloner er CO₂, vanntåke, skum, samt blandinger av nitrogen, argon og CO₂. I tillegg er det utviklet nye typer detektorer for røyk og varme som kan varsle om branntilløp på et tidlig tidspunkt, slik at personell kan forhindre brannen, eventuelt slukke manuelt.

HFK har fått en betydelig større anvendelse som slukkegass enn tidligere antatt. I 1997 ble prognosen for forbruk av HFK til brannslukking estimert til ca 5 tonn årlig fram til 2020. I 1999 var imidlertid importen av HFK til brannslukking ca 30 tonn.

4.4 HFK som løsemiddel

KFK ble brukt som rensemiddel til tekstiler, elektroniske kretskort og ulike mekaniske komponenter. Fysiske og kjemiske egenskaper ved KFK gjorde dem godt egnet som rense- og løsemidler. I tillegg var de lite brennbare og lite giftige. Nye renseteknikker har nærmest fjernet behovet for halokarbonbaserte løsningsmidler. Til særlig ømfintlige renseprosesser, såkalt presisjonsrensing ble imidlertid HKFK-141b tatt i bruk som erstatning for KFK. HFK-43-10 har vært lansert som alternativ til HKFK-141b, men etter det SFT kjenner til er dette foreløpig ikke tatt i bruk i Norge.

Det er sannsynlig at det også i framtiden er behov for rensemidler med halokarbonenes egenskaper, og det er mulig at HFK vil bli tatt i bruk dersom det blir lansert på det norske markedet. I hvilken grad HFK vil bli tatt i bruk som rensemiddel er usikkert. I 1997 ble dette utslippet framskrevet til å bli ca 15 tonn HFK /år i 2020. I denne utredningen har vi imidlertid antatt at HFK ikke vil bli tatt i bruk som rensemiddel, og renseprosesser er derfor fjernet som utslippskilde.

4.5 Bruk av PFK

I Norge blir en liten mengde perfluorkarboner, eller PFK, brukt i noen spesielle kuldemedier. Mediene er laget for å erstatt KFK i eksisterende utstyr. Foreløpig er dette det eneste kjente området for bruk av PFK, og det totale forbruket er bare noen hundre kilo. Det forventes at forbruket vil forsvinne.

PFK blir brukt som dekkingsgass under produksjon av elektroniske halvledere (IPCC 2000). Det har ikke lyktes SFT å finne fram til norske produsenter av elektronikk som bruker PFK. Det eventuelle forbruket antas å være minimalt. Rundt midten av 1990-tallet ble PFK-gasser presentert som mulig erstatning for haloner til brannslukking, men produktene er foreløpig ikke markedsført i Norge.

4.6 Bruk av SF₆ i høyspenningsanlegg

4.6.1 Generelt om SF₆ i høyspenningsanlegg

SF₆ brukes som elektrisk isolasjonsmateriale i høyspenningskomponenter, og som lysbuemedium i brytere, fordi gassen har høy elektrisk isolasjonsevne og svært god evne til å bryte store strømmen ved høye spenninger.

Høyspenningskomponenter som benytter andre materialer som elektrisk isolasjon, finnes på markedet. Alternative isolasjonsmaterialer er olje, oljeimpregnert papir, plastmaterialer, trykkluft, nitrogen, og diverse andre gasser og gassblandinger. Som elektrisk isolasjon er SF₆ derfor én av flere konkurrerende teknologier.

SF₆ er et svært mye bedre lysbuemedium enn noe annet kjent materiale. Alle brytere som selges for høye spenningsnivåer (72 - 420 kV) har SF₆ som lysbuemedium, og på dette markedet har SF₆ siden midten av 1970-tallet utkonkurrert annen teknologi. Den lange levetiden gjør imidlertid at 40 - 50% av bryterne som finnes i Norge har olje eller trykkluft som lysbuemedium.

For brytere beregnet for fordelingsnett og industrinett der spenningsnivåene er lavere (inntil ca 36 kV) har det alltid eksistert alternative teknologier på markedet. Brytere med SF₆ som lysbuemedium konkurrerer her med brytere med vakuum eller luft som lysbuemedium.

Årsakene til utslippene fra høyspenningskomponenter er i første rekke svinn ved avtapping og påfylling av gass i forbindelse med feilretting eller vedlikehold, uforutsigbare utslipp i forbindelse med feil, mindre gasslekkasjer over lang tid, samt overlagte utslipp av gass.

4.6.2 Utslipp fra koblingsanlegg for spenninger over 145 kV (GIS-anlegg)

I GIS-anlegg benyttes SF₆ både som elektrisk isolasjon og som lysbuemedium. Gassen i anleggene er fordelt mellom adskilte rom som varierer i størrelse. Lekkasje eller feil kan medfører utslipp av gass fra noen få kilo, til mange hundre kilo.

I Norge finnes det 83 GIS-anlegg. Den tekniske levetiden antas å være ca 50 år, og det er lite sannsynlig at anleggene blir faset ut i løpet av de nærmeste 20 årene dersom det ikke oppstår ekstraordinære situasjoner. De siste årene er ca ett nytt GIS-anlegg installer hvert år. Det er lite trolig at det i framtiden vil bli installert mer enn 5 - 10 nye GIS-anlegg.

Mengden SF₆-gass som finnes i GIS-anlegg anslås til ca 200 tonn, og de årlige utslippene anslås til 1% eller ca 2 000 kg (SFT 1999 b). Fram til 2020 forventes utslippene å være uendrede.

4.6.3 Utslipp fra frittstående brytere for spenninger fra og med 72,5 kV

I frittstående brytere benyttes SF₆ både som lysbuemedium og som elektrisk isolasjon. Mengden SF₆-gass i slike brytere er fra 3 - 5 kg (72,5 kV) og opp til 20 - 30 kg (420 kV) (SFT 1999 b). I Norge finnes det rundt 6 000 frittstående brytere, hvorav omkring halvparten inneholder SF₆. Til sammen finnes det trolig 10 - 20 tonn SF₆ i slikt utstyr. Ca 100 generatorbrytere for lavere spenninger er også inkludert.

Bryterne har lang teknisk levetid, og i de kommende 20 år vil få bli skrotet. Det forventes imidlertid at antallet SF₆-brytere vil øke med ca 2 000 enheter fram til 2020.

Alle de frittstående brytere som tilbys i dag har SF₆ som lysbuemedium, og det er lite sannsynlig at alternativ teknologi vil bli tilgjengelig i de nærmeste 5 - 10 årene.

Mengden SF₆ i frittstående brytere antas derfor å øke fra ca 15 tonn i dag til ca 30 tonn i 2015. De årlige utslippene antas å være 1% av installert mengde, eller ca 150 - 300 kg (SFT 1999 b). Uten spesielle tiltak forventes utslippene å øke i forhold til antallet brytere som installeres.

4.6.4 Utslipp fra koblingsanlegg for spenninger inntil 36 kv (mellomspenningsanlegg)

I mellomspenningsanlegg benyttes SF₆ også som elektrisk isolasjon og som lysbuemedium. SF₆-anlegg konkurrerer her med luftisolerte anlegg. Antallet SF₆ anlegg som finnes i Norge er beregnet å være ca 20 000, og innholdet av SF₆ antas å være 60 tonn (SFT 1999 b). For perioden 2000 - 2020 legges det til grunn at antallet øker med ca 1 000 i året (SFT 1999 b).

Mengdene SF₆ i slike anlegg vil da bli ca 120 tonn i år 2020. Anleggenes levetid antas å være ca 30 år.

De årlige utslippene fra nyinstallerte anlegg estimeres til ca 0,2% av installert gassmengde i hele anleggets levetid (SFT 1999 b). For eldre anlegg antas utslippene å øke til 0,5% mot slutten av anleggenes levetid.

4.6.5 Andre høyspenningskomponenter

SF₆ benyttes også som elektrisk isolasjon i måletransformatorer. Innholdet av gass antas å være ca 3 kg per transformator, og samlet mengde er anslått til ca 500 kg (SFT 1999 b).

Frittstående brytere for mellomspenninger inneholder SF₆ som brytemedium. Samlet mengde gass er anslått til 1 tonn, og de årlige utslippene i perioden 2000 – 2020 antas å være 20 kg.

4.7 Andre kilder til utslipp av SF₆

4.7.1 Støyisolerende vinduer

Siden 1985 har en del støyisolerende vinduer blitt produsert med SF₆ som isolasjonsmateriale. Gassen pumpes inn i mellomrommet mellom vindusrutene. Innholdet av SF₆-gass i vinduene varierer, men ICG har estimert den spesifikke mengden til å være ca 60 g per m² vindusflate. Produsenter av vinduer kjøper gassen i bulk gjennom norske forhandlere av gass. Vinduene som blir produsert i Norge, selges hovedsakelig til forhandlere i Norge, men en mindre del blir eksportert til utenlandske forhandlere.

Det antas at ca 2% av gassen som brukes til produksjon av vinduer slippes ut når gassen fylles på under produksjonsprosessen. Vinduenes levetid er anslått til 30 år, og i løpet av denne levetiden vil det være en konstant lekkasje av gass i tillegg til tapene som oppstår ved brekkasje. Det finnes ingen systematiske målinger som dokumenterer størrelsen på tapet, men den årlige lekkasjen er satt til 1% av akkumulert mengde (SFT 1999 b). Det finnes ikke noe system for å samle opp gass når vinduer kasseres, og hele gassmengden i kasserte vinduer antas å slippe ut til luft.

Det forventes ingen vesentlige endringer i dette markedet i løpet av det første tiåret, men utslippet fra produksjonsprosessen kan forventes redusert til ca 1%.

4.7.2 Sporgass

Fordi SF₆ i svært liten grad reagerer med andre gasser, benyttes den som sporgass når utslippshastigheter, fortykningseffekter og spredning av gasser etc skal studeres. I Norge blir de største mengdene brukt i forbindelse med reservoarteknikk i petroleumsvirksomheten, og innen forskning i forbindelse med dette. Gassen har vært i bruk til dette formålet siden begynnelsen av 1990-tallet. De siste årene er gassen blitt kjøpt i bulk fra norske forhandlere. I forbindelse med bruk i Nordsjøen kan også noe være anskaffet gjennom forhandlere i England.

Tapene er svært forskjellige avhengig av om gassen blir brukt offshore eller i forskningsprosjekter på land. Når gassen brukes offshore er det sannsynlig at mengden SF₆ som tilbakeproduseres maksimalt vil være 80% av mengden injeksjonsgass som ble tilsatt, og at minst 95% av denne mengden forbrennes når hydrokarbongassen forbrennes som energi.

(SFT 1999 b). Når gassen anvendes i forskningsrettede pilotforsøk på land, antas tapet imidlertid å være 100%

Forbruket vil derfor variere betydelig fra år til år, og det vil være høyt i en begrenset periode i forbindelse med forskningsprosjekter som er i gang. I perioden 1997 – 2001 forventes det årlige utslippet å være ca 1800 kg, men etter 2002 forventes det å bli redusert til ca 100 kg eller mindre.

4.7.3 Joggesko

Enkelte typer joggesko inneholder SF₆ i sålen, og slike joggesko har vært solgt i Norge siden 1990. Alle joggesko med SF₆ blir importert. Mengden gass i joggesko antas i 1998 å være ca 4.000 kg, og mengden øker med 500 kg per år så lenge slike sko importeres. Produsenten mener lekkasjen er liten, og at det meste av gassen finnes i sko som kasseres. Skoenes levetid antas å være 8-10 år. Kasserte joggesko blir håndtert i det vanlige renovasjonssystemet og forbrent i forbrenningsanlegg ved ca. 800 °C. Mye av gassen dekomponerer ved denne temperaturen, og bare 25% av gassen fra joggesko antas å slippe ut til luft.

Produsenten av joggesko opplyser at SF₆ ikke vil bli brukt etter 31. desember 2001.

4.7.4 Produksjon av halvledere

Tre Norske bedrifter bruker SF₆ gass i forbindelse med produksjon av halvledere. Gassen blir brukt ved plasmareaktiv etsing på silisiumbaserte halvledere, og brukes i kombinasjon med oksygen og CF₄. Prosess har vært i bruk i Norge siden 1995. SF₆ kjøpes i bulk via norske gassforhandlere.

Under prosessen dekomponerer ca 50% av gassen (IPCC 2000), og resten, 50%, slippes ut til luft. Forbruket i Norge er lite, og gjennomsnittlig årlig utslipp i perioden 1999-2010 antas å være ca. 50 kg.

4.7.5 Klinisk bruk

Små mengder SF₆ brukes i forbindelse med netthinnekirurgi som utføres på 5-6 norske sykehus. SF₆ har vært brukt til dette formålet i ca 15 år. Gassen kjøpes fra norske gassforhandlere. 100% av gassen slippes ut til luft. Utslippet er neppe større enn ca 10 kg per år, og det antas å forbli uendret i nærmeste tiårsperiode.

4.7.6 Brannslukningsmiddel

Da halonene ble faset ut på midten av 1990-tallet ble en blanding av SF₆ og noen andre gasser markedsført som brannslukningsmiddel. Denne blandingen var på markedet i høyden noen år, og SF₆ er nå sannsynligvis fjernet fra dette produktet. Det er ikke kjent hvor mange brannslukningsanlegg med slik gass som er solgt i Norge. Utslipp av SF₆ fra brannslukningsanlegg antas derfor å være minimalt.

4.7.7 Bildekk

Fra utlandet er det kjent at nye biler ble eksportert med SF₆ i dekkene (IPCC 2000). I Norge er ingen kjent med at det importeres biler med SF₆ i dekkene. SFT antar derfor at slik import ikke forekommer.

4.7.8 Annen bruk

Gassleverandørene opplyser at ca 100 kg SF₆ hvert år selges til ulike laboratorier og institusjoner for bruk i forskning og analyseteknikker. Sannsynligvis blir en del av denne gassen brukt som sporgass. Forbruket antas ikke å øke.

5 Regulering av HFK, PFK og SF₆ i andre land

5.1 Generelt om regulering av HFK, PFK og SF₆ i andre land

På COP 4 oppfordret FNs Klimakonvensjon medlemslandene, IPCC og andre organisasjoner (IGOs og NGOs) om å rapportere om tilgjengelige og potensielle tiltak og virkemidler for å begrense utslipp av HFK, PFK og SF₆. Det er laget internett-sider hvor denne informasjonen er samlet (<http://www.unfccc.de/program/wam/index.html>). Vi har gått gjennom informasjonen som ligger på disse sidene, og har her laget en oversikt over gjennomførte og planlagte reguleringer av disse gassene i enkelte sentrale Anneks I land og regioner.

Vi ser at det er mange land som har inngått frivillige avtaler med produsenter og/eller brukere av gassene. Det er også flere som har innført kompetansekrav til kjøpere av utstyr som inneholder HFK, PFK og SF₆, samt til installasjons- og servicepersonell. Når det gjelder bruk av sterkere virkemidler, ser vi at enkelte land har innført forbud spesielt rettet mot bruk av HFK og PFK i brannslukningsutstyr, andre land har forbud mot bruk av HFK og PFK som løsemidler. Flere land har dessuten innført krav om oppsamling og resirkulering av HFK, PFK og SF₆. Det ser ut som om det er en tendens i retning av at sterkere virkemidler enn frivillige avtaler tas i bruk, og at også enkelte andre land planlegger å innføre avgifter. Dette gjelder for eksempel Danmark.

5.2 Regulering i EU

EU-kommisjonen er blitt bedt om å utarbeide et felles rammeverk for en koordinert politikk på produksjon og bruk av gassene. Dette rammeverket vil inkludere aspekter knyttet til utslippskartlegging, livssyklusregnskap, lekkasjereduksjon, resirkulering, substitusjon og redusert bruk ved effektivitetsforbedringer i kjøleutstyr ol.

Utslippsreduksjonene vurderes gjennomført ved en blanding av juridiske og økonomiske virkemidler, frivillige avtaler med industrien, samt bruk av informasjonskampanjer og anbefalinger. Dette felles initiativet vil samspille med allerede iverksatte og planlagte nasjonale tiltak, som per i dag varierer betydelig i omfang og graden av implementering fra land til land.

5.3 Regulering i Sverige

For kjølesystemer er det innført en regulering som tar sikte på å redusere lekkasjer gjennom krav til design. Det er videre innført kompetansekrav gjennom et akkrediteringssystem for installasjons- og servicepersonell. Det er krav om årlige lekkasjetester og resirkulering / destruksjon av kjølevæske fra kassert utstyr. For brannslukningsanlegg basert på haloner, HFK og PFK er det krav til årlige lekkasjetester og bruk av akkreditert personell.

5.4 Regulering i Danmark

Bruk av kuldemedier er regulert gjennom salgsleddet ved at kuldesektoren har innført krav til kjøpers kompetanse og utstyr. Alle kuldemedier, inkludert HFK, må gjenvinnes etter bruk. Bruk av HFK er forbudt i brannslukningsutstyr.

En nasjonal strategi for reduksjon av klimagasser er under utvikling, den inneholder også HFK, PFK og SF₆. Den politiske målsetningen er å utfase HFK innen 2006, og det er foreslått å innføre avgifter som virkemiddel for å nå dette målet.

En nasjonal strategi for reduksjon av klimagasser er under utvikling, den inneholder også HFK, PFK og SF₆. Den politiske målsetningen er å utfase HFK innen 2006, og det er foreslått å innføre avgifter som virkemiddel for å nå dette målet. De foreslåtte avgiftene er bestemt ut fra GWP-verdi for de ulike forbindelsene (0,10 DKr per GWP). For eksempel er avgift per kg HFK-134a og HFK-152a henholdsvis 130 og 14 DKr. Videre er foreslått avgift for PFK-218 på 200 Dkr per kg, og det samme for SF₆. Avgiften skal betales ved import av stoffene til framstilling og vedlikehold av produkter, og det skal være fritak ved eksport og gjenbruk m.m. Det er foreslått å unnta HFK som brukes i mobile kjølere (ikke kjøling av personbiler).

5.5 Regulering i Tyskland

Det er innført miljømerking av HFK-frie kuldemøbler, og en forordning mot bruk av HFK som løsemiddel.

Innen bransjer som aluminiumsproduksjon (PFK), GIS-anlegg (SF₆) og vinduer (SF₆) foreligger intensjoner om utslippsreduksjoner. Utslipp av HFK-23 fra produksjon av HKFK er redusert gjennom termisk rensing.

5.6 Regulering i Nederland

Det stilles krav til maksimal lekkasjeprosent fra kuldeutstyr (0,1-1% av initiell ladning). Det er inngått en frivillig avtale om reduksjon av utslipp av HFK-23 fra produksjon av HKFK-22.

En, ennå ikke vedtatt, klimapolitisk handlingsplan vil omfatte skjerpede rapporteringskrav, reduksjon av PFK fra aluminiumsindustrien og avtaler om reduksjon av HFK og PFK fra kuldesektoren, aerosoler, skum, brannslukking og løsemidler. Planen vil støttes opp av økonomiske støtteordninger og virkemidler.

5.7 Regulering i Italia

Gjennom tekniske direktiver er det innført krav om gjenvinning av SF₆ fra elektrisk utstyr. Videre er bruk av HFK og PFK i brannslukningsutstyr forbudt.

5.8 Regulering i Østerrike

Innen magnesiumindustrien har SF₆ blitt erstattet med en blanding av SO₂ og N₂, og en utfasing av SF₆ planlegges innen vindusproduksjon.

I produksjon av drikkebegre er HFK blitt erstattet av en blanding av propan, butan og dimetyleter.

5.9 Regulering i USA

Det er opprettet et program under Clean Air Act der EPA er gitt myndighet til å regulere bruken av gassene ut fra et avveiningsforhold mellom substituttens reduserte virkning på ozonlag og deres globale oppvarmingspotensial (Clean Air Act, Title VI, Section 612). Programmet forventes å resultere i reduksjon av ca. 165 millioner tonn CO₂-ekvivalenter innen år 2000.

Til kjøleformål er HFC-23 kun tillatt når det ikke eksisterer tilfredsstillende substitutter, og PFK kan kun anvendes til kjøling ved ekstremt lave temperaturer. Bruken av HFK 134a og 152a til selvkjølende drikkeembalasje er regulert.

Til brannslukningsformål er bruk av PFK begrenset til spesielle tekniske og sikkerhetsmessige forhold, mens SF₆ utelukkende kan brukes militært og i sivile fly.

Det stilles krav til oppsamling/resirkulering av HFK brukt til kjøling og luftkondisjonering (Clean Air Act, Title VI, Section 608 & 609). EPA er imidlertid ikke gitt generell myndighet til å regulere HFK.

Frivillige avtaler om reduksjon er inngått med aluminiumsindustrien, magnesiumsindustrien, produsenter av elektrisk isolering (GIS etc.), produsenter av HKFK-22 (HFK-23 utslipp) og produsenter av halvledere.

5.10 Regulering i Canada

Myndighetene har implementert eller er i ferd med å utvikle flere initiativer for å redusere utslippene av HFK og PFK. Dette gjelder bl.a. en nasjonal handlingsplan som oppfordrer til regionale reguleringer som krever resirkulering av HFK og PFK. Videre gjelder dette en føderal halokarbon regulering som forbyr bruk av HFK og PFK som løsemidler fra 2005. I tillegg er det inngått frivillige avtaler med aluminiumsindustrien.

5.11 Regulering i Japan

Industrien har utarbeidet en frivillig handlingsplan som tar sikte på å redusere utslippene gjennom blant annet reduksjon av lekkasjer, bruk av lukkede systemer samt resirkulering og destruksjon. Det vil videre bli forsket på å finne alternative og mindre skadelige gasser.

6 Forslag til regulering av HFK, PFK og SF₆

6.1 Importavgift for å regulere HFK, PFK og SF₆

Konklusjonen i tidligere arbeider SFT har utført er at utslippene av HFK best kan reguleres ved å legge en avgift på importen av HFK, som er gradert i henhold til stoffenes GWP-verdi (SFT 1998). Dette standpunktet er videreført i Stortingsmelding 29, selv om det her ikke står eksplisitt at avgiften bør legges på importleddet. Det er etter SFTs mening svært vanskelig å legge avgiften på selve utslippet av HFK, PFK og SF₆, fordi det er mange små utslipp som ikke alltid kan tilordnes en eier eller en virksomhet. Dette synet fremmes også i innstillingen fra Kvoteutvalget (NOU 2000) som mener at HFK, PFK og SF₆ på grunn av dette foreløpig er uegnet for et kvotesystem. SFT deler denne oppfatningen med Kvoteutvalget, men mener samtidig at det bør vurderes å inkludere utslipp av disse gassene i et kvotesystem på et senere tidspunkt.

Det kan imidlertid ta tid før et kvotesystem er etablert. Avgiften på HFK, PFK og SF₆ kan derimot innføres raskt slik at den forventede veksten i forbruket av HFK forhindres, og ny teknologi som ikke bruker HFK, PFK eller SF₆ fremmes. Det vil også være en fordel at returordninger kan etableres under innfasingsperioden for HFK som i tid er sammenfallende med utfasingsperioden for HFK.

Videre mener SFT at avgiften bør legges både på bulkimporten og på innholdet av HFK, PFK og SF₆ som importeres i produkter. En avgift som bare rettes mot bulkimporten vil over tid sannsynligvis ikke være effektiv fordi skillet mellom bulk og produkt kan være vanskelig å definere. Det vil dessuten virke urimelig og konkurransevridende dersom råvarer til framstilling av norske produkter ilegges avgift mens tilsvarende produkter som importeres ferdig ikke belastes med avgift.

6.2 Avgiftens størrelse

Ut fra analysen mener vi det er grunn til å vurdere en avgift på ca 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. For å sikre størst mulig grad av regenerering er det viktig at avgiften ikke er for lav. Det er mulig at 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent er et minimumsnivå, og at en noe høyere avgift ville sikre bedre økonomi i systemet. SFT ser imidlertid ikke bort fra at en avgift på 250 kr kan utløse flere tiltak og dermed større reduksjoner enn det som er beskrevet i figur 2. Bakgrunnen for dette er at valgene som brukerne må gjøre er teknologiinvesteringer for 10 - 15 år. Usikkerhet om hvordan tilgjengeligheten på gassene vil være i fremtiden kan føre til at alternativ teknologi velges selv om dette innebærer en merkostnad som muligens ikke dekkes inn i løpet av utstyrets levetid.

250 kr per tonn CO₂-ekvivalent er i samme størrelsesorden som dagens CO₂-avgift, og er ikke en urealistisk kvotepris i et internasjonalt og/eller nasjonalt kvotemarked. Det er knyttet stor usikkerhet til hvilket nivå en kvotepris kan forventes å få. Anslagene varierer i størrelse fra 50 til 400 kr per tonn CO₂-ekvivalent. En tiltakskostnad på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent for samtlige klimagasser inkludert CO₂, vil kunne redusere de totale utslippene av klimagasser med ca 6 millioner tonn CO₂-ekvivalenter (SFT 2000). HFK er inkludert i dette estimatet.

6.3 Refunderbar avgift på importen av HFK, PFK og SF₆

For å begrense systemkostnadene foreslår SFT at avgiften legges på importørene av HFK, PFK og SF₆. Dersom avgiften legges på den enkelte bruker av kjemikaliene kan de administrative kostnadene bli svært høye. Med den enkelte bruker menes for eksempel eiere av kjøleanlegg i butikker og industribedrifter. Avgiften bør videre beregnes ut fra tier 1B-metoden, dvs. potensielle utslipp. Foreløpig er det svært komplisert å beregne utslippene etter tier 2-metoden (reelle utslipp) for den enkelte importør. Til nå har dette derfor kun vært gjort på et aggregert nasjonalt nivå av SFT, for bl.a. å redusere usikkerheten i utslippsestimatene. På sikt vil det i tillegg være liten forskjell mellom tier 1b og tier 2. For å redusere systemkostnadene bør tier 1b derfor velges. SFT foreslår derfor at avgiften gjøres refunderbar. Dette innebærer at avgiften betales tilbake for den mengden HFK, PFK eller SF₆ som leveres inn til et mottak etter å ha blitt tatt ut av bruk. Eierne av gassen må selv bekoste regenerering eller destruksjon. Det er derfor viktig at avgiften er så høy at brukeren får tilbake noe av avgiften selv etter at kostnadene er betalt. På denne måten vil en refunderbar avgift sørge for at avgiften blir lagt på det faktiske utslippet av gass, og at resirkulering og destruksjon fremmes.

6.4 Administrasjon av systemet for refusjon av avgift

Det vil være naturlig at Toll- og avgiftsdirektoratet står for innkrevingen og refusjonen av HFK-avgiften. Refusjonen kan imidlertid bare foretas på bakgrunn av en bekreftelse fra SFT eller annen myndighet om at varene er levert inn til mottak. SFT tenker seg her samme system for HFK, PFK og SF₆ som for dagens ordning for trikloretylen (TRI) og perkloretylen (PER). I disse systemene utføres arbeidet av Norsas, og SFT har anledning til å godkjenne resultatet. Norsas har med dette hele kontakten mot selve mottaket av kjemikaliene (Norsas 1999).

6.5 Proveny og systemkostnader

Dersom en legger til grunn en avgift på omlag 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent, vil statens samlede inntekter bli omlag 200-300 mill kr per år. Til grunn for denne beregningen ligger det at avgiften løser ut tiltak som fører til at utslippene reduseres med ca 40%. Beregningen av provenyet er foretatt på bakgrunn av framskrivningen av utslippet, (Tier 2), og ikke på bakgrunn av importen (Tier 1), fordi refusjonsordningen sørger for at det er det faktiske utslippet det svares avgift for og ikke mengden som importeres. Det er foreløpig ikke foretatt en vurdering av økte administrasjonskostnader eller andre systemkostnader. Det er da ikke tatt hensyn til virkningene av en refusjonsordning.

6.6 Forholdet til EØS-regelverket

Denne utredningen støtter seg til tidligere vurderinger som ble foretatt i forbindelse med avgiftene på trikloretylen (TRI) og perkloretylen (PER). Konklusjonen på disse utredningene var at avgiftene på import av TRI og PER i produkter ikke var i strid med EØS-reglene. Vi mener at disse konklusjonene er overførbare til utredningen om avgiftene på import av produkter med HFK, PFK og SF₆, og at disse ikke kommer i konflikt med EØS-reglene. Utover dette har ikke SFT gjort noen særskilt vurdering av dette tilfellet. Vi må likevel være forberedt på diskusjon og innvendinger mot forslaget fra nasjonale og internasjonale aktører.

7 Retursystemer for KFK, HKFK, HFK, PFK og SF₆

7.1 Generelt om retursystemer for KFK, HKFK, HFK, PFK og SF₆

SFT har foretatt utredning av et retursystem for HFK, PFK og SF₆ (HMS 2000). Systemet vil i hovedsak omfatte HFK. Forbruket av PFK er lite, og kan tas hånd om av det samme systemet som for HFK. Det er sannsynlig at mye av SF₆-gassen vil bli tatt hånd om av eierne av SF₆-anleggene, som i dette tilfellet er produsentene av energi eller eierne av høyspentnettet. Mange av anleggseierne har utstyr for avtapping og påfylling av gass.

Forhandlere, produsenter og importører av elektriske og elektroniske produkter er i forskrift pålagt å ta slike produkter i retur, og å sende disse til godkjent mottak (Miljøverndepartementet 1998 d). Pålegget omfatter også høyspenningsutstyr med SF₆. Returselskapet for nærings elektro, RENAS AS, har allerede et etablert system for mottak av utrangert SF₆-holdig utstyr fra energiforsyningen (RENAS 2000). Forsvarlig mottak av SF₆ bør dermed være sikret.

SFT anbefaler at det etableres et retursystem for HFK. Det finnes allerede et etablert privat system for retur av kuldemedier med KFK og HKFK. Utredningen om retursystemet (HMS 2000) vurderer mulighetene for å utvide dette systemet, samt hensiktsmessigheten av å etablere nye systemer for retur av HFK. For SFT er det viktig at ikke myndighetene bidrar til at retursystemet knyttes til bestemte aktører, men at det er en reell konkurranse på markedet, slik at brukerne selv kan velge hvilket system som er best egnet til å utføre tjenestene. I motsetning til KFK og HKFK foreligger det ikke planer om utfasing av HFK. Et retursystem for HFK er derfor ment å fungere over tid og ikke bare i en utfasingsperiode. Myndighetene bør derfor ikke bidra til uheldige monopolsituasjoner, men sørge for at det blir økonomisk lønnsomt å drive regenerering, og å hindre utslipp.

7.2 Vurdering av retursystem for HFK i forhold til dagens systemer for retur av HKFK og KFK

7.2.1 Retur av KFK, HKFK og SF₆ er regulert i forskrifter

KFK-forskriften pålegger eiere av KFK-holdige kuldeanlegg som tas ut av bruk, å tappe av kuldemediet og å levere dette tilbake til leverandøren eller til annet godkjent mottak (Miljøverndepartementet 1991). Pålegget gjelder bare tilfeller der mengden KFK som tas ut av bruk er større enn 1 kg per år.

Da forskriften ble vedtatt i 1991 ble det nødvendig å lage et system for innsamling, gjenvinning og destruksjon av KFK, og det førte til etableringen av selskapet Stiftelsen Returgass (SRG). Stiftelsen har et anlegg for mottak, regenerering og lagring av kuldemedier, og har utviklet et omfattende system for transport av avtappet kuldemedium fra hele landet. Avtaler for destruksjon er også etablert. Stiftelsen finansieres av et gebyr som importørene av KFK frivillig betaler inn til et fond. Regenerert medium selges ut fra systemet gjennom et eget salgssfirma. Myndighetene har ingen rettigheter eller eierandeler i SRG.

HKFK skal fases ut i Europa og USA, og er regulert i norske forskrifter (Miljøverndepartementet 1997). Eiere av kuldeanlegg med mer er pålagt å samle inn brukt HKFK, og regenerere mediet dersom det er mulig. HKFK samles inn og regenereres i det samme systemet som KFK.

Det er grunn til å vurdere om deler av systemet også kan brukes for retur og regenerering av HFK. SFT mener imidlertid at en refunderbar avgift må være drivkraften i retursystemet. Norske myndigheter har ikke til hensikt å fase ut HFK men å iverksette tiltak for å begrense utslippet. Dette er en vesentlig forskjell fra reguleringen av KFK og HKFK, og det vil legge føringer for eventuelle retursystemer.

7.2.2 Oppsamling av kuldemedium fra utrangerte husholdningskjøleskap og fryser

Et system for å samle inn kuldemedier med KFK fra kasserte kuldemøbler er etablert. Forskrift om håndtering av kasserte kuldemøbler med KFK, pålegger forhandlerne å ta slike kuldemøbler i retur, og å levere disse til et godkjent mottak (Miljøverndepartementet 1996). Med kuldemøbler menes det alle kjøle- og fryseanlegg som har mindre en 1 kg KFK i kuldekretsen. Definisjonen omfatter de fleste private kjøleskap og fryser, samt mange kjøle- og fryseinnretninger i butikker, institusjoner, restauranter etc. Forhandlers kostnader med systemet er lagt inn i prisen på nytt utstyr.

Videre er kommunene pålagt å sørge for at det finnes tilstrekkelig tilbud for mottak av KFK-holdige kuldemøbler, og at privatpersoner kan levere slike kuldemøbler vederlagsfritt. Kommunen skal sørge for at KFK-holdig kuldemedium tappes av og tas hånd om på forsvarlig måte slik at KFK ikke slippes ut til luft. Kommunenes kostnader til ordningen skal dekkes inn gjennom avfallsgebyrene, jf. forurensningsloven § 34.

Norsk Gjenvinning har mobilt gjenvinningsutstyr og besøker sentrale oppsamlingsplasser etter avtale. Kuldemediet blir tappet av anleggene, fylt på beholdere og sendt til returmottaket som i de fleste tilfeller er Stiftelsen Returgass (SRG). Alt kuldemedium som kommer fra husholdningsmøbler blir destruert.

Ordningen er opprettet som følge av pålegg med hjemmel i forurensningsloven. Det bør være relativt enkelt å bruke den samme ordningen for kuldemøbler med HFK, dersom dette er ønskelig. Fordi kuldemedier fra husholdningsmøbler går til destruksjon, ligger det ingen inntjening i dette systemet i form av regenererte kuldemedier. En refunderbar avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil ikke være nok til å gjøre ordningen selvfinansierende, og myndighetene må i så fall bruke andre virkemidler i tillegg for å løse ut dette tiltaket.

7.2.3 Tømming og oppsamling av kuldemedium fra små og store kuldeanlegg

Små kuldeanlegg omfatter anlegg som maksimalt inneholder 4 kg kuldemedium. De aller fleste inneholder imidlertid 1 kg eller mindre (se for øvrig tiltak nr 4). Gjennomsnittsfyllingen er satt til 1,3 kg per anlegg. Mange av disse anleggene er kompaktanlegg som bringes til et sentralt gjenvinningsanlegg hvor anlegg som inneholder 1 kg kuldemedium eller mindre tømmes.

Hvis kuldeanlegget inneholder mer en 1 kg kuldemedium skal anlegget tømmes av en kuldeentreprenør. Behandling av kuldemedier og er forbundet med risiko både for utøveren og for anlegget. Noen av de nye kuldemediene med HFK krever spesielle forholdsregler, og kunnskaper om kuldeteknikk er nødvendig. Mange brukere er derfor helt avhengige av kuldeentreprenøren for service og tømming av kuldeanleggene.

Store kuldeanlegg kan inneholde flere hundre kilo kuldemedium, men i gjennomsnitt er fyllingene på ca 50 kg (se for øvrig tiltak nr 6). Mellomstore kuldeanlegg inneholder maksimalt 25 kg, men gjennomsnittlig fylling er satt til ca 10 kg (se for øvrig tiltak nr 5).

Entreprenørene som tømmer anleggene sender flasker med avtappet kuldemedium tilbake til importøren av mediet eller direkte til SRG, som regenererer mediet eller sender det til Norcem i Kjøpsvik for destruksjon. SRG sørger for at oppgjøret for kuldemediet sendes eieren av mediet. SRG sender også rapporter til Norsas om hvor mye kuldemedium som er kommet inn, hvor mye som er regenerert, og hvor mye som er destruert, og rapporterer dette videre til SFT. Norsas utfører for øvrig også tilsvarende tjenester i forbindelse med de refunderbare avgiftene på TRI og PER (Norsas 1999).

De 7 største importørene av kuldemedier er lokalisert i og omkring Osloregionen. Det finnes imidlertid flere distributører og en rekke distribusjonslagre rundt omkring i landet.

7.2.4 Oppsamling av kuldemedium fra kondemnerte bilkjøleanlegg

Det ser ut til å bli mer og mer vanlig at biler utstyres med kjøleanlegg. Personbiler har som regel anlegg som inneholder ca 1 kg medium. Lastebiler og busser kan ha opptil 5 kg medium i anlegget. Enkelte bilverksteder har spesialisert seg på å tømme slike anlegg, men det ligger til rette for at disse tjenestene kan utføres av avfallsfirmaene som driver bilopphogging. Den videre rutinen kan da bli tilsvarende rutinen som er beskrevet for innsamling av medium fra kjøleskap og fryser.

7.3 Returordning for HFK, og beregning av mengdene som kan komme i retur

Kuldebransjen vil være den sektoren der forbruket av HFK vil være størst, og et retursystem bør bygges opp for å ta hånd om kuldemedier. Logistikken i omsetningen av kuldemedier med HFK er den samme som for medier med KFK og HKFK. Mediene med HFK blir produsert av de samme produsenter, levert til de samme brukerne og distribuert i det samme nettverket. Et retursystem for HFK kan derfor være nokså likt systemet for KFK og HKFK, og det bør bygges på erfaringene som foreligger fra retursystemet for slike gasser. Det finnes imidlertid et større antall medier med HFK, og HFK-mediene er sannsynligvis vanskeligere å regenerere enn mediene med KFK og HKFK.

HFK er foreløpig bare i liten grad tatt i bruk som kuldemedium, og markedet for retur av HFK fra kondemnerte anlegg eksisterer ikke. Framskrivninger av forbruket er det eneste som kan brukes for å antyde noe om hvor stort HFK forbruket vil bli, og hvor mye som kan komme i retur.

Erfaringer fra retursystemet for KFK kan brukes for å anslå hvilke mengder HFK som kan samles inn gjennom et retursystem. SINTEF har anslått mengden KFK i kuldeanlegg til å være ca 1 600 tonn i 1993, og mengden økte antagelig med ytterligere 60 tonn i løpet av 1994. Det er ikke praktisk mulig å gjenvinne hele mengden, men det antas at ca 70% kan gjenvinnes (HMS 2000), som tilsvarer ca 1150 tonn. Beregninger fra SRG viser at ca 500 tonn, eller 44% av det teoretisk mulige, blir tatt hånd om av retursystemet for KFK.

Den relativt lave graden av innlevering til retursystemet skyldes sannsynligvis at mange brukere har tatt vare på avtappet KFK for å bruke dette til etterfylling av andre anlegg, til tross for refusjon av opp til 100 kr per innlevert kg KFK. Prisen brukerne betalte for regenerert kuldemedium som kjøpes tilbake fra retur systemet var omtrent den samme som prisen på nytt medium. I den grad det avtappede mediet ikke var ødelagt valgte mange derfor å bruke det om igjen.

Det er vanskeligere å bruke avtappet HFK medium direkte i andre anlegg uten at kvaliteten er undersøkt. Behovet for kompetansen som er i returordningen, kan føre til at medier med HFK i større grad leveres til mottaket sett i forhold til medier med KFK.

En viktig konklusjon er imidlertid at det trengs sterke virkemidler for at returordningene skal bli effektive. Påbudet om retur av avtappet KFK til importør eller annet mottak, førte ikke til mer enn 44% retur.

SFT tror at sterke økonomiske virkemidler vil være bedre egnet til å øke graden av gjenvinning enn et påbud om retur av kuldemedium. Virkemidlet må brukes slik at det blir økonomisk lønnsomt å levere inn brukt medium, og å regenerere dette. Refunderbar avgift er et slikt virkemiddel, men det er viktig at avgiften blir så høy at det blir god økonomi i å drive regenerering, og å bruke regenererte kuldemedier.

7.4 Effekten av avgift på ulike typer kuldeteknikk utstyr med HFK

7.4.1 Økonomien som drivkraft i retursystemet

En viktig målsetning med denne reguleringen er å fremme innsamling og regenerering av HFK, og dette er særlig aktuelt for HFK i kuldemedier. Fra myndighetenes side er det også viktig at dette systemet blir effektivt og fungerer uten at myndighetene utover avgiften er involvert med administrative eller økonomiske støtteordninger. SFT mener at dette kan gjøres ved å innføre en refunderbar avgift i en størrelsesorden som gjør at det blir god økonomi i å regenerere og å bruke regenererte kuldemedier. For eierne av kuldemedier må det lønne seg å levere mediene til regenerering i stedet får å kjøpe nye medier. Eierne må i minst mulig grad sitte med utgifter etter at avgiften er refundert og kostnadene ved innsamling og regenerering er dekket.

Riktig ambisjonsnivå på ordningen er imidlertid viktig. For små anlegg med små mengder kuldemedium vil kostnadene ved retursystemet bli store i forhold til mengdene medium, og en avgift som gjør det lønnsomt å gjenvinne de minste mengdene vil bli urealistisk høy. For de store anleggene vil det imidlertid være god økonomi i å regenerere medier.

7.4.2 Retur av HFK fra kjøleskap og hjemmefrysere

Kjøleskap og hjemmefrysere inneholder 0,1 – 0,2 kg medium, og resirkulering av medier fra dette utstyret er det i praksis umulig å få lønnsomt med en refunderbar avgift på kuldemedier. Avtapping av KFK fra kjøleskap og hjemmefrysere blir i dag utført i kommunal regi hvor utgiftene dekkes gjennom de generelle renovasjonsavgiftene. Mediene som samles inn blir destruert. Det er ikke realistisk at en avgift på HFK alene kan utløse gjenvinning av medier fra slike anlegg.

Gjenvinning av HFK fra kjøleskap og hjemmefrysere er i tiltaksanalysen omtalt som tiltak nr. 12. Tiltaket vil ikke bli utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Selv om avgiften settes til 400 kr vil kostnadene til kuldemediet bare utgjøre en liten del av kostnadene av nye kjøleskap og frysere. Avgifter vil derfor ha liten betydning for hvilken type kuldemedium som blir brukt i slike anlegg (HMS 2000).

7.4.3 Retur av HFK fra små kuldeanlegg

De små kuldeanleggene inneholder inntil 1,3 kg kuldemedium. Mange av disse anleggene blir levert til det samme systemet som kjøleskap og hjemmefrysere. Ut fra kostnadene ved

regenerering av mediet ser det ikke ut til at det vil være lønnsomt å regenerere mediet fra slike anlegg. Gjenvinning av HFK fra små kuldeanlegg er i tiltaksanalysen omtalt som tiltak nr. 4. Slik tiltaket er formulert vil det ikke bli utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. En avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil imidlertid være en så betydelig del av prisen på nye anlegg, at deler av tiltaket likevel kan løses ut (HMS 2000).

7.4.4 Retur av HFK fra mellomstore og store kuldeanlegg

For mellomstore og store anlegg som inneholder mer enn 10 kg kuldemedium, vil kostnadene ved retur av mediet være relativt små i forhold til størrelsen på avgiften som refunderes, og verdien av mediet som kan realiseres ved videre salg. Refunderbar avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil gi god økonomi i retursystemet. Retur av kuldemedium fra mellomstore og store anlegg er omtalt som tiltak 5 og 6 i tiltaksanalysen (SFT 1997). Analysen viser at disse tiltakene blir utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Kostnadene ved kuldemedium inkludert avgift i anlegg av denne typen er imidlertid i nærheten av kostnadene ved kjøp av nye anlegg, noe som også vil medføre at en avgift på 250 kr vil påvirke kjøpernes og importørenes valg av teknologi (HMS 2000).

7.4.5 Retur av HFK fra bilkjøleanlegg

I år 2000 er mengdene HFK som brukes i slike anlegg relativt begrenset, men markedet for bilkjøleanlegg er i vekst og kan om noen år utgjøre en betydelig del av det norske forbruket av HFK. Det er vanskelig å få god økonomi i et system for retur av HFK fra bilkjøleanlegg. Med en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil det fortsatt være utgifter forbundet med retur av kuldemedier fra bilkjøleanlegg, og det er tvilsomt om en avgift alene er tilstrekkelig for å sikre at et system for slik retur vil bli etablert (HMS 2000)

I dag blir service på bilkjøleanlegg utført av bilverksteder som ikke er tilknyttet de vanlige kanalene for salg og retur av kuldemedier. Hvis det blir økonomisk lønnsomt å samle inn mediene, kan det tenkes at det kan lages et mer etablert system for dette, og at dette kan knyttes opp mot det mer etablerte nettverket for handel og distribusjon av kuldemedier.

Retur av kuldemedium fra bilkjøleanlegg er omtalt som tiltak 12 i tiltaksanalysen (SFT 1997). Slik tiltaket er beskrevet i analysen vil det ikke bli utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Med mer rasjonell drift av innsamlingen av medium er det mulig at økonomien kan forbedres.

Kostnadene ved kuldemediet har ubetydelig innvirkning på utsalgsprisene på biler, og sannsynligvis ingen innvirkning på kjøpernes valg av bil. Bilkjøleanlegg har tradisjonelt sett høye lekkasjerater. Kostnadene ved service økes betraktelig som følge av en avgift.

Tabell 3. Tabellen viser prosentvis prisøkning på ulike typer kuldeutstyr som følge av avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Kostnadene som følge av lekkasje av kuldemedium over utstyrets levetid er inkludert. Alle priser er i kr, og representerer priser på ulike typer utstyr uten kuldemedium, samt priser på utstyr inkludert kuldemedium, med og uten avgift. Prisen på mediet uten avgift er satt til 150 kr per kg, som tilsvarer prisen på HFK-134a. GWP-verdi for HFK-134a er 1300. (Etter HMS 2000)

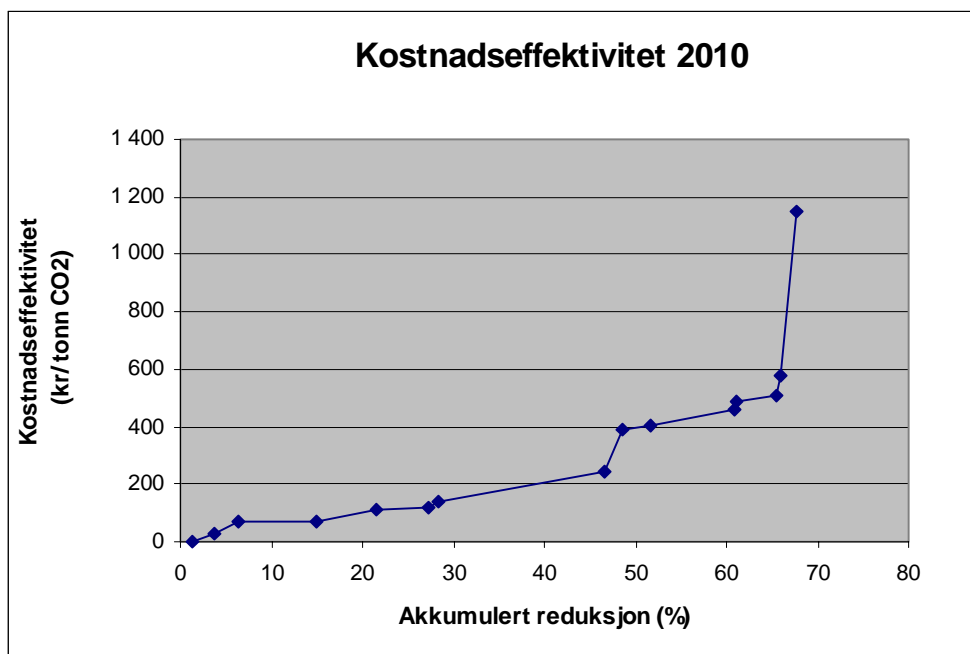
Type utstyr	Kostnad uten medium	Kostnad inkl. medium uten avgift	Kostnad inkl. medium med avgift	Prisøkning som følge av avgift, i %
Kjøleskap og hjemmefrysere	4 000	4 042	4 133	2
Små kuldeanlegg	4 160	4 745	7 085	49
Mellomstore kuldeanlegg	32 000	36 500	55 250	51
Store kuldeanlegg	160 000	182 500	276 250	51
Bilkjøleanlegg	10 000	10 900	12 850	18

8 Utslippsreduksjoner og kostnader knyttet til forslaget

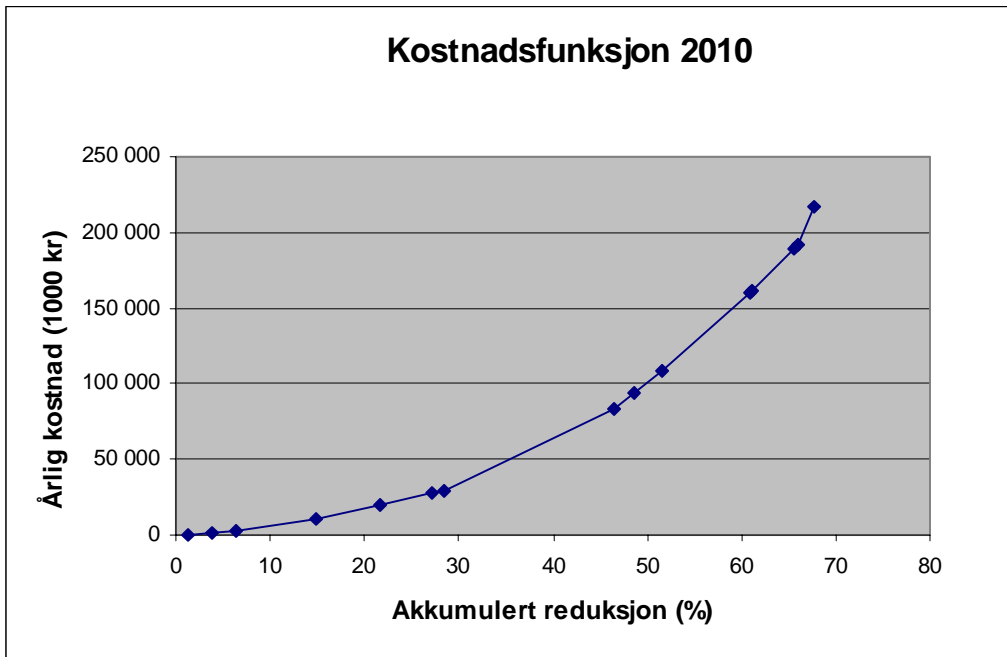
Det er foretatt analyser av kostnader og tiltak for å redusere utslippene av HFK, PFK og SF₆ fra produkter (SFT 1997, SINTEF 2000). Analysene er laget på bakgrunn av prognosene for de reelle utslippene (Tier 2) av HFK, PFK og SF₆. Resultater fra analysene er presentert i figur 2, 3, 4 og 5, og viser at en importavgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil kunne redusere utslippene av HFK, PFK og SF₆ med ca 47% i 2010, og ca 40% i 2020. Videre viser resultatene at den årlige kostnaden ved å gjennomføre disse reduksjonstiltakene vil være ca 70 - 80 mil kr.

Tiltakene med marginalkostnad lavere enn 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent, og som forventes utløst av en tilsvarende avgift, vil først og fremst være tiltak som innebærer retur av kuldemedier fra store og mellomstore kuldeanlegg. Tiltak som innebærer overgang til kuldemedier med lavere GWP-verdier, samt overgang til alternative blåsemidler i produksjon av isolasjonsskum vil også bli utløst. Utslipp av SF₆ fra høyspentutstyr vil også bli redusert som følge av avgift.

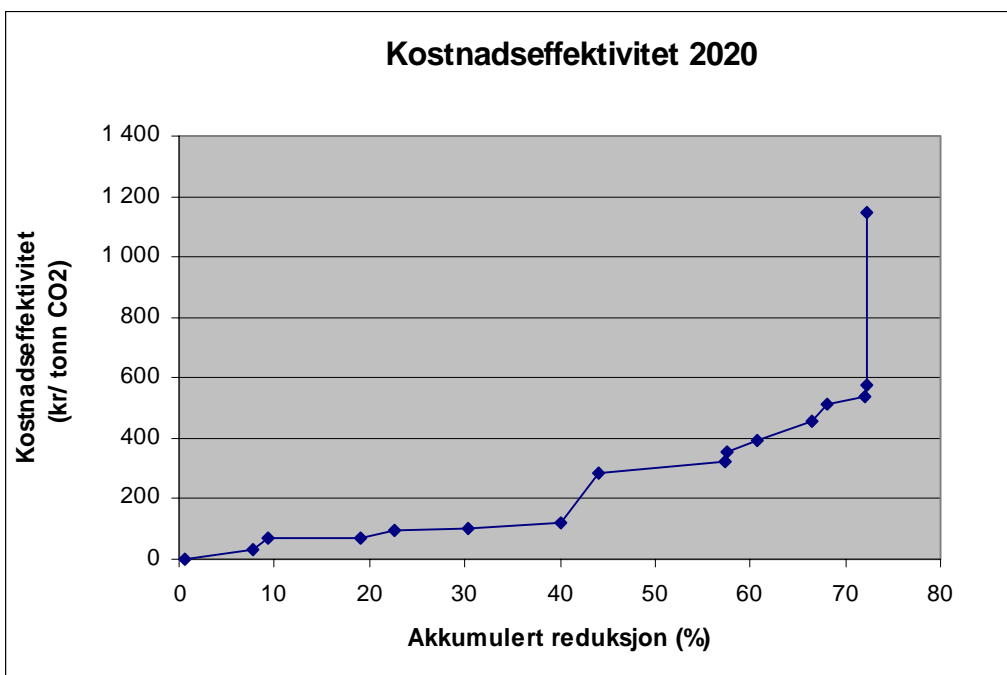
Tiltakene som er inkludert i analysen er presentert i rangert rekkefølge i Appendix 3 og 4.



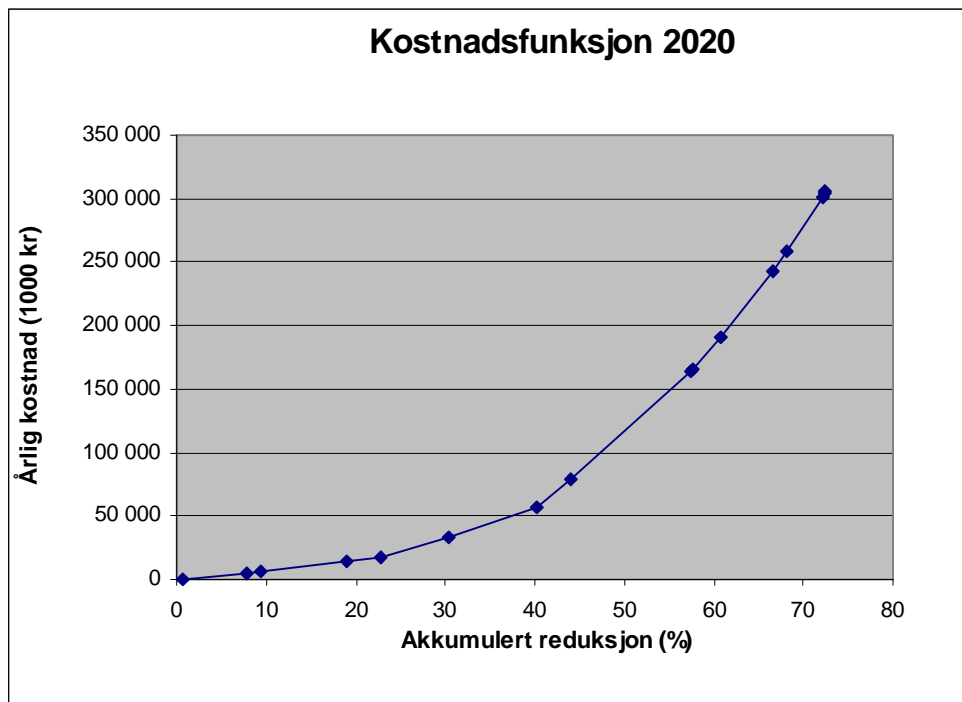
Figur 2. Marginale tiltakskostnader i 2010 for reduksjon av HFK, PFK og SF₆, basert på prognoser for reelle utslipp etter Tier 2. Utslippene av gassene er omregnet til CO₂-ekvivalenter i henhold til gassenes GWP-verdier. Figuren inneholder bare tiltak med marginalkostnad mindre enn 1200 kr per tonn CO₂-ekvivalent (Appendix 3)



Figur 3. Årlige kostnader i 2010 for reduksjon av HFK, PFK og SF₆, basert på prognoser for reelle utslipp etter Tier 2. Utslippene av gassene er omregnet til CO₂-ekvivalenter i henhold til gassenes GWP-verdier. Figuren inneholder bare tiltak med marginalkostnad mindre enn 1200 kr per tonn CO₂-ekvivalent (Appendix 3)



Figur 4. Marginale tiltakskostnader i 2020 for reduksjon av HFK, PFK og SF₆, basert på prognoser for reelle utslipp etter Tier 2. Utslippene av gassene er omregnet til CO₂-ekvivalenter i henhold til gassenes GWP-verdier. Figuren inneholder bare tiltak med marginalkostnad mindre enn 1200 kr per tonn CO₂-ekvivalent (Appendix 4)



Figur 5. Årlige kostnader i 2020 for reduksjon av HFK, PFK og SF₆, basert på prognoser for reelle utslipp etter Tier 2. Utslippene av gassene er omregnet til CO₂-ekvivalenter i henhold til gassenes GWP-verdier. Figuren inneholder bare tiltak med marginalkostnad mindre enn 1200 kr per tonn CO₂-ekvivalent (Appendix 4)

9 Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger av forslaget til avgift

9.1 Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for kuldebransjen

Det største forbruket av HFK vil bli innenfor kuldebransjen. Bransjen preges av et stort antall kuldeanlegg som varierer mye i størrelse, og et stort antall bedrifter som selger og driver service på kuldetekniske produkter til mange ulike formål. De fleste bedriftene er små, og det er bare noen få store. Importen av kuldemedier skjer gjennom mindre enn 10 importører. Import av bilkjøleanlegg foregår imidlertid gjennom den enkelte bilforhandler (HMS 2000).

SFTs opplysninger og erfaringer fra arbeid med KFK og HKFK tyder ikke på at en avgift i størrelsesorden 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil medføre store negative konsekvenser for noen av aktørene innenfor kuldebransjen.

Brukerne eller eierne av kuldeteknisk utstyr vil kunne merke en prisøkning på produktene. I den grad kuldemediet utgjør en vesentlig del av utstyrskostnaden vil avgiften ha betydning for kunders valg av utstyr. Dette vil særlig gjelde større kommersielle og industrielle anlegg, hvor overgang til alternativ teknologi med annet kuldemedium vil være en nærliggende strategi.

Det er etter hvert god tilgang på alternative kuldemedier som ikke inneholder HFK. De vanligste er ammoniakk og hydrokarboner. Kuldeteknikk med CO₂ ligger litt fram i tid, men kan bli et konkurransedyktig alternativ for visse applikasjoner. I tillegg kan nye teknologiske løsninger redusere mengden kuldemedium i utstyret, noe som fører til lavere forbruk av kuldemedier. (SFT 1997)

Tetting av anlegg og resirkulering av mediet vil også være gode strategier for å redusere kostnadene. Avgiften på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil fremme slik resirkulering (HMS 2000).

Det er ikke fare for at kuldetekniske produkter med stor samfunnsmessig betydning vil falle ut av markedet som følge av prisøkningen på kuldemediet. Det er også lite sannsynlig at avgiften medfører tap av arbeidsplasser eller næringsvirksomhet innenfor kuldebransjen.

9.2 Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for skumplastbransjen

Som følge av flere års usikkerhet om fremtiden for HFK er dagens forbruk av HFK i skumplastbransjen lite. Uten denne usikkerheten ville forbruket sannsynligvis vært det mangedobbelte. Denne usikkerheten er lagt inn som en forutsetning i vurderingene om det framtidige markedet for produkter skummet med HFK.

9.2.1 Produksjon av stivt polyuretanskum (PUR)

Kostnadsøkningen som følge av en HFK-avgift på 100 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil ligge i området 15 – 30% for de mest aktuelle isolasjonsproduktene. Fra og med dette avgiftsnivået vil det være bedre økonomi å øke isolasjonstykkelsen enn å velge HFK som drivgass og isolasjonsmedium. Med avgift på 100 kr eller mer blir det derfor lite aktuelt å bruke HFK som drivgass for produksjon av stivt PUR. Det finnes imidlertid noen anvendelsesområder som er mindre prisømfintlig enn de rene isolasjonsproduktene, og hvor HFK fortsatt kan bli brukt.

Overgang til pentan som drivgass innebærer en investering på ca 2 – 3 mill kr per produksjonssted. Investeringen vil neppe ha store konsekvenser for konkurranseevnen, blant annet fordi produktene blåst med pentan kan bli noe rimeligere per kg ferdig PUR enn tilsvarende produkter med HKFK.

Gjenvinning av drivgass fra skumplast som kasseres er svært kostbart og ansees ikke som aktuelt. Noe drivgass forsvinner under produksjon, og noe diffunderer ut av produktene under bruk. Destruksjon av produktet er mer realistisk, og avgiften kan refunderes ved innlevering.

9.2.2 Produksjon av mykt polyuretanskum (PUR)

En avgift på HFK, og på importerte produkter som er fremstilt med HFK, kan i noen grad ha en liten positiv effekt for norske produsenter av mykt PUR-skum. Det er positivt for miljøet og for norske arbeidsplasser dersom norske varer uten HFK kan erstatte utenlandske varer som er produsert med HFK. Utover dette vil ikke en HFK-avgift ha noen betydning.

I importerte biler er det mye PUR-skum, men det er ikke kjent i hvilken grad bilindustrien benytter HFK til skumming av mykt integralskum og skum til bilseter. Avgift på skum blåst med HFK vil neppe få betydning for importen og omsetningen av biler, eller for norske arbeidsplasser. En Norsk HFK-avgift på skummet i biler kan bli vanskelig å håndtere.

9.2.3 Bruk av polyuretanfugeskum (PUR)

En HFK-avgift overfor disse produktene vil ha liten eller ingen betydning for norske virksomheter.

In situ PUR-skumming og PUR-spray benyttes bare i liten grad i Norge, og det er foreløpig ikke kjent at HFK brukes i PUR-fugeskum. Produktet selges for det meste som trykkflasker med 0,7 kg vare til utsalgspris på ca 100 kr. En eventuell HFK-avgift på 100 kr per tonn CO₂ ekvivalent vil øke denne prisen med ca 3 kr, og forventes ikke å ha noen innvirkning på omsetningen. Avgifter på 300 – 400 kr per tonn CO₂ ekvivalent kan muligens føre til redusert omsetning.

HFK er imidlertid et aktuelt framtidig drivmiddel på disse områdene, og dersom HFK ikke blir regulert, kan vekst i forbruket forventes.

9.2.4 Produksjon av ekstrudert polystyrenskum (XPS)

I Norge produserer en bedrift XPS til isolasjonsformål. Ca 10% eksporteres. Foreløpig ser det ut til at HFK er det eneste aktuelle alternativet til skumming av XPS dersom produktkvalitet og konkurranseevne mot alternative produkter skal opprettholdes. I dag brukes det lite HFK til dette formålet, men forbruket forventes å øke kraftig når HKFK fases ut i 2003.

HFK-avgift på 100 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil gi en kostnadsøkning på 25%. En del av markedet vil sannsynligvis akseptere denne kostnadsøkningen.

Ved avgifter fra 200 – 400 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil HFK neppe lengere være aktuelt som drivmiddel for framstilling av XPS, fordi en så vidt stor kostnadsøkning antagelig vil føre til overgang til alternative produkter, og sannsynligvis nedbemanning i produksjonen av XPS. Tilsvarende oppbemanning andre steder vil antagelig ikke skje på grunn av tilstrekkelig produksjonskapasitet allerede.

9.3 Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for næringen som leverer utstyr med HFK til brannslukking

En avgift på HFK vil få konsekvenser for bruken av HFK som brannslukningsmiddel, fordi gassen her utgjør en stor del av kostnadene ved anlegget.

Bransjen preges av et begrenset antall bedrifter som selger og monterer brannslukningsanlegg. Det er SFTs inntrykk at bedriftene ikke bare fører utstyr med HFK, men også annen teknologi. Tap av arbeidsplasser og næringsvirksomhet som følge av avgiften ansees derfor lite sannsynlig.

Brukerne eller eierne av brannslukningsutstyr med HFK vil merke en betydelig prisøkning på produktene. Overgang til alternativ teknologi vil være den mest sannsynlige strategien. Det er god tilgang på alternative løsninger, blant annet utstyr med CO₂, vanntåke, skum, samt blandinger av nitrogen, argon og CO₂. Produktene finnes på markedet. I tillegg finnes det ulike typer detektorer for røyk og varme (SFT 1997).

9.4 Konsekvenser for bruk av HFK i astmamedisin

HFK brukes også som drivgass i astmamedisiner (inhalatorer). Produktene omfattes ikke av SFTs forslag til regulering. Mengdene HFK i slike medisiner er imidlertid så liten at en prisøkning som følge av avgiften på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent ikke har praktisk betydning for bruken.

9.5 Mulige konsekvenser og fordelingsvirkninger for kraftbransjen, samt for Norske produsenter av utstyr til kraftbransjen og kuldebransjen

En avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent vil øke prisen på SF₆ mer enn 20 ganger. Dette vil medføre en radikal økning i kraftbransjens innsats for å redusere utslippene ytterligere. Avgiften vil gjøre GIS-anlegg så dyre at det i Norge ikke vil bli bygget flere slike anlegg. (SINTEF 2000)

Kraftforsyningen vil måtte flytte de økte kostnadene som avgiften medfører over på sine kunder. For de av selskapene som opererer i et konkurranseutsatt marked (primært kraftprodusentene) kan en avgift virke konkurransevridende i moderat grad, spesielt i forhold til konkurrenter i andre land som ikke har avgift på SF₆. (SINTEF 2000).

Salget av SF₆ vil stoppe så og si fullstendig opp for en periode på flere år i det øyeblikk det innføres en avgift.

En norsk bedrift er i ferd med å sette i drift en ny produksjon av SF₆-isolerte mellomspenningsanlegg. Dersom avgiften innføres vil slike SF₆-isolerte anlegg sannsynligvis bli mindre konkurransedyktige i forhold til annen teknologi, noe som kan få følger for denne produksjonen. Bedriften er gjort kjent med forslaget om avgift.

9.6 Konsekvenser for bruk av SF₆ som sporgass

Avgiften vil sannsynligvis sette i verk utvikling av nye alternative metoder uten bruk av SF₆. Innenfor oljenæringen er bruk av sporgasser av så stor betydning, og forbruket av gass såpass begrenset, at avgiften alene neppe vil medføre utfasing dersom alternative metoder ikke blir utviklet.

10 Beskrivelse av tiltak for å redusere utslipp av HFK, PFK og SF₆

Tiltakene 1 – 16 som presenteres her er i stor grad de samme som i tiltaksanalysen fra 1997 (SFT 1997). I analysen fra 1997 er det i mindre grad skilt mellom import av HFK, PFK og SF₆ i bulk og produkter, og det reelle utslippet av de samme gassene. Se for øvrig figur 1. SFT så det derfor som nødvendig å oppdatere analysen slik at skillet mellom utslipp og forbruk i bulk og produkter ble klarere definert. Revisjonen er utført av Hans T. Haukås AS (Haukås 2000). I den reviderte analysen som presenteres her er tiltakene imidlertid utelukkende rettet mot utslippene av HFK, PFK og SF₆.

Tiltakene 13 og 14 om produksjon av isolasjonsskum er supplert med opplysninger fra er Rådgivende Ingeniører AS (Rådgivende Ingeniører 2000).

Tiltakene 17 –21 om utslipp av SF₆ fra høyspenningsutstyr er utredet av SINTEF Energiforskning AS (SINTEF 2000).

Analysemetoden er den samme som beskrevet i tiltaksanalysen fra 1997 (SFT 1997). Framskrivningene av utslipp er imidlertid noe revidert.

Tiltakene er presentert i rangert rekkefølge i Appendix 3 og 4.

Tiltak 1: Overgang til hydrokarbon som kuldemedium i kjøleskap og hjemmefrysere

Tiltaket går ut på at kjøleskap og hjemmefrysere som importeres til Norge har hydrokarbon (isobutan) som kuldemedium i stedet for HFK. Full effekt av tiltaket oppnås når hele den tidligere anleggsparken er skiftet ut, ca. år 2015. Overgangen til hydrokarboner anses som "naturlig", og bruk av avgift som virkemiddel vil ha liten praktisk betydning for gjennomføringen av tiltaket. Merkostnad som følge av økte produksjonskostnader er satt til 220 kroner per enhet. Drifts- og servicekostnadene ventes uforandret.

I analysen er det lagt til grunn at 50% av tiltaket gjennomføres (se tiltak 2)

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 2: Oppsamling av kuldemedium fra utrangerte kjøleskap og hjemmefrysere

Tiltaket omfatter en tilsvarende ordning for oppsamling av HFK-134a fra kuldeanlegget som den som er etablert for KFK. Gjenvinningsvirkningsgraden er satt til 60% i forhold til opprinnelig påfylt mengde kuldemedium. Tiltaket vil påvirkes av Tiltak 1, og i analysen er det lagt til grunn at hvert av tiltakene gjennomføres med 50%.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 3: Redusert svinn av kuldemedium

Svinn av kuldemedium i form av lekkasjer og tap ved service kan være betydelige. Det antas at årlige lekkasjer fra større kuldeanlegg vil være i størrelsesorden 15-20% av fyllingen.

Tiltaket går ut på å øke kvaliteten av tekniske løsninger og prosedyrer ved bygging, drift og service, slik at svinn av kuldemedium reduseres til ca 5% av fyllingen. Tiltaket rettes i

første rekke mot kommersiell og industriell sektor, der anleggene er mest utsatt for lekkasje. Enkelte tiltak vil være direkte lønnsomme, mens andre vil være relativt dyre å gjennomføre. Tiltaket vil ha full effekt fra ca. 2015, når alle anleggene som er bygget etter gammel standard er kondemnert.

I følge analysen kan deler av tiltaket bli utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 4: Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av mindre anlegg

Det finnes et stort antall små kuldeanlegg, særlig innenfor handels- og servicesektoren, men også i privat sektor, som matbodkjølere, varmepumper, gårdsmelketanker osv. I tillegg finnes et betydelig (og økende) antall små luftkondisjoneringsanlegg. Mengden kuldemedium som er fylt på disse anleggene kan være opp til 3-4 kg, men gjennomsnittlig fylling er satt til 1,3 kg.

Tiltaket går ut på å samle opp kuldemediet når anleggene tas ut av drift. Mediet vil deretter bli regenerert for gjenbruk eller destruert dersom det ikke kan gjenbrukes. Det er antatt at 75% av opprinnelig påfylt mengde kuldemedium kan gjenvinnes. Tiltaket vil omfatte mange anlegg i kommersiell sektor, samt luftkondisjoneringsanlegg og varmepumper, og det forventes ikke å få effekt før nærmere år 2010 når HFK-anlegg begynner å rangeres ut. Full effekt vil ikke oppnås før etter 2020.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Gjenvinning fra småanlegg blir generelt ikke spesielt lønnsomt, og naturligvis dårligere jo mindre fyllingen er.

Tiltak 5: Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av mellomstore anlegg

Tiltaket er tilsvarende som tiltak 4, men omfatter anlegg med fylling opp til ca 25 kg per enhet. Gjennomsnittsfyllingen er regnet lik 10 kg. De fleste av disse anleggene vil være innenfor kommersiell og industriell sektor. Anlegg av denne størrelsen omfatter også varmepumper og vannkjøleaggregater for luftkondisjonering og prosesskjøling.

Det er også her antatt at en mengde tilsvarende 75% av opprinnelig påfylt mengde gjenvinnes, og tiltaket forventes ikke å ha effekt før utrangeringen av HFK-anlegg starter omkring 2010. Full effekt forventes fra ca 2020.

I følge analysen blir tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 6: Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av store anlegg

Tiltaket er tilsvarende som Tiltak 4 og 5, men omfatter de største anleggene. Fyllingen per anlegg vil være over 25 kg, i mange tilfeller flere hundre kilo. Det er her regnet med et gjennomsnitt på 50 kg fylling. Slike anlegg finnes først og fremst innenfor industriell sektor, men også i kommersiell sektor. Noen varmepumper og isvannsmaskiner for luftkondisjonering er også av denne størrelsen.

Det er antatt at 75% av opprinnelig påfylt mengde kuldemedium kan gjenvinnes, og tiltaket forventes ikke å ha effekt før utrangeringen av HFK-anlegg starter om kring 2010. Full effekt forventes fra ca. 2020. Det forutsettes at 70% av gjenvunnet medium går til gjenbruk.

I følge analysen blir tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent. Det er god økonomi i gjenvinning av kuldemedium fra så store anlegg.

Tiltak 7: Bruk av HFK-134a som kuldemedium for kjøleformål

HFK-134a har lavest GWP-verdi av de aktuelle HFK-kuldemediene. Til tross for at HFK-134a energimessig er det beste halokarbonbaserte kuldemediet for kjøleformål, brukes det bare i begrenset omfang. Årsaken er at bruk av dette mediet gir noe dyrere anlegg enn konkurrerende HFK-medier.

Tiltaket går ut på i størst mulig grad å bruke HFK-134a for kjøleformål, luftkondisjonering varmpumper. Tiltaket vil ikke redusere utslippet av HFK, men ekvivalent mengde CO₂ vil bli redusert.

I følge analysen blir tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 8: Overgang til hydrokarbon som kuldemedium i små anlegg

Tiltaket går ut på å erstatte HFK med hydrokarboner i lette kommersielle anlegg og i noen av de mindre luftkondisjoneringsanleggene. Anleggene det gjelder vil være fabrikkproduserte anlegg av hermetisk type. Gjennomsnittlig mengde kuldemedium vil være ca 400 gram per enhet. Mediene som erstattes vil i første rekke være HFK-134a (til kjøling), HFK-404A og HFK-507 (til frys). En forutsetning for tiltaket er at det ikke legges hindringer i veien for bruk av brennbare medier. Konkrete kostnadsvurderinger for omlegging til hydrokarboner på denne sektoren er lite kjent.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 9: Overgang til alternativt kuldemedium i større kjøleanlegg Gjennomsnittlig merinvestering 25%

Tiltaket går ut på å erstatte HFK i store kjøleanlegg innenfor industriell og kommersiell sektor, med ammoniakk eller hydrokarboner, og å bruke de samme mediene i en del store varmpumper og anlegg for luftkondisjonering. Ammoniakk er en giftig og brennbar gass, hydrokarbonene er brennbare og eksplosive, og CO₂ er giftig i høye konsentrasjoner. Installering av anlegg med slike kuldemedier krever derfor sikkerhetsmessige tilpasninger av omgivelsene, og dette øker kostnadene i forhold til HFK-anlegg. I dette tiltaket er merkostnaden satt til 25%. Det er vanskelig å si noe konkret om hvor mange anlegg som vil omfattes av dette pristillegget, men i analysen er antallet satt til 30% av de nevnte anleggstypene. Tiltaket vil ha full effekt fra ca. 2020

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 10: Overgang til alternativt kuldemedium i større kjøleanlegg Gjennomsnittlig merinvestering 50%

Tiltaket er identisk med foregående tiltak, Tiltak 9, men i dette tiltaket økes antallet anlegg som omfattes av tiltaket til å omfatte alle anlegg hvor bruk av alternative medier medfører at merinvesteringen blir opptil 50%. Tiltak 9 og 10 kan derfor ikke gjennomføres samtidig. Den høye merinvesteringen fører til at kostnadseffektiviteten blir dårligere, og tiltak 9 er derfor lagt til grunn for den videre analysen til fordel for dette tiltaket.

Med en så stor merinvestering som her, forutsettes det å være mulig å dekke godt over halvparten av kjøleformålene hvor ammoniakk ansees som teknisk relevant, og hvor det av sikkerhetsmessige grunner kan benyttes. Tiltaket vil ha full effekt fra ca. 2020.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 11: Overgang til alternativt kuldemedium i større fryseanlegg Gjennomsnittlig merinvestering 50%

I industrien, og spesielt innenfor næringsmiddelindustrien, er det vanlig å bruke ammoniakk i store fryseanlegg. Tiltaket går ut på å erstatte HFK med ammoniakk i mellomstore og store fryseanlegg hvor ammoniakk tidligere ikke har vært benyttet, bl.a. om bord i båter og i frysedisker i større supermarkeder. Dette forutsetter at det i flere anlegg benyttes indirekte systemer der kuldebæreren sirkulerer i lukket sløyfe mellom frysemaskineriet og frysestedet. Den samme forutsetning gjelder for bruk av hydrokarboner, for eksempel propan. Tiltaket omfatter også mellomstore anlegg hvor ammoniakk kan brukes i direkte system, men hvor den har vanskelig for å konkurrere økonomisk med HFK.

Den nye teknikken er ikke ferdigutviklet, men vil om få år gjøre indirekte ammoniakksystemer mer attraktive for fryseformål. Tiltaket omfatter alle anlegg hvor bruk av alternative medier medfører at merinvesteringen blir inntil 50%.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 12: Oppsamling av kuldemedium fra bilkjøleanlegg ved kondemnering

Tiltaket går ut på å samle opp kuldemediet på bilkjøleanleggene i forbindelse med at anlegget skiftes ut eller bilen kondemneres. Tiltaket er relevant også i forbindelse med serviceinngrep, men det er vanskelig å vurdere hvor mye som kan gjenvinnes ved service. Analysen er derfor begrenset til å omfatte oppsamling ved kondemnering. Prisen for tømning er satt til 280 kr per bil. En forutsetning for denne prisen er at det finnes et rasjonelt system som betjener et stort antall biler.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 13: Overgang til pentan eller CO₂ som blåsemiddel for stivt polyuretanskum

Det finnes i dag tilgjengelig teknologi for å produsere stivt polyuretanskum uten å bruke halokarboner. Tiltaket går ut på å legge all produksjon av stivt polyuretanskum om til pentan eller CO₂ når fabrikkene om få år må fase ut HKFK. På grunn av behov for tykkere isolasjon vil produktprisen øke. I kostnadsberegningen er tatt hensyn til økte produksjonskostnader og besparelser som følge av billigere blåsemidler.

I følge analysen blir tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 14: Overgang til HFK-152a som blåsemiddel for ekstrudert polystyren

HFK-152a har GWP-verdi lik 140, som er i overkant av 10% av GWP for HFK-134a som uten tiltak ville vært førstevalget til dette formålet. Rent teknisk er det mulig å fremstille et XPS-skum med gode fukttekniske egenskaper med HFK-152a. Ulempen er imidlertid at mediet er brennbart, og at isolasjonsverdien er 10% lavere enn for produkter som er laget med HFK-134a. Dette forutsettes kompensert ved økt isolasjonstykkelse.

Tiltaket går ut på å legge produksjonen av ekstrudert polystyren om til ren HFK-152a, når HKFK i løpet av få år skal fases ut i stedet for å bruke en blanding av HFK-152a og HFK-134a. I kostnadsberegningen er det tatt hensyn til økte kostnader i forbindelse med eksplosjons sikring av lokaler og utstyr, kostnader til modifikasjon av prosessen, samt økte vedlikeholdsutgifter. Prisen på produktet øker med ca 10% på grunn av at redusert isolasjons-evne kompenseres med tykkere isolasjon.

I følge analysen blir tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 15: Unngå bruk av HFK ved damprenseprosess

I rapport 97:32 er det beskrevet et tiltak som går ut på å bruke HFE i damprenseprosesser for presisjonsrensing i stedet for HFK. Dette tiltaket bygger på en forutsetning om at HFK vil bli tatt i bruk til presisjonsrensing. SFT har imidlertid ikke opplysninger som tyder på at HFK vil bli tatt i bruk til dette formålet, og har derfor valgt å stryke tiltaket. Utslipptet fra slik rensing er også fjernet fra framskrivningen uten at dette medfører kostnadsmessige konsekvenser.

Tiltak 16: Unngå bruk av HFK som brannslukningsmiddel

Tiltaket går ut på å erstatte kjemiske slukkemidler med andre metoder, blant annet CO₂, vanntåke, skum, blandinger av nitrogen, argon og CO₂, samt detektorer som varsler brantilløp på et tidlig tidspunkt, slik at brann kan slukkes manuelt eller eventuelt forhindres. Alternative metoder kan sannsynligvis konkurrere prismessig med de kjemiske løsningene, og tiltaket er derfor uten kostnadsmessige konsekvenser.

I følge analysen blir tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 17: Bedre utstyr for tømning og fylling av gass på GIS-anlegg

Før GIS-anleggene kan åpnes i forbindelse med feilretting eller vedlikehold må SF₆-gassen tappes av. 80 - 85% av gassen samles som regel opp, men for å få tatt vare på de resterende 15 - 20% av gassen kreves det bedre utstyr for gassbehandling og bedre arbeidsrutiner.

Tiltaket går ut på å sørge for bedre tømning av anlegg før luft slippes inn og anlegget åpnes. Betydelig opprustning og modernisering av utstyret er nødvendig. I løpet av en 10 års periode skal det være mulig å redusere disse utslippene med 90%.

I følge analysen blir tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 18: Redusere punktlekkasjene fra GIS-anlegg

De fleste GIS-anlegg i Norge har små lekkasjer av SF₆ gass. Det er rimelig å anta at den gjennomsnittlige årlige lekkasjen kan være 0,2 - 0,3% av akkumulert volum. Utbedring av lekkasjer medfører ofte at GIS-anlegget må ut av drift. Dette øker faren for mørklegging, noe som kan medføre store samfunnsøkonomiske kostnader. Lekkasjesøking kan være tidkrevende og vanskelig, og kan bli kostbart.

Lekkasjer kan oppdages og tettes raskere ved å bedre kontrollen av anleggene, og ved å gjøre inspeksjonsintervallene kortere. Et rimelig anslag kan være at punktlekkasjene kan reduseres med to tredeler i løpet av en 10- års periode.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 19: Færre overlagte utslipp, og mindre svinn av SF₆-gass i forbindelse med arbeid på frittstående brytere og andre komponenter

Elektrisk overslag etc. som følge av feil i frittstående brytere og andre komponenter kan føre til at SF₆-gassen blir forurenset og må byttes ut eller renses. Ved feilretting er det ikke uvanlig at denne gassen slippes ut i stedet for å bli renses og fylt tilbake på anlegget. Årsaken til utslippene kan være mangel på egnede gassbehandlingsanlegg for avtapping, rensing og tilbakefylling, og at operatørene har for lite kunnskap om prosedyrene.

Tiltaket går ut på å anskaffe ca 20 nye gassbehandlingsanlegg for å øke tilgjengeligheten av egnet utstyr, slik at gassen alltid kan samles opp og brukes om igjen ved feilretting og vedlikehold på frittstående brytere, måletransformatorer og andre komponenter. Et femtitalls brukere skal læres opp. Tiltaket kan redusere utslippene med ca 80%.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 20: Fase ut bruken av GIS-anlegg i løpet av en tiårsperiode

Tiltaket går ut på å erstatte samtlige 83 norske GIS-anlegg med luftisolerte anlegg i løpet av ti år. I nye luftisolerte anlegg vil det fortsatt vær nødvendig å bruke SF₆ som lysbuemedium i effektbryterne, men gassmengdene i de aktuelle koblingsanleggene vil reduseres med ca. 95%. Utslippene vil reduseres tilsvarende. I forhold til luftisolerte anlegg er GIS-anlegg svært kompakte. Tiltaket vil derfor medføre svært store bygnings- og arealmessige behov.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

Tiltak 21: Fase ut bruken av SF₆-isolerte mellomspenningsanlegg

Kostnadene ved mellomspenningsanlegg med SF₆ er anslagsvis 30 - 50% høyere enn for tilsvarende luftisolerte anlegg. Egenskaper som redusert plassbehov og bedre personsikkerhet har imidlertid ført til at markedsandelen for anlegg med SF₆ virker å være klart økende.

Tiltaket går ut på at det til nye installasjoner velges teknologi uten SF₆. Alternativet vil i de fleste tilfeller være utstyr med luft som isolasjons- og lysbuemedium, eventuelt vakuum som lysbuemedium. I løpet av en periode på ca 20 år vil tiltaket medføre utfasing av SF₆ i mellomspenningsanlegg. I utfasingsperioden vil det imidlertid være utslipp fra SF₆ anlegg som allerede er installert.

I følge analysen blir ikke tiltaket utløst av en avgift på 250 kr per tonn CO₂-ekvivalent.

11 Referanser

- Econ 1997 a: "Avgift på tetrakloreten. Utarbeidet for Miljøverndepartementet" Econ-rapport nr. 29/97, Prosjekt nr. 10362, ISBN 0803-5113, 28.04.1997.
- Econ 1997 b: "Avgift på trikloreten. Utarbeidet for Miljøverndepartementet" Econ-rapport nr. 26/97, Prosjekt nr. 10362, ISBN 0803-5113, 30.04.1997.
- Haukås 2000: "Oppdatering av tiltaksanalyse for HFK." Rapport fra HANS T. HAUKÅS AS skrevet på oppdrag fra SFT. 28.03.2000
- HMS 2000: "System for retur av HFK." Rapport fra Alf M. Kristensen i HMS Magnus AS, 30.03.2000.
- IPCC 1995: "Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Summary for Policymakers" IPCC, 1995.
- IPCC 1996: "IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Industrial Processes" IPCC, revidert versjon 1996.
- IPCC 2000: "Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories" IPCC Final Draft Report, May 2000.
- Miljøverndepartementet 1991. "Forskrift om tilvirkning, innførsel, utførsel og bruk av klorfluorkarboner (KFK) m.v." FOR 199-01-21 nr 55.
- Miljøverndepartementet 1996. "Forskrift om håndtering av kasserte KFK-haldige kuldemøbel." FOR 1996-12-10 nr 1310.
- Miljøverndepartementet 1997: "Forskrift om produksjon, import, eksport og bruk av hydroklorfluorkarboner (HKFK) m.v." FOR 1997-07-14 nr 790.
- Miljøverndepartementet 1998 a: "Avgift på tetrakloreten (PER). Rapport fra en interdepartemental arbeidsgruppe for avgifter på helse- og miljøskadelige kjemikalier med representanter fra Miljøverndepartementet, Finansdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet, og Statens forurensningstilsyn." 97/2581, Notat av 20.05.98.
- Miljøverndepartementet 1998 b: "Avgift på trikloreten (TRI). Rapport fra en interdepartemental arbeidsgruppe for avgifter på helse- og miljøskadelige kjemikalier med representanter fra Miljøverndepartementet, Finansdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet, og Statens forurensningstilsyn." 97/2581, Notat av 20.05.98.
- Miljøverndepartementet 1998 d: "Forskrift om kasserte elektriske og elektroniske produkter." Fastsatt av miljøverndepartementet 16. mars 1998.
- Norsas 1999: "Refusjonsordning for TRI og PER" Notat fra Norsas AS av 03.12.99
- NOU 2000: "Et kvotesystem for klimagasser. Virkemiddel for å møte Norges utslippsforpliktelse under Kyotoprotokollen" Norges offentlige utredninger 2000:1.

SFT 1992: "KFK i kasserte kuldemøbler" SFT-rapport 93:06, 1992

SFT 1997: "Reduksjon i forbruket av HFK. Tiltak og Kostnader" SFT rapport 97:32, 1997

SFT 1998: "Reduksjon i forbruket av HFK. Virkemidler, tiltak og kostnader" Intern rapport fra SFT til Miljøverndepartementet, 14.01.1998.

SFT 1999 a: "Calculations of emissions of HFCs and PFCs in Norway. Tier 2 method" SFT rapport 99:03, 1999.

SFT 1999 b: "Materialstrømsanalyse av SF₆. Beregning av potensielt og faktisk utslippover tid" Utført av ICG på oppdrag fra SFT, 1999.

SFT 2000: "Reduksjon av klimagassutslipp i Norge. En tiltaksanalyse for 2000" SFT rapport 1708-2000.

SINTEF 2000: "Utredning av tiltak for å redusere utslippet av SF₆, og konsekvenser av regulering" SINTEF Energiforskning AS, Rapport nr. TR F5193, ISBN 82-594-1805-3, 14.04.2000.

Stortingsmelding nr 29 (1997-1998) Norges oppfølging av Kyotoprotokollen.",
Miljøverndepartementet 1998

RENAS 2000: "Håndtering av gassfylte (SF₆) høyspenningsanlegg og kondensatorer" Brev fra RENAS til SFT. Sak nr 2000/812.

Rådgivende Ingeniører 2000: "Utredning av fordelingsvirkninger og konsekvenser for skumbransjen som følge av avgift på HFK." Rapport fra Bjørn Vik, BA 8 Rådgivende Ingeniører AS, 09.05.2000.

12 Appendix 1

Tabell som viser kjemisk formel, atmosfæriske levetider, samt globalt oppvarmingspotensiale, for de ulike HFK, PFK og SF₆ forbindelsene slik de er definert i litteratur fra FNs klimapanel (IPCC 1995)

Typer HFK, PFK, SF ₆	Kjemisk formel	Atmosfæriske levetider, i år	Globalt oppvarmingspotensial, GWP (Tidshorisont) 100 år
CO ₂	CO ₂	-	1
HFK:			
HFK-23	CHF ₃	264	11.700
HFK-32	C ₂ F ₂	5,6	650
HFK-41	CH ₃ F	3,7	150
HFK-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	17,1	1.300
HFK-125	C ₂ HF ₅	32,6	2.800
HFK-134	C ₂ H ₂ F ₄	10,6	1.000
HFK-134a	CH ₂ FCF ₃	14,6	1.300
HFK-152a	C ₂ H ₄ F ₂	1,5	140
HFK-143	C ₂ H ₃ F ₃	3,8	300
HFK-143a	C ₂ H ₃ F ₃	48,3	3.800
HFK-227ea	C ₃ HF ₇	36,5	2.900
HFK-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	209	6.300
HFK-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	6,6	560
PFK:			
Perfluorometan	CF ₄	50000	6,500
Perfluoretan	C ₂ F ₆	10000	9,200
Perfluorpropan	C ₃ F ₈	2600	7,000
Perfluorbutan	C ₄ F ₁₀	2600	7,000
Perfluorcyklobutan	c-C ₄ F ₈	3200	8,700
Perfluorpentan	C ₅ F ₁₂	4100	7,500
Perfluorhexan	C ₆ F ₁₄	3200	7,400
SF₆:			
Svovel heksafluorid	SF ₆	3200	23,900

13 Appendix 2

Tabell med oversikt over sammensetning av ulike kuldemedier, samt medienes globale oppvarmingspotensiale (SFT 1999a). Blandinger merket (*) ble markedsført i Norge i 1999.

Kjølemedium	Komponenter	Sammensetning (%)
R-401A (*)	HKFK-22/HFK-152a/HKFK-124	53/13/34
R-401B (*)	HKFK-22/HFK-152a/HKFK-124	61/11/28
R-401K (*)	HKFK-22/HFK-152a/HKFK-124	33/15/52
R-402A (*)	HFK-125/HKFK-22/FK-290	60/38/2
R-402B (*)	HFK-125/HKFK-22/FK-290	38/60/2
R-403A	HKFK-22/PFK-218/FK-290	75/20/5
R-403B (*)	HKFK-22/R-218/FK-290	56/39/5
R-404A (*)	HFK-125/HFK-143a/HFK-134a	44/52/4
R-407A	HFK-32/HFK-125/HFK-134a	20/40/40
R-407B	HFK-32/HFK-125/HFK-134a	10/70/20
R-407K (*)	HFK-32/HFK-125/HFK-134a	23/25/52
R-407D	HFK-32/HFK-125/HFK-134a	15/15/70
R-407E	HFK-32/HFK-125/HFK-134a	25/15/60
R-408A	HFK-125/HFK-143a/HKFKK22	7/46/47
R-409A	HKFK-22/R-124/R-142b	60/25/15
R-409B	HKFK-22/R-124/R-142b	65/25/10
R-410A	HFK-32/HFK-125	50/50
R-410B	HFK-32/HFK-125	45/55
R-411A (*)	HK-1270/HKFK-22/HFK-152a	1.5/87.5/11
R-411B (*)	HK-1270/HKFK-22/HFK-152a	3/94/3
R-412A	HKFK-22/PFK-218/HKFK-142b	70/5/25
R-413A (*)	HFK-134a/PFK-218/HK-600a	88/9/3
IsKeon89	HFK-125/PFK-218/HK-290	86/9/5
IsKeon59	HFK-125/HFK-134a/HK-600a	?
FX-40	HFK-32/HFK-125/HFK-143a	10/45/45
FX-220	HFK-23/HFK-32/HFK-134a	4.5/21.5/74
HX4	HFK-32/HFK-125/HFK-	10/33/36/21
?	HFK-32/HFK-134a	30/70
R-507 (*)	HFK-125/HFK-143a	50/50
R-508A	HFK-23/PFK-116	39/61
R-508B (*)	HFK-23/PFK-116	46/54

14 Appendix 3. Tiltaksanalyse 2010

År 2010

:

HFk, PFK og SF6. Rangerte tiltak

Referanse (CO2 k
tonn):

1226

Til ta k nr.	Beskrivelse av tiltak	Kostn.- eff., kr/tonn CO ₂	Årskostn. 1000 kr	Red.ekv. Mengde CO ₂ ktonn	Akkumul ert reduksjon	% red	Akkumul ert kostnad	Akkumul erte utslipp etter tiltak
					0			
16	Unngå bruk av HFk for brannslukningsformål	0	0	17	17	1	0	1 210
6	Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av store anlegg	28	852	30,1	47	4	852	1 180
17	GIS Nye/bedre gassbeh. Anlegg	68	2 188	32	79	6	3 040	1 147
7	Bruk av HFk-134a som kuldemedium for kjøleformål	70	7 301	103,6	183	15	10 341	1 044
5	Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av mellomstore anlegg	110	8 953	81,5	264	22	19 294	962
14	Overgang til HFk-152a som blåsemiddel for XPS isolasjonsplater	121	8 300	68,8	333	27	27 594	893
13	Overgang til pentan/CO ₂ som blåsemiddel for stivt PUR-skum	139	2 032	14,6	348	28	29 626	879
3	Redusert svinn av kuldemedium	242	53 969	222,7	570	47	83 596	656
12	Oppsamling av kuldemedium fra bilkjøleanlegg ved kondemnering	393	9 810	25,0	595	49	93 406	631
9	Overgang til alternativt kuldemedium i større anlegg - kjøleforhold. Merinvestering 25%	404	14 877	36,9	632	52	108 283	594
11	Overgang til alternativt kuldemedium i større	457	52 049	114,0	746	61	160 332	480

	fryseanlegg. Merinvestering 50%							
19	Brytere mm., Redusert svinn	486	1 357	2,8	749	61	161 689	477
4	Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av mindre anlegg	511	27 927	54,7	804	66	189 616	423
18	GIS Redusert punktlekasje	577	2 576	4,5	808	66	192 192	418
2	Oppsamling av kuldemedium fra utrangerte kjøleskap og hjemmefrysere	1 147	24 911	21,7	830	68	217 102	397
7	Overgang til hydrokarbon som kuldemedium i små anlegg	1 385	13 063	9,4	839	68	230 165	387
21	Mellomspenningsanlegg, Utfasing av SF6	1 440	3 333	2,3	842	69	233 498	385
20	GIS, Utfasing av SF6	3 297	323 899	9,8	851	69	557 397	375

15 Appendix 4. Tiltaksanalyse 2020

År 2020

:

HFk, PFK og SF6. Rangerte tiltak

Referanse (CO2 k
tonn):

1984

Til ta k nr.	Beskrivelse av tiltak	Kostn.- eff., kr/tonn CO ₂	Årskostn. 1000 kr	Red.ekv. Mengde CO ₂ ktonn	Akkumul ert reduksjon	% red	Akkumul ert kostnad	Akkumul erte utslipp etter tiltak
					0			
16	Unngå bruk av HFk for brannslukningsformål	0	0	12,0	12	1	0	1 972
6	Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av store anlegg	31	4 406	141,1	153	8	4 406	1 831
17	GIS Nye/bedre gassbeh. Anlegg	68	2 188	33,0	186	9	6 594	1 798
14	Overgang til HFk-152a som blåsemiddel for XPS isolasjonsplater	71	8 300	190,0	376	19	14 895	1 608
13	Overgang til pentan/CO ₂ som blåsemiddel for stivt PUR-skum	96	2 032	74,0	450	23	16 927	1 534
7	Bruk av HFk-134a som kuldemedium for kjøleformål	104	15 956	152,7	603	30	32 882	1 381
5	Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av mellomstore anlegg	121	23 484	193,3	796	40	56 366	1 188
9	Overgang til alternativt kuldemedium i større anlegg - kjøleforhold. Merinvestering 25%	287	22 357	78,0	874	44	78 723	1 110
3	Redusert svinn av kuldemedium	326	86 029	264,0	1 138	57	164 752	846
19	Brytere mm., Redusert svinn	354	1 357	3,6	1 142	58	166 109	842
12	Oppsamling av kuldemedium fra bilkjøleanlegg ved kondemnering	394	24 965	63,3	1 205	61	191 074	779

11	Overgang til alternativt kuldemedium i større fryseanlegg. Merinvestering 50%	457	52 049	114,0	1 319	66	243 123	665
8	Overgang til hydrokarbon som kuldemedium i små anlegg	510	15 923	31,2	1 350	68	259 047	634
4	Oppsamling av kuldemedium ved kondemnering av mindre anlegg	535	42 752	79,8	1 430	72	301 799	554
18	GIS Redusert punktlekasje	577	2 576	4,4	1 434	72	304 375	549
2	Oppsamling av kuldemedium fra utrangerte kjøleskap og hjemmefrysere	1 145	893	0,8	1 435	72	305 268	549
21	Mellomspenningsanlegg, Utfasing av SF6	1 155	3 333	2,0	1 437	72	308 601	547
20	GIS, Utfasing av SF6	3 297	323 899	51,9	1 489	75	632 500	495