Fluorivety ja fluorivetyhappo

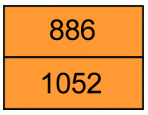
Viimeksi päivitetty 14.05.2025

Fluorivetyhappo:



Fluorivety:









Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 (ns. CLP-asetuksen) mukaiset varoitusmerkit





Fluorivety

CAS-numero	7664-39-3
Indeksinumero	009-002-00-6

EY-numero (EINECS-numero)	231-634-8
YK-numero	1052 (FLUORIVETY, VEDETÖN) 1790 (FLUORIVETYHAPPO)

Fluorivetyhappo

CAS-numero	7664-39-3
Indeksinumero	009-003-00-1
EY-numero (EINECS-numero)	231-634-8
YK-numero	1790 (FLUORIVETYHAPPO, yli 60 % mutta enintään 85 % fluorivetyä sisältävä) 1790 (FLUORIVETYHAPPO, enintään 60 % fluorivetyä sisältävä) 1790 (FLUORIVETYHAPPO, yli 85 % fluorivetyä sisältävä)

Synonyymit

Fluorivety

englanti: hydrogen fluoride, hydrofluoric acid (gas)
suomi: vetyfluoridi
ruotsi: fluorväte, hydrogenfluorid, vätefluorid
saksa: Fluorwasserstoff, Wasserfreie Flußsäure

Fluorivetyhappo

englanti: hydrofluoric acid, fluorhydric acid, fluoric acid, etching acid, aqueous hydrogen fluoride
suomi: vetyfluoridihappo, flussaushappo
ruotsi: fluorvätesyra, flussyra
saksa: Fluorwasserstofflösung, Fluorwasserstoffsäure, Flußsäure

1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

1.1 Aineen kuvaus

Fluorivety on väritön kaasu kiehumispistettä korkeammassa lämpötilassa ja alemmassa lämpötilassa höyryjä helposti muodostava savuava neste. Fluorivedyllä on voimakas ja ärsyttävä haju.

1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

Molekyylimassa	20,0
Tiheys	1,0 (vesi = 1) 20 °C:ssa
Sulamispiste	-83 °C
Kiehumispiste	19,5 °C 66 °C (70-prosenttinen) 112 °C (40-prosenttinen)
Höyrynpaine 20 °C:ssa	104 kPa (780 mmHg) 17 kPa (130 mmHg) (70-prosenttinen) 1,65 kPa (12 mmHg) (50-prosenttinen) 0,018 kPa (0,1 mmHg) (10-prosenttinen)
Höyryn tiheys	0,99 (ilma = 1) 14 °C:ssa
Tasapainotilakonsentraatio 20 °C:ssa	170 000 ppm (70-prosenttinen); helposti haihtuva 16 300 ppm (50-prosenttinen); haihtuva 180 ppm (10-prosenttinen); vaikeasti haihtuva
Liukoisuus	liukenee veteen ja etanoliin; liukenee niekasti bentseeniin ja tolueeniin
pKa	3,17

Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa	1 ppm = 0,83 mg/m^3 1 mg/m^3 = 1,20 ppm
Hajukynnys	0,04 - 0,13 ppm (0,03 - 0,11 mg/m^3); haju varoittaa terveysvaarasta

1.3 Reaktiivisuus

Fluorivety syövyttää lasia, nahkaa ja useita metalleja. Aineen reaktiossa metallien kanssa voi muodostua helposti syttyvää vetykaasua. Emäkset voivat reagoida kiivaasti fluorivedyn kanssa. Fluorikaasu reagoi kiivaasti 50-prosenttisen fluorivetyhappoliuoksen kanssa ja saattaa syttyä palamaan. Arseenitrioksidi ja kalsiumoksidi reagoivat fluorivedyn kanssa vapauttaen lämpöä. Fluorivety reagoi veden kanssa vapauttaen myrkyllisiä ja syövyttäviä höyryjä. Aineen liuetessa veteen lämmön vapautuminen aiheuttaa roiskevaaran.

1.4 Palo- ja räjähdysvaara

Fluorivety ei ole syttyvä. Fluorivety saattaa hajota varastoitaessa muodostaen syttyvää vetykaasua.

1.5 Merkinnät

CLP-asetuksen ((EY) N:o 1272/2008) mukaiset varoitusmerkinnät

Varoitusmerkit

Huomiosana Vaara





Vaaralausekkeet

*** H330**
Tappavaa hengitettynä.

H310

Tappavaa joutuessaan iholle.

*** H300**
Tappavaa nieltynä.

H314
Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.

* Vähimmäisluokitus

Turvalausekkeet

Ennaltaehkäisyyn, pelastustoimenpiteisiin, varastointiin ja jätteiden käsittelyyn liittyvät turvalausekkeet valitaan aineen vaaraluokituksen ja käyttötapojen perusteella.

Erityiset pitoisuusrajat fluorivetyhapolle

Merkintä:	Pitoisuus (C):
Ihosyövyttävyys (Skin Corr. 1A); H314: Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.	C > 7 %
Ihosyövyttävyys (Skin Corr. 1B); H314: Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.	1 % < C < 7 %
Silmä-ärsytys (Eye Irrit. 2); H319: Ärsyttää voimakkaasti silmiä.	

Kuljetusluokitus ja -merkinnät

Kuljetusluokitus ja -merkinnät määräytyvät kansainvälisten ja kansallisten kuljetusmääräysten mukaan.

YK-numero: 1052 (FLUORIVETY, VEDETÖN)





	1790 (FLUORIVETYHAPPO, yli 60 % mutta enintään 85 % fluorivetyä sisältävä)
	1790 (FLUORIVETYHAPPO, enintään 60 % fluorivetyä sisältävä)
	1790 (FLUORIVETYHAPPO, yli 85 % fluorivetyä sisältävä)
Kuljetusluokka:	maantiekuljetus 8
	merikuljetus 8
Pakkausryhmä:	I
	II (1790 (fluorivetyhappo, yli 60 % fluorivetyä sisältävä))
Varoituslipuke:	8 (syövyttävä aine) ja 6.1 (myrkyllistä)
Vaaran tunnusnumero:	886 (erittäin syövyttävä, myrkyllinen aine)
	86 (Syövyttävä tai lievästi syövyttävä, myrkyllinen aine) (1790 (fluorivetyhappo, yli 60 % fluorivetyä sisältävä))

1.6 Raja-arvoja

Akuutin altistumisen raja-arvot

AEGL-arvot (Acute exposure guideline levels, USA)	
AEGL 1	1,0 ppm (0,8 mg/m^3) /10 min 1,0 ppm (0,8 mg/m^3) /30 min

AEGL 2	95 ppm (79 mg/m^3) /10 min 34 ppm (28 mg/m^3) /30 min
AEGL 3	170 ppm (140 mg/m^3) /10 min 62 ppm (51 mg/m^3) /30 min

Työhygieeniset raja-arvot

HTP (2025) **(työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus)**	1,8 ppm (1,5 mg/m3) /8 h (iho) 3 ppm (2,5 mg/m3) /15 min (iho) Huomautus (iho): imeytyy ihon kautta.

Raja-arvojen määritelmät on esitetty käyttäjän oppaassa (kappale 1.6).

1.7 Käyttö

Fluorivetyhappoa käytetään Suomessa ruostumattoman teräksen peittaukseen, malmin vaahdotukseen ja lasin mattapinnoitukseen. Fluorivetyä käytetään myös katalyyttinä.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

Yli 5 ppm:n (4 mg/m^3) fluorivedyn pitoisuudet ilmassa aiheuttavat silmien ja hengitysteiden ärsytystä. Vaikutukset voivat viivästyä. Suuret pitoisuudet aiheuttavat vaikeita, tuskallisia vammoja iholla, silmissä ja limakalvoilla. Kasvoilla ilmenee herkästi ärsytystä ja punoitusta. Höyryt voivat aiheuttaa hengitysteiden syöpymiä ja keuhkopöhön. Lisäksi usein esiintyy sydämen rytmihäiriöitä. Lyhyt altistuminen 50 - 250 ppm:n (42 - 210 mg/m^3) pitoisuuksille on vaarallista.

Fluorivetyhappo syövyttää ihoa ja ihonalaista kudosta ja aine voi tunkeutua syvälle kudoksiin. Aine sitoo kalsiumia, mikä alentaa seerumin kalsiumpitoisuutta ja voi aiheuttaa sydämen rytmihäiriöitä. Väkevä fluorivetyhappo (50 - 70-prosenttinen) aiheuttaa ihon syövytysvammoja ja tuntuu välittömästi tuskallisena kipuna iholla. Aluksi iho turpoaa ja punoittaa. Myöhemmin muodostuu kiinteä valkoisenkellertävä ketto, joka muodostaa harmaita sietämättömän kipeitä rakkuloita. Laimeampien vesiliuoksien vaikutus alkaa viivästyneenä muutaman minuutin kuluttua. Alle 20-prosenttisen vesiliuoksen vaikutukset voivat viivästyä tunteja. Vakavat ihoaltistukset väkevälle fluorivetyhapolle

(ihoalue 2 - 3 % kehon pinta-alasta eli 400 - 600 cm^2) ovat aiheuttaneet kuoleman muutaman tunnin kuluessa tapaturmasta.

Fluorivetyhapon roiskeet silmään aiheuttavat ärsytystä ja syövytystä. Seurauksena voi olla silmän vaikeita syövytysvammoja ja sokeutuminen.

2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Fluorivedystä elimistöön vapautuva fluoridi kertyy luustoon ja nivelsiteisiin, kun imeytynyt määrä toistuvassa altistuksessa ylittää noin kymmenkertaisesti väestön normaalin päiväannoksen. Suuret fluoridimäärät aiheuttavat luuston heikkenemistä ja jäykkyyttä nivelissä (krooninen fluoroosi). Fluoridi poistuu hitaasti luustosta. Toistuva altistuminen pienille fluorivedyn pitoisuuksille voi myös aiheuttaa pistelyä silmissä ja kasvojen iholla sekä ärsytystä nenän limakalvoilla.

3. Vaikutukset ympäristöön

Ympäristössä fluorivety ei pysy kauan alkuperäisessä muodossaan. Ilmassa, vedessä ja maaperässä fluorivety dissosioituu ja muuntuu helposti erilaisiksi fluoriyhdisteiksi. Ilmassa fluorivety yhtyy ilman kosteuteen muodostaen fluorivetyhappoa, joka laskeutuu maanpinnalle tai huuhtoutuu sateen mukana maahan.

Maaperässä fluorivedyn kulkeutuminen riippuu pH:sta ja maaperän laadusta. Fluorivety voi muodostaa happamessa maaperässä muun muassa alumiinifluorosilikaattia ja alkaalisessa maaperässä kalsiumfluoridia. Jos maaperän pH on suurempi kuin 6,5, voivat fluoridit sitoutua tiukasti maa-ainekseen.

Vedessä, jonka pH on suurempi kuin 5, on fluorivety pääsääntöisesti fluorideina (F^-). Alhaisemmilla pH-arvoilla fluoridin osuus pienenee, kun taas dissosioitumattoman fluorivedyn (HF) ja vetyfluoridi-ionin (HF_2^-) osuus kasvaa. Fluoridit voivat muodostaa myös erilaisia kompleksiyhdisteitä, joiden liukoisuus vaihtelee (esimerkiksi fosfaatin kanssa muodostuu liukenematon fluoroapatiitti).

Fluorivedyn myrkyllisyysmittaukset vesieliöille on suoritettu fluoridilla, jonka on todettu olevan haitallista vesieliölle. Sen akuutit LC50-arvot kalalle ovat 51 - 340 mg/l (96 h) ja EC50-arvot vesikirpulle ovat 97 - 352 mg/l (48 h) ja levälle 43 - 122 mg/l (96 h).

Fluorivedyn ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon.

4. Toiminta onnettomuustilanteissa

Pelastustoimi: TOKEVA Ohje T8d (Palavat ja helposti palavat syövyttävät nesteet)

Varmista oma turvallisuutesi ennen kuin ryhdyt pelastustoimiin: käytä henkilönsuojaimia äläkä pelasta yksin.

4.1 Palo ja räjähdys

Fluorivety ei ole syttyvää, mutta se saattaa hajota varastoitaessa muodostaen syttyvää vetykaasua. Palon sammutukseen tulee käyttää palavan materiaalin edellyttämää sammutetta. Patoa sammutusvedet myöhemmin käsiteltäviksi.

Käytä henkilönsuojaimina paloasua ja paineilmahengityslaitetta.

4.2 Vuoto ja valuma

Vaara-alueen arviointi

Seuraavat toimenpideohjeet koskevat fluorivetyä ja väkevää (yli 50-prosenttista) fluorivetyhappoa.

Seuraavat vaaraetäisyydet on arvioitu 70-prosenttiselle fluorivetyhapolle:

pieni vuoto (noin 100 l):	Välitön eristys 50 metriä kaikkiin suuntiin.
suuri vuoto (noin 10 m^3):	Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 250 m tuulen alapuolella. Fluorivetyhappo saattaa aiheuttaa altistuneille ärsytysoireita jopa 400 metrin etäisyydellä tuulen alapuolella. Väestöä kehotetaan suojautumaan sisätiloihin, sulkemaan ikkunat ja ovet sekä pysäyttämään ilmanvaihtolaitteet.

Seuraavat vaaraetäisyydet on arvioitu fluorivedylle:

pieni vuoto (noin 100 l):	Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 100 m tuulen alapuolella
suuri vuoto (noin 10 m^3):	Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 750 m tuulen alapuolella. Fluorivety saattaa aiheuttaa altistuneille ärsytysoireita jopa 1000 metrin etäisyydellä tuulen alapuolella. Väestöä kehotetaan suojautumaan sisätiloihin, sulkemaan ikkunat ja ovet sekä pysäyttämään ilmanvaihtolaitteet.

Vaaraetäisyydet on laskettu Tukesin suositusten mukaisesti. Eristysrajana on käytetty AEGL 3 ja varoitusrajana AEGL 2 30 minuutin arvoa. Ohimeneviä, esimerkiksi ärsytysoireita voi kuitenkin esiintyä

myös näitä vaaraetäisyyksiä pidemmillä etäisyyksillä.

Torjunta ja suojautuminen

Sulje fluorivetyvuoto. Rajoita vaara-alueelle pääsyä. Poista syttymislähteet. Tuuleta suljetut tilat. Estä vuodon valuminen viemäriverkostoon. Käytä sumusuihkua laimentamaan höyryjä. Älä suuntaa suihkua valumaan tai vuotolähteeseen roiskevaaran vuoksi. Jos mahdollista käännä vuotavaa fluorivetysäiliötä niin, että nestevuoto muuttuu kaasuvuodoksi. Pysy tuulen yläpuolella.

Henkilönsuojaimina tulee käyttää paineilmahengityslaitetta ja kaasutiivistä kemikaalisuojapukua. Paloasu ei suojaa fluorivedyltä.

Alueen puhdistaminen

Pienet määrät fluorivetyhappoa imeytetään hiekkaan tai tehokkaampaan kaupalliseen imeytysaineeseen ja kerätään tiiviisiin astioihin neutralointia varten. Liuokset voidaan neutraloida kalkilla, jolloin muodostuu veteen niukkaliukoista kalsiumfluoridia. Padottu fluorivetyhappo pyritään keräämään talteen ja maahan jäänyt neutraloidaan ja kuoritaan.

4.3 Ensiapu

Oireet voivat viivästyä - tarkkaile potilasta.

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Siirrä altistunut henkilö raittiiseen ilmaan ja aseta tarvittaessa lepoon puoli-istuvaan asentoon. Jos hengitys on pysähtynyt, anna potilaalle tekohengitystä, joka on tehokkainta palkeella. Anna mahdollisuuksien mukaan happea. Potilas tulee toimittaa välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Huuhdo silmää haalealla juoksevalla vedellä vähintään 30 minuuttia pitäen silmäluomia auki huuhtelun aikana. Estä huuhteluveden valuminen puhtaaseen silmään. Huuhtelun jälkeen silmään voidaan tiputtaa useita tippoja steriiliä kalsiumglubionaattiliuosta (Calcium-Sandoz 9 mg Ca^{2+}/ml injektioneste) tai kalsiumglukonaattiliuosta (Calciumgluconat B. Braun 100 mg/ml injektioneste (6,3 mg Ca^{2+}/ml)). Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Ihokosketus

Riisu fluorivetyhapon likaama vaatetus ja huuhtele ihoa välittömästi juoksevalla vedellä minuutin ajan. Hiero ihoon vesihuuhtelun jälkeen kalsiumglukonaattigeeliä. Hieronta sormin on tärkeää geelin

imeytymisen edistämiseksi. Hoito on annettava välittömästi, sillä fluoridi-ionit tunkeutuvat nopeasti syvälle kudoksiin. Jos kipu palautuu, hoito on uusittava. Mikäli liuos oli laimea eikä kipua ole ehtinyt ilmetä, hierontaa jatketaan kunnes iho näyttää normaalilta. Potilas on toimitettava ensiavun aikana ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten. Vamma peitetään sidetaitoksella, jolle on levitetty runsaasti geeliä.

Ensiapua antavan henkilön tulee käyttää suojakäsineitä (katso materiaalit kohdasta 5).

Suun kautta tapahtunut altistuminen

Älä anna mitään suun kautta, jos potilas on tajuton tai jos hänellä on kouristuksia. Mikäli potilas on tajuissaan, auta häntä huuhtomaan suunsa ja anna ensiapuna 0,5–1 dl maitoa, 30–40 ml magnesiamaitoa (aikuiselle), pari kappaletta pureskeltavia kalsiumkarbonaattitabletteja (500 mg Ca^{2+}) tai muutama ampulli kalsiumglubionaatti- tai kalsiumglukonaattiliuosta lasillisessa vettä (ks. valmisteet yllä). Älä oksennuta. Jos potilas oksentaa luonnostaan, huuhtele suu vedellä ja juota lisää vettä 0,5–1 dl. Potilas on toimitettava heti ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Lisäohjeita saa tarvittaessa yleisestä hätänumerosta puh. 112 ja Myrkytystietokeskuksesta puh. 0800 147 111.

4.4 Lääketieteellinen hoito

Alempien hengitysteiden ahtautumista, keuhkoputkien supistelua ja yskää voidaan lievittää inhaloitavilla beeta-2-selektiivisillä sympatomimeeteillä (esim. salbutamoli tai terbutaliini). Hengitysteitse suurille pitoisuuksille altistuneelle potilaalle annetaan keuhkopöhön ehkäisemiseksi kortikosteroidi-inhalaatioaerosolia (beklometasoni, budesonidi tai flutikasoni). Hoitoa jatketaan neljän päivän ajan. Viidentenä päivänä hoito lopetetaan, jos keuhkolöydöksiä ei ole. Muutoin jatketaan toipumiseen asti. Erittäin voimakkaan altistumisen jälkeen voidaan harkita systeemisteroidia, esim. metyyliprednisoloni 40-80 mg neljä kertaa suoneen.

Ihoaltistuksessa ensiapuna ovat vesihuuhtelu ja kalsiumglukonaattigeelillä hierominen (ks. kohta 4.3). Jos vamman päälle on muodostunut nekroottisen kudoksen ketto, se tulisi poistaa kirurgisilla toimenpiteillä ja jatkaa geelin käyttöä haavapohjassa. Kivun häviämisen jälkeen vamma voidaan peittää kompressilla, jolle on levitetty runsaasti geeliä. Kompressi voidaan vaihtaa puolen vuorokauden kuluttua ja se voidaan poistaa vuorokauden kuluttua tapaturmasta. Jatkohoitona haavan hoito tavanomaisilla periaatteilla.

Jos nielty määrä on suuri eikä spontaania oksentelua ole esiintynyt, voidaan harkita mahantyhjennystä huuhtelemalla 10 % kalsiumglukonaattiliuoksella tai vastaavalla kalsiumglubionaattiliuoksella varovasti käyttäen pehmeää letkua (kuitenkin perforaatiovaara huomioitava).

4.5 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Biologisen näytteen ottamista suositellaan epäiltäessä merkittävää altistumista.

Fluorille ja sen epäorgaanisille yhdisteille altistumista voidaan tutkia mittaamalla virtsan fluoridipitoisuutta (U-F). Virtsanäyte otetaan noin 8 tunnin kuluessa altistumisesta (20 ml virtsaa; täytetään niin, että tyhjää tilaa jää mahdollisimman vähän). Kirjallisuudessa altistumattomien virtsan fluorin taustapitoisuudet ovat vaihdelleet 0,25–1,8 mg/l välillä. Lisätietoja Työterveyslaitokselta (p. 030 4741 arkisin kello 8.30–15.00).

Altistumisen arviointiin biologisista näytteistä liittyviä ohjeita on esitetty käyttäjän oppaassa (kappale 4.5).

4.6 Jätteiden käsittely

Vedellä varovasti laimennettu fluorivetyhappo voidaan neutraloida kalkilla. Kalkittu happojäte toimitetaan viranomaisten kanssa sovittavaan paikkaan.

5. Käsittely ja varastointi

Työskentelypisteen läheisyydessä tulee olla hätäsuihku ja silmienhuuhtelupaikka. Käytä tehokasta kohdepoistoa tai laboratoriotyössä vetokaappia. Henkilönsuojaimina tulee käyttää suojavaatetusta, suojakäsineitä ja kokokasvon hengityksensuojainta (suodatintyyppi B2-P3 fluorivety; E2-P3 fluorivetyhappo) tai kasvonsuojainta. Henkilönsuojaimiin sopivia materiaaleja ovat mm.:

Fluorivety (kaasu, huuru)	Fluorivetyhappo >70 %	Fluorivetyhappo 30-70 %
Barrier® (PE/PA/PE) **Trellchem® HPS** **Tychem® Responder®** **Tychem® TK**	Erittäin hyviä: Barrier® (PE/PA/PE) Tychem® TK Hyviä: neopreenikumi Trellchem® HPS	Erittäin hyviä: butyylikumi neopreenikumi fluorikumi-butyylikumi Barrier® (PE/PA/PE) Trellchem® HPS Trellchem® VPS Tychem® SL (Saranex®) Tychem® BR/LV Tychem® Responder® Tychem® TK Hyviä: Silver Shield/4H® (PE/EVAL/PE) Tychem® CPF 3

Ennen fluorivetyhappoastian avaamista varmista, ettei lähistöllä ole syttymislähteitä ja tuuleta työskentelyhuone hyvin. Varastoitu fluorivety on saattanut hajota muodostaen syttyvää vetykaasua.

Laimeahkon fluorivetyhapon käsittelyssä saattaa aineen pääsy iholle jäädä huomaamatta, sillä vaikutukset voivat viivästyä tunteja. Ihokosketuksesta myöhemmin aiheutuvat kivut voidaan ehkäistä pikaisella hoidolla (katso kohta 4.3). Työskentelypisteen läheisyydessä tulee olla helposti saatavilla 10-prosenttista kalsiumglukonaattia (silmävammoihin) ja kalsiumglukonaattigeeliä (ihovammoihin).

Varastointipaikan tulee olla ilmastoitu, auringonvalolta, kipinöiltä ja muilta syttymislähteiltä suojattu. Varastointipaikan tulee olla erillään työskentelyalueista. Varo kolhimasta säiliöitä ja tarkkaile vuotoja. Fluorivety saattaa hajota varastoinnissa muodostaen syttyvää vetykaasua.

Fluorivetyhapon käsittelyä ja varastointia koskevat valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien käsittelyn ja varastoinnin valvonnasta (685/2015) ja valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista (856/2012).

6. Kuljetusmääräyksiä

Aineen pakkaus sekä kollien ja säiliöiden merkinnät on tehtävä kuljetusmääräyksissä annettujen yksityiskohtaisten ohjeiden mukaisesti.

Jokaiseen kolliin on merkittävä aineen YK-numero ja sen eteen kirjaimet "UN" (fluorivety: UN 1052 tai fluorivetyhappo: UN 1790). Kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (fluorivety ja fluorivetyhappo: varoituslipukkeet 8 ja 6.1).

7. Kirjallisuus

Huom. Tähdellä (*) merkityt ovat maksullisia tietokantoja.

American Industrial Hygiene Association (AIHA). Emergency response planning guidelines. Fairfax: AIHA, 2010.

Chemical safety data sheets. Volume 3: Corrosives and irritants. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1990.

* CHEMINFO database. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Issue 98-1 (February 1998).

Environmental and technical information for problem spills. Hydrogen fluoride and hydrofluoric acid. Ottawa: Environment Canada, Environmental Protection Service, 1984.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1272/2008 (CLP-asetus).

European Union Risk Assessment Report. Hydrogen Fluoride. The Netherlands, 2001.

Forsberg K & Mansdorf SZ. Quick selection guide to chemical protective clothing. 5th ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2007.

* Hall AH & Rumack BH (eds.). HAZARDTEXT Hazard Managements, Micromedex, Inc., Englewood, Colorado (CD-ROM version, edition expires January 1999).

Hommel G. Handbuch der gefährlichen Güter. Merkblätter 92, 93. Berlin: Springer-Verlag, 1997.

HSDB (Hazardous substances data bank). National Library of Medicine, Bethesda, Maryland, Micromedex, Inc., Englewood, Colorado.

International Maritime Organization (IMO). International maritime dangerous goods code, Amdt. 33-06, London: IMO, 2006.

IUCLID (International Uniform Chemicals Information Database). Brussels: European Commission, European Chemicals Bureau; 1996. Data sheet: Hydrogen fluoride.

* Kemikaalien ympäristötietorekisteri/Data bank of environmental properties of chemicals. Helsinki: Suomen ympäristökeskus; 1998.

Lääkinnällinen toiminta kemikaalionnettomuudessa, Lääkintähuollon neuvottelukunnan kemikaalionnettomuustyöryhmä II:n mietintö. Helsinki: Lääkintöhallitus, 1989 (Julkaisu 149).

Matsuno K. The treatment of hydrofluoric acid burns. Occup. Med. 1996; 46: 313-7.

NIOSH. Chemical listing and documentation for immediately dangerous to life or health concentrations (IDLHs).

OHM/TADS (Oil and Hazardous Materials/Technical Assistance Data System). U.S. Environmental Protection Agency (EPA); 2002.

Pipatti R, Lautkaski R & Fieandt J. Vaarallisten aineiden maakuljetuksiin liittyvät vaaratilanteet. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1985 (Tutkimuksia 380).

Sosiaali- ja terveysministeriö. HTP-arvot 2025. Sosiaali- ja terveysministeriö; Helsinki, 2025.

The National Advisory Committee for the Development of Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Substances. Acute Exposure Guideline Levels. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2017.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Tuotantolaitosten sijoittaminen - Opas; Tukes, 2015.

Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä. Lakikokoelma. Edita Publishing Oy, Helsinki, 2009.

Weiss G. Hazardous chemicals data book. 2nd ed. New Jersey: Noyes Data Corporation, 1986.

Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.