

## 2,2-DIKLOORI-1,1,1-TRIFLUORIETAANI (HCFC-123)

### HTP-ARVON PERUSTELUMUISTIO

#### *Yksilöinti ja ominaisuudet*

---

CAS No:	306-83-2
EINECS No:	-
EEC No:	-
Kaava:	$C_2HF_3Cl_2$
Synonyymit:	1,1,1-Trifluori-2,2-dikloorietaani HCFC-123; FC-123
Molekyylipaino:	152,93
Muuntokerroin:	1 ppm = 6,2 mg/m <sup>3</sup> 1 mg/m <sup>3</sup> = 0,16 ppm
Tiheys:	1,46
Sulamispiste:	-107°C
Kiehumispiste:	27,6°C
Höyrynpaine:	89,3 kPa (25 °C)

1,1,1-Trifluori-2,2-dikloorietaani on väritön neste. Se on veteen hyvin niukkaliukoinen, mutta liukenee asetoniin ja etanoliin.

---

#### *Esiintyminen ja käyttö*

1,1,1-Trifluori-2,2-dikloorietaania käytetään kylmäaineena ilmanvaihtojärjestelmissä, sammutinaineena, vaahdotusaineena ja metalli- ja elektroniikkateollisuuden puhdistus- ja liuotinaineena.

Tämän aineen tuotantolaitoksella Kanadassa mitattiin hengitysvyöhykkeen pitoisuus-deksi 1,16-8,94 ppm (IPCS, 2000). Lentokonesuojassa USA:ssa mitattiin hengitys-vyöhykkeen pitoisuudeksi 20 ppm käytettäessä ainetta sammuttimessa.

#### *Aineenvaihdunta*

1,1,1-Trifluori-2,2-dikloorietaani imeytyy elimistöön lähinnä hengitysteitse. Se jakautuu nopeasti

elimistöön. Kokeellisesti altistettaessa marsuja pitoisuudelle 2000 ppm kolmen tunnin ajan 95 % imeytyi. Vastaavasti rotilla imeytyi 50-60 %.

Se erittyy elimistöstä pääasiassa hengitysteitse ja 20-30 % annoksesta koe-eläimillä virtsan kautta trifluorietikkahappona 48 tunnin aikana. Muita aineenvaihduntatuotteita ovat 2-kloori-1,1-difluorieteeni, 2-kloori-1,1,1-trifluorietaani ja 2,2-dikloori-1,1-difluorietaani. Eliminaation puoliintumisajaksi on koe-eläimillä ilmoitettu 2-4 tuntia.

Vapaaehtoisilla koehenkilöillä, jotka altistuivat kuuden tunnin ajan pitoisuudelle 60-73 ppm, trifluorietikkahapon huippupitoisuus virtsassa 10-27 mg/l saavutettiin noin 20-30 tunnin kuluttua palaten nolnaan 96 tuntia altistumisen loputtua. Eliminaation puoliaika oli tällöin 25 tuntia.

## ***Terveysvaikutukset***

### ***Ihmisiä koskevat tiedot***

Vuototapauksessa on altistuneella työntekijällä raportoitu esiintyneen huimausta, pään-särkyä ja pahoinvointia (IPCS, 2000).

Maksatulehdus todettiin kaikilla yhdeksällä sulaton nosturinkuljettajalla, joiden nosturin hytin ilmastointijärjestelmästä vuoti HCFC-123-pitoista seosta. Yhden työntekijän maksasta otetussa näytteessä todettiin maksasolukuoliota ja sappitiehyiden tukkeutumista. Kaikilla yhdeksällä työntekijällä havaittiin immunokemiallisella menetelmällä trifluorietikkahapon ja valkuaisaineen muodostama kompleksiyhdiste. Trifluorietikka-happo on kylmäaineen pääasiallinen aineenvaihduntatuote. Maksatulehdukset ilmaantuivat 1-4 kuukauden kuluttua uuden kylmäaineen käyttöönotosta (Hoet ja muut, 1997).

Japanilaisella tuotantolaitoksella havaittiin yhdeksällä työntekijällä neljästätoista viitteitä vakavasta maksavauriosta. Maksaentsyymit olivat jopa 20-30 kertaa normaaliarvoja suuremmat. Työntekijät olivat altistuneet 4-5 viikon ajan kylmäaineelle. Ennen teknisiä torjuntatoimia altistustasot olivat simuloinnin perusteella 5-1125 ppm, ja torjuntatoimien jälkeen noin 1 ppm, jolloin uusia tapauksia ei enää ilmaantunut (Take-bayashi ja muut, 1998).

Amerikkalaisessa tehtaassa, jossa käytettiin HCFC-123:a rasvanpoistoon, ilmoitettiin kahdeksan tapausta maksavaikutuksia, ensimmäiset kaksi kuukautta aineen käyttöönoton jälkeen. Ensimmäisillä potilailla olivat maksaentsyymit voimakkaasti koholla (ALAT 32-56 kertaa normaalin ylärajan ja ASAT 14-33 kertaa ylärajan). Tehtaan 27 työntekijästä seitsemällä olivat maksaentsyymit koholla; lisäksi yhdellä tutkimuslaboratorion työntekijällä, joka altistui laboratorioissa alle 50 ppm:n pitoisuudelle. Henkilökohtaisten näytteiden perusteella rasvanpoistolaitteella altistuttiin normaalisti 5,5 tunnin keskiarvona pitoisuudelle 5,3-12,0 ppm hetkellisten huippupitoisuuksien ollessa 160-460 ppm (IPCS, 2000).

Korealaisissa tehtaissa tehdyissä tutkimuksissa ei altistuneilla havaittu maksavaikutuksia. Toisessa tehtaassa altistustaso oli 2,2 ppm kahdeksan tunnin keskiarvona ja toisessa 32,5 ppm. Testattujen työntekijöiden määrä oli vähäinen. Keskimääräinen altistusaika oli 6,8 vuotta (Shun ja muut, 2002).

### ***Eläinkokeiden havainnot***

HCFC-123 ärsyttää lievästi silmiä ja lievästi tai kohtalaisesti ihoa.

Sen välitöntä myrkyllisyyttä kuvaava LD50 rotilla on 9000 mg/kg ja ihon kautta rotilla ja kaniineilla yli 2000 mg/kg. Hengitysteitse LC50 rotilla neljän tunnin altistuksessa on 32 000 ppm.

Kokeellisesti 1000 ppm kerta-annos marsuilla neljän tunnin ajan hengitettynä nosti maksaentsyymien arvoja (Marit ja muut, 1994). Altistettaessa rottia 90 päivän ajan hengitysteitse kuusi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa esiintyi maksavaurioita pitoisuudella 300 ppm (Rusch ja muut, 1994).

Altistettaessa rottia kahden vuoden ajan hengitysteitse pitoisuudelle 300, 1000 tai 5000 ppm HCFC-123:a kuusi tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa havaittiin maksasolujen rauhaskasvainten lisääntymistä sekä koirilla että naaraila, ja koirilla lisäksi kivesten Leydigin solujen rauhaskasvaimia kaikilla pitoisuustasoilla (Malley ja muut, 1995).

Lisääntymisterveyden haitallisia vaikutuksia havaittiin alimmalla testatulla pitoisuudella (30 ppm), kun altistettiin rottia kuusi tuntia päivässä seitsemänä päivänä viikossa hengitysteitse pitoisuudelle 0,30 ppm, 100 ppm, 300 ppm tai 1000 ppm. Kehityshäiriöinä todettiin alentunut kasvu imetyksen aikana ja maksamuutokset (Malinverno ja muut, 1996).

HCFC-123 muistuttaa rakenteeltaan anestesiakaasuna käytettyä halotaania, jonka aiheuttamat maksavauriot ovat tunnettuja, mutta harvinaisia (Vinegar työtovereineen, 1994; Ferrara työtovereineen, 2001)

## ***HTP- arvon perusteet***

HCFC-123:n työilmaraaja-arvoa asetettaessa keskeisiä ovat sen maksa- ja lisääntymis-terveyden vaikutukset. Maksavaikutukset voivat ilmaantua verrattain lyhyen altistus-ajan jälkeen. Ihmisillä maksavaikutuksia on saattanut ilmaantua jo pitoisuusalueella 5,3-12,0 ppm. Eläinkokeissa lisääntymisterveyden kehityshäiriöitä on havaittu pitoisuudella 30 ppm. HCFC-123:n läheinen rakenneanalogi on halotaani, jonka HTP-arvo on 1 ppm kahdeksan tunnin vertailuaikana.

Haitallisia vaikutuksia voidaan kemian työsuojeluneuvottelukunnan käsityksen mukaan vähentää asettamalla HTP-arvoksi 10 ppm kahdeksan tunnin vertailuaikana.

## ***Eri asettajien ilman epäpuhtauksien raja-arvojen vertailu***

Eri maissa on voimassa seuraavanlaisia työilman 2,2-dikloori-1,1,1-trifluorietaanipitoisuuden raja-arvoja.

Asettaja	Vuosi	Vertailuaika						Huomautus
		8 h		15 min		Hetkellinen		
		ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	
Suomi	2002	-	-	-	-	-	-	-
Ruotsi	2000	-	-	-	-	-	-	-

Norja	2001	-	-	-	-	-	-	-
Tanska	2000	-	-	-	-	-	-	-
Hollanti	2001	-	-	-	-	-	-	-
Saksa	1999	-	-	-	-	-	-	-
Englanti	2002	-	-	-	-	-	-	-
AIHA	2001	50	-	-	-	-	-	WEEL
EU	2000	-	-	-	-	-	-	-
Japani	2002	10	-	-	-	-	-	-
Ehdotus, Suomi	2004	10	62	-	-	-	-	-

---

## **Viitteet**

Ferara, R., Zanovello, A., Bortolato, S., ja muut (2001): Bioactivation and Cytotoxicity of 1,1-Dichloro-2,2,2-trifluoroethane (HCFC-123) in Isolated Rat Hepatocytes, *Pharmacol. Toxicol.* 88, 192-197.

Hoet, P., Graf, M. L., Bourdi, M., ja muut (1997): Epidemic of Liver Disease Caused by Hydrochlorofluorocarbons Used as Ozone-Sparing Substitutes of Chlorofluorocarbons, *Lancet* 350, 556-559.

IPCS (2000): 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane, Concise International Chemical Assessment Document No 23, WHO, Geneva, 31 s.

Malinverno, G., Rusch, G. M., Millischer, R.J., ja muut (1996): Inhalation Teratology and Reproduction Studies with 1,1-Dichloro-2,2,2-trifluoroethane (HCFC-123), *Fundam. Appl. Toxicol.* 23, 276-287.

Malley, L. A., Carakostas, M., Hansen, J. F., ja muut (1995): Two-Year Inhalation Toxicity Study in Rats with Hydrochlorofluorocarbon 123, *Fundam. Appl. Toxicol.* 25, 101-114.

Marit, G. B., Dodd, D. E., George, M. E., ja muut (1994): Hepatotoxicity in Guinea Pigs Following Acute Exposure to 1,1-dichloro-2,2,2-trifluoroethane, *Toxicol. Pathol.* 22, 404-414.

Rusch, G. M., Trochimowitz, H. J., Malley, L. J., ja muut (1994): Subchronic Inhalation Toxicity Studies with Hydrochlorofluorocarbon 123 (HCFC 123), *Fundam. Appl. Toxicol.* 23, 169-178.

Shin, Y. C., Yi, G. Y., Kim, T.-K., ja muut (2002): Evaluation of Exposure to 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane(HCFC-123) in Air-Conditioner Manufacturing Workers and Their Health Effects in South Korea, *J. Occup. Health* 44, 108-111.

Takebayashi, T., Kabe, I., Endo, Y., ja muut (1999): Acute Liver Dysfunction Among Workers Exposed to 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane (HCFC-123): A Case Report, *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 14, 72-74.

Vinegar, A., Williams, R. J., Fisher, J. W., ja muut (1994): Dose-Dependent Metabolism of 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane: A Physiologically Based Pharmacokinetic Model in the Male Fischer 344 Rat, *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 129, 103-113.