

Miljøprojekt Nr. 766 2003

Revurdering af emissioner fra
kommercielle køleanlæg,
transportkøl og mobile A/C

Tomas Sander Poulsen
COWI Consulting Engineers and Planners A/S

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

1	INDLEDNING	5
2	METODE	7
2.1	KOMMERCIELLE KØLEANLÆG OG KLIMANLÆG	7
2.2	TRANSPORTKØL OG A/C I KØRETØJER	8
3	REVURDERING AF EMISSIONER FRA KOMMERCIELLE KØLEANLÆG	11
3.1	DEFINITIONER FOR KOMMERCIELLE KØLEANLÆG OG KLIMA ANLÆG	11
3.1.1	<i>Kommercielle køleanlæg i detailhandel</i>	11
3.1.2	<i>Stationære klimaanlæg</i>	12
3.2	EMISSIONSFAKTORER	12
3.3	RESULTATET AF INTERVIEWUNDERSØGELSEN	13
3.3.1	<i>Påfyldning</i>	13
3.3.2	<i>Drift</i>	14
3.3.3	<i>Bortskaffelse/destruktion</i>	14
3.3.4	<i>Uheld</i>	15
3.3.5	<i>Levetid</i>	15
3.3.6	<i>Fremtiden</i>	15
3.4	KMO UNDERSØGELSEN	16
3.5	REVURDERING AF EMISSIONER	17
4	REVURDERING AF EMISSIONER FRA TRANSPORTKØL	21
4.1	TRANSPORTKØLEANLÆG I DANMARK	21
4.2	IPCC EMISSIONSFAKTORER FOR TRANSPORTKØLEANLÆG	21
4.3	RESULTAT AF INTERVIEWUNDERSØGELSEN	22
4.3.1	<i>Drift</i>	22
4.3.2	<i>Bortskaffelse og destruktion</i>	23
4.3.3	<i>Uheld</i>	23
4.3.4	<i>Sammenfatning</i>	23
4.4	REVURDERING AF EMISSIONSFAKTORER	23
4.5	BEREGNING AF DEN TOTALE FYLDNING (STOCK) FOR TRANSPORTKØL	24
4.6	BETYDNING FOR EKSISTERENDE EMISSIONSBEREGNINGER	25
5	REVURDERING AF EMISSIONSFAKTORER FOR MOBILE A/C ANLÆG	27
5.1.1	<i>Status: Mobile A/C anlæg</i>	27
5.1.2	<i>IPCC's emissionsfaktorer for mobile A/C anlæg</i>	28
5.2	RESULTAT AF INTERVIEWUNDERSØGELSE FOR MOBILE A/C ANLÆG	28
5.2.1	<i>Påfyldning</i>	28
5.2.2	<i>Drift</i>	29
5.3	REVURDERING AF EMISSIONSFAKTORER	30
5.4	STOCK FOR MOBILE A/C ANLÆG	31
6	REFERENCER	33
	BILAG 1: KMO UNDERSØGELSEN.....	35

1 Indledning

Denne rapport's formål er at revurdere de eksisterende internationalt vedtagne emissionsfaktorer for kommercielle køleanlæg og klimaanlæg, transportkøl og A/C i køretøjer med henblik på at tilvejebringe mere repræsentative emissionsfaktorer for den danske situation for disse anlægstyper.

Baggrunden for projektet er, at det er den generelle opfattelse i den danske kølebranche, at de internationale værdier er misvisende for danske forhold og at de reelle emissioner fra de respektive køle og klimaanlæg er mindre.

Når det er væsentligt at kigge nærmere på dette emne skyldes det, at emissionsfaktorerne anvendes som grundlag for beregningen af det årlige bidrag til drivhuseffekten fra Danmark, og deres pålidelighed har derfor betydning for både de årlige emissionsopgørelser og fremskrivningsscenarier for det danske bidrag til drivhuseffekten, hvilket igen har indflydelse på, hvordan miljøindsatsen prioriteres /1,2/.

De afrapporterede emissionsfaktorer mv. skal endvidere kunne anvendes som baggrundsdokumentation for IPCC's Review Panel i forbindelse med panelets review af de danske emissionsberegninger fra industrielle drivhusgasser.

Projektet er udarbejdet af COWI og fulgt af en følgegruppe. Følgegruppen var sammensat af:

Frank Jensen, Miljøstyrelsen

Jørgen Storm, Dansk Industri

Peter Bertelsen, D.A.F

Lotte Krambeck, D.A.F

Teddy Hansen, AKB

Tomas Sander Poulsen, COWI (Projektansvarlig)

Torkild Høft, KMO

2 Metode

I det følgende beskrives de metoder der har været anvendt til at vurdere emissionsfaktorerne.

2.1 Kommercielle køleanlæg og klimaanlæg

Der er indsamlet oplysninger om viden og erfaringer vedrørende dimensionering, emissioner, påfyldninger og anlægs levetid fra primært to kilder:

- HFC forbrugende køletekniske virksomheder
- Kølebranchens Miljøordning (KMO)

Oplysningerne fra de forbrugende virksomheder er indhentet ved interviews og data fra producenter og montører af kommercielle køleanlæg og klimaanlæg og andre relevante aktører.

Målet med interviewene har været at indhente emissionsdata, der er repræsentative for branchen, og som kan generaliseres med hensyn til påfyldning, drift og bortskaffelse samt levetiden for denne type anlæg. Det vurderes at de adspurgte virksomheder i undersøgelsen dækker ca. 15-25 % af markedet for kommercielle køleanlæg og klimaanlæg, men virksomhedens udsagn antages at være fuldt ud repræsentative for hele branchen. Først og fremmest fordi de udvalgte virksomheder er markedsledende, men også fordi de miljømæssige og tekniske aspekter forventes at være ens for alle virksomheder.

Virksomhederne er alle blevet forespurgt om udlevering af faktuelle kundespecifikke data for påfyldning af kølemidler til henholdsvis nyetablering og efterfyldning i form af salgsopgørelser eller lignende. De fleste vurderede, at disse data kunne genfindes i enten i virksomhedens lagerstyrings- eller regnskabssystem, men at det ville være for tidskrævende at foretage et specifikt dataudtræk til dette formål. Mange af oplysningerne fra virksomheder er derfor baseret på skøn og erfaringer.

Oplysningerne fra interviews er sammenholdt med oplysninger fra KMO, der i 2001 gennemførte en undersøgelse af udsivning af kølemidler fra butikskøleanlæg. Formålet med KMO undersøgelsen var at dokumentere, i hvor høj grad danske køleanlæg med CFC, HCFC og HFC er utætte /6/. Undersøgelsen, der er foretaget over en periode på et halvt år i 2001 inden for et afgrænset geografisk område, omfattede 63 butikker inden for dagligvaresektoren. Undersøgelsens forskellige anlæg er repræsentative for de forskellige anlægstyper, der findes i detailhandlen.

Resultaterne for emissionsfaktorerne i dette projekt er en vurdering foretaget på basis af de to undersøgelser.

2.2 Transportkøl og A/C i køretøjer

Undersøgelsen er udarbejdet med henblik på at imødekomme IPCC's krav til dokumentation og kvalitetssikring ved anvendelse af specifikke emissionsfaktorer for nationalstater jf. "IPCC Good Practise Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories" /2/.

Ved dataindsamling er der lagt vægt på at indsamle et tilgængeligt datagrundlag, som er repræsentativt for den danske situation, således at det kan anvendes i forbindelse med beregning af "National Greenhouse Gas Inventories" som indrapporteres til IPCC. Særligt for klimaanlæg i køretøjer er der i dag ikke et tilfredsstillende datagrundlag for forbrug af kølemiddel og undersøgelsen har derfor søgt en model baseret på statistisk materiale.

Revurderingen af emissionerne fra mobile A/C og køleanlæg er baseret på indsamling af specifikke data fra væsentlige aktører i Danmark for dette køleområde. Derved er revurderingen baseret på primære og opdaterede datakilder.

Der er indsamlet oplysninger om viden og erfaringer vedrørende dimensionering, emissioner, påfyldninger og anlægs levetid primært fra nedenstående kilder:

- Køleserviceværksteder og montører af transportkøleanlæg og mobile klimaanlæg
- Bilimportører
- Kølebranchens Miljøordning (KMO).

Oplysningerne fra køleserviceværksteder og montører af transportkøleanlæg og mobile klima anlæg er indhentet ved interviews og e-mail korrespondance. Målet med interviewene har været at indhente emissionsdata, der er repræsentative for branchen, og som kan generaliseres med hensyn til påfyldning, drift og bortskaffelse samt levetiden for de to anlægstyper.

Oplysninger fra bilimportører skønnes at repræsenterer ca. 10 % af bilmarkedet og oplysningerne er generelt ikke kvantitative men bygger på importørens eget skøn om emnet. Væsentlig flere bilimportører har været kontaktet, men har enten ikke ønsket at deltage eller har ikke haft viden om klimaanlæggene installeret i de pågældende køretøjer.

Virksomhederne er alle blevet forespurgt om faktuelle kundespecifikke data for påfyldning af kølemidler til henholdsvis nyetablering og efterfyldning i form af salgsopgørelser eller lignende. De fleste vurderede, at disse data kunne genfindes i enten i virksomhedens lagerstyrings- eller regnskabssystem.

I forhold til mobile A/C anlæg i personbiler er alle emissionsoplysninger fra virksomhederne baseret på skøn og i et enkelt tilfælde også registreringer. Import/eksport oplysninger har været baseret på salgstal for de enkelte bilmærker og tal fra Danmarks Automobilforhandler Forening, D.A.F.

I forhold til transportkøleanlæg på lastbiler findes der to væsentlige leverandører af mobile køleanlæg i Danmark. Begge har været omfattet af

undersøgelsen. Dataindsamlingen er baseret på registreringer af påfyldninger, aftapninger mv. for 100 repræsentative køleanlæg over en 5-årig periode og dette datagrundlag vurderes at være dækkende.

3 Revurdering af emissioner fra kommercielle køleanlæg

3.1 Definitioner for kommercielle køleanlæg og klima anlæg

Begrebet *kommercielle køleanlæg* anvendes i IPCC's guideline for national emission inventories. Begrebet dækker alle typer og størrelser af *køleanlæg*, som er kommercielle, dvs. anlæg til køleformål i detail, industri og service /3/.

I forhold til Danmark går forbruget af HFC-kølemiddel helt overvejende til køleanlæg i detailhandlen eller i restaurationer og andre serviceerhverv og til forskellige typer klimaanlæg i f.eks. butikker og kontorbyggerier. De såkaldt industrielle anlæg, som f.eks. er store kølehuse på slagterier eller andre steder i fødevarersektoren er ofte baseret på ammoniak eller andre alternative kølemidler end HFC-er. Dog er der dele af industrien, f.eks. farmaceutisk industri, hvor HFC-anlæg er udbredt til laboratoriekøl.

En mindre del af det samlede årlige HFC forbrug anvendes til stationære klimaanlæg i f.eks. kontorhuse og forretninger.

Køleanlæg i transportsektoren - transportkøl - er i princippet også kommercielle køleanlæg jf. IPCC's terminologi. Denne type anlæg er undersøgt i baggrundsdokumentet om mobile køleanlæg, da det er muligt og derfor hensigtsmæssigt at udskille transportkøl som et selvstændigt område da der er tale om forskellige emissionsfaktorer.

De kommercielle køleanlæg er anlæg, der alle bygges på stedet og tilpasses konkrete køleformål i levnedsmiddelsektoren i f.eks. supermarkeder. Der påfyldes efterfølgende kølemiddel afhængig af anlæggets type. Nye anlæg som opføres er baseret på HFC-er som kølemiddel, mens gamle anlæg stadig kan være baseret på HCFC-22.

Fra 1. januar 2000 har det været forbudt at opføre nye HCFC-22 anlæg og fra 1. januar 2002 har det været forbudt at substituere til HCFC-22 på eksisterende køleanlæg. P.t. må der ligeledes kun anvendes regenereret HCFC-22 til servicering.

3.1.1 Kommercielle køleanlæg i detailhandel

Der bruges især HFC-134a og HFC-404a i kommercielle køleanlæg. HFC-134a er et såkaldt højtemperatur kølemiddel, som kører ned til ca. 0 grader. HFC-404a er et lavtemperatur kølemiddel, der kører ned til ca. -18 grader. Forbruget af de forskellige kølemidler afspejler derfor deres anvendelser - hvad der går til køl og hvad der går til frys. Derudover kan der også bruges HFC-401a, 402a, 407c, 507a og nyere varianter. Nogle af disse HFC-er er erstatningskølemidler for f.eks. visse HCFC-22 anlæg og andre, som f.eks. HFC-407c er et højtemperatur kølemiddel som bl.a. anvendes i klimaanlæg.

Anlæggene i detailhandlen har fyldninger fra under 10 kg til 800 kg kølemiddel. I branchen arbejdes der med en definition af små- og mellemstore anlæg og store anlæg. Små- og mellemstore anlæg er anlæg med fyldninger fra under 10 kg til 100 kg. Store anlæg er fra 100 kg og opefter¹.

Da anlæggene påfyldes efter installation af anlægget, er der ingen import eller eksport af kølemiddel i produktet (køle- eller klimaanlægget). Import og eksport registreres hos importørerne af de rene stoffer.

3.1.2 Stationære klimaanlæg

Stationære aircondition anlæg er større klimaanlæg, der anvendes i en række brancher til komfort køling, køling af teknik rum og lignende.

Anlægskonstruktionen er grundlæggende den samme som for de kommercielle køleanlæg blot er der tale om mindre fyldninger. I forhold til emissionsfaktorer, behandles klima- og køleanlæg derfor under et.

Klimaanlæg har typisk mellem 5 og 50 kg.

Kølemidlerne, der anvendes i A/C anlæggene, er de samme som i køleanlæggene. Der er derfor ikke basis for at skille klimaanlæg ud, som et selvstændigt produktområde, da det ikke er muligt at udspecificere forbruget af HFC'er, der anvendes specielt til dette formål.

3.2 Emissionsfaktorer

De gældende emissionsfaktorer (default værdier) for stationære kommercielle køleanlæg og klimaanlæg fra IPCC guideline for National Emission Inventories fremgår af nedenstående tabel /3/.

¹ Tom Gøtsch, Superkøl vurderer at af den samlede fyldning i detailkøleanlæg i Danmark er ca. 25% af fyldningen små og mellemstore anlæg og 75% af fyldningen store anlæg

Tabel 1. IPCC emissionsfaktorer

Aktivitet	Kommercielle køleanlæg og klimaanlæg
Påfyldning	3,5 %
Drift	17 % pr. år
Destruktion	11,5 %
Levetider	6-7 år

Værdierne i tabel 1 er IPCC's vejledende internationale værdier for den samlede gennemsnitlige nationale emission fra kommercielle køleanlæg. Værdierne repræsenterer således både nye, gamle, store og små anlæg samt anlæg, der anvendes til vidt forskellige formål.

Kølebranchen har udtrykt en skepsis til de gældende værdier og har haft en forventning om årlige lækagerater på nærmere 5-10 % fra kommercielle anlæg i stedet for de 17 % afhængig af fittings, samlinger og dimensionering.

3.3 Resultatet af interviewundersøgelsen

I interviewundersøgelsen er der bl.a. rettet henvendelse til 6 køletekniske virksomheder, der alle foretager opstilling af større kommercielle køle- og komfortanlæg. Disse virksomheders forskellige vurderinger af emissionsfaktorerne er sammenfattet i tabel 2. Virksomhederne dækker tilsammen 15-20 % af det danske marked for køle- og klimaanlæg men vurderes at være repræsentative for hele branchen.

Tabel 2. Emissionsfaktorer fra Interviewundersøgelse

Aktivitet	Kommercielle køleanlæg og klimaanlæg
Påfyldning	én skønner 2-5% men de øvrige adspurgte angiver at tabet er minimalt ca. 0-0,5%
Drift	én angiver 5 % en anden angiver 1 % som skøn. Flere angiver, at det løbende tab fra køleanlæg er lille og at emissionen primært opstår i forbindelse med uheld. Inklusiv uheld kvantificerer én virksomhed den samlede emission (drift og uheld) til 8,5 % og en kvantificerer det til 12 %..
Uheld	En virksomhed skønner tabet fra uheld til at være mellem 6-10% , en nævner max. 5% og en nævner 10-14% som skøn.
Destruktion	Alle interviewede er enige om, at der ikke forekommer tab ved aftapning og destruktion.
Levetider	2 virksomheder angiver 10-25 år og 2 virksomheder angiver 15-20 år.

3.3.1 Påfyldning

Tab ved påfyldning vurderes primært at ske som følge af uhensigtsmæssigt udførelse af arbejdet, så som anvendelse af for lange påfyldningsslanger, (op til 8 meter slanger er nævnt) med efterfølgende tømning af slanger på jord i stedet for tilbagesugning til opsamlingsbeholder. Der kan ligeledes forekomme tab ved slangebrud under påfyldning.

Nyinstallerede anlæg trykprøves for utætheder før påfyldning af kølemiddel og flere virksomheder yder garanti på tæthed. Tabet vurderes derfor at være minimalt, hvis påfyldningen sker efter forskrifterne og med anvendelse af korte påfyldningsslanger. Det relative tab ved påfyldning vil være større for anlæg med små fyldninger (5 - 50 kg) end for anlæg med store fyldninger (op til 800 kg). Specielt i forbindelse med servicering af de mindre anlæg med

ubekvem placering, som f.eks. på tage eller hvor der tilfældigt var plads, er der risiko for uheld i forbindelse med påfyldningen.

I 70-erne hvor kølemidlerne var væsentligt billigere blev disse ofte brugt til gennemskylning af anlæg efter reparationer (men opsamlet). Dette sker ikke mere på grund af den KMO indførte brancheordning. Det høje afgiftsniveau forventes også i fremtiden at være med til at reducere mulige tab af kølemidler yderligere.

Afgiftsniveauet vurderes også at have påvirket den generelle kvalitet af køleanlæggene. Allerede i designfasen vælges tekniske løsninger, der minimerer risici for tab under drift og ved nedbrud. Der anvendes færre serviceventiler samt lodninger og andre samlinger udføres mere omhyggeligt.

3.3.2 Drift

Hvis anlægget er udført korrekt vil der ikke være udslip. Generelt set vurderes tab som følge af udsivning fra rør sammenføjninger, ventiler, pakdåser og lignende under daglig almindelig drift at ligge meget lavt og langt under de 17 %, der er det officielle emissions tal. Dog omfatter de 17 % den totale årlige gennemsnitslækage, dvs. også havari. Værdier på omkring 1 % blev nævnt. Kvaliteten af anlæggene siges at være steget på grund af en generelt skærpet opmærksomhed på kølemidlernes miljøkonsekvenser, KMO-ordningen og nu også det høje afgiftsniveau. Dog konstateres der fortsat fejl og uacceptabelt høje lækagerater fra anlæg opført efter 1995 (Se KMO-undersøgelsen i senere afsnit).

Overgang til nye kølemidler på ældre anlæg nævnes som medvirkende til, at lækager opstår, bl.a. fordi HFC'er generelt er mere flygtige gasser end de gamle kølemidler, som regenereret CFC og HCFC-22.

3.3.3 Bortskaffelse/destruktion

Den gældende IPCC emissionsfaktor for bortskaffelse på 11,5 % vurderes at være alt for høj. HFC fra nedbrudte eller nedlukkede anlæg kan efter simpel filtrering genanvendes og egentlig bortskaffelse sker derfor kun i meget begrænset omfang. Det meste af det aftappede kølemiddel genanvendes enten i nye anlæg eller anvendes til efterfyldning af eksisterende anlæg. Endelig bortskaffelse sker for størsteparten til Kommunekemi eller det forurenede kølemiddel tilbageleveres til leverandøren af kølemidler, som derefter destruerer det via Kommunekemi. Hvis aftapning og efterfølgende håndtering sker hensigtsmæssigt er der intet tab forbundet med dette. Der kan dog forekomme tab, som beskrevet under påfyldning.

Tidligere anvendte kølemiddeltypen kunne ikke genanvendes og anlæggene blev derfor ikke tømt så grundigt ved nedtagning. Ofte endte kølemidlet på jorden ved aftapning og store mængder blev i anlægget ved skrotning. Mere viden om miljøforhold og afgifterne på kølemiddel har de senere år betydet en ændret håndtering af kølemidlerne ved nedtagningen af anlæg. HFC-erne, der kan gensesælges og genanvendes, repræsenterer en høj gensesælsværdi, hvorfor såvel kunde som montør har økonomisk interesse i at undgå spild.

En del af det aftappede kølemiddel registreres ikke hos KMO, men gensesælges af den virksomhed, der har aftappet kølemidlet, ligeledes uregistreret, til efterfyldning eller nyfyldning.

3.3.4 Uheld

Det største enkeltudslip af kølemiddel sker som følge af uheld, hvor anlægsdele bliver beskadiget eller ved nedbrud af enkeltkomponenter som følge af fabrikationsfejl og lignende. Tabet af kølemiddel i forbindelse med uheld varierer fra de adspurgte virksomheder. En virksomhed skønner tabet fra uheld til at være mellem 6-10% , en nævner max. 5% og en nævner 10-14% som skøn.

Uheld som følge af påkørsel og lignende er mindre for klimaanlæg end for køleanlæg, da installationerne ofte er pakket mere af vejen, f.eks. ved at være placeret i teknikrum.

Køleanlæggene er ofte konstrueret som uhensigtsmæssige løsninger, hvor kondensator eller andre vitale dele kan være udsat placeret og dermed give øget risiko for uheld.

I overgangstiden til HFC-anlæg har der været behov for en udviklingstid i branchen med erfaring i substitution til HFC-kølemidler som betyder at flere anlæg ikke har været optimale. Denne udviklingsperiode er nu afsluttet.

3.3.5 Levetid

Et køleanlægs levetid anslås af branchen til at være mellem 10 og 25 år. De enkelte anlæg kan udbygges, udskiftes eller ombygges i forbindelse med f.eks. ejerskifte eller udvidelse af forretningen/ændring i sortiment, før de har nået denne alder. Derfor er køleanlæggene ikke nødvendigvis udtjente inden de bortskaffes.

3.3.6 Fremtiden

Hvis det høje afgiftsniveau på kølemiddel opretholdes, kan det forventes at flere butikker vil søge at minimere udslip af kølemidler ved køb af sikkerhedsautomatik og overvågningsudstyr til fjernkontrol af udslip. Fjernovervågning, hvor en alarm udløses ved trykfald i køleanlægget tilbydes af flere køleservice virksomheder. Derved forebygges større udslip som følge af driftstop.

Størrelsen af den samlede nationale fyldning med HFC-er i kommercielle køleanlæg vil på længere sigt falde ved overgangen til nye mere effektive anlægstyper og udskiftning af de gamle anlæg. Dog forventes denne effekt først at kunne ses i forbruget efter 1/1 2007, hvor forbud mod etablering af nye HFC-anlæg træder i kraft. I overgangsperioden frem til 2007 vurderes den samlede fyldning at stige, idet der vil være mange HCFC-22 anlæg, som skal udskiftes, da disse ikke længere kan nyopføres. Det skønnes, at mindst 50 % af den samlede fyldning for kommercielle køleanlæg i Danmark i 2001 er HCFC-22 anlæg.

Flere producenter er i færd med udvikling af nye anlægstyper med CO₂, kulbrinter, ammoniak og lignende kølemidler. Disse anlæg er dyrere at opføre end HFC-anlæg, men billigere at efterfylde og ombygge, da fyldningerne er afgiftsfri og rørsystemerne er to-strengede.

3.4 KMO undersøgelsen

Kølebranchens Miljøordning (KMO) har ca. 1.000 medlemsvirksomheder, der alle har ordningens godkendelse til at håndtere kølemidler efter nærmere fastsatte retningslinier /4/. Virksomhederne er forpligtet til at aflevere aftappet kølemiddel gennem KMO's indsamlingsordning og månedligt indberette mængden af påfyldt og aftappet kølemiddel. Indberetningerne omfatter oplysninger om:

- Navn og adresse på kunden
- Påfyldt og aftappet mængde og type kølemiddel
- Genbrugt type og mængde
- Mængde og type kølemiddel returneret til grossist.
- Dato for aftapning eller påfyldning
- Navnet på den kølevirksomhed der har foretaget påfyldning eller aftapning

Derimod skal det ikke indberettes hvorfor der er påfyldt eller aftappet kølemiddel, dette skal fremgå af det enkelte anlægs tilsynsbog. KMO oplyser imidlertid, at kun et fåtal af kølevirksomheder indberetter data for andet end påfyldninger.

Kølemiddel grossisterne står for den praktiske del af indsamlingen af kølemidler fra kølevirksomhederne og opgørelse af de aftappede mængder sker efter indberetning fra grossisterne. Disse indberetninger sker som en samlet indberetning for hver kølevirksomhed og det er ikke muligt at henvise en given mængde til et bestemt anlæg. KMO's datagrundlag er derfor ikke tilstrækkeligt tæt til, at der kan udledes noget om de enkelte anlæg eller om emissionsfaktorer generelt. Dog kan de indikere forbrugsniveauet samt udviklingen i forbruget indenfor forskellige brancher.

Med henblik på en kvantificering af de faktiske tab *ved drift* foretog KMO i 2001 en undersøgelse af udsivning af kølemidler fra butikskøleanlæg. Undersøgelsen omfattede 63 butikker indenfor et postnummer afgrænset område og data for årene 1998, 1999 og 2000. Der deltog en række forskellige typer af butikker med tilknyttede køletekniske servicevirksomheder. Undersøgelsen er anonymiseret og indeholder hverken navne på butikker eller kølevirksomheder /6/.

De udvalgte butikker blev besøgt bl.a. med henblik på at få et overblik over:

- anlæggenes antal og størrelse
- hvilke kølemidler, der var i de enkelte anlæg
- om der var fyldestgørende tilsynsbøger ved anlæggene

Supplerende oplysninger blev indhentet fra de kølevirksomheder, der var tilknyttet den enkelte butik. Undersøgelsens resultater er gengivet i bilag 1.

Det kan konstateres, at der ikke er nogen gennemgående tendens mellem anlæggenes alder og lækagerate. Der er mange af de anlæg, som er bygget efter 1995, som har en høj lækagerate og der er anlæg som er 25-30 år gamle, der har en betydelig lavere lækagerate. Dette kan hænge sammen med kvaliteten af de respektive anlæg, men også anlægstypen, hvor de gamle køleanlæg enten er baseret på HCFC-22 eller CFC. Disse kølemidler er ikke at være så flygtige, som HFC-er. Det betyder, at når der substitueres med HFC-er kan der opstå lækager i anlægget som ikke forekom med tidligere kølemidler.

De målte lækagerater i KMO-undersøgelsen varierer fra 0,3 % til 77 % pr. år. Flere anlæg har samlet lækagerater på over 40 % pr. år (se bilag 1).

I undersøgelsen anføres det at de angivne utæthedsprocenter (% pa.) er beregnet uden at tage hensyn til, om der har kunnet være tale om førstegangsfyldninger, eller konverteringer fra et kølemiddel til et andet, dvs. Lækageraterne er beregnet som den samlede påfyldning i forhold til den totale fyldning. Flere af anlæggene er ombygget eller udskiftet i den periode, hvor indberetningerne er foretaget. Hvor der er anlæg med byggeår i perioden fra 1998 til 2001, kan påfyldningerne stamme fra både de gamle anlæg og de nye anlæg /6/.

En beregnet og skønnet utæthedsprocent, hvor de beskrevne forhold er taget i betragtning vil give en samlet utæthedsprocent på ca. 10 %. Det er bl.a. forudsat, at første gang en ny type kølemiddel er rapporteret skyldes dette, at man har skiftet kølemiddel uden tab af det gamle. Lækageraten skønnes til ca. 10 % hvis man tager højde for mulige nyfyldninger eller substitutioner. Lækageraten skønnes til ca. 17 %, hvis man vælger at betragte alle påfyldninger, som et udtryk for utætheder i anlæggene. Her skal det bemærkes, at det er kendt at flere fyldninger i perioden har været nyfyldninger.

3.5 Revurdering af emissioner

Der er foretaget research af emissionerne fra danske kommercielle køleanlæg ud fra flere tilgange. Dels er der gennemført en interviewundersøgelse af de betydende kølefirmaer i Danmark, dels er en undersøgelse gennemført af KMO blevet vurderet, dels er fagfolk kontaktet for tekniske detaljer om kommercielle køleanlæg og stationære A/C. De interviewede virksomheder anslås at dække 15-20 % af det danske marked for montering og servicering af kommercielle køleanlæg og stationære A/C anlæg. Endvidere dækker KMO-undersøgelsen et repræsentativt udsnit af situationen i en af de største danske supermarkedskæder.

De tekniske forskelle mellem kommercielle køleanlæg og stationære A/C er, på baggrund af undersøgelsen, vurderet så små at det ud fra en miljømæssig betragtning ikke giver mening at sondre mellem disse to produktområder. Endvidere vil det ikke være praktisk muligt at skelne mellem kølemiddelforbrug relateret til kommercielle køleanlæg og klimaanlæg ud fra de tilgængelige danske forbrugsoplysninger. Derfor dækker de revurderede emissionsfaktorer både danske kommercielle køleanlæg og danske stationære A/C anlæg. Det er dog muligt at skønne dele af forbruget fordelt på kommercielle anlæg til detail samt stationære A/C anlæg ved at fordele forbruget på HFC-typer.

I nedenstående tabel er samlet de 3 kvantificerede datasæt fra de gennemførte interview-undersøgelse hos detailkæder og køleservice firmaer. Disse 3 registreringer er baseret på afgrænset undersøgelser internt i virksomhederne. De 3 datasæt udtrykker uafhængige målinger, som de enkelte virksomheder har foretaget men det kan ikke udelukkes at der er et overlap mellem køleanlæggene idet virksomhed 2 sandsynligvis både har serviceret anlæg i virksomhed 1 og anlæg omfattet af KMO's undersøgelse.

Tabel 3. Årlig emission af kølemiddel fra kommercielle køleanlæg ved drift.

Virksomhed	Installeret mængde i ton	Efterfyldt mængde/emission i ton	Årlig emission i % af den samlede installerede mængde
Virksomhed 1	22 t	1,9 t	8,6 %
Virksomhed 2	16 t	2,0 t ¹⁾	12,5 %
KMO	5,6 t	0,96 t ²⁾	17 %
Total	43,6 t	4,86t	11,1 %

¹⁾ Beregnet på baggrund af et forbrug for årets 3 første måneder på 510 kg.

²⁾ Dækker både refyldning og nyfyldninger ved udvidelse af eksisterende anlæg pr. år

På baggrund af oplysninger fra virksomhed 1 og 2 er den samlede gennemsnitlige emissionen ved drift (og uheld) beregnet til 10,3 %.

KMO-undersøgelsens resultat giver en gennemsnitlig emission fra drift og uheld på ca. 17 %, hvis alle påfyldninger opfattes som efterfyldninger og ca. 10 % hvis der korrigeres for nyfyldninger.

De beregnede registreringer peger på, at den danske emissionsfaktor for kommercielle køleanlæg ligger under de 17 %, der er IPCC's tal for drift. Emissionsfaktoren ligger nærmere i intervallet mellem 10 og 15 % pr. år i anlæggets driftsperiode

Endvidere kan det konstateres fra alle anvendte tilgange, at tab fra påfyldning ikke er 3,5 % i Danmark. Dertil er selve gassen for dyr en råvare til at der sløses med den og dels gør de tekniske forhold ved påfyldninger, at eventuelle tab stort set kun relaterer sig til en beskedent restmængde i påfyldnings slangen, men ofte vil end ikke det være aktuelt, idet montører generelt anvender shreder ventil eller afspærringsdyser på slangerne.

En enkelt af de interviewede leverandører anfører et tab på 2-5 %, som følge af uhensigtsmæssig udførelse af arbejdet og vanskelige adgangsforhold til stationære A/C anlæg på tage og lignende. I sådan situationer anvendes lange slanger, hvilket kan give et relativt større tab.

Tab ved destruktion vurderes ikke at forekomme i det omfang, som antages i IPCC's emissionsfaktorer. Niveaue vurderes at være marginalt. Demontering af kommercielle køleanlæg og stationære A/C udføres af kølemontører efter gældende regler og derfor aftappes kølemidlet fra anlægget inden destruktion. Afgifter på gasserne har medvirket til at interessen for at aftappe kølemidlet er øget. Aftapningen er 100 % og tab i forbindelse med aftapning er alene en marginal mængde restgas i kompressorolien og evt. i aftapningsslanger, hvis der ikke anvendes slanger med afspærringsdyser. Mængden i en 1 m. slange er estimeret til 50-100 g. Denne slangelængde er typisk for aftapning af anlæg på 5 kg - 800 kg.

Den aftappede mængde kølemiddel opbevares på trykflasker, som sendes til gasleverandøren eller til destruktion på kommunekemi. KMO-ordningen sikrer, at den aftappede mængde registreres og indrapporteres. Mix flasker eller flasker med rene gasser, som sendes til leverandøren, genanvendes i den udstrækning det er muligt. Leverandøren analyserer de modtagne trykflasker og det som ikke kan genanvendes bliver sendt til destruktion på Kommunekemi.

Der er således ikke tale om udslip af kølemidlet på noget tidspunkt, bortset fra en marginal restmængde i aftapningsslanger i nogle tilfælde. Dog må der formodes at ske et mindre tab fra renseprocessen i de tilfælde, hvor gassen kan genanvendes. Det har ikke været muligt at kvantificere. I forhold til IPCC er dette tab dog uden betydning, idet "Good practise" angiver, at emissioner mv. i relation til genanvendelse udelades af emissionsberegningerne.

Destruktionen af gasserne foregår ved forbrænding i et lukket system under kontrollerede forhold på Kommunekemi og ifølge oplysninger fra Erik Petersen, driftsteknisk afdeling på Kommunekemi er der ikke noget tab forbundet herved.

Levetiden for et anlæg er 10-25 år baseret på branchens udsagn. I IPCC-regi har man regnet med 6 år. En definition på levetiden er relevant for at kunne estimere den restmængde (der vil emittere) når produktet skal bortskaffes. Da det nu er vurderet, at tab ved destruktion er ca. 0 % bliver en definition af levetiden overflødig. Dog skal det bemærkes, at levetiden er meget forskellig og at anlæggene oftest udbygges eller ændres efterhånden som et nyt behov opstår.

I nedenstående tabel fremgår de revurderede emissionsfaktorer, som er baseret på en vurdering ud fra de gennemførte undersøgelser af de danske køleanlæg. De revurderede emissionsfaktorer er sammenlignet med IPCC's.

Tabel 4. Forslag til revurderede emissionsfaktorer for kommercielle køleanlæg.

	Gældende internationale emissionsfaktorer (IPCC)	Forslag til revurderede emissionsfaktorer for danske forhold
Påfyldning	2-5 % (3,5 %)	ca. 0,5 %
Drift	17 %	ca. 10 %
Tab ved destruktion	90 % af fyldning (11,5 % regneteknisk)	0 %
Levetid	6-7 år	10-25 år. Ikke relevant, da tab ved destruktion ikke forekommer

Det foreslås at den gennemsnitlige lækagerate fra drift fastsættes til 10 % hvilket er lidt mindre end den beregnede gennemsnitsemmission fra alle registreringer omfattet denne undersøgelse. En emissionsfaktor på 10 % for drift og uheld vurderes at være tidssvarende og imødekomme den nuværende og fremtidige udvikling med generelt færre emissioner fra anlæggene. Først og fremmest på grund af, at der forventes at have været forholdsvis mange lækager og uheld i overgangsperioden fra HCFC-22 til HFC-anlæg, hvor erfaring med denne type anlæg skulle opbygges.

Det årlige tab af kølemidlet i anlæggenes driftsfase kan sammenfattes således, at tab sker ved:

- mindre utætheder i systemet
- uheld og havari

Ifølge dele af branchen er de seneste ca. 10 års udvikling inden for kølebranchen gået i retning af tættere anlæg, bedre svejsninger og bedre dimensionering, hvilket generelt har reduceret lækagerne fra de kommercielle køleanlæg og stationære A/C anlæg. Andre mener ikke at kunne se en stigning i anlægskvaliteten og nævner eksempler på, at der er langt flere fejl på nogle enkeltkomponenter nu end tidligere. KMO's undersøgelsen, hvor flere nye anlæg har høje lækagerater understøtter disse udsagn.

Der er bred enighed i branchen om, at tab fra utætte samlinger etc. er beskedent og vurderes af de udspurgte til at være fra 0 % op til 2-5 % og at hovedparten af tabet i anlæggets driftstid er fra uheld og havari.

Der anvendes HFC-134a og HFC-404a i køleanlæg i detail. HFC-134a bruges til køl og HFC-404a bruges til dybfrost. Andre HFC-er som HFC-408a, HFC-409a og HFC-410a anvendes i stationære A/C anlæg. Der er ikke fundet sammenhænge mellem tabsgrad og kølemiddeltype på køleanlæg til detail, hvorfor samme emissionsfaktor anvendes for alle HFC-er.

4 Revurdering af emissioner fra transportkøl

4.1 Transportkøleanlæg i Danmark

I relation til transportkøl er der ingen danske virksomheder, der leverer eller servicerer transportkøleanlæg til tog eller skibsfart. Der er således ikke er noget marked for disse former for transportkøl i Danmark, hvorfor der i denne undersøgelse alene fokuseres på transportkøl relateret til lastbiler.

Transportkøleanlæg er fastmonteret kølecontainerne på lastbiler og anhængere, på togvogne eller skibe, f.eks. fiskekuttere. Anlæg, der sælges i Danmark, bygges alle i Danmark og tilpasses den enkelte kundes krav og behov. Dog er enkelte bilproducenter begyndt at introducere færdige fabriksmonterede køleanlæg på deres varevogne /8/.

Efter montering af køleanlægget påfyldes kølemiddel. Der anvendes primært HFC 404 eller HFC-134a (eller regenereret HCFC-22) som kølemiddel og et anlæg indeholder mellem 4 og 12 kg kølemiddel afhængig af anlægstype (singletemp eller multitemp). Hovedparten af anlæggene er singletemp-anlæg, hvor der kun er et kølesystem monteret. Det skønnes af branchen, at singletemp-anlæg udgør ca. 90 % af markedet for transportkøl /8,9/. Multitemp-anlæg, der har to (eller flere) kølesystemer har typisk en fyldning på 2 kg mere end singletemp anlæg. Fordelen ved multitemp-anlæg er, at køleanlægget både kan køre med frost og køl.

En stor del af køleanlæggene anvendes til transport af eksportvarer udenfor landets grænser, men kun en ubetydelig del af køleanlæggene sælges til kunder udenfor Danmarks grænse.

Ved tab af kølemiddel fra mobile transportkøleanlæg repareres og efterfyldes anlægget enten i Danmark eller uden for landets grænser afhængig af hvor anlægget befinder sig, når lækagen konstateres. Reparationen udføres hvis den udføres i Danmark, oftest af den pågældende producent af anlægget.

Der betales ikke afgift på kølemiddel, der anvendes i køleanlæg til transport køl på lastbiler.

4.2 IPCC emissionsfaktorer for transportkøleanlæg

IPCC's vejledende emissionsfaktorer for kategorien "Other stationary Refrigeration and Air Conditioning Equipment" omfatter alle former for stationære køleanlæg og klimaanlæg bortset fra husholdningskøle- og fryseskabe /3/.

Kategorien omfatter derfor også transportkøl i lastbiler, tog og skibe, idet det sidestilles med andre former for stationære køleanlæg.

De gældende emissionsfaktorer fra IPCC for mobile køleanlæg (transportkøl) er vist i nedenstående tabel.

Tabel 5. IPCC emissionsfaktorer for mobile køleanlæg (transportkøl)/3/.

Aktivitet	Mobile køleanlæg (transportkøl)	Kommentar
Påfyldning	2-5 %	2-3 % for fabriksproducerede køleanlæg og 4-5 % for indbyggede anlæg
Drift	17 %	10 % ved forbedret fittings mv.
Destruktion	90 % af seneste påfyldte mængde kølemiddel er i kølesystemet ved bortskaffelse	
Levetid	15 år	
Genanvendt kølemiddel	0 %	80 % hvis der anvendes genanvendelsespraksis

IPCC's defaultværdier for den gennemsnitlige kølemiddelfyldning i transportkøl er 8 kg.

4.3 Resultat af interviewundersøgelsen

Hovedparten af de transportkøleanlæg, der bygges i Danmark bygges af to virksomheder, Knud Hansen Køleanlæg (Thermo King) og Carrier Transicold Scandinavia. De vurderes tilsammen at udgøre min. 90 % af det samlede marked for transportkøl med Knud Hansen Køleanlæg som den største leverandør /7,9/. Begge virksomheder er omfattet af interviewundersøgelsen relateret til transportkøl. Desuden omfatter undersøgelsen interviews med et køleservice værksted med speciale i transportkøleanlæg og A/C anlæg.

Transportkøleanlæggene serviceres i højere grad af de virksomheder, der oprindeligt har bygget anlæggene. Knud Hansen Køleanlæg vurderer, at omkring 90 % af de solgte anlæg efterfølgende serviceres af virksomheden. I forbindelse med service føres der en tæt kunderegistrering og de enkelte anlæg kan følges med hensyn til påfyldning og aftapninger. Disse registreringer giver mulighed for at lave et samlet udtræk på udvalgte repræsentative anlæg.

4.3.1 Drift

Der er blevet gennemført en sammentælling af den påfyldte og aftappede mængde for i alt 100 anlæg, som fordeler sig repræsentativt på alder (nye/gamle), og anlægstype (store/små, singletemp, multitemp). Ud fra denne sammentælling er det gennemsnitlige årlige tab opgjort til 1,2 kg/år pr. anlæg. Den totale fyldning for de 100 anlæg er skønnet til 6,5-8 kg pr. anlæg i gennemsnit. Dette gennemsnit er i overensstemmelse med IPCC's værdi for gennemsnitsfyldning i transportkøl (8 kg). Resultatet af den gennemførte opgørelse giver en gennemsnitlig lækagerate på 15 % pr. år ved en fyldning på 8 kg. Såfremt gennemsnitsfyldningen reelt er mindre øges den procentvise lækagerate. Da den samlede fyldning er skønnet og ikke kvantificeret regnes der med en usikkerhed på gennemsnitsfyldningen og det vurderes, at den er mellem 6,5-8 kg. Det giver et interval i lækageraten ved drift på 15-18,5 % og er således tæt på IPCC's lækagerate for transportkøl - "Other Stationary Refrigeration and Air Conditioning Equipment" /3/.

4.3.2 Bortskaffelse og destruktion

Transportkøleanlæg vurderes at have en levetid på 6 - 8 år før de skrottes. En stor del af kølevognene sælges til udenlandske købere, før denne alder opnås og disse anlæg skrottes derfor udenfor Danmark. Anlæg der skrottes i Danmark tømmes for al kølevæske ved skrotningen og der vurderes kun at være minimalt udslip, med mindre der sker fejlbetjening af aftapningsudstyret.

4.3.3 Uheld

For begge anlægstyper vurderes uheld at være årsag til det største relative udslip. Det er typisk ved påkørsler eller totalskader af køretøjer. Det er ofte hele fyldningen, der tabes ved uheld eller havari, hvor f.eks. kondensatoren beskadiges.

4.3.4 Sammenfatning

I nedenstående tabel er resultatet af interview undersøgelsen sammenfattet.

Tabel 6. Resultat af interview undersøgelse af transportkøleanlæg (virksomhederne er anonymiseret)

	Påfyldning	Drift	Bortskaffelse	Levetid
Virksomhed T1	0-0,5 %, gennemsnitsfyldning 8 kg	15 % pr. år	Opsamles, genanvendes eller destrueres	10 år
Virksomhed T2	-	-	Opsamling, genanvendes eller destrueres	6-8 år
Virksomhed T3	0-0,5 %, fyldning ca. 6-9 kg	ca. 20 % pr. år	Genanvendes eller destrueres	-

For de mobile A/C anlæg og transportkøleanlæg vil der altid være en større risiko for lækage ved uheld end for de stationære, da anlæggene ikke kan sikres blot ved en mere hensigtsmæssig placering eller lignende. Nedsættelse af emissioner fra den almindelige drift kan kun ske ved anvendelse af højere kvalitetskomponenter i anlæggene. Det er fabrikkerne af eks. kompressorerne, der specificerer tolerancer og tæthedskrav til pakdåser og lignende.

Tendensen i nye klimaanlæg er, at komponenterne - og især kondensatoren - er ringere end tidligere kvaliteter. Det hænger sammen med en generel omkostningsstrategi hos flere bilproducenter. Udviklingen medfører, at lækageraten fra mobile A/C anlæg forventes at stige fremover, da holdbarheden på anlæggene generelt bliver reduceret.

4.4 Revurdering af emissionsfaktorer

Ved beregning af emissioner fra industrielle drivhusgasser bør der sondres mellem forbrug af kølemiddel, som er relateret til transportkøl og forbrug af kølemiddel, som er relateret til refyldning af andre kommercielle køleanlæg. Det forudsætter dog, at disse oplysninger kan fremskaffes. Dette har ikke tidligere været praktiseret i de danske emissionsberegninger, men det er muligt at praktisere fremover idet forbruget til transportkøl kan angives rimelig præcist. Dels kan forbrugsoplysninger indhentes fra de væsentlige brugere i Danmark og dels har KMO medlemsdata om påfyldte mængder, som kan estimeres.

I følgende tabel fremgår de revurderede værdier for transportkøl.

Tabel 7. Revurderede emissionsfaktorer for mobile køleanlæg (transportkøl).

Aktivitet	Mobile køleanlæg (transportkøl), IPCC	Kommentar, IPCC	Revurderede værdier	Kommentar
Påfyldning	2-5 %	2-3 % for fabriksproducerede køleanlæg og 4-5 % for indbyggede anlæg	0-0,5 %	
Drift	17 %	10 % ved forbedret fittings mv.	15-18,5 % (17 %)	
Destruktion	90 % af seneste påfyldte mængde kølemiddel er i kølesystemet ved bortskaffelse		0 %	Al kølemiddel aftappes og enten genanvendes eller destrueres
Levetid	15 år		6-8 år	
Genanvendt kølemiddel	0 %	80 % hvis der anvendes genanvendelsespraksis	Kølemiddel genanvendes så vidt muligt, men kvantificering ikke relevant	Emissionsberegninger foretages kun på nye HFC'er samt stock

Som det fremgår af tabellen, er de primære ændringer i forhold IPCC's værdier at der ikke forventes noget tab ved destruktion samt at tab fra påfyldning af kølemiddel er mindre. Tab i forbindelse med drift ligger tæt på IPCC's værdi på 17 %, hvorfor den fastholdes.

4.5 Beregning af den totale fyldning (stock) for transportkøl

Det er anslået, at der findes ca. 5.500-6.000 transportkøleanlæg i Danmark /7,8,9/. Disse anlæg har en gennemsnitsfyldning på ca. 8 kg svarende til 44 - 49 tons kølemiddel, som enten kan være HFC-134a eller HFC-404a eller HCFC-22. Derudover bruges der også HFC-401a, HFC-403b, HFC-407c, HFC-409a som erstatning for bl.a. CFC-12 men i meget beskedne mængder.

Det skønnes, at 1/3 af anlæggene er HCFC-22 baseret og for HFC-anlæggene gælder det, at hovedparten af HFC-stock -75 % er HFC-404a og de resterende 25 % er HFC-134a anlæg. Stock for transportkøl er opgjort ud fra de registrerede forbrug af kølemiddel siden 1995 og ud fra ovenstående forudsætninger om fordeling af kølemiddel giver beregningen af den samlede stock følgende resultat /23/:

Stock for transportkøl med HFC-404a = 22-24,5 (23,2 tons)

Stock for transportkøl med HFC-134a = 7,3-8,1 tons (7,7 tons)

Stock for transportkøl med HCFC-22 = 14,6-16,3 (15,5 tons).

Da det ikke længere er tilladt at opføre nye HCFC-22 baserede køleanlæg må det forventes, at den eksisterende stock for HCFC-22 gradvist substitueres til HFC'er i de kommende år. Set i forhold til transportkøleanlægs levetid vil denne substitution være fuldstændig gennemført 1/1 2007. Det vil sige der kan forventes en stigning i HFC-stock til ca. 50 tons med samme forbrug som det nuværende (dvs. steady state scenarie, hvor det antages at behovet for transportkøl er det samme som stock/forbrug i 2001).

Ud fra indberetninger til KMO-ordningen om påfyldte mængder fra de medlemmer der er klassificeret som tilhørende autobranchen, har der kunne

konstateres et fald i den påfyldte mængde kølemiddel fra 1996 til 2001. Den samlede påfyldte mængde pr. år er faldet fra 15,5 tons i 1997 til 7,4 tons i 2001. Udfasningen af regenereret CFC-12 har medført en stigning i påfyldningen af især HFC-404a men ikke en tilsvarende stigning. Derfor er en nærliggende vurdering, at der de seneste 5 år er sket en udvikling i retning af mere tætte transportkøleanlæg /24/.

Da de registrerede påfyldninger kun omfatter påfyldninger større end 1 kg. vurderes data fra KMO kun at omfatte større påfyldninger og efterfyldninger på transportkøleanlæg og ikke påfyldninger på klimaanlæg samt mindre efterfyldninger på transportkøleanlæg.

4.6 Betydning for eksisterende emissionsberegninger

I de eksisterende beregninger af danske emissioner er der hidtil anvendt en samlet kategori for mobile A/C anlæg og mobile køleanlæg og IPCC's default værdier for mobile A/C anlæg er anvendt for både mobile A/C og transportkøl.

Reelt betyder det, at kølemiddel HFC-134a anvendt til transportkøl hidtil har været krediteret for en større lækagerate end den reelle situation for disse køleanlæg, idet transportkøl har været sammenlagt med mobile A/C.

Da det er muligt at opdele HFC-forbruget på henholdsvis mobile A/C og transportkøl ud fra de eksisterende oplysninger fra importører og brugervirksomheder, kan der tilføjes en ny beregningskategori "transportkøl". I forhold til de danske emissionsberegninger vurderes det muligt at foretage en sådan opdeling, idet data for transportkøl kan trækkes fra KMO-ordningens indrapporteringer samt kontrolleres med indrapporteringer fra de væsentlige danske transportkølevirksomheder.

Fra og med opgørelsen af det danske forbrug og emissioner 2001 bør den nye reviderede emissionsfaktor for mobile A/C anlæg og transportkøleanlæg anvendes.

5 Revurdering af emissionsfaktorer for mobile A/C anlæg

5.1.1 Status: Mobile A/C anlæg

Mobile aircondition anlæg er A/C anlæg monteret i personbiler og lastbiler. Hovedparten af A/C anlæggene i både person og lastbiler monteres i forbindelse med fremstilling af køretøjet på fabrik. Kølemidlet påfyldes ved produktionen og importeres derfor med køretøjet til Danmark. Da Danmark ikke er et bil- producerende land foretages alle førstegangsfyldninger af mobile A/C-anlæg i udlandet på div. bilfabrikker.

I de senere år har der været et fald i prisen for fabriksmonterede A/C anlæg. Det har medført en markant stigning i antallet af importerede biler med A/C. Det anvendte kølemiddel er HFC-134 i A/C-anlæg. Førhen blev der anvendt CFC-12.

Hvor det tidligere udelukkende var luksusbiler og store mellemklasse biler der var monteret med A/C anlæg er det nu standard for et bredt udsnit af biltyper. D.A.F. samt adspurgte bilimportører vurderer, at 15 - 20 % af den samlede kørende bilpark nu sælges med A/C monteret /8,10,11,12/.

Montering af A/C anlæg kan også ske ved eftermontering på specialværksted. Eftermontering sker i dag for en langt mindre del af bilparken end tidligere på grund af den førnævnte stigning i de fabriksmonterede anlæg. Her sker påfyldning af kølemidlet efter monteringen af anlægget. Dette kølemiddelforbrug registreres via importører af kølemiddel, men er sjældent omfattet af KMO-ordningen idet fyldningen er under 1 kg /4/.

Ved tab af kølemiddel fra mobile A/C anlæg efterfyldes anlægget med HFC-134 i Danmark på autoværksteder og andre specialværksteder, der også reparerer utæthederne.

Følgende virksomheder arbejder med mobile klimaanlæg:

- Bilproducenter
- Køleservice virksomheder
- Autoværksteder
- Andre, f.eks. busentreprenører

Den typiske kølemiddel fyldning for en personbil ligger på mellem 500 g og 850 g afhængig af bil størrelse og for et anlæg i en lastbil mellem 1-2 kg.

For busser er fyldningerne 8-10 kg og i nogle tilfælde op til 22 kg.

Kølemiddel til A/C anlæg i person og lastbiler er afgiftsbelagt med samme afgifter, som er gældende for stationære klima anlæg.

Det bekræftes i denne undersøgelse at der sker en kraftig stigning i antallet af personbiler med A/C. I den forbindelse har der været udtrykt bekymring i branchen over at kvaliteten af A/C synes at være ringere. Det er ikke blevet efterforsket yderligere men påstanden kan eftervises ved at kontrollere, om der kan ses på stigning i antal solgte kondensatorer. Det er påstået, at kondensatorerne i nye A/C anlæg i biler og lastbiler sjældent holder mere end 3 år og når en kondensator går i stykker tapes ofte hele fyldningen i anlægget.

Med hensyn til kvantificeret data om forbrug og import af HFC-134a kølemiddel til klimaanlæg i køretøjer findes der p.t. ikke nogen anvendelige registreringer i Danmark. Dvs. estimater vedrørende importerede mængder må baseres på antagelser om hvor udbredt klimaanlæg er i den importerede (og eksisterende danske vognpark). Derudfra kan der beregnes en samlet fyldning af HFC-134a i vognparken. Dette tal kan anvendes til videre beregning af det danske forbrug af kølemiddel til efterfyldninger. Der er en væsentlig datausikkerhed behæftet til kvantificering af forbrug og emissioner indenfor hele dette område, men en registrering af de konkrete importerede og evt. eksisterende køretøjer med klimaanlæg vil kunne forbedre datagrundlaget væsentligt.

5.1.2 IPCC's emissionsfaktorer for mobile A/C anlæg

IPCC's vejledende emissionsfaktorer for kategorien "Mobile Air Conditioning (MAC) omfatter alle mobile A/C anlæg i biler, lastbiler og busser.

De gældende emissionsfaktorer fra IPCC for mobile A/C anlæg er angivet i tabellen nedenfor.

Tabel 8. IPCC emissionsfaktorer for mobile A/C anlæg (Mobile Air Conditioning) /3/.

Aktivitet	Mobile A/C og køleanlæg	Kommentar
Påfyldning	4,5 %	
Drift	30 % pr. år	10 % ved forbedret fittings mv.
Destruktion	75 % af seneste påfyldte mængde kølemiddel er i kølesystemet ved bortskaffelse	
Levetid	12 år	11 år (personbiler) til 15 år (lastbiler)
Genanvendt kølemiddel	0 %	80 % hvis der anvendes genanvendelsespraksis

IPCC's default værdier for den gennemsnitlige kølemiddelfyldning i mobile A/C anlæg er: 1,2 kg for personbiler, dog 800 g for nyere japanske (og europæiske) biler 1,5 kg for lastbiler.

5.2 Resultat af Interviewundersøgelse for mobile A/C anlæg

5.2.1 Påfyldning

For de anlæg der eftermonteres eller bygges i Danmark gælder det som for de stationære køleanlæg, at der kun sker udslip ved påfyldning, hvis der sker en fejlbetjening af påfyldningsudstyret eller brud på en slange. Der anvendes generelt korte slanger monteret med afskæringsventiler, og slangerne suges tomme for væske efter påfyldningen er udført.

Afgiftsniveauet vurderes at have påvirket adfærden i retning af større påpasselighed med håndtering af kølevæsker i forbindelse med montering og servicering af A/C anlæg i person og lastbiler.

Dog er der et stigende antal, der udfører påfyldning og aftapning og anden service, f.eks. busentreprenører og andre autoværksteder. Som kravet er i dag skal man have gennemført et kursus i håndtering af kølemidler som en forudsætning for at arbejde med kølemidler. Derudover kan man have en godkendelse af KMO. P.t. har KMO udstedt 1.042 godkendelser, men de seneste år er der konstateret en tydelig stigning i udstedte godkendelser til autobranche /13/.

Med hensyn til gennemsnitsfyldningen for mobile A/C anlæg, anslås en fuld fyldning for personbiler at være i intervallet 500-850 g HFC-134a og for lastbiler 1-2 kg HFC-134a. Det er nogenlunde tilsvarende IPCC's gennemsnitsfyldning for mindre biler (800 g) og identisk med gennemsnitsfyldningen for lastbiler.

5.2.2 Drift

Tab under drift sker som følge af udsivninger fra slanger, sammenføjninger ventiler, pakkåser og lignende. Nye anlæg udføres generelt med færre samlinger og brug af slanger end tidligere.

Det reelle driftstab for A/C anlæggene i person og lastbiler har været vanskeligt at fremskaffe dokumenteret data på, fordi det ikke er muligt at trække de relevante oplysninger ud af virksomhedernes registreringssystemer og dels fordi reparation og efterfyldning efter en skade eller læk ikke nødvendigvis sker hos den forhandler, der har solgt eller har den daglige service af køretøjet.

En bilimportør (I1) vurderer, at ca. 10 % af de kørende personbiler efterfyldes med en total påfyldning pr. år. Dette tal er dog vanskeligt at omsætte, idet en andel af anlæggene ikke længere serviceres. Andetsteds i denne rapport er det forudsat, at 50 % af de eksisterende klimaanlæg i personbiler serviceres. Dvs. at lækageraten for I1's biler skønnes til gennemsnitlig 20 % pr år. Dertil kommer påfyldninger i forbindelse med frontskader og lignende.

En anden bilimportør (I2) vurderer, at et årligt tab på 30 % pr. år passer nogenlunde.

Ingen af bilimportørerne har dog kunne underbygge deres vurdering med data.

Servicevirksomheden S1 har oplevet en betydelig vækst reparationer af A/C anlæg i biler og lastbiler. Dels fordi der generelt er flere biler og lastbiler med A/C anlæg og dels fordi især kondensatorerne oftere skal udskiftes. Generelt er det deres oplevelse at kvaliteten på de HFC-134a baserede A/C anlæg er ringere end de ældre CFC-12 baserede klimaanlæg. S1 skønner, at det årlige tab i gennemsnit er 1/3 af fyldningen, dvs. ca. 33 %, men at det årlige tab er stigende. Forventningen til fremtidig stigning er en generelt dårlig materialekvalitet og low-cost strategi hos bilproducenterne.

Generelt genanvendes al aftappet kølemiddel efter filtrering i tør filter, hvor fugt fjernes.

A/C-anlæg i personbiler antages at have en levetid på mellem 7 og 10 år for mellemklassebiler og op til 20 år for luksus biler som BMW. A/C-anlægget skrottes sammen med bilen og der er i Danmark indført regler i en ny bekendtgørelse (bekendtgørelse om skrotning) om, at klimaanlæg skal

aftappes for kølemiddel før skrotningen. Det er opfattelsen hos den adspurgte køleservice virksomhed I denne undersøgelse, at for A/C i personbiler vedligeholdes klima anlægget sjældent, efter at der er foretaget den anden totalfyldning efter ca. 6 år.

I nedenstående tabel er resultatet af interview-undersøgelsen for mobile A/C anlæg sammenfattet.

Tabel 9. Resultat af interviewundersøgelse af mobile A/C anlæg.

	Tab ved påfyldning	Tab ved drift	Tab ved bortskaffelse	Levetid
Importør 1 (I1).	Marginal	20 % pr år	Genbruges eller destrueres	6-7 år
Importør 2 (I2)	0 %	ca. 30 % pr. år	Genbruges eller destrueres	20 år
Importør 3 (I3).		anbefaler totalfyldning hvert 3 år - 33 % pr. år	Genbruges eller destrueres	7-10 år
Service 1 (S1).	0 %	33 %	Genbruges eller destrueres	6-7 år

Af de adspurgte bilimportører og servicevirksomheder, som havde kvalificerede skøn fremgår det at der med hensyn til tab ved påfyldning, ikke vurderes at være nogen eller at den er helt marginal (0-0,5%). Med hensyn til tab ved drift er det opfattelsen blandt de adspurgte at den gennemsnitlige lækagerate er mellem 20 % og 33 % pr. år. I relation til tab ved destruktion bliver kølemidlet enten genanvendt eller destrueret uden emission til følge.

Resultaterne fra interviewundersøgelsen adskiller sig således ikke væsentligt fra IPCC's default værdier ved drift. For tab ved påfyldning og bortskaffelse adskiller det sig noget.

5.3 Revurdering af emissionsfaktorer

I følgende tabel fremgår de revurderede emissionsfaktorer for mobile A/C anlæg.

Tabel 10. Revurderede emissionsfaktorer for mobile A/C anlæg.

Aktivitet	Mobile A/C og køleanlæg - IPCC	Revurderede emissioner	Kommentar
Påfyldning	4,5 %	0-0,5 %	
Drift	30 % pr. år	30 % pr. år	
Destruktion	75 % af seneste påfyldte mængde kølemiddel er i kølesystemet ved bortskaffelse	0 %	Aftappes jf. lovgivning og afgifter giver ligeledes et incitament til aftapning af kølemiddel.
Levetid	12 år	7 år	Levetiden er reduceret til 7 år svarende til 1 år efter sidste forventede påfyldning.

Det gælder for de mobile A/C-anlæg, at tab ved påfyldning er mindre end IPCC's værdier og tab ved bortskaffelse er ca. 0, hvilket i væsentlighed skyldes de danske regler om håndtering og bortskaffelse af kølemidler. Lækageraten for selve driftsperioden er uændret I forhold til IPCC's emissionsfaktor.

På den baggrund vurderes der ikke at være væsentlig grund til at ændre på de emissionsfaktorer der anbefales af IPCC. Dog vil tab ved destruktion ikke blive regnet som emission.

5.4 Stock for mobile A/C anlæg

For mobile A/C anlæg gælder det, at stock er estimeret for årene frem til 1999. Denne stock kan fremover opdateres fra år til år på basis af D.A.F. medlemsstatistik for køretøjer fordelt på forskellige kategorier (jf. kap 7.) /6/.

I forhold til klimaanlæg i personbiler og lastbiler beregnes den samlede fyldning (stock) i Danmark ud fra statistiske oplysninger om import og reeksport af person- og varevogne og lastbiler pr. år. De statistiske oplysninger om importerede enheder ganges med en anslået procentandel, som udtrykker andelen af personvogne og lastbiler, der har klimaanlæg. I 1998 blev der foretaget en beregning af stock frem til 1998 og i fremskrivningerne siden, har der været regnet med en andel for personbiler på 20 % og en andel for lastbiler på 50 %.

I år er dette skøn blevet revurderet og den samlede stock er opdateret. Forudsætningerne for den gennemførte beregning fremgår af nedenstående tabel. Forudsætningerne er differentieret i forhold til de enkelte statistiske kategorier for transportmidler og er skønnede værdier på basis af udsagn fra bilimportører og køleservice virksomheder.

Tabel 11. Forudsætninger for beregning af stock for mobile A/C anlæg

	Andel med A/C, %	Fyldning, Kg HFC-134a	Andel A/C som vedligeholdes ud af den samlede vognpark
Personbiler	10 %	0,75	50 %
Busser	20 %	9	20 %
Varebiler	5 %	0,8	50 %
Lastbiler indtil 6 t	50 %	1,2	50 %
Lastbiler over 6 t	50 %	1,5	40 %

D.A.F. (Danmarks automobilforhandler forening) fører årligt en statistik over køretøjsbestanden i Danmark /6/. Disse data er grundlaget for den nedenstående beregning af stock for HFC-134a i danske køretøjer. Denne metode anbefales at blive anvendt fremover.

Endvidere beregnes, hvor stor en andel af de installerede klimaanlæg, der stadig serviceres og derfor fortsat refyldes med kølemiddel i forbindelse med lækage og anden reparation. Denne beregning er grundlaget for at kunne beregne den efterfyldte mængde HFC-134a kølemiddel på danske køretøjer for år 2001. Denne metode anbefales ligeledes anvendt ved fremtidige beregninger.

Resultatet fremgår af nedenstående tabel.

Tabel 12. Den beregnede danske stock for mobile A/C anlæg 2001 fordelt på køretøjer

	1997	2001	Stock, kg	Fyldning der vedligeholdes	Kølemiddel (HFC-134a) refyld på danske køretøjer 2001, tons
Personbiler	1.738.854	1.854.060	139.055	69.527	23,2
Busser	13.786	13.968	25.142	5.028	1,7
Varebiler	292.537	335.990	13.440	6.720	2,2
Lastbiler indtil 6 t	4.808	4.628	2.777	1.388	0,5
Lastbiler over 6 t	32.919	32.975	24.731	9.892	3,3
SUM			205.145	92.556	30,9

Af tabellen fremgår de forskellige forudsætninger for beregningen, bl.a. hvor stor en andel af de respektive køretøjer som forventes at have A/C anlæg. Det har ikke været muligt at kvantificere udbredelsen af klimaanlæg i andre køretøjer som f.eks. landbrugsmaskiner og entreprenørmaskiner, men det er konstateret ved henvendelse til udvalgte leverandører at der generelt i de større traktorer (over 100 HK) og mejetærskere ofte er klimaanlæg. De kunne dog ikke kvantificere fyldningernes størrelse.

Den totale stock for HFC-134a i mobile A/C anlæg i Danmark er beregnet til 205 tons for 2001. Mængden forventes at stige yderligere de kommende år, da tendensen stadig går i retning at flere køretøjer og relativt flere klimaanlæg i de nye køretøjer.

Den efterfyldte mængde HFC-134a kølemiddel på mobile klimaanlæg i 2001 er beregnet til 30,9 tons. Denne mængde kølemiddel er alene brugt til efterfyldninger i forbindelse med vedligeholdelse af eksisterende anlæg.

Generelt for opgørelsen og vurdering af mobile A/C anlæg er det meget begrænset, hvad der findes af kvantitative data. Det kunne derfor overvejes, om der på nogen måde bør foretages en central registrering af hvor mange A/C anlæg, der importeres årligt til Danmark via importerede køretøjer. Denne opgave kunne evt. varetages af DBI (Danske Bilimportører) eller Statens Biltilsyn.

I forhold til beregning af den aktuelle emission af kølemidler fra klimaanlæg er det i det foregående vurderet at indikationerne for de danske forhold svarer nogenlunde til de IPCC anbefalede værdier.

6 Referencer

1. Ozonlagsnedbrydende stoffer og drivhusgasserne HFC-er, PFC-er og SF₆. Danmarks forbrug og emissioner 2000. Miljøstyrelsen 2001.
2. Denmark's National Inventory Report - Submitted under the UN Convention on Climate Change, DMU 2000, Arbejdsrapport nr. 127.
3. IPCC Good Practise Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
4. Regelsæt for kølebranchens miljøordning, KMO 29.05097/REGELS-4.
5. Køleanlæg - Vejledning om arbejde med køleanlæg, Industriens Branchearbejdsmiljøråd, December 2000.
6. Undersøgelse af udsivning af kølemiddel fra butiksanlæg, KMO november 2001.
7. Thermo King (Knud Hansen Køleanlæg) jf. Interview notat, Bilag 1.
8. Dansk Køleservice, jf. Interview notat, Bilag 1.
9. Carrier Transicold, jf. Interview notat, Bilag 1.
10. Toyota bilimportør, jf. Interview notat, Bilag 1.
11. BMW bilimportør, jf. Interview notat, Bilag 1.
12. Nissan bilimportør, jf. Interview notat, Bilag 1.
13. Personlig oplysning, Thorkild Høft, KMO.
14. D.A.F. Dansk Automobilforhandler Forenings hjemmeside (www.daf.dk) oversigtstabel over køretøjsbestanden i Danmark 2001.
15. Findan Køleteknik, Palle Mortensen, Interview notat.
16. Superkøl A/S, Tom Gøttsch. Interview notat.
17. Birton, Bent Johansen, Rene Lyngså, Interview notat.
18. Dansk Supermarked A/S, Flemming Kristensen, Interview notat.
19. York Køleteknik, Århus, Svend Nielsen, Alex Pachai, Interview notat.
20. Buron El og Køleteknik, interview notat.
21. Miljøkontrollen, Lotte Mathiesen, Københavns Kommune, Interview notat.

22. Jysk Håndværkerskole, Køleafd. Interview notat.
23. Forbrug og emissioner af ozonlagsnedbrydende stoffer og visse industrielle drivhusgasser HFC, PFC og SF6. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 2001.
24. Data udtræk fra KMO's database vedr. indberettede påfyldninger 1996-2001 fra "auto" udarbejdet af Thorkild Høft, 20/11 2002.

KMO undersøgelsens lækage rater fra de undersøgte butikskøleanlæg

Bilagstabel 1. Læk rate (% p.a.) for kølemiddel fra butikskøleanlæg 1998-2000 fra KMO undersøgelsen /6/

Fyldning	Påfyldt mængde	Tab	Alder	Bemærkninger
Anlægsfyldning på 1 anlæg 90 kg.	Påfyldning 80 kg.	30% pa	Byggeår 1998	
Anlægs mængde på 1 anlæg 205 kg	Påfyldning 159 kg.	25,8% pa.	Byggeår 1995	Parallelanlæg.
Anlægs mængde på 1 anlæg 100 kg.	Påfyldning 77,5 kg.	25,8% pa.	Byggeår 1994	Boosteranlæg.
Anlægs mængde på 3 anlæg 24 kg.	Påfyldning 9 kg.	12,5% pa.	Ukendt byggeår	Ældre anlæg.
Ikke besøgt.				
Anlægs mængde 36,5 kg på 7 anlæg	Påfyldt 12,5.	11% pa	Byggeår 1979-95	
Anlægs mængde 29 kg på 4 anlæg	Påfyldt 15 kg.	17% pa.	Byggeår 1979	
Anlægs mængde 68 kg på 2 anlæg.	Påfyldt 9,2.	4,5% pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 60 kg på 7 anlæg.	Påfyldt 25 kg.	14% pa.	Byggeår 1979-99	
Anlægsfyldning 42 kg på 7 anlæg.	Påfyldning 26,5.	21% pa.	Byggeår 1970-99	
Anlægsfyldning 45 kg på 9 anlæg.	Påfyldning 19 kg.	14% pa.	Primært 1975	
Ikke besøgt.				
Anlægsfyldning 45 kg.	Påfyldning 14 kg. Aftapning 8 kg.	4,4 % pa.	Ukendt	Ældre anlæg
Anlægsfyldning 27 kg på 4 anlæg.	Påfyldning 8 kg.	10% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 23 kg på 5 anlæg.	Påfyldning 49 kg.	71% pa	Byggeår 1998-01	
Anlægsfyldning 125 kg på 2 anlæg	Påfyldning 124 kg. Aftapning 57 kg	18 % pa.	Byggeår 2000	Der var foretaget retrofit inden opsætningen af nyt anlæg.
Anlægsfyldning 53 kg på 9 anlæg.	Påfyldning 27 kg.	17% pa	Byggeår 1975-98	
Anlægsfyldning 22,5 på 4 anlæg	Påfyldning 4 kg.	6% pa.	Byggeår 1977-99	
Anlægsfyldning 53,5 på 7 anlæg.	Påfyldning 11 kg.	7% pa.	Byggeår 1979	Alle anlæg fra 1979
Anlægsfyldning 50,5 kg	Påfyldning 28 kg.	18% pa.	Ukendt	Ældre anlæg
Anslået tidligere fyldning 50 kg.	Påfyldning 26,5 kg.	17,5% pa.	Nyt anlæg 2001.	Alle data vedrører det gamle anlæg
Ikke besøgt.				
Anlægsfyldning 48 kg.	Påfyldning 21,5 kg.	15% pa.	Primært 1970	
Anlægsfyldning 42 kg.	Påfyldning 2 kg.	1,5% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 97 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 59,5 kg.	20% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 100 kg på primært et anlæg.	Ingen påfyldning.	0%	Byggeår 1996	
Anlægsfyldning 24 kg på 3 anlæg.	Påfyldning 3,5 kg.	5% pa.	Byggeår 1994-97	
Anlægsfyldning 41,5 kg på 7 anlæg.	Påfyldning 13 kg.	10% pa.	Byggeår 1991-95	

Fyldning	Påfyldt mængde	Tab	Alder	Bemærkninger
Anlægsfyldning på 16 anlæg heraf to store 204 kg.	Påfyldning 63 kg.	9% pa.	Byggeår 1996	
Anlægsfyldning 108 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 7,3 kg.	2% pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 195 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 6,5 kg.	1% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 56 kg på 6 anlæg.	Påfyldning 9 kg.	5,4% pa.	Byggeår 1974	
Anlægsfyldning 413 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 235 kg.	19% pa.	Byggeår 1980	
Anlægsfyldning 61,5 kg på 8 anlæg.	Påfyldning 4 kg.	2% pa.	Byggeår 1979	
Anlægsfyldning 159,5 kg på 6 anlæg, heraf 1 med 150 kg.	Påfyldning 34 kg.	7% pa.	Byggeår 1993-00	
Anlægsfyldning 150 kg på 1 anlæg.	Påfyldt 48 kg, 30 kg og 46 kg.	28% pa.	Byggeår 1996	Indberetninger taler kun om 2 kg. Ifølge tilsynsbøger var anlægget utæt i 97, 99 og 01,
Anlægsfyldning 157,6 kg på primært 1 anlæg.	Påfyldning 82 kg.	17,3% pa.	Byggeår 1994-00	
Anlægsfyldning 97,5 kg på 12 anlæg.	Påfyldning 33 kg.	11% pa.	Byggeår 1965-89	
Anlægsfyldning 158 kg på 17 anlæg.	Påfyldning 99,7 kg.	21% pa.	Byggeår 1976-00	
Anlægsfyldning 60 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 78 kg.	43% pa.	Ukendt	Nyt anlæg
Anlægsfyldning 115 kg 1 anlæg.	Påfyldning 40 kg.	11,6% pa.	Byggeår 1980	
Anlægsfyldning 107 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 6 kg.	2% pa.	Byggeår 1980	
Anlægsfyldning 115 kg på 1 anlæg	Påfyldning 55 kg.	16% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 102 kg på primært 1 anlæg.	Påfyldning 90 kg.	29% pa.	Byggeår 1998	
Anlægsfyldning 111 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 1 kg.	0,3% pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 115 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 120 kg. Over 3 gange.	34,8% pa.	Byggeår 1999	
Anlægsfyldning 82,2 kg på 10 anlæg.	Påfyldning 30 kg.	12% pa.	Byggeår 1979	
Anlægsfyldning 96 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 5 kg.	1,7% pa.	Byggeår 2001	Påfyldning skete på det gamle anlæg.
Anlægsfyldning 110 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 165 kg.	50% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 145,5 kg på 14 anlæg heraf 2 store.	Påfyldning 28,85 kg.	6,6% pa.	Byggeår 1990-00	
Anlægsfyldning 105 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 217 kg.	69% pa.	Byggeår 1999	
Anlægsfyldning 125 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 151 kg. Aftapning 80 kg.	19% pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 105 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 60 kg.	19% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 86 kg på 12 anlæg.	Påfyldning 14 kg.	5,4% pa.	Byggeår 1970-93	
Anlægsfyldning 58 kg på 5 anlæg.	Påfyldning 135 kg.	77,6% pa.	Byggeår 1993	2 anlæg er meget små. Data er usikre.
Anlægsfyldning 65 kg på 8 anlæg.	Påfyldning 90 kg.	46% pa.	Byggeår 1991-93	
Anlægsfyldning 92 kg på primært 1 anlæg.	Påfyldning 4 kg.	1,4% pa.	Byggeår 1996	

Fyldning	Påfyldt mængde	Tab	Alder	Bemærkninger
Anlægsfyldning 125 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 94 kg.	25% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 121 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 50 kg.	13,8 % pa.	Byggeår 1990	