

## CFC-11, CFC-12, CFC-113

Afdampningskriterier, jord: CFC-11: 570 mg/m<sup>3</sup>; CFC-12: 14 mg/m<sup>3</sup>; CFC-113: 109 mg/m<sup>3</sup>.  
Grundvandskvalitetskriterier: CFC-11: 15.000 µg/l; CFC-12: 10.000 µg/l; CFC-113: ingen data

CFC'er, eller fuldt halogenerede chlorfluorcarboner, er methan- eller ethanderivater, hvor alle brintatomer er substitueret med fluor og chlor.

Databladet omhandler CFC-forbindelserne CFC-11, CFC-12 og CFC-113.

*CFC-11 (trichlorfluormethan):*

CAS nr: 75-69-4  
Bruttoformel: CCl<sub>3</sub>F

*CFC-12 (dichlordifluormethan):*

CAS nr: 75-71-8  
Bruttoformel: CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>

*CFC-113 (1,1,2-trichlor-1,2,2-trifluorethan):*

CAS nr: 76-13-1  
Bruttoformel: C<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>F<sub>3</sub>  
Strukturformel: FCl<sub>2</sub>C-CClF<sub>2</sub>

### Fysisk-kemiske egenskaber

*CFC-11:*

Synonymer: Fluorchloroform, fluortrichlor-methan, trichlormethylfluorid, Freon 11. Molvægt: 137,37. Beskrivelse: farveløs væske (ved temperaturer under 23,7°C) med svag etheragtig lugt. Smeltepunkt: -111°C. Kogepunkt: 23,8°C. Massefylde (mættede dampe ved kogepunktet): 5,86 g/l. Damptryk: 714 mmHg (95 kPa) v. 25°C. Flammepunkt: ikke brændbar. Vandopløselighed: 620 mg/l v. 25°C. Octanol/vandfordeling (logP): 2,44 v. 25°C. Omregningsfaktor: 1 ppm = 5,62 mg/m<sup>3</sup> v. 25°C.

*CFC-12:*

Synonymer: Carbondichloriddifluorid, dichlor-difluormethan, Freon 12. Molvægt: 120,92. Beskrivelse: farveløs og næsten lugtløs gas. Smeltepunkt: -158°C. Kogepunkt: -29,8°C. Massefylde (mættede dampe ved kogepunktet): 6,33 g/l. Damptryk: 4830 mmHg (644 kPa) v. 25°C. Flammepunkt: ikke brændbar. Vandopløselighed: 1,3 g/l v. 25°C. Octanol/vandfordeling (logP): 2,05 v. 25°C. Omregningsfaktor: 1 ppm = 4,95 mg/m<sup>3</sup> v. 25°C.

*CFC-113:*

Synonymer: 1,1,2-trifluor-1,2,2-trichlorethan, chlorfluorcarbon 113, Freon 113. Molvægt: 187,38. Beskrivelse: farveløs og næsten lugtløs væske. Smeltepunkt: -35°C. Kogepunkt: 47,6°C. Massefylde (mættede dampe ved kogepunktet): 7,38 g/ml. Damptryk: 296 mmHg (39 kPa) v. 25°C. Flammepunkt: ikke brændbar. Vandopløselighed: 62 mg/l v. 25°C. Octanol/vandfordeling (logP): 3,2 v. 25°C. Omregningsfaktor: 1 ppm = 7,66 mg/m<sup>3</sup> v. 25°C.

### Forekomst og anvendelse

CFC-forbindelserne forekommer ikke naturligt. Produktion og anvendelse af CFC'erne er forbudt i henhold til Montreal Protokollen.

I DK er der fundet forureninger i poreluften i jorden på tidligere industrigrunde i koncentrationer på op til et par tusinde mg/m<sup>3</sup> for CFC'er. I jorden tæt ved fjernvarmerør isoleret med CFC-opblæst polyurethan er fundet koncentrationer i poreluften på op til ca. 40 mg/m<sup>3</sup> for CFC-11.

### Miljømæssige forhold

CFC-forbindelserne persisterer i miljøet som følge af deres kemiske stabilitet.

På grund af deres høje damptryk vil de hurtigt fordampe fra jord og vand i kontakt med omgivende luft, hvorefter de transporteres op i de højere liggende luftlag.

I stratosfæren reagerer de med ozon, hvorved ozon nedbrydes. Bionedbrydning kan finde sted under særlige omstændigheder, primært under anaerobe forhold.

### Optagelse, omdannelse og udskillelse

CFC-forbindelser optages efter indånding, indtagelse og ved hudkontakt og fordeles til kroppens væv og organer. Relativt høje koncentrationer kan findes i fedtvæv, samt i organer med god blodforsyning. De nedbrydes kun i meget ringe grad i pattedyr, og hovedparten udskilles uomdannet med udåndingsluften.

### Sundhedsmæssige effekter

Både hos mennesker og hos forsøgsdyr har CFC-forbindelserne vist lav akut toksicitet efter indånding, og de har vist sig at kunne give anledning til mild grad af hud- og øjenirritation. Hvorvidt de

kan forårsage sensibilisering kan ikke afklares på det foreliggende datagrundlag.

CFC-forbindelserne har generelt lav toksicitet efter længerevarende eksponering:

For CFC-11 blev der ikke set skadelige effekter i en række dyrearter efter indånding af op til 57.000 mg/m<sup>3</sup> (kontinuert i 90 dage). Efter indtagelse sås øget dødelighed hos rotter og mus (rotter: 488 mg/kg legemsvægt/dag; mus: 1960 mg/kg legemsvægt/dag – i 78 uger).

For CFC-12 blev der ikke set skadelige effekter i en række dyrearter efter indånding af høje koncentrationer. I et enkelt forsøg med marsvin sås skader i leveren efter indånding af 4100 mg/m<sup>3</sup> (kontinuert i 90 dage). Efter indtagelse af 150 mg/kg legemsvægt/dag i 2 år sås hæmmet tilvækst hos rotter, men ikke efter indtagelse af 15 mg/kg legemsvægt/dag i 2 år. Der sås ingen effekter hos hunde efter indtagelse af op til 80 mg/kg legemsvægt/dag i 2 år.

For CFC-113 blev der ikke set skadelige effekter i en række dyrearter efter indånding af høje koncentrationer. I et forsøg med rotter blev der set nedsat legemsvægt efter indånding af 76.600 mg/m<sup>3</sup> i 2 år (5 dage/uge), men ikke efter indånding af 15.300 mg/m<sup>3</sup>. Der er ingen forsøg med indtagelse af CFC-113.

CFC-forbindelserne har ikke forårsaget skader på reproduktionen eller fosterudviklingen efter indånding af meget høje koncentrationer eller indtagelse af en relativt høj dosis.

CFC-forbindelserne forårsager generelt ikke skader på arveanlæggene og har ikke vist kræftfremkaldende effekter i forsøgsdyr.

## Reguleringer / vurderinger

Klassificering: -

B-værdi: CFC-11: 1 mg/m<sup>3</sup> (ozonnedbrydning).

Drikkevand: -

Jord: -

Grænseværdi, arbejdsmiljø: CFC-11: 2810 mg/m<sup>3</sup>, CFC-12: 2475 mg/m<sup>3</sup>, CFC-113: 3800 mg/m<sup>3</sup>

IARC (WHO): -

## Grundlag for kvalitetskriterier

*CFC-11:*

Et sundhedsmæssigt baseret luftkvalitetskriterium beregnes med udgangspunkt i et observeret nul-effektniveau (NOAEC) på 57.000 mg/m<sup>3</sup> (kontinuert udsættelse). Der anvendes en usikkerhedsfaktor UF<sub>I</sub> på 10, idet mennesker kan være mere følsomme end forsøgsdyr; og en UF<sub>II</sub> på 10 for at

beskytte særligt følsomme individer. Luftkvalitetskriteriet beregnes til 570 mg/m<sup>3</sup>.

En tolerabel daglig indtagelse (TDI) beregnes til 1200 µg/kg legemsvægt/dag med udgangspunkt i det laveste observerede effektniveau (LOAEL) på 349 mg/kg legemsvægt/dag (kontinuert udsættelse). Der anvendes en usikkerhedsfaktor UF<sub>I</sub> på 10, idet mennesker kan være mere følsomme end forsøgsdyr; en UF<sub>II</sub> på 10 for at beskytte særligt følsomme individer; og en UF<sub>III</sub> på 3 da udgangspunktet for beregningen er et LOAEL.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i drikkevand beregnes til 15.000 µg/liter under forudsætning af, at et barn (1-10 år) dagligt indtager 0,08 liter drikkevand per kg legemsvægt.

*CFC-12:*

Et sundhedsmæssigt baseret luftkvalitetskriterium beregnes med udgangspunkt i det laveste observerede effektniveau (LOAEC) på 4100 mg/m<sup>3</sup> (kontinuert udsættelse). Der anvendes en usikkerhedsfaktor UF<sub>I</sub> på 10, idet mennesker kan være mere følsomme end forsøgsdyr; en UF<sub>II</sub> på 10 for at beskytte særligt følsomme individer; og en UF<sub>III</sub> på 3 da udgangspunktet for beregningen er et LOAEC. Luftkvalitetskriteriet beregnes til 14 mg/m<sup>3</sup>.

En tolerabel daglig indtagelse (TDI) beregnes til 800 µg/kg legemsvægt/dag med udgangspunkt i et observeret nul-effektniveau (NOAEL) på 80 mg/kg legemsvægt/dag (kontinuert udsættelse). Der anvendes en usikkerhedsfaktor UF<sub>I</sub> på 10, idet mennesker kan være mere følsomme end forsøgsdyr; og en UF<sub>II</sub> på 10 for at beskytte særligt følsomme individer.

Et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskriterium i drikkevand beregnes til 10.000 µg/liter under forudsætning af, at et barn (1-10 år) dagligt indtager 0,08 liter drikkevand per kg legemsvægt.

*CFC-113:*

Et sundhedsmæssigt baseret luftkvalitetskriterium beregnes med udgangspunkt i et observeret nul-effektniveau (NOAEC) på 10.900 mg/m<sup>3</sup> (kontinuert udsættelse). Der anvendes en usikkerhedsfaktor UF<sub>I</sub> på 10, idet mennesker kan være mere følsomme end forsøgsdyr; og en UF<sub>II</sub> på 10 for at beskytte særligt følsomme individer. Luftkvalitetskriteriet beregnes til 109 mg/m<sup>3</sup>.

Der er ingen forsøg med indtagelse af CFC-113, hvorfor et sundhedsmæssigt baseret kvalitetskrite-

rium i drikkevand ikke er beregnet.

Grundvandskvalitetskriteriet for CFC-forbindelserne sættes lig med de beregnede sundhedsmæssigt baserede kvalitetskriterier for drikkevand for at sikre, at grundvandet ikke vil kunne påvirke sundheden.

### **Reference**

Bredsdorff L and Nielsen E (2014): Chloro-fluorocarbons: CFC-11, CFC-12, CFC-113, HCFC-21, HCFC-31, HCFC-133a. Evaluation of health hazards and proposal of health-based quality criteria for air and groundwater. Afdeling for Toksikologi og Risikovurdering, DTU Fødevareinstituttet. Baggrundsrapport udarbejdet for Miljøstyrelsen.

April 2014 ELSN / DTU Fødevareinstituttet.