



Nr U 6085  
Februari 2019

# Uppföljning av emissioner och kvarvarande mängder av CFC i Sverige

Uppdatering 2019

På uppdrag av Naturvårdsverket

Karin Kindbom, Maria Ahlm, Johan Hultén



**Författare:** Karin Kindbom, Maria Ahlm, Johan Hultén

**På uppdrag av:** Naturvårdsverket

**Rapportnummer** U 6085

**© IVL Svenska Miljöinstitutet 2019**

IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm

Tel 010-788 65 00 // [www.ivl.se](http://www.ivl.se)

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

## Innehållsförteckning

1	Sammanfattning .....	5
2	Inledning .....	6
3	Bakgrund .....	6
4	Metod .....	7
5	Kylmöbler för hushållsbruk.....	7
5.1	Upplagrad mängd CFC i köldmedia och isolering i kylmöbler för hushållsbruk .....	7
5.2	Emissioner/läckage från kylmöbler .....	8
5.2.1	Läckage från köldmedium .....	8
5.2.2	Läckage från isolering i kylmöbler.....	9
5.3	Avfallshantering kylmöbler .....	9
5.4	Resultat kylmöbler i hushåll .....	10
6	Rör-, bygg- och markisolering.....	11
6.1	Upplagrad mängd CFC i rör-, bygg- och markisolering .....	11
6.2	Emissioner/läckage av CFC från rör-, bygg- och markisolering .....	12
6.3	Avfallshantering rör-, bygg- och markisolering .....	12
6.3.1	Antaganden kring avfallshantering av rör-, bygg- och markisolering .....	13
6.4	Rörisolering PUR.....	14
6.4.1	Antaganden rörisolering PUR.....	14
6.4.2	Resultat rörisolering PUR.....	15
6.5	Byggisolering, PUR och XPS .....	15
6.5.1	Antaganden byggisolering PUR och XPS .....	15
6.5.2	Resultat byggisolering PUR och XPS.....	16
6.6	Markisolering XPS.....	17
6.6.1	Antaganden markisolering XPS .....	17
6.6.2	Resultat markisolering XPS .....	18
7	Övriga köldmedier och övrig isolering.....	18
8	Samlat resultat.....	19
9	Jämförelse med tidigare prognoser.....	21
10	Beräknade emissioner av CFC-11 .....	22
11	Diskussion och slutsatser .....	23
	Referenser.....	24



# 1 Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet har på uppdrag av Naturvårdsverket beräknat och modellerat emissioner och kvarvarande mängder CFC (klorfluorkarboner, freoner) i det svenska samhället för perioden 1990 till och med 2030. Uppdraget är en uppdatering av tidigare motsvarande arbeten som genomfördes 2003 och 2011.

Vi har strävat efter att fördjupa förståelsen särskilt för hur flödena av CFC-innehållande material och produkter ser ut i avfallssteget. Generellt är tillgången på statistik bristfällig, särskilt för isolermaterial, och de data som används baseras i stor utsträckning på information från relevanta experter och branschföreträdare.

Beräkningarna visar att såväl emissioner som kvarvarande mängder av CFC minskar med tiden, men att det 2030 fortfarande kommer finnas CFC kvar i rörisolering, byggisolering och markisolering. Byggisoleringen kommer fasas ut och försvinna snabbare än isolering som ligger i marken (rörisolering och markisolering) på grund av att renovering av fastigheter görs med kortare cykler än markarbeten.

Jämfört med tidigare arbete från 2011 ger våra beräkningar lägre emissioner och större kvarvarande mängder CFC i samhället. Detta beror till stor del på att flera emissionsfaktorer för läckage från material under dess livstid har reviderats, i de flesta fall till en lägre emissionsfaktor. De lägre emissionerna under livstiden gör att mer CFC beräknas vara kvar i material och produkter.

Det är en generell brist på information och statistik avseende avfall och omhändertagande av material och produkter som innehåller CFC, och osäkerheterna i beräkningarna är betydande då de bygger på en rad förenklade antaganden.

Ett riktigt omhändertagande av avfallsmaterial som innehåller CFC tycks under de allra senaste åren ha ökat i omfattning. För kylmöbler verkar avfallshanteringen ha fungerat bra under många år eftersom kylmöbler är lätta att identifiera. CFC-innehållande isolermaterial i bygg- och rivningsavfall är däremot svårare att identifiera. För bygg- och rivningsavfall fungerar därför utsortering av farligt avfall inte lika väl som för kylmöbler, vilket gör att avfallet felaktigt hamnar som vanligt avfall och inte hanteras och destrueras på rätt sätt. Samtidigt ser vi att informations- och utbildningsinsatser har gett resultat under senare år. Det är viktigt att bygg- och rivningsavfall tas omhand på rätt sätt redan vid källan (vid rivningen). Vår rekommendation är att informations- och utbildningsinsatserna sprids till rivnings- och bygglovshandläggarna hos kommuner ute i landet eftersom man har sett att detta har en positiv inverkan på mängden CFC-haltigt isolermaterial som omhändertagits på ett korrekt sätt i Stockholmsregionen.

## 2 Inledning

IVL Svenska Miljöinstitutet har på uppdrag av Naturvårdsverket beräknat och modellerat emissioner och kvarvarande mängder CFC (klorfluorkarboner, freoner) i det svenska samhället för perioden 1990 till och med 2030. Uppdraget är en uppdatering av tidigare motsvarande arbeten som genomfördes 2003 (Flodström & Kindbom, 2003) och 2011 (Westerdahl & Andersson, 2011).

Uppdaterade data för perioden 2010–2017 har baserats på befintlig statistik och annan information som erhållits genom kontakt med berörda aktörer samt genom litteraturstudier. För perioden 2018–2030 har projektioner gjorts baserat på data från den föregående perioden. Arbetet har koncentrerats till de områden som bedöms vara viktigast som framtida emissionskällor för CFC till luft, vilket är olika typer av isolermaterial inom en rad olika användningsområden.

I studien från 2011 (Westerdahl & Andersson) gjordes prognoser fram till år 2020. Föreliggande uppdrag har även omfattat att utvärdera hur väl dessa prognoser stämde.

## 3 Bakgrund

CFC har historiskt sett använts inom en rad olika applikationer, alltifrån köldmedium i kyl- och frysanläggningar och blåsmedel vid isolerplasttillverkning, till avfettning, rengöring och i kemtvättar. Flera av användningsområdena gav upphov till omedelbara emissioner till luft. Andra användningar, såsom köldmedier och blåsmedel för isolermaterial, innebär att CFC finns kvar i produkten under hela dess fungerande tid och således ackumuleras i samhället.

Under perioden 1989–2005 infördes ett flertal regleringar och förbud för användning av CFC inom olika användningsområden, se Tabell 1. Redan i början av 1990-talet förbjöds (ny-) användning av CFC i de flesta applikationer. Detta medförde att mängden CFC som hanterades i det svenska samhället minskade betydligt. Sedan 2005 är all användning av CFC förbjuden i Sverige, och därför sker ingen nytillförsel till det ackumulerade lagret i samhället.

Tabell 1. Viktiga datum för begränsning av CFC-användning (Naturvårdsverket, 1995).

Användningsområde	Förbud från år
Köldmediekungörelsen med föreskrifter om hantering och rapportering	1989
CFC i aerosoler för sterilisering	1989
Import av varor tillverkade med CFC	1990
Förpackningar med CFC	1990
CFC i isolermaterial (XPS och PUR) med undantag av PUR för särskilda isoleringsändamål och i bilindustrin	1991
CFC i avfettning och rengöring	1991
CFC i PUR för särskilda isoleringsändamål och i bilindustrin	1995
CFC i kemtvättar	1995
CFC som köldmedia, nyinstallation	1995
Påfyllning av CFC som köldmedia	1998
Yrkesmässig användning av anläggning med CFC > 0,9 kg	2000
Yrkesmässig användning av anläggning med CFC < 0,9 kg	2005

De emissioner av CFC till luft som sker idag kommer från äldre produkter som innehåller CFC och som fortfarande finns kvar i samhället. Emissionerna härrör från passivt läckage från produkterna under användning eller från avfallshandling, och då främst vid sönderdelning av CFC-innehållande material. Vid avfallshandlingen sker omhändertagande och destruktion av en delmängd av återstående CFC i kylmöbler och isolermaterial. Sammantaget leder skrotning av CFC-innehållande produkter till en minskning av de kvarvarande mängderna CFC i samhället. De återstående ackumulerade mängderna av CFC finns i dagsläget i isoleringsmaterial (extruderad polystyren, XPS, och polyuretan, PUR) och i kylmöbler.

## 4 Metod

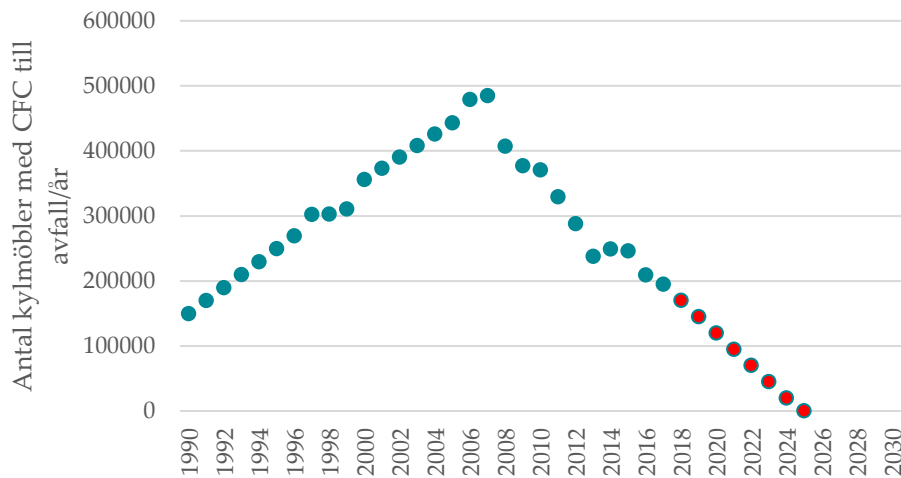
Den metod som använts baseras på data och beräkningsunderlag som tagits fram i tidigare studier (Flodström & Kindbom, 2003 och Westerdahl & Andersson, 2011). Förnyade kontakter har tagits med en rad relevanta aktörer för att samla in och uppdatera tidigare information och även täcka in perioden efter 2010. Samtidigt har vi försökt att fördjupa förståelsen särskilt för hur flödena av CFC-innehållande material och produkter ser ut, och mer specifikt vad som sker i avfallssteget. Generellt är tillgången på statistik bristfällig, särskilt för isolermaterial, och de data som används baseras i stor utsträckning på information från relevanta experter och branschföreträdare. För avfallshandling av kylmöbler finns sedan 2005 ett användbart statistiskt underlag.

## 5 Kylmöbler för hushållsbruk

### 5.1 Upplagrad mängd CFC i köldmedia och isolering i kylmöbler för hushållsbruk

Norberg (2008) bedömde att 2008 fanns mindre än 140 ton CFC i polyuretan (PUR) isolering kvar, medan Westerdahl och Andersson (2011) beräknar att knappt 1000 ton var upplagrat 2008. Statistik från El-Kretsen över behandlade mängder 2010 – 2017 visar att båda siffrorna varit underskattade. Westerdahl och Andersson (2011) beräknade att de sista kylmöblerna med CFC i PUR skulle lämnas till återvinning 2016, men 2017 lämnades över 190 000 sådana kylmöbler in och trenden är en svag avtrappning (Figur 1). Mängden av denna typ av kylmöbler verkar alltså ha underskattats, men det är svårt att idag göra en bättre uppskattning. I den här studien väljer vi att räkna framåt från 2008 istället utifrån trender i insamlade mängder. Data till och med 2007 baseras på arbetet i Westerdahl & Andersson (2011).

Att uppskatta antalet CFC-innehållande kylmöbler som samlas in försvåras något då El-Kretsen (2019) rapporterar informationen aggregerat med kylmöbler innehållande HCFC och HFC. Utifrån specificeringar över behandlade mängder på Revacs anläggning (2017;2018) antar vi att 90 procent av dessa kylmöbler innehåller CFC. I Sverige är det tre anläggningar som tar emot kylmöbler från El-Kretsen för destruktion: Revac, Stena Technoworld och Eko-Service Skandinavien (Svensk Freonåtervinning).



**Figur 1. Antal kylmöbler med CFC till avfall per år. Data för perioden 1990–2007 är från Westerdahl & Andersson (2011). Ny statistik från El-Kretsen används för perioden 2008–2017. Prognos från 2018–2030 (röda markeringar).**

Enligt nuvarande beräkningar destrueras de sista kylmöblerna 2024. Prognosen har gjorts genom att extrapolera ett linjärt avtagande antal inkomna CFC-kylar till avfallshantering mellan 2008 och 2017 (Figur 1). Från och med 2018 beräknas på så sätt att 25 000 kylmöbler omhändertas per år. Detta är naturligtvis en förenkling. Vid alternativa antaganden om snabbare eller långsammare skrotning kommer de sista CFC-innehållande kylmöblerna att omhändertas antingen några år tidigare eller senare.

Vi har blivit överraskade av att det fortfarande finns CFC-innehållande kylmöbler som kommer in till avfallsanläggningarna. De bör ju vara mer än 25 år gamla. Detta har kommenterats bland annat med att "i allmännyttan finns gamla kylmöbler kvar", eller att "det står gamla skrotade kylskåp i ladorna". Det faktum att CFC-innehållande kylmöbler rapporteras tillsammans med dem som innehåller HFC innebär en osäkerhet i beräkningarna.

Kylmöbler med CFC i PUR innehåller normalt även CFC i kylkretsen. Under första halvan av 90-talet tillverkades kylmöbler som bara innehöll CFC i kylkrets, inte i isoleringen. Sedan 2006 redovisas dessa separat av El-Kretsen och insamlingen har sedan dess legat över 10 000 enheter om året. Det innebär dock en liten mängd CFC jämfört med den stora mängden äldre kylmöbler med CFC i PUR-isoleringen. Modernare konstruktion av kylskåpen och utbyggd avfallshantering för gruppen kylmöbler med CFC enbart i kylkretsen gör att denna grupp sannolikt står för mycket små emissioner. Denna produkt undersöks därför inte närmre i denna rapport.

## 5.2 Emissioner/läckage från kylmöbler

### 5.2.1 Läckage från köldmedium

Det saknas statistik över hur mycket köldmedium kylmöblerna innehöll när de var nya, vilket gör det svårt att kartlägga hur mycket som släppts ut under användning.



Flodström och Kindbom (2003) använde emissionsfaktorn 7,9 procent per år från kylkretsar, men standarden för återvinning från WEEELABEX (2014) indikerar att förlusterna är försumbara. Anläggningar som destruerar CFC i kylmöbler räknar med olika schabloner över hur mycket köldmedium som finns i inkommande (oskadade) kylmöbler. 93 gram och 115 gram nämns (Stena 2015; Revac 2018). ECOs and Deutsche Umwelthilfe (2018) har beräknat att nya kylmöbler innehåller 126 gram i kylkretsen, men den beräkningen är osäker. Vi räknar med 100 gram i oskadade kylkretsar och en emissionsfaktor på 1 procent per år, vilket är en grov uppskattning.

I beräkningarna har vi antagit en avtagande emissionsfaktor över tid, där vi börjar med 7,9%/år 1990–1999, för att sedan avta till 1% 2007 och framåt (Tabell 2). Denna anpassning har gjorts för att foga ihop de två separata beräkningarna där 1990–2007 baseras på Westerdahl & Andersson (2011) medan data för 2008–2030 baseras på data framtagna i denna uppdatering.

**Tabell 2. Emissionsfaktorer för årligt läckage av CFC från kylkretsar och från PUR-isolering i kylmöbler för hushållsbruk.**

	Emissionsfaktor (%/år) som användes 2003 och 2011	Uppdaterade emissionsfaktorer (%/år)
Köldmedium kylkretsar	7,9	1,0
Kylmöbler hushåll PUR	3,4	0,5

## 5.2.2 Läckage från isolering i kylmöbler

Mängden CFC som återvinns från isoleringen i varje kylmöbel uppgår under senare år till cirka 290 gram (Revac 2017, Revac 2018) eller 239 gram hos Stena (2015) med 90–98 % uppfångning av CFC. Eftersom dessa kylmöbler nu är nästan 30 år gamla verkar det som att tidigare emissionsfaktor, 3,4%/år, varit överskattad. Vi antar en faktor på 0,5 procent (Harvey, 2007) då den verkar stämma bättre med kvarvarande mängder på avfallsanläggningar. Siffran 280 gram som använts tidigare (Westerdahl och Andersson, 2011) stämmer väl med den lägre emissionsfaktorn och används även i denna rapport.

I beräkningarna har vi antagit en avtagande emissionsfaktor över tid, som börjar med 3,4%/år 1990 till 1999, för att sedan avta till 0,5% 2007 och framåt (Tabell 2). På samma sätt som för köldmedierna har anpassningen gjorts för att foga ihop de två separata beräkningarna där 1990–2007 baseras på Westerdahl & Andersson (2011) medan data för 2008–2030 baseras på data framtagna i denna uppdatering.

## 5.3 Avfallshantering kylmöbler

Den absoluta majoriteten av kylmöblerna i Sverige samlas in på uppdrag av El-Kretsen. Privata entreprenörer samlar in större kylmöbler från verksamheter, men de utgör bara ett fåtal procent av behandlade mängder på avfallsanläggningar. Det förekommer även import av kylmöbler för avfallshantering från grannländerna (Svinsholt 2019). Vi använder statistik från El-Kretsen i denna rapport.

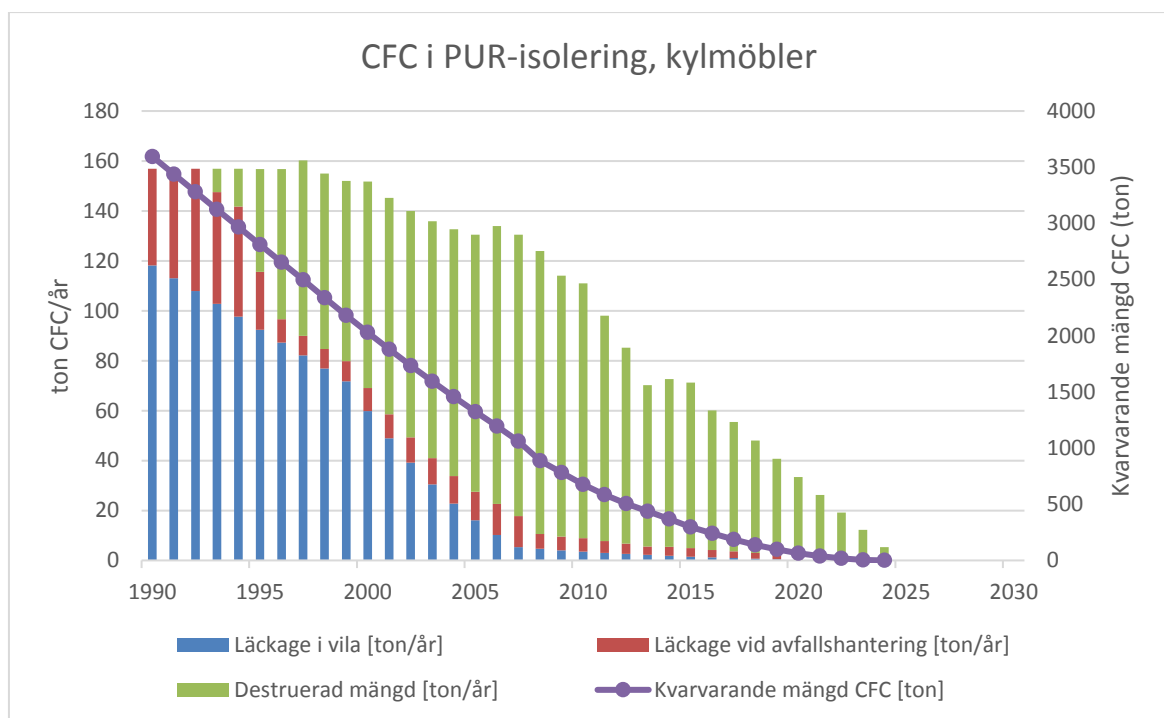
Tillvaratagandet av CFC från köldmedier och isoleringsmaterial på avfallsanläggningar kommer upp i 90 - 98 procent från både köldmedium och isolering (Stena 2015; Revac 2018). En del av det som inte samlas upp fastnar i aktiva kolfilter eller blir kvar i material som energiåtervinns.

Emissionerna bör därmed vara låga, vi uppskattar att 95 procent av CFC i inkommande kylmöbler destrueras i avfallshanteringen.

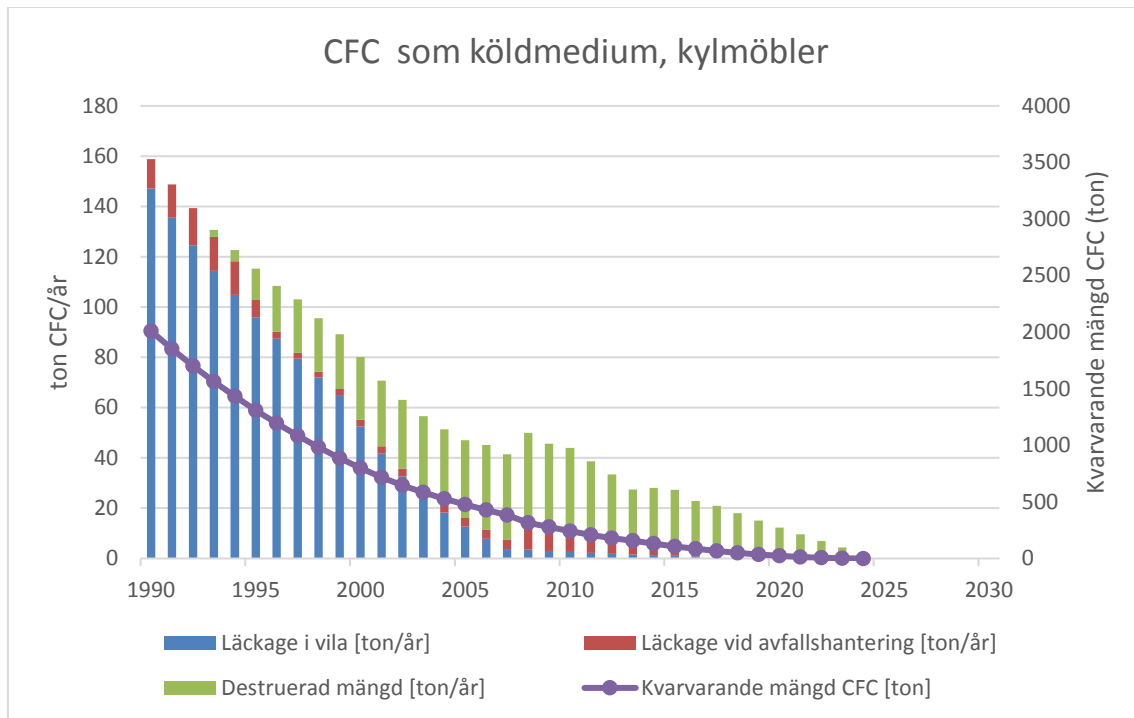
En betydande andel av inkommande kylmöbler har dock skadad kylkrets, varpå all CFC antas ha emitterats. Vi räknar med att 84 procent av kylmöblerna har hel kylkrets, utifrån uppgifter från Revac:s anläggning (2017;2018).

## 5.4 Resultat kylmöbler i hushåll

Beräknade mängder CFC från PUR-isolering i kylmöbler visas i Figur 2. Figuren visar omhändertagna och destruerade mängder vid avfallshantering, läckage vid avfallshantering, läckage/emissioner under produktens livslängd samt beräknade kvarvarande mängder CFC i samhället. Motsvarande resultat för CFC som köldmedium visas i Figur 3.



Figur 2. Läckage i vila, läckage vid avfallshantering, destruerad mängd, samt kvarvarande mängder CFC i isolering i kylmöbler. Linjen representerar kvarvarande mängder CFC i samhället, medan staplarna visar årlig avgång via emissioner och destruktion.



Figur 3. Läckage i vila, läckage vid avfallshantering, destruerad mängd, samt kvarvarande mängder CFC från köldmedier i kylmöbler. Linjen representerar kvarvarande mängder CFC i samhället, medan staplarna visar årlig avgång via emissioner och destruktion.

## 6 Rör-, bygg- och markisolering

### 6.1 Upplagrad mängd CFC i rör-, bygg- och markisolering

CFC har använts för att blåsa isolermaterial för fjärrvärmerör och industrirör, för byggnader som vägg- och takisolering samt till markisolering under byggnader, vägar och i banvallar. Upplagrade mängder CFC i dessa typer av isolering år 1990 har hämtats från Norberg (2002 och 2008) och Svanström (1996), se Tabell 3.

Tabell 3. Upplagrad mängd CFC i olika isolermaterial runt rör, i byggnader och i mark år 1990 (Westerdahl & Andersson, 2011).

Typ av isolering*	Upplagrad mängd år 1990 (ton)	Referens
Fjärrvärmerör PUR	2 000	Svanström, 1996
Industrirör PUR	200	Norberg, 2002, 2008
Byggnader PUR	2 800	Norberg, 2002, 2008
Byggnader XPS	1 200	Norberg, 2002, 2008
Markisolering XPX	1 400	Norberg, 2002, 2008

\*PUR = Polyuretan och XPS = Extruderad polystyren.

## 6.2 Emissioner/läckage av CFC från rör-, bygg- och markisolering

Läckage i vila sker på grund av att CFC diffunderar ut ur cellerna i isolermaterialet. Läckage från isolermaterial har beräknats genom att multiplicera emissionsfaktorer med den beräknade kvarvarande mängden CFC för respektive produktgrupp och år. I de tidigare studierna från 2003 (Flodström & Kindbom) och 2011 (Westerdahl och Andersson) användes emissionsfaktorer angivna i Tabell 4. Ny information visar att särskilt för PUR-isolering var de tidigare emissionsfaktorerna överskattade (Harvey, 2007; TEAP-paper, 2018). Uppdaterade emissionsfaktorer som används i denna studie visas också i tabellen nedan.

**Tabell 4. Emissionsfaktorer för läckage av CFC för olika produktgrupper som fortfarande finns ackumulerade i samhället (Flodström & Kindbom, 2003).**

Typ av isolering	Emissionsfaktor (%/år) som användes 2003 och 2011	Uppdaterade emissionsfaktorer (%/år)
Kylmöbler hushåll PUR	3,4	0,5
Rörisolering PUR	2,3	0,5
Byggnader PUR	1,7	0,5
Byggnader XPS	1,7	1,7
Markisolering XPS	1,7	0,75

I Harvey (2007) framhålls att det är någorlunda konsensus i litteraturen avseende emissionsfaktorer för blåsmedel från isolerplaster. Emissionsfaktorer för XPS anges till mellan 0,75 – 4%/år och för PUR är den lägre, mellan 0,2 – 0,5%/år. I ett dokument från TEAP (Technology and Assessment Panel, Ozone Secretariat of UN Environment) 2018 konstateras att CFC-11 långsamt emitteras över tid från deponerad PUR, med en emission av 0,5%/år. Vi väljer därför att anta emissionsfaktorn 0,5%/år för all PUR-isolering.

Skillnaden i faktorer för XPS beror på isolerskivornas tjocklek där den högre emissionsfaktorn 4%/år anges för skivor med tjockleken 25 mm medan den lägre, 0,75%/år gäller för skivor med 100 mm tjocklek (Harvey, 2007). För mellanliggande tjocklekar anges 1,5%/år för 50 mm, och 0,94%/år för 75 mm skiva. XPS som används till markisolering består av tjocka skivor och vi väljer att ansätta den lägre faktorn för dessa, 0,75%/år. För XPS i byggnader antar vi att det kan förekomma både tunnare och tjockare skivor. I beräkningarna behålls därför det mellanliggande värdet på 1,7%/år som användes i beräkningarna i Westerdahl & Andersson (2011).

## 6.3 Avfallshantering rör-, bygg- och markisolering

Lagstiftning, förordningar och föreskrifter har påverkat avvecklingen av ozonnedbrytande ämnen i Sverige i en positiv riktning. I avfallsförordningen (2011:927) anges vilka allmänna bestämmelser som gäller för hantering av avfall, vilka särskilda bestämmelser som gäller för vissa avfallslag samt regler för transport av avfall. I avfallsförordningens bilaga 4 finns en förteckning över olika typer av avfall. För varje avfallstyp anges en sexsiffrig avfallskod. Avfallskoder som är markerade

med en asterisk (\*) anger att avfallstypen är farligt avfall. Under avfallskategori 17, bygg- och rivningsavfall finns underkategorin 17 06 03 - andra isolermaterial som består av eller som innehåller farliga ämnen. Det finns ingen specifik kategori för isolermaterial som innehåller CFC. Om isolermaterialet klassas som farligt avfall får det inte blandas med andra slag av avfall. Om farligt avfall blandats med annat avfall måste de olika typerna av avfall separeras från varandra, om det behövs från miljöskyddssynpunkt och om det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt (Avfallsförordningen, 16–19 §). När det gäller just farligt avfall måste sorteringen ske på plats (NFS 2004:4 9 §). Eftersom den största källan till emissioner är sönderdelning av isoleringen är det således av största vikt att freonhaltigt isolermaterial identifieras tidigt och demonteras och omhändertas på ett korrekt sätt.

Det faktum att det är svårt att identifiera isolermaterial som innehåller CFC gjorde att Naturvårdsverket tillsammans med Sveriges Byggindustrier tog fram både en vägledning<sup>1</sup> och en film för att utbilda, informera och uppmärksamma branschen om att detta rivningsavfall måste hanteras på annat sätt än annan isolering. Det här initiativet har visat sig ha god påverkan på omhändertagandet i Stockholmsområdet eftersom man där kan se att mängderna som inkommer till avfallsanläggningarna har ökat sedan vägledningen togs fram 2015. För att undersöka hur långt ut i landet detta initiativ har spridit sig har vi kontaktat Göteborgs kommun, Malmö kommun och Umeå kommun och ställt frågan om och hur de informerar och följer upp CFC-haltigt rivningsavfall. Dessvärre är vår uppfattning att detta initiativ inte har spridit sig till övriga delar i landet utan att det främst arbetas aktivt med det i Stockholmsområdet. I detta sammanhang är det också värt att notera att det två anläggningar som idag tar emot CFC-haltigt rivningsavfall finns i Stockholms närhet. Om detta har en påverkan vet vi inte, men rivningsavfall med isolermaterial är skrymmande och långa transporter uppmuntrar inte direkt till korrekt omhändertagande. Vår rekommendation är att informations- och utbildningsinsatserna sprids till rivnings- och bygglovshandläggarna hos kommuner ute i landet eftersom man har sett att detta har en positiv inverkan på mängden CFC-haltigt isolermaterial som omhändertagits på ett korrekt sätt i Stockholmsregionen.

### 6.3.1 Antaganden kring avfallshantering av rör-, bygg- och markisolering

I Tabell 5 **Error! Reference source not found.** nedan redovisas antagen livslängd och destruktionsgrad för de olika typerna av isolering. Livslängden används för att beräkna hur stor andel som skrotas, där  $1/\text{livslängd}$  i år antas skrotas varje år (t.ex.  $1/50$  av upplagrad mängd skrotas per år om livslängden är 50 år). För perioden till och med 2018 görs samma antaganden som i tidigare arbete (Westerdahl & Andersson, 2011) med undantag av att livslängden för markisolering (XPS) har ökat till 80 år istället för tidigare antaget 50 år. I t.ex. Englöv m.fl. (2007) och Kotake m.fl. (2004) indikeras att markisolering under banvallar många gånger lämnas kvar i marken istället för att tas upp. Vi antar att så kan vara fallet även för vissa andra användningsområden för markisolering, och har valt att utöka livslängden i beräkningarna för att ta hänsyn till material som lämnas kvar i marken.

Med stöd i ovanstående rundringning till olika kommuner och avfallsaktörer (genomförd i slutet av 2018 och början av 2019) har vi gjort följande antaganden för avfallshanteringen av CFC-haltigt isolermaterial: Mot bakgrund av att avfallsaktörer har indikerat att mängden isolerplast som

---

<sup>1</sup> <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledninga/Avfall/Bygg-och-rivningsavfall/CFC-haltigt-byggisolermaterial/>, 2019-02-05

kommer till avfallsanläggningar tycks öka (Oskar Åsberg, 2019), har vi i beräkningarna gjort ett grovt antagande att från och med 2019 ökar både destruktionsgraden och andelen som omhändertas jämfört med tidigare år (Tabell 5). Förändringarna är för rörisolering från 0% till 10% omhändertagande, och för byggisolering från 10% till 20% omhändertagande. Förändringar i dessa antaganden gör att emissioner till luft vid skrotning minskar, medan en större andel CFC går till destruktion. Det gör ingen skillnad på den beräknade totala mängden CFC-innehållande isolermaterial som försvinner från samhället, eftersom den beräknas baserat på en antagen livslängd.

**Tabell 5. Antagen livslängd, andel som återvinns samt destruktionsgrad vid återvinning för olika typer av isolering. Antaganden om ökad andel som återvinns från och med 2019 och destruktionsgrad anges i de två kolumnerana längst till höger.**

Typ av isolering	Livslängd [år]	Andel som återvinns [%] (till och med 2018)	Destruktionsgrad [%] (till och med 2018)	Andel som återvinns från och med 2019 [%]	Destruktionsgrad [%] från och med 2019
Isolering fjärrvärmerör PUR	100	0	0	10	90
Isolering industrirör PUR	50	0	0	10	90
Byggnader PUR	50	10	90	20	90
Byggnader XPS	50	10	90	20	90
Markisolering XPS	80*	50	50	50	90

\* Antagande i Westerdahl & Andersson (2011) var 50 år.

## 6.4 Rörisolering PUR

### 6.4.1 Antaganden rörisolering PUR

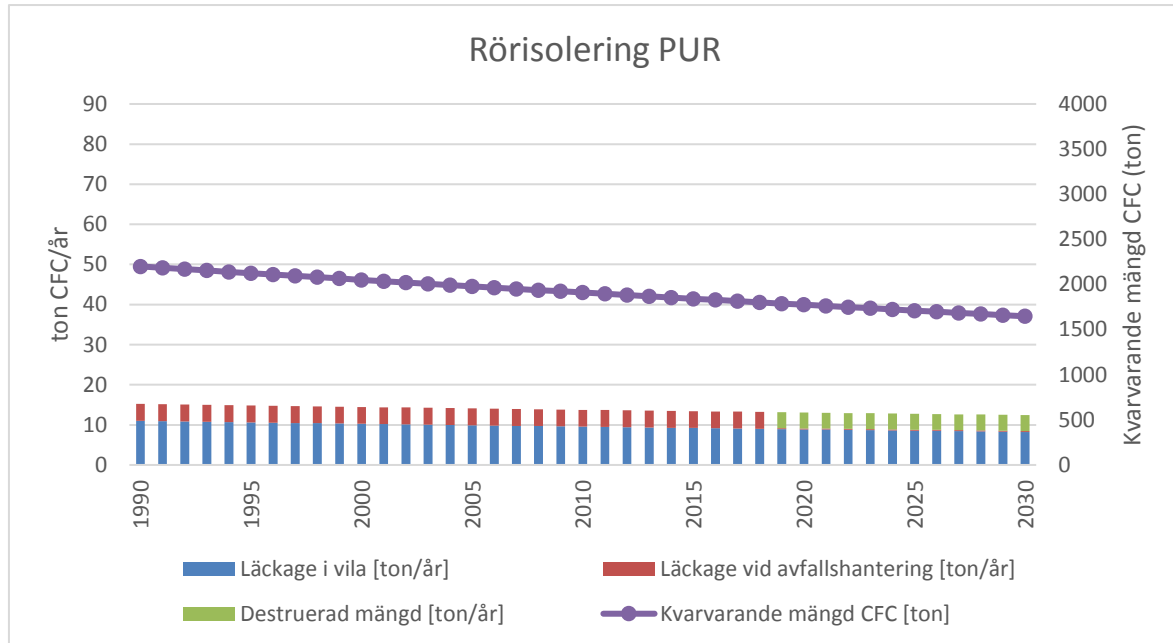
Fjärrvärmerör har en väldigt lång livslängd, ca 100 år (Westerdahl & Andersson, 2011). På grund av den långa livslängden har inget generellt utbyte av de fjärrvärmerör som innehåller CFC ännu skett och förväntas inte ske på ytterligare många år. Det har inte varit möjligt att revidera den upplagrade mängden, utan vi antar att knappt 2000 ton CFC fanns upplagrat år 1990 (Svanström, 1996). De allra flesta fjärrvärmerör innehållande CFC ligger sannolikt kvar i marken och kommer ligga där under lång tid (Svensk Fjärrvärme, 2015; Ottoson, 2018). CFC återfinns mest i så kallade PEH-rör som har en teknisk livslängd på 80–100 år, även om den ekonomiska livslängden är 20–40 år. Vid reparationer byts bara små segment ut och när rören inte längre används kommer de sannolikt lämnas i marken, så länge det inte är platsbrist i tätbyggt område (Westerdahl och Andersson, 2011; Ottoson, 2018). Vi behåller antagandet som Westerdahl och Andersson (2011) gör, att uppskattningsvis 1 km av totalt 10 000 km fjärrvärmerör byts ut årligen på grund av skador (Norberg, 2002).

Industrirören bedöms ha en kortare livslängd än fjärrvärmerören, ca 50 år (Norberg, 2002). För industrirören har det antagits att produktgruppen har nått jämvikt (steady state), det vill säga att mängden industrirör är konstant (Westerdahl & Andersson, 2011). Då livslängden är ca 50 år kan man anta att 1/50-del av den ackumulerade mängden årligen skickas till avfallshantering.

Vid avfallshantering är det i tidigare arbete antaget att inget omhändertagande av CFC sker. I avfallshanteringen har det tidigare varit fokus på att återvinna metallen i rören och man har bortsett från isoleringen. I nuvarande arbete har vi antagit att från och med 2019 tas 10% av CFC-avfallet från rörisolering omhand på ett riktigt sätt, varav 90% destrueras (Tabell 5).

## 6.4.2 Resultat rörisolering PUR

Beräknade resultat för CFC i rörisolering (både fjärrvärmerör och industrirör) presenteras i Figur 4. Jämfört med Westerdahl & Andersson (2011) har vi reviderat ner det årliga läckaget från produkter under användning (från 2,3%/år till 0,5%/år). Det innebär att det årliga läckaget i vila är lägre, men också att kvarvarande mängd CFC blir högre än i Westerdahl & Andersson (2011). Från och med 2019 antas att en andel destrueras vid avfallshantering.



Figur 4. Läckage i vila, läckage vid avfallshantering, destruerad mängd, samt kvarvarande mängder CFC i rörisolering. Linjen representerar kvarvarande mängder CFC i samhället, medan staplarna visar årlig avgång via emissioner och destruktion. Observera att skalan för årliga utsläpp till vänster är hälften jämfört med övriga figurer.

## 6.5 Byggisolering, PUR och XPS

### 6.5.1 Antaganden byggisolering PUR och XPS

Enligt Bocké m fl (2013) byggdes CFC-innehållande isolermaterial in i väggar och tak från 1960-talet fram till mitten av 1990-talet då användningen förbjöds. I rapporten konstateras också att det inte förs någon statistik inom avfallshantering som särredovisar extraherad CFC från isolermaterial från CFC som använts som köldmedium. Byggisolering är som nämnts innan den produktgrupp som är svårast att identifiera.

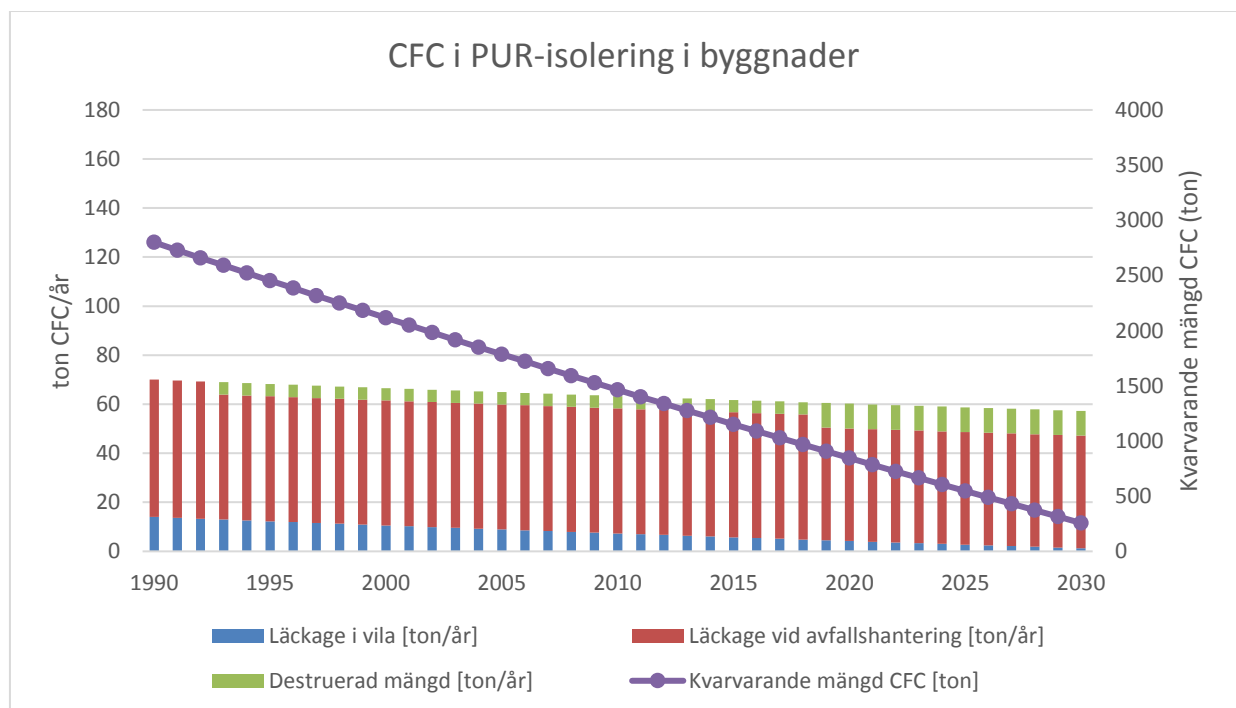
Vi har i stort sett gjort samma antaganden som Westerdahl & Andersson (2011) när det gäller avfallshantering av byggisolering. Vi antar således att mängden PUR- och XPS-isolering i byggnader har nått jämvikt (steady state) i samhället. Då livslängden är ca 50 år kan man anta att 1/50-del av den ackumulerade mängden årligen skickas till avfallshantering.

Återvinningsindustrin i Sverige har antytt att de endast tar emot små mängder isolermaterial med CFC från byggnader, men att mängden har ökat under de allra senaste åren. Dock har inga exakta

uppgifter om hur mycket som tas emot erhållits. I beräkningarna har det, för perioden till och med 2018, uppskattats att ca 10 % av den 1/50 som årligen blir avfall återvinns och att ca 90 % av CFC i dessa isolermaterial destrueras. I nuvarande arbete har vi antagit att från och med 2019 tas 20% av avfallet från byggisolering (både PUR och XPS) omhand på ett riktigt sätt (istället för 10%), varav 90% destrueras (Tabell 5). Resterande isolermaterial (90 % resp. 80 %) som slängs varje år antas behandlas inom det ordinarie avfallssystemet utan omhändertagande av CFC.

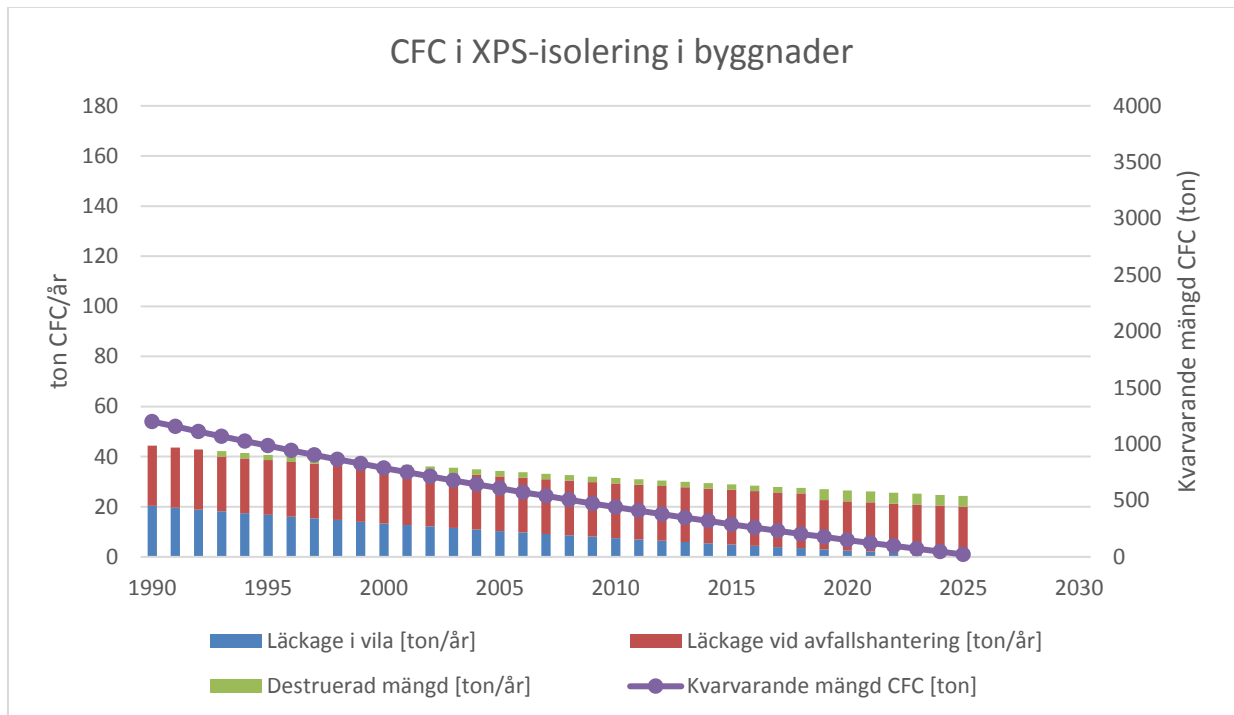
## 6.5.2 Resultat byggisolering PUR och XPS

Jämfört med tidigare arbete (Westerdahl & Andersson) beräknas de kvarvarande mängderna CFC vara något högre, och emissionerna något lägre för PUR-isolering (Figur 5). Detta beror främst på att emissionsfaktorn för PUR har minskat från 1.7 till 0,5 %/år. Beräkningarna för XPS (Figur 6) ger i princip samma resultat som i tidigare arbete eftersom emissionsfaktorn för årligt läckage inte har reviderats.



**Figur 5. Läckage i vila, läckage vid avfallshantering, destruerad mängd, samt kvarvarande mängder CFC i PUR-isolering i byggnader. Linjen representerar kvarvarande mängder CFC i samhället, medan staplarna visar årlig avgång via emissioner och destruktion.**





Figur 6. Läckage i vila, läckage vid avfallshantering, destruerad mängd, samt kvarvarande mängder CFC i XPS-isolering i byggnader. Linjen representerar kvarvarande mängder CFC i samhället, medan staplarna visar årlig avgång via emissioner och destruktion.

## 6.6 Markisolering XPS

### 6.6.1 Antaganden markisolering XPS

Mängden markisolering av XPS som årligen tas ur bruk har uppskattats enligt samma metod som för isolering i byggnader. För markisolering, där livslängden antagits vara 80 år innebär det att 1/80-del av den ackumulerade mängden årligen tas ur bruk. För markisoleringen har det antagits att 50 % av denna mängd lämnas kvar i marken (Westerdahl & Andersson, 2011). Detta antagande baseras på att t.ex. banvallar och vägar inte alltid rivs efter att de tas ur användning. Vid de tillfällen som rivning av banvallar och vägar ej sker görs bedömningar från fall till fall om markisoleringen ska lämnas kvar i marken eller inte. Av de 50 % som når avfallshantering har det antagits att hälften förbränns under kontrollerade former där CFC destrueras, medan hälften hanteras utan destruktion eller omhändertagande av CFC, beroende på om man har identifierat att isoleringen innehåller CFC eller inte.

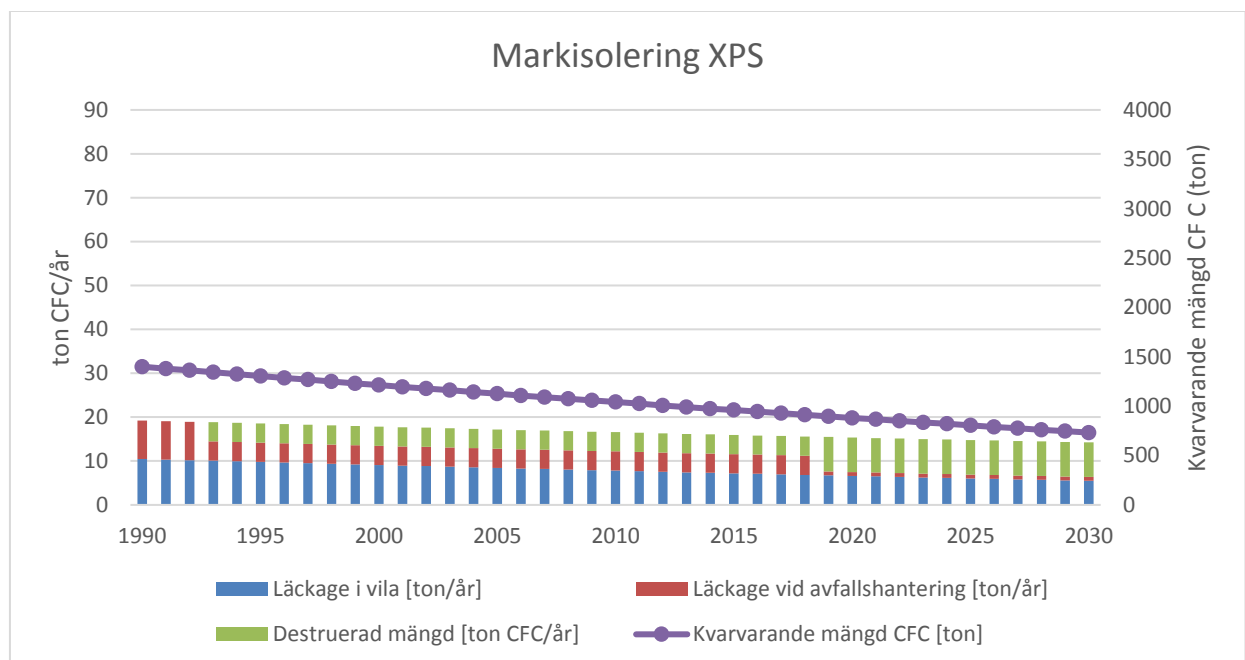
I nuvarande arbete har vi, som i tidigare arbete (Westerdahl & Andersson, 2011) antagit att 50% av avfallet från markisolering tas omhand på ett riktigt sätt, men vi har antagit att destruktionsgraden av CFC ökar från 50% till 90% från och med 2019 (Tabell 5).

Banverket har tidigare gjort inventeringar och bedömningar av mängden CFC i markisolering under banvallar. Banverket har från mitten av 1970-talet fram till slutet av 1980-talet använt cellplastskivor som termisk isolering av banunderbyggnader, vilket har resulterat i att stora mängder cellplast har lagts i banvallarna (Englöv mfl, 2007). I en stor del av dessa cellplastskivor förekommer uppblåsningsmedlen freoner (6–8 vikt%). Mängden som tillförts banvallarna

bedömdes enligt Englov m fl (2007) uppgå till 390 ton freoner. I en tidigare kartering av Kotake och Strand (2004) bedömdes ca 115 ton freoner finnas lagrade i Banverkets markisoleringskivor. Banverkets markisolering är bara en andel av den markisolering med CFC som finns i samhället. En stor del utgörs av isolering under plattan på byggnader, under vägar och andra anläggningar. Enligt våra beräkningar fanns ungefär 1100 ton CFC totalt i markisolering år 2007 (att jämföra med Banverkets uppskattningar ovan). Banverket har god kunskap om isoleringen under sina banvallar. Det är inte säkert att olika fastighetsägare och andra aktörer har samma kunskap, varför denna isolering utgör ett större hot för icke-korrekt omhändertagande.

## 6.6.2 Resultat markisolering XPS

Jämfört med tidigare arbete är de kvarvarande mängderna CFC i samhället högre, medan de emitterade och destruerade mängderna är lägre. Det beror på att livslängden har ökat från 50 till 80 år (vilket betyder att 1/80-del istället för 1/50-del av kvarvarande CFC blir avfall per år). Samtidigt har emissionsfaktorn för årligt läckage minskats till 0,75%/år istället för den tidigare faktorn, 1,7%/år.



Figur 7. Läckage i vila, läckage vid avfallshandling, destruerad mängd, samt kvarvarande mängder CFC i markisolering. Linjen representerar kvarvarande mängder CFC i samhället, medan staplarna visar årlig avgång via emissioner och destruktions. Observera att skalan för årliga utsläpp till vänster är hälften jämfört med de flesta övriga figurer.

## 7 Övriga köldmedier och övrig isolering

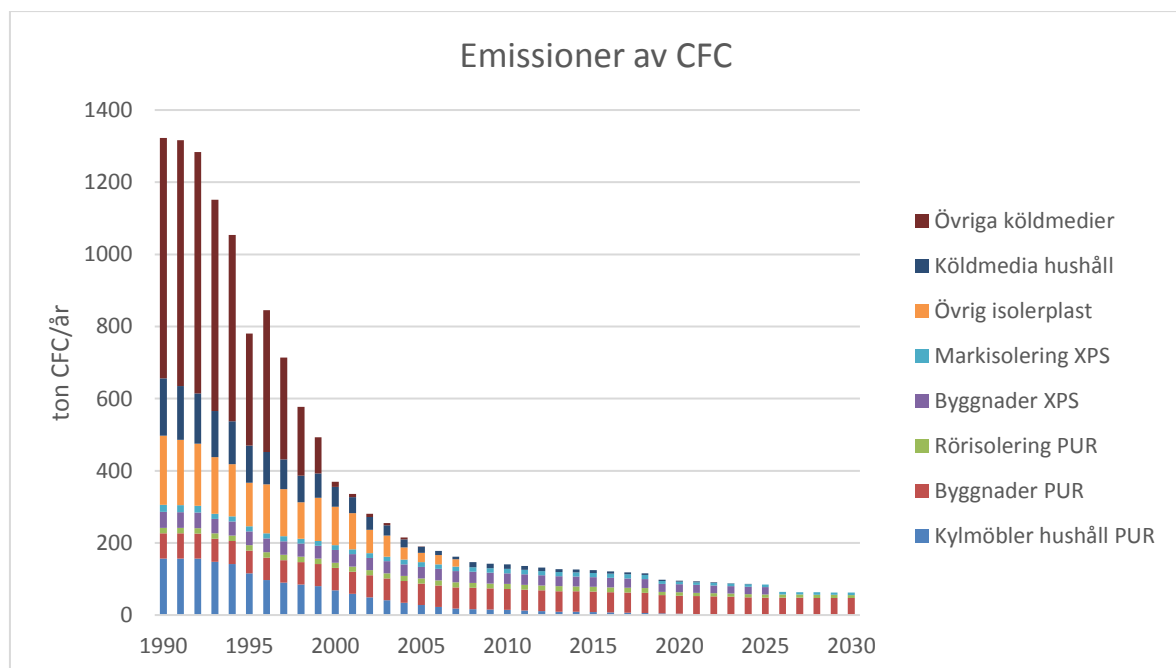
Ingen uppdatering har gjorts i denna studie för kategorierna "övriga köldmedier" och "övrig isolering" jämfört med arbetet av Westerdahl & Andersson (2011). Kategorierna omfattar isolering i varmvattenberedare, kylmöbler i handeln, frys- och kylrum, kylfordon, containers, fabriksportar,

husvagnar och arbetsvagnar. Samtliga dessa produkter som innehöll CFC beräknas ha passerat sin beräknade livslängd och ha skrotats före år 2010. De beräknas således inte finnas kvar i samhället, varken som emissionskälla eller i form av upplagrad mängd CFC.

## 8 Samlat resultat

Det samlade resultatet för beräknade emissioner av CFC från samtliga produkter redovisas i Figur 8 för perioden 1990–2030. Emissionerna består av summan av årligt läckage från kvarvarande mängder i produkter i samhället, och emissioner vid avfallshantering. I Tabell 6 visas de beräknade emissionerna i siffror för varje produkt för vart 5:e år för perioden 2010–2030 som exempel.

Emissionerna har minskat kraftigt sedan 1990, och fortsätter minska även efter 2010. Enligt prognoserna kommer PUR-isolering i byggnader att vara den stora enskilda källan till emissioner av CFC i framtiden, men även andra isolermaterial kommer att bidra (Tabell 6).

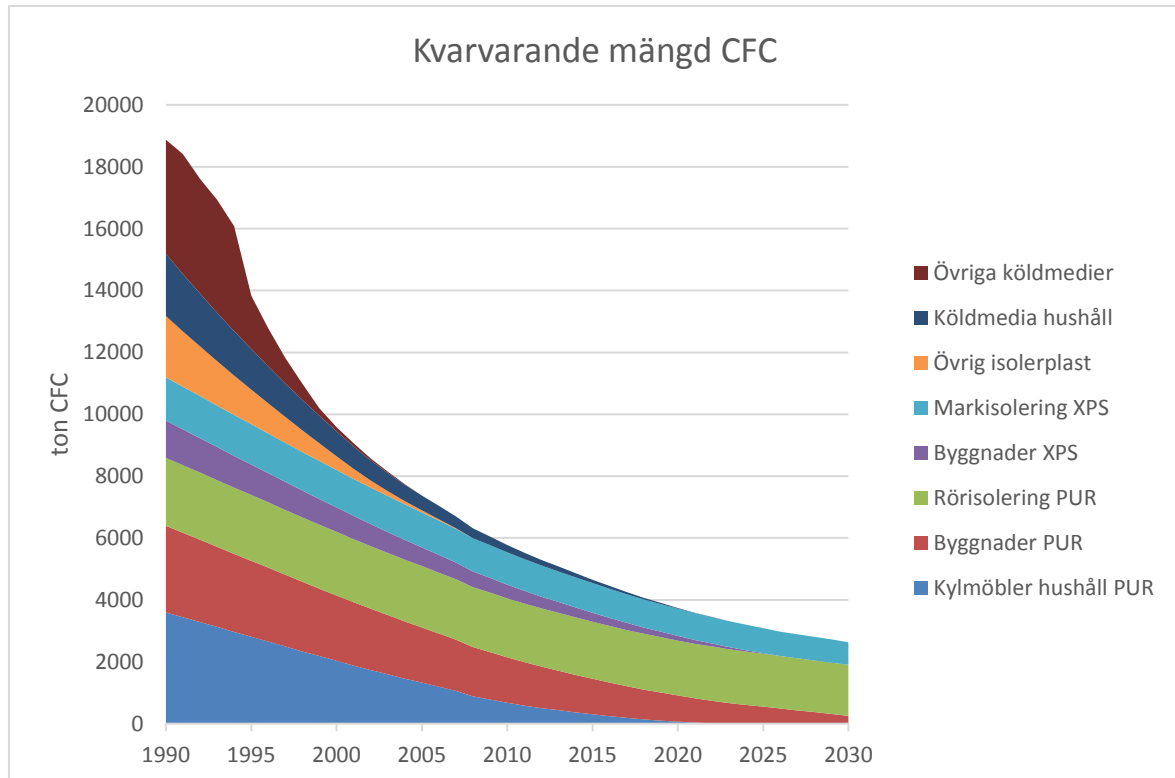


Figur 8. Emissioner av CFC (läckage i vila och emissioner vid avfallshantering) från olika produkter för perioden 1990–2030.

Tabell 6. Emissioner av CFC (ton) 2010, 2015, 2020, 2025 och 2030. Emissionerna kommer från läckage i vila och från avfallshantering.

	2010	2015	2020	2025	2030
Kylmöbler hushåll PUR	14	8	4	-	-
Byggnader PUR	58	57	50	49	47
Rörisolering PUR	14	13	9	9	8
Byggnader XPS	29	27	22	20	-
Markisolering XPS	12	12	7	7	6
Köldmedia hushåll	12	7	3	-	-
<b>Totalt</b>	<b>140</b>	<b>124</b>	<b>96</b>	<b>84</b>	<b>62</b>

Beräknade kvarvarande mängder CFC presenteras i Figur 9 och Tabell 7. De kvarvarande mängderna i samhället minskar, och 2030 beräknas CFC endast finnas kvar i bygg-, rör- och markisolering.



Figur 9. Kvarvarande mängder CFC i olika produkter i det svenska samhället för perioden 1990–2030.

Tabell 7. Kvarvarande mängder CFC (ton) 2010, 2015, 2020, 2025 och 2030.

	2010	2015	2020	2025	2030
Kylmöbler hushåll PUR	677	299	64	-	-
Byggnader PUR	1 465	1 151	845	547	256
Rörisolering PUR	1 910	1 842	1 776	1 711	1 648
Byggnader XPS	442	290	150	21	-
Markisolering XPS	1 041	960	881	805	733
Köldmedium hushåll	242	107	23	-	-
<b>Totalt</b>	<b>5 777</b>	<b>4 648</b>	<b>3 739</b>	<b>3 085</b>	<b>2 637</b>

Trots att det är brist på statistik kring CFC gör vi ändå ett försök att översiktligt jämföra de destruerade mängder CFC vi beräknar med information från återvinningsanläggningar (Fortum Waste Solutions och Eko-service Skandinavien AB). De destruerade mängder vi beräknar redovisas i Tabell 8. Totala redovisade mängder från de anläggningar som destruerar CFC är högre för 2010 och 2015, men det har varit svårt att förstå och få fram entydiga data. Den information vi har visar att återvinningsanläggningarna har destruerat minst 161 ton år 2010 och minst 139 ton 2015, jämfört med våra beräkningar på 140 respektive 94 ton för 2010 och 2015.

Med tanke på hur många antaganden och förenklingar i beräkningarna som ligger till grund för våra resultat, betraktar vi skillnaderna som små mellan våra beräknade data på destruerade mängder CFC och återvinningsanläggningarnas data. De destruerade mängderna är endast en liten andel av de beräknade kvarvarande mängderna i samhället (Tabell 7), och i samma storleksordning eller lägre än de beräknade emissionerna av CFC (Tabell 6).

En ytterligare osäkerhet är, som tidigare påpekats, att det många gånger är oklart om det som benämns "freon" i statistiken verkligen endast innehåller CFC, eller om även HFC och/eller HCFC ingår i siffrorna.

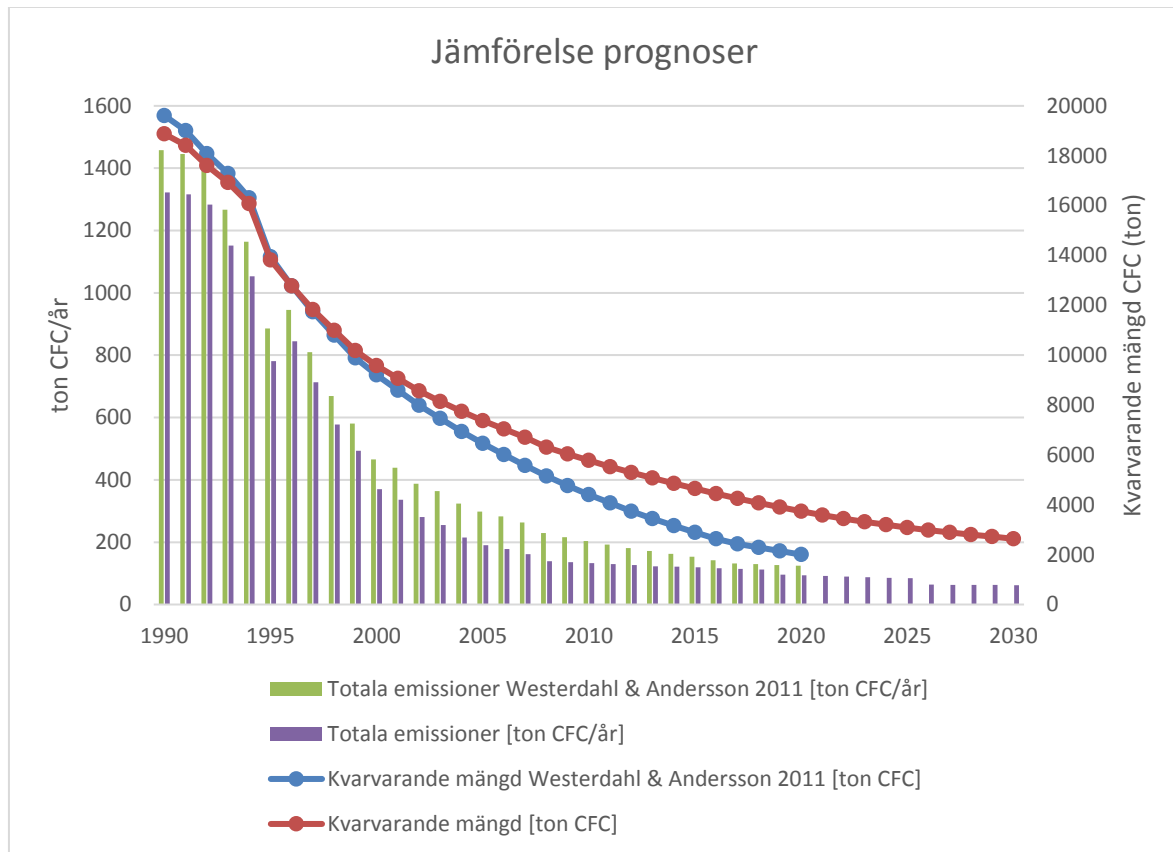
**Tabell 8. Beräknad omhändertagen (destruerad) mängd CFC (ton) i nuvarande arbete.**

	2010	2015	2020	2025	2030
Kylmöbler hushåll PUR	97	63	30	-	-
Byggnader PUR	5	5	10	10	10
Rörisolering PUR	-	-	4	4	4
Byggnader XPS	2	2	4	4	-
Markisolering XPS	4	4	8	8	8
Köldmedium hushåll	32	20	9	-	-
<b>Totalt</b>	<b>140</b>	<b>94</b>	<b>65</b>	<b>26</b>	<b>22</b>

## 9 Jämförelse med tidigare prognoser

I Figur 10 presenteras en jämförelse av beräkningarna som gjordes 2011 (Westerdahl & Andersson) med dem som gjorts i denna studie. Figuren visar beräknade totala emissioner och kvarvarande mängder CFC från arbetet 2011 och enligt nuvarande beräkningar. I arbetet 2011 gjordes prognoser till och med 2020.

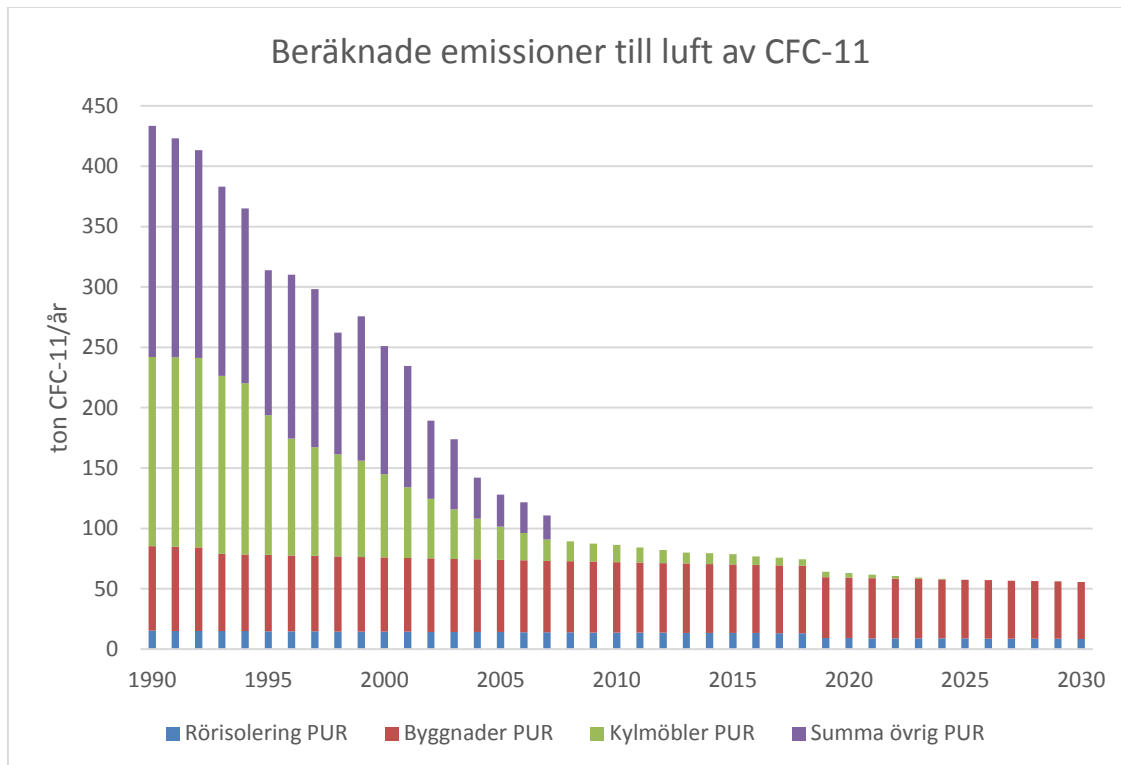
Jämförelsen visar att de nuvarande beräkningarna ger lägre årliga emissioner och större kvarvarande mängd CFC. Detta beror till största delen på att vi har uppdaterat beräkningarna med lägre emissionsfaktorer för läckage från produkter under användning i samhället (i vila). Lägre årligt läckage ger att mer CFC finns kvar i materialet.



Figur 10. Jämförelse av beräknade totala emissioner och kvarvarande mängder CFC från Westerdahl & Andersson (2011) och i föreliggande rapport.

## 10 Beräknade emissioner av CFC-11

Uppskattade emissioner av CFC-11 (Figur 11 och Tabell 9) har beräknats utifrån antagandet att all PUR har blåsts med CFC-11, och att det endast är därifrån CFC-11 kommer. De beräknade emissionerna består av summan av emissioner från materialen under dess livstid och emissioner vid avfallshantering av materialet.



Figur 11. Beräknade emissioner till luft av CFC-11 1990-2030. Beräkningarna baseras på antagandet att all CFC-11 härrör från emissioner från PUR och emitteras från materialet i vila och vid avfallshantering.

Tabell 9. Beräknade emissioner av CFC-11 från PUR 2010, 2015, 2020, 2025 och 2030 (ton).

	2010	2015	2020	2025	2030
Rörisolering PUR	14	13	9	9	8
Byggnader PUR	58	57	50	49	47
Kylmöbler PUR	14	8	4	-	-
<b>Totalt</b>	<b>86</b>	<b>79</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>56</b>

## 11 Diskussion och slutsatser

Nya antaganden om lägre emissionsfaktorer för läckage från produkter under deras användningstid ger lägre årliga emissioner till luft, men det leder också till större kvarvarande mängder CFC i produkterna i samhället jämfört med tidigare beräkningar.

Prognosen för 2030 visar att det fortfarande kommer finnas CFC kvar i byggisolering, rörisolering och markisolering i framtiden. Byggisoleringen kommer fasas ut och försvinna snabbare än isolering som ligger i marken (rörisolering och markisolering). En anledning till detta är det fokus som varit under senare tid på renovering och energieffektivisering av byggnader från perioden 1960 till 1990-talet. Samtidigt låter man i många fall rörisolering och markisolering ligga kvar i marken istället för att plocka upp den som avfall vid reparationer eller andra åtgärder.

Ett riktigt omhändertagande av avfallsmaterial som innehåller CFC tycks under de allra senaste åren ha ökat i omfattning. För kylmöbler verkar avfallshanteringen ha fungerat bra under många år eftersom kylmöbler är lätta att identifiera. CFC-innehållande isolermaterial i bygg- och rivningsavfall däremot är svårare att identifiera. För bygg- och rivningsavfall fungerar utsortering av farligt avfall därför inte lika väl som för kylmöbler, vilket gör att avfallet felaktigt hamnar som vanligt avfall och inte hanteras och destrueras på rätt sätt. Samtidigt ser vi att informations- och utbildningsinsatser har gett resultat under senare år. Det är viktigt att bygg- och rivningsavfall tas omhand på rätt sätt redan vid källan (vid rivningen).

En stor osäkerhetsfaktor i datainsamling är att CFC ofta bokförs tillsammans med HFC och HCFC i den statistik som finns hos omhändertagarna/avfallsanläggningarna, vilket är rimligt eftersom det ska behandlas på likartat sätt i avfallsledet. Det finns ingen officiell statistik för CFC separat. I avfallsförordningen finns det bara en kod för "andra isolermaterial som består av eller som innehåller farliga ämnen" (170 603\*). En slutsats av detta är att man inte kan vara säker på att data som kallas "freon" bara innefattar just CFC eller om de (ibland?) också inkluderar HFC och HCFC och på så sätt överskattar förekomsten av CFC. Detta skulle kunna vara fallet både för statistiken över antal kylmöbler med CFC som kommer in till anläggningarna, men också för de uppgifter om destruerade mängder freon som vi har fått tillgång till.

## Referenser

### Litteratur

Bocké, A., Brunlöf, A., Carlsson, K., Farelus, J., Westberg, Å., Öman, A. (2013). Utvärdering av återvinning av CFC i byggisolermaterial. För Naturvårdsverket. WSP-rapport.

ECOS and Deutche Umwelthilfe (2016). How old refrigerators fuel global warming. Briefing paper. [https://www.duh.de/fileadmin/user\\_upload/download/Projektinformation/Kreislaufwirtschaft/Kuehleraeete/ECOS-DUH\\_Briefing-Paper\\_Refrigerators.pdf](https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Kreislaufwirtschaft/Kuehleraeete/ECOS-DUH_Briefing-Paper_Refrigerators.pdf) (2018-12-12).

Englöv, P., Törneman, N., Holmqvist, J. (2007). Flamskyddsmedel och freoner i cellplastskivor – Miljörisker och hanteringsaspekter. SWECO VIAK AB, för Banverket, Rapport: Bansystem 06–13

Flodström, E. & Kindbom, K. (2003). Uppföljning av emissioner och kvarvarande mängder CFC. IVL rapport U989.

Harvey, L. D. D. (2007). Net impact of solid foam insulation produced with halocarbon and non-halocarbon blowing agents. *Building and Environment* 42 (2007) 2860–2879.

Kotake, M., Strand, A.-K., (2004). Miljögifter i järnvägens infrastruktur – del 1 sammanfattning av resultat från inventering. Banverket, Rapport 2004:14

Naturvårdsverket (1995). Svensk avveckling av ozonuttunnande ämnen – en utvärdering. ISBN 91-620-9676-1.

Norberg, P. (2002). Kartläggning av kvarvarande områden med ozonnedbrytande ämnen och uppföljning. Eco Management Sweden.

Norberg, P. (2008). Uppdatering 2008. Kartläggning av kvarvarande områden med ozonnedbrytande ämnen och uppföljning. Eco Management Sweden AB.



Revac Sverige AB (2017). Miljörapport För Revac avfallsanläggning (1447–1143) år 2016

Revac Sverige AB (2018). Miljörapport För Revac avfallsanläggning (1447–1143) år 2017

Stena Technoworld AB (2015) Miljörapport för freonåtervinningen (1380-61-004) år 2014

Svanström, M. (1996). Accumulated CFC-11 in polyurethane foam insulation: an estimate of the total amount in district heating installations in Sweden. Int. J. Environment and Pollution, Vol6, Nos 2/3, pp 234-239.

TEAP, Technology and Assessment Panel, Ozone Secretariat of UN Environment (2018). [http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-40/presentations/English/2018-07-13\\_TEAP%20CFC-11%20background%20information\\_v2.docx](http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-40/presentations/English/2018-07-13_TEAP%20CFC-11%20background%20information_v2.docx). (hämtad 2018-12-14)

WEEELABEX (2014). WEEELABEX normative document on Treatment V10.0

Westerdahl, J & Andersson, H. (2011). Emissioner och kvarvarande mängder CFC i Sverige. För Naturvårdsverket. IVL B-rapport 2016.

### **Personlig kommunikation**

Jens Artin, Malmö stad

Tony Borg, Tekniska verken Linköping

Malin Kotake, Trafikverket

Åke Möhring, Umeå kommun

Saara Nummelin, Fortum Waste Solution

Sabine Olsson, Umeå kommun

Jonas Ottosson, expert fjärrvärme på IVL Svenska Miljöinstitutet.

Nanna Spett, Miljöförvaltningen Stockholms stad

Jan-Olov Sundqvist, IVL Svenska Miljöinstitutet

Jørn Svinsholt, Revac AS

Louise Sörme, SCB

Oskar Åsberg, Eko-service Skandinavien AB

