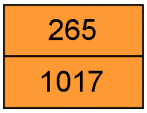
Kloori

Viimeksi päivitetty 14.05.2025











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









CAS-numero	7782-50-5
Indeksinumero	017-001-00-7
EY-numero (EINECS-numero)	231-959-5
YK-numero	1017 (KLOORI)
Molekyylikaava	Cl_2

Synonyymit

englanti: chlorine

ruotsi: klor

saksa: Chlor

1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

1.1 Aineen kuvaus

Kloori on pistävän hajuinen, tukahduttava kaasu. Klooria myydään, kuljetetaan ja varastoidaan paineenalaisena nesteytettynä kaasuna. Kun 1 litra nesteklooria höyrystyy ilmakehän paineessa, muodostuu noin 400 litraa kloorikaasua. Väriltään kloorikaasu on heikosti kellertävää suurissa pitoisuuksissa. Nestekloori on oranssin väristä. Kloorikaasu on ilmaa raskaampaa.

1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

Molekyylimassa	70,9
Tiheys (nesteytetty kloori)	1,4 (vesi = 1) 20 °C:ssa
Sulamispiste	-101 °C
Kiehumispiste	-35 °C
Höyrynpaine	638 kPa (4 800 mmHg) 20 °C:ssa
Tiheys (kloorikaasu)	2,5 (ilma = 1)
Liukoisuus	niukkaliukoinen veteen (7 g/l 20 °C:ssa); liukenee emäksiin
Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa	1 ppm = 2,95 mg/m^3 1 mg/m^3 = 0,34 ppm
Hajukynnys	0,2 - 0,4 ppm (0,6 - 1,2 mg/m^3); haju ei ole hyvä varoitusmerkki

1.3 Reaktiivisuus

Kloorikaasun ja vesihöyryn seos muodostaa myrkyllistä ja syövyttävää kloorivetyä, joka syövyttää terästä ja useimpia muita metalleja. Kuiva kloorikaasu syövyttää alumiinia, titaania ja tinaa. Nestekloori vahingoittaa muoveja. Kloori reagoi kiivaasti tiettyjen orgaanisten ja epäorgaanisten aineiden kuten ammoniakin ja fosforin kanssa. Kloori reagoi hiilivetykaasujen (metaani, etaani, asetyleeni) kanssa räjähtäen. Kloorin ja vedyn seos on räjähtävä.

1.4 Palo- ja räjähdysvaara

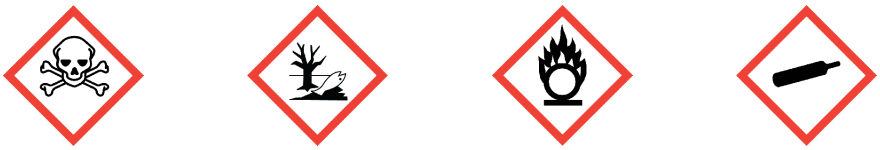
Kloorikaasu ei ole syttyvä, mutta se voi ylläpitää palamista.

1.5 Merkinnät

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

Varoitusmerkit

Huomiosana Vaara



Vaaralausekkeet

H270
Aiheuttaa tulipalon vaaran tai edistää tulipaloa; hapettava.

*** H331**
Myrkyllistä hengitettynä.

H319
Ärsyttää voimakkaasti silmiä.

H335
Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

H315
Ärsyttää ihoa.

H400
Erittäin myrkyllistä vesieliöille.

* Vähimmäisluokitus

Turvalausekkeet

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

M-kertoimet

M-kerroin:	M = 100

Kuljetusluokitus ja -merkinnät

Kuljetusluokitus ja -merkinnät määräytyvät kansainvälisten ja kansallisten kuljetusmääräysten mukaan.

YK-numero:	1017 (KLOORI)			
Kuljetusluokka:	maantiekuljetus 2			
	merikuljetus 2.3 (meriympäristölle vaarallinen)			
Varoituslipukkeet:	2.3 + 5.1 + 8			
Vaaran tunnusnumero:	265 (myrkyllinen kaasu, hapettava (paloa edistävä))			

1.6 Raja-arvoja

Akuutin altistumisen raja-arvot

AEGL-arvot (Acute exposure guideline levels, USA)	
AEGL 1	0,50 ppm (1,5 mg/m^3) /10 min 0,50 ppm (1,5 mg/m^3) /30 min

AEGL 2	2,8 ppm (8,3 mg/m^3) /10 min 2,8 ppm (8,3 mg/m^3) /30 min
AEGL 3	50 ppm (150 mg/m^3) /10 min 28 ppm (83 mg/m^3) /30 min

Työhygieeniset raja-arvot

HTP (2025) **(työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus)**	0,5 ppm (1,5 mg/m^3) /15 min

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

1.7 Käyttö

Klooria käytetään Suomessa pääasiassa veden desinfiointiin, suolahapon ja hypokloriitin sekä karboksimetyyliselluloosan (CMC) valmistukseen.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

Kloorikaasulla on voimakkaan pistävä, helposti havaittava haju. Altistuminen yli 1 ppm:n (3 mg/m^3) pitoisuudelle voi aiheuttaa puolen tunnin jälkeen lievää hengitysteiden ärsytystä, yskimistä ja päänsärkyä. Klooripitoisuus 10 ppm (30 mg/m^3) aiheuttaa voimakasta silmien, nenän ja kurkunpään ärsytystä, kyynelvuotoa ja yskää. Pitoisuus 20 - 30 ppm (60 90 mg/m^3) voi olla vaarallinen, jos altistuminen kestää puolta tuntia kauemmin. Seurauksena on voimakas yskänärsytys, puristava tai polttava tunne rinnassa ja oksentelu. Altistuminen 100 - 150 ppm:n (300 - 440 mg/m^3) pitoisuudelle 5 - 10 minuutin ajan voi aiheuttaa hengenvaarallisen keuhkopöhön, joka voi ilmetä vasta vuorokauden kuluttua. Pitoisuus 1 000 ppm (3 000 mg/m^3) voi aiheuttaa kuoleman muutamalla syvällä sisäänhengityksellä.

Kloorikaasu ärsyttää voimakkaasti silmiä aiheuttaen kirvelyä ja kyynelvuotoa.

Nestemäisen kloorin roiskeet silmään voivat aiheuttaa pysyviä silmävaurioita sekä mahdollisesti sokeuden.

Kloorikaasun suuret pitoisuudet ärsyttävät kosteaa ihoa. Oireita ovat pistely ja polttava tunne iholla, ihon punoitus ja rakkulat. Nestemäisen kloorin roiskeet aiheuttavat ärsytystä, rakkuloita ja paleltuman iholle.

2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Toistuva tai pitkäaikainen altistuminen 5 ppm:n (15 mg/m^3) pitoisuudelle saattaa aiheuttaa tulehdusta nenän ja keuhkoputkien limakalvoilla sekä hammaskiilteen syöpymistä.

3. Vaikutukset ympäristöön

Maahan valunut nesteytetty kloori haihtuu ilmaan. Sateen mukana se joutuu kuitenkin takaisin maahan.

Veteen valunut nestekloori kiehuu vedessä ja muodostaa syövyttävän alikloorihapokkeen ja kloorivetyhapon seoksen sekä näkyvän höyrypilven. Kloori on ympäristön kannalta veteen hyvin liukenevaa. Se ei ole vedessä pysyvää, koska voimakkaana hapettimena se hapettaa epäorgaanisia ja orgaanisia yhdisteitä. Kloorin reagoidessa vedessä olevien orgaanisten aineiden kanssa muodostuu monenlaisia orgaanisia klooriyhdisteitä, joista monet ovat myrkyllisiä, huonosti hajoavia ja eliöihin kertyviä. Kloori on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Sen akuutit LC50-arvot kalalle ovat 0,014 - 0,29 mg/l (96 h) ja EC50-arvot vesikirpulle 0,017 - 0,11 mg/l (48 h).

Kloorin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon.

Vesieliömyrkyllisyytensä perusteella kloori on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi.

4. Toiminta onnettomuustilanteissa

Pelastustoimi: TOKEVA Ohje T2h (Paineenalaisena nesteytetyt myrkylliset kaasut)

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

4.1 Palo ja räjähdys

Kloori ei pala. Jos kloorisäiliöitä on paloalueella, siirrä klooria sisältävät säiliöt pois tai jäähdytä niitä vedellä. Älä päästä vettä klooria sisältävään säiliöön. Palon sammutukseen tulee käyttää palavan materiaalin edellyttämää sammutetta.

4.2 Vuoto ja valuma

Vaara-alueen arviointi

Kun nesteytettyä kaasua vuotaa säiliöstä, osa nesteestä höyrystyy välittömästi ja loppu neste jäähtyy kiehumispisteeseen. Nestesuihku hajoaa pisaroiksi, kun nesteen lämpötila säiliössä on vähintään 10 - 15 °C kiehumispisteen yläpuolella. Mitä korkeampi nesteen lämpötila säiliössä on, sitä pienempiä pisaroita muodostuu. Jos suihku ei kohtaa estettä, pienet pisarat höyrystyvät ilman sekoittuessa suihkuun ja isot putoavat maahan. Kloorin nestevuoto voi tällä tavalla höyrystyä kokonaan.

Nestevuodosta höyrystyvä kaasu muodostaa tuulen mukana leviämissuuntaan kulkeutuvan kaasupilven. Vuotokohdan läheisyydessä on läpinäkymätöntä oranssia sumua.

pieni vuoto (noin 0,1 kg/s):	Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 200 m tuulen alapuolella. Kloori saattaa aiheuttaa altistuneille ärsytysoireita jopa 600 metrin etäisyydellä tuulen alapuolella. Väestöä kehotetaan suojautumaan sisätiloihin, sulkemaan ikkunat ja ovet sekä pysäyttämään ilmanvaihtolaitteet.
suuri vuoto (noin 0,3 kg/s):	Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 300 m tuulen alapuolella. Kloori 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 kaasun tai nesteen vuoto. Rajoita vaara-alueelle pääsyä. Jos on mahdollista, käännä vuotava kaasupullo tai -tynnyri siten, että nestevuoto muuttuu kaasuvuodoksi (vuotokohta nestepinnan yläpuolelle).

Henkilönsuojaimina tulee käyttää paineilmahengityslaitetta ja paloasua. Toimittaessa erittäin suurissa kloorikaasupitoisuuksissa tai jos on olemassa nestemäisen kloorin roiskevaara, käytä kaasutiivistä kemikaalisuojapukua.

Estä nesteen suihkuaminen ilmaan peittämällä vuotokohta muovipeitteellä. Suurin osa nestepisaroista valuu tällöin peitettä pitkin lammikoksi maahan. Lapioi maata tai hiekkaa peitteen reunojen kiinnittämiseksi ja lammikon patoamiseksi. Reunat tulisi kiinnittää siten, että tuuli ei pääse puhaltamaan peitteen alitse.

Vesisuihkua voi käyttää nestevuodon jäädyttämän sulkuventtiilin sulatukseen. Suihkua ei kuitenkaan saa suunnata siten, että vettä joutuu vuotokohtaan tai kloorilammikkoon, koska vesi höyrystää voimakkaasti nestettä. Kostea kloori syövyttää vuotoaukkoa suuremmaksi.

Alueen puhdistaminen

Vuodon lakattua tuuleta sisätilat, erityisesti kellarit, jonne kaasua on päässyt ilmanvaihdon mukana. Padotussa lammikossa olevaa nestettä voidaan pumputa uppo- tai letkupumpulla säiliöön. Jäljelle jäävän nesteen annetaan haihtua valvonnan alaisena. Lammikon peittäminen muovilla hidastaa haihtumista.

4.3 Ensiapu

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Kloorimyrkytyksen saanut siirretään nopeasti raittiiseen ilmaan. Altistunut henkilö asetetaan puoli-istuvaan asentoon ja pidetään lämpimänä ja levossa. Hengityksen vaikeutuessa annetaan happea ja tarvittaessa tekohengitystä, joka on tehokkainta palkeella. Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Jos nestemäistä klooria roiskuu silmään, huuhtele välittömästi juoksevalla vedellä ainakin 15 minuutin ajan (poista piilolinssit, mikäli mahdollista). Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Ihokosketus

Käytä hätäsuihkua ja riisu kloorin likaama vaatetus välittömästi. Huuhtele ihoa runsaalla juoksevalla vedellä ja pese saippualla. Ota yhteys lääkäriin.

Ihon pesussa avustavan henkilön tulee käyttää suojakäsineitä ja kokonaamaria, jossa on kloorisuodatin. Älä vie kloorin likaamia vaatteita sisätiloihin, koska haihtuva kloori ärsyttää voimakkaasti silmiä ja ylähengitysteitä. Laita likaantuneet vaatteet muovisäkkiin.

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

4.4 Lääketieteellinen hoito

Hengityksen, verenkierron ja sokin hoito.

Kurkunpään turvotusta voidaan hoitaa adrenaliini-inhalaatioaerosolilla (enintään kolme inhalaatiota puolen tunnin aikana). Keuhkoputkien supistelua ja yskää voidaan lievittää inhaloitavilla beeta-2-selektiivisillä sympatomimeeteillä (esim. salbutamoli, terbutaliini, fenoteroli; kaksi annosta kolmen tunnin välein).

Keuhkopöhön ehkäisemiseksi potilaalle annetaan kortikosteroidi-inhalaatioaerosolia (beklometasoni, budesonidi tai flutikasoni). Altistuksen jälkeen annetaan neljä annosta inhalaatioaerosolia, sen jälkeen neljän tunnin välein neljä inhalaatiota. Seuraavat neljä päivää annetaan neljä inhalaatiota neljästi vuorokaudessa valveillaoloaikana. Viidentenä päivänä hoito lopetetaan, jos keuhkolöydöksiä ei ole. Lääkkeen annostelussa voidaan käyttää inhalaatiokammiota.

4.5 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Altistumisen arviointi biologisista näytteistä ei ole mahdollista tälle aineelle.

4.6 Jätteiden käsittely

Käyttämättömän nestekloorin hävittämiseksi suositellaan yhteydenottoa valmistajaan.

5. Käsittely ja varastointi

Käytä suojakäsineitä ja kokonaamaria, jossa on kloorisuodatin (B2). Hyviä materiaaleja kloorikaasulta suojautumiseen ovat mm. butyylikumi, nitriilikumi, neopreenikumi, fluorikumi (Viton®), fluorikumi-butyylikumi, Barrier® (PE/PA/PE), Silver Shield/4H® (PE/EVAL/PE), Trellchem® HPS, Trellchem® VPS, Tychem® SL (Saranex®), Tychem® CPF 3, Tychem® F, Tychem® BR/LV, Tychem® Responder® ja Tychem® TK. Nestemäiseltä kloorilta suojaavat hyvin esim. Tychem® CPF 3, Tychem® Responder® ja Tychem® TK.

Eristä aine lämmönlähteistä. Tarkista, ettei kaasu pääse vuotamaan työilmaan. Huolehdi tehokkaasta ilmanvaihdosta. Työskentelypisteen läheisyydessä on oltava hätäsuihku ja silmienhuuhteluallas.

Säilytä kaasupullo pystyasennossa venttiili ylöspäin. Pidä venttiilisuoja paikallaan kunnes kaasupullo on ketjulla kiinnitetty kaatumisen estämiseksi.

Varastotilassa tulee olla hyvä ilmanvaihto. Varastotilan tulee olla kuiva, lämpötilaltaan enintään + 40 °C ja auringonvalolta suojattu. Rakennusmateriaalien, valaistuksen ja ilmanvaihtojärjestelmän tulee kestää klooria. Erityisesti tuuletuksen tulee olla niin tehokas, etteivät kosteus ja mahdolliset kloorikaasun vähäiset pitoisuudet aiheuta laitteiden syöpymistä.

Kloorin 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" (kloori: UN 1017). Kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (kloori: varoituslipukkeet 2.3 + 5.1 + 8).

7. Kirjallisuus

Huom. Tähdellä (*) merkityt ovat maksullisia tietokantoja.

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

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Documentation of threshold limit values and biological exposure indices. 6th ed. Cincinnati, Ohio: ACGIH, 1991.

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

Chlorine, Environmental and technical information for problem spills. Ottawa, Ontario: Environment Canada, Environmental Protection Service, 1984.

Encyclopaedia of occupational health and safety. 4th ed. Geneva: ILO, 1998.

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

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

Hommel G. Handbuch der gefährlichen Güter. Merkblatt 60. 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.

International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental health criteria 21: Chlorine and hydrogen chloride. Geneva: WHO, 1982.

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

Jolanki R, Tammela E, Estlander T, Jaakkola J, Kanerva L, Lähteenmäki M-T, Riihimäki V & Örn M. Käsien suojaus. Helsinki: Työterveyslaitos, Työsuojeluhallitus, Ohjeita ja suosituksia 6, 1988.

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

Komission asetus (EY) N:o 790/2009, aineiden ja seosten luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 muuttamisesta sen mukauttamiseksi tekniikan ja tieteen kehitykseen.

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

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

Ohjeet eräiden vaarallisten aineiden aiheuttaman vahingon varalta. Helsinki: Sisäasiainministeriö, Sisäasiainministeriön julkaisuja Sarja A:18. 1987.

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. Helsinki: Edita Publishing Oy, 2009.

Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.