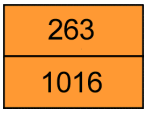
# Hiilimonoksidi

**Viimeksi päivitetty** 14.05.2025










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









| | |
|---|---|
| **CAS-numero** | 630-08-0 |
| **Indeksinumero** | 006-001-00-2 |
| **EY-numero (EINECS-numero)** | 311-128-3 |
| **YK-numero** | 1016 (HIILIMONOKSIDI, PURISTETTU) |
| **Molekyylikaava** | CO |

# Synonyymit

**englanti:** carbon monoxide, carbon oxide, carbonic oxide

**suomi:** häkä

**ruotsi:** kolmonoxid, koloxid, os

**saksa:** Kohlenmonoxid, Kohlenstoffmonoxid, Kohlenoxid

# 1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

## 1.1 Aineen kuvaus

Hiilimonoksidi on hajuton, väritön, veteen niukkaliukoinen, ilmaa hieman kevyempi ja erittäin helposti syttyvä kaasu. Hiilimonoksidia syntyy orgaanisen aineen epätäydellisessä palamisessa.

## 1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

| | |
|---|---|
| **Molekyylimassa** | 28,01 |
| **Sulamispiste** | -205 °C |
| **Kiehumispiste** | -192 °C |
| **Höyryn tiheys** | 0,97 (ilma = 1) |
| **Liukoisuus** | veteen niukkaliukoinen (30 $cm^3$/l vettä 20 °C:ssa), liukenee useimpiin orgaanisiin liuottimiin |
| **Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa** | 1 ppm = 1,16 $mg/m^3$<br>1 $mg/m^3$ = 0,86 ppm |

## 1.3 Reaktiivisuus

Hiilimonoksidi muodostaa ilman kanssa erittäin helposti syttyvän kaasuseoksen. Hiilimonoksidin reaktio hapettimien kanssa aiheuttaa syttymisvaaran.

## 1.4 Palo- ja räjähdysvaara

| | |
|---|---|
| **Syttymisrajat:** | 12,5 - 74 % |
| **Itsesyttymislämpötila:** | 605 °C |

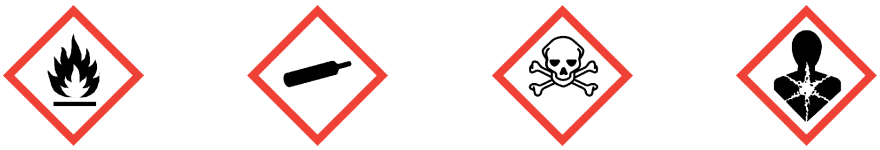
Hiilimonoksidi muodostaa ilman kanssa erittäin helposti syttyvän kaasuseoksen. Hiilimonoksidi hajoaa 400 - 700 °C:n lämpötilassa hiileksi ja hiilidioksidiksi.

# 1.5 Merkinnät

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

## Varoitusmerkit

**Huomiosana** Vaara



## Vaaralausekkeet

**H220**
Erittäin helposti syttyvä kaasu.

**H360D**
Voi vaurioittaa sikiötä.

*** H331**
Myrkyllistä hengitettynä.

**H372**
Vahingoittaa elimiä (tai mainitaan kaikki tiedetyt kohde-elimet) pitkäaikaisessa tai toistuvassa altistumisessa (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

* Vähimmäisluokitus

## Turvalausekkeet

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

# Kuljetusluokitus ja -merkinnät

Kuljetusluokitus ja -merkinnät määräytyvät kansainvälisten ja kansallisten kuljetusmääräysten mukaan.

| | |
|---|---|
| **YK-numero:** | 1016 (HIILIMONOKSIDI, PURISTETTU) |







| | |
|---|---|
| **Kuljetusluokka:** | maantiekuljetus 2<br>merikuljetus 2.3 |
| **Varoituslipuke:** | 2.3 ja 2.1 |
| **Vaaran tunnusnumero:** | 263 (myrkyllinen kaasu, palava) |

# Lisääntymiselle vaarallinen aine

Hiilimonoksidi on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 aineluettelossa luokiteltu kategoriaan 1A kuuluvaksi lisääntymiselle vaaralliseksi aineeksi (Repr. 1A). Kategorian 1A aineiden tiedetään vähentävän hedelmällisyyttä ja/tai aiheuttavan kehityshäiriöitä ihmisellä.

# 1.6 Raja-arvoja

## Akuutin altistumisen raja-arvot

| **AEGL-arvot (Acute exposure guideline levels, USA)** | |
|---|---|
| **AEGL 1** | ei määriteltävissä |
| **AEGL 2** | 420 ppm (490 mg/m$^3$) /10 min<br>150 ppm (170 mg/m$^3$) /30 min |
| **AEGL 3** | 1700 ppm (2000 mg/m$^3$) /10 min<br>600 ppm (700 mg/m$^3$) /30 min |

## Työhygieeniset raja-arvot

| | |
|---|---|
| **Sitova raja-arvo**<br>**Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpä- ja lisääntymisvaaran torjunnasta (113/2024)** | 20 ppm (23 mg/m$^3$) /8 h<br>100 ppm (117 mg/m$^3$) /15 min |
| **HTP (2025)**<br>**(työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus)** | 75 ppm (87 mg/m$^3$) /15 min<br>Huomautus (melu): voimistaa melun haitallisia kuulovaikutuksia |
| **Biologisten näytteiden viiteraja-arvot (STM 2025)** | veren karboksihemoglobiinin (COHb) pitoisuus: 4 %<br>(välittömästi altistumisen päätyttyä) |

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

| | |
|---|---|
| **Ulkoilma** | WHO:n suositusten mukaan ulkoilman hiilimonoksidin keskipitoisuuden tulisi olla alle 50 ppm (60 mg/m$^3$) /30 min, alle 25 ppm (30 mg/m$^3$) /1 h ja alle 10 ppm (10 mg/m$^3$) /8 h. |

## 1.7 Käyttö

Hiilimonoksidia käytetään polttoaineena, pelkistimenä metallurgiassa, metallikarbonyylien valmistukseen, metanolin, etikkahapon ja fosgeenin synteeseissä sekä synteesikaasuna.

Hiilimonoksidia käytetään Suomessa pääasiassa energian tuotantoon, ammoniakkisynteesikaasuna ja muurahaishapon valmistuksessa.

# 2. Terveysvaara

## 2.1 Välittömät vaikutukset

Hiilimonoksidi sitoutuu veren punasolujen hemoglobiiniin muodostaen karboksihemoglobiinia (COHb). Tällöin kudosten hapensaanti vähenee, sillä hiilimonoksidi sitoutuu hemoglobiiniin noin 200 kertaa hanakammin kuin happi. Herkimmin hapen puutteesta kärsiviä kudoksia ovat aivot ja sydän. Aivojen palautumaton vaurioituminen on mahdollinen, kun myrkytys on vakava, mutta ei kuolettava.

Lieviä muutoksia sydämen ja hermoston toiminnassa voi ilmetä jo 50 ppm:n (58 mg/m$^3$) häkäpitoisuudessa. Häkäpitoisuus 200 ppm (230 mg/m$^3$) aiheuttaa noin tunnin altistuksen jälkeen

voimakasta päänsärkyä ja 500 ppm:n (580 mg/$m^3$) pitoisuus noin 20 minuutin kuluttua. Pitoisuus 1 000 - 10 000 ppm (1 160 - 11 600 mg/$m^3$) aiheuttaa päänsärkyä, huimausta, hengästyneisyyttä ja pahoinvointia noin 10 minuutin jälkeen ja kuoleman, jos altistuminen jatkuu 10 - 45 minuuttia pitoisuudesta riippuen.

Tupakoimattoman henkilön veren karboksihemoglobiini (COHb) -pitoisuus on noin 0,5 %. Altistuneella henkilöllä 10 - 20 % karboksihemoglobiinia veressä aiheuttaa lievää päänsärkyä, puristavaa tunnetta otsalla ja mahdollisesti hengästymistä rasituksessa. COHb-pitoisuus 20 - 40 % aiheuttaa päänsärkyä, huimausta, pahoinvointia, heikkouden tunnetta varsinkin raajoissa, kasvojen punoitusta ja mahdollisesti pyörtymisen rasituksessa. Veren 40 - 60 %:n COHb-pitoisuus aiheuttaa levottomuutta ja kooman; kuolema on mahdollinen. Pitoisuus 60 - 80 % COHb:a veressä aiheuttaa syvän kooman ja hengitysvaikeuksia. Yli 80 % COHb:a aiheuttaa nopean kuoleman.

Voimakas altistuminen hiilimonoksidille raskauden aikana voi aiheuttaa sikiövaurioita tai sikiön kuoleman.

Nesteytetyn hiilimonoksidin roiskuminen iholle voi aiheuttaa paleltuman.

## 2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Toistuva altistuminen hiilimonoksidille voi pahentaa sydänsairauksien oireita, muun muassa rintakipua sepelvaltimotautia sairastavalla, mikä johtuu sydämen riittämättömästä hapensaannista. Hiilimonoksidi voi aiheuttaa pitkäaikaisia tai pysyviä keskushermoston oireita tai vammoja äkillisen myrkytyksen jälkitilana.

Hiilimonoksidi ei kerry elimistöön, koska aine poistuu uloshengitysilman mukana melko nopeasti; puoliintumisaika on 2 - 5 tuntia. Hiilimonoksidi poistuu yleensä elimistöstä täydellisesti parin päivän kuluessa. Hapen antaminen nopeuttaa hiilimonoksidin poistumista.

# 3. Vaikutukset ympäristöön

Hiilimonoksidin elinikä on ilmakehässä noin neljä kuukautta. Sitä pidetään haitallisena ilmansaasteena. Hiilimonoksidi reagoi hydroksyyliradikaalien kanssa ja tällöin muodostuu hiilidioksidia. Hiilimonoksidi voi huuhtoutua sateen mukana maahan.

Hiilimoksidi on haitallista vesieliöille hyvin alhaisissa pitoisuuksissa. Tutkimusten mukaan se on aiheuttanut 1 - 6 tunnin altistuksessa kalojen kuolemia 1,5 mg/l pitoisuudessa.

Hiilimonoksidin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon.

# 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

Sulje tai tuki vuoto välittömästi. Jäähdytä vedellä hiilimonoksidia sisältäviä säiliöitä, jos liekit kuumentavat niitä. Kaasupullot voivat repeytyä tulipalon kuumentamina.

Jos vuotoa ei voida heti tukkia, anna hiilimonoksidin palaa hallitusti, sillä sammutettu vuoto voi muodostaa ilman kanssa syttyvän kaasuseoksen, joka uudelleen syttyessään voi aiheuttaa suuremman vaaran.

## 4.2 Vuoto ja valuma

### Vaara-alueen arviointi

Hajuttoman hiilimonoksidin vuotojen havaitsemiseksi tarvitaan hälytysjärjestelmä ja kannettavia hälytinlaitteita, joiden avulla voidaan määrittää vaara-alue.

### Torjunta ja suojautuminen

Sulje tai tuki kaasun vuoto. Rajoita vaara-alueelle pääsyä. Käytä sumusuihkua laimentamaan hiilimonoksidikaasua ilmassa. Poista kaikki syttymislähteet lähistöltä. Tuuleta sisätilat.

Henkilönsuojaimina tulee käyttää paineilmahengityslaitetta ja paloasua.

### Alueen puhdistaminen

Sulje tai tuki vuoto. Tuuleta sisätilat. Jos pullon vuotoa ei voida tukkia, siirrä pullo ulos ja anna tyhjentyä. Poista syttymislähteet.

## 4.3 Ensiapu

Siirrä altistunut henkilö raittiiseen ilmaan. Jos hengitys on pysähtynyt, anna potilaalle tekohengitystä, joka on tehokkainta palkeella. Anna myrkytyspotilaalle 100-prosenttista happea heti kun sitä on saatavilla. Jos sydän on pysähtynyt, anna painantaelvytystä. Potilas on toimitettava välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

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

## 4.4 Lääketieteellinen hoito

Ensisijaisena hoitona on välittömästi aloitettava hapenanto. Happihoitoa on syytä jatkaa kunnes potilaan oireet lakkaavat, COHb-pitoisuus on alle 5 % tai vähintään kuusi tuntia. Ylipainehappihoito on tehokas hoitokeino vaikeissa häkämyrkytyksissä, jos hoito aloitetaan kuuden tunnin kuluessa altistumisesta. Tajunnanhäiriöisten ja tehohoitoa vaativien potilaiden häkämyrkytyksen ylipainehappihoito on Suomessa mahdollista vain Turun yliopistollisessa keskussairaalassa (TYKS), jossa on myös ympärivuorokautinen häkämyrkytysten konsultaatiopalvelu, puh. (02) 313 0000.

Ehdoton vuodelepo ensimmäisten kahden vuorokauden aikana. Hypoksisen aivopöhön hoito voi olla tarpeen. Potilaita tulee seurata mahdollisten neurologisten ja sydänkomplikaatioiden varalta.

## 4.5 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Biologisen näytteen ottamista suositellaan epäiltäessä merkittävää altistumista.

Akuuttia hiilimonoksidialtistumista voidaan tutkia pulssioksimetrin avulla ja tarkemmin mittaamalla karboksihemoglobiinin osuutta veressä (VB-Hb-CO) Verinäyte otetaan mahdollisimman pian altistumisesta (4 ml kokoverta, geelitön li-hepariiniputki). Tupakoimattomien henkilöiden normaali COHb-pitoisuus on yleensä noin 0,4–2 % ja tupakoivilla henkilöillä COHb-pitoisuus voi olla 6 %. Lisätietoja HUS p. 09 471 72579 (arkisin kello 7.30–15.00) tai huslab(at)hus.fi.

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

# 5. Käsittely ja varastointi

Hiilimonoksidia tulee käsitellä tilassa, jossa on hyvä ilmanvaihto. Tarvittaessa on käytettävä raitisilmahengitysnaamaria tai, jos pitoisuus on pieni, hengityksensuojainta, jossa on CO-suodatin. CO-suodattimen kunto on tarkistettava säännöllisesti. Eristä aine syttymislähteistä. Tupakointi on kielletty.

Varastointipaikan tulee olla viileä, hyvin tuuletettu ja auringonvalolta suojattu. Varastoi hiilimonoksidi erillään hapettimista, emäksistä, raskasmetalleista ja metallioksideista. Sähkölaitteiden tulee olla räjähdysvaaralliseen tilaan hyväksyttyjä. Säilytä kaasupullot tiiviisti suljettuina. Kaasupullojen liitännät on tarkastettava riittävän usein vuotojen havaitsemiseksi. Säilytä kaasupullo pystyasennossa kiinnitettynä kaatumisen estämiseksi ja venttiilisuoja paikallaan. Hiilimonoksidisäiliöitä on käsiteltävä varovasti.

Hiilimonoksidin 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) sekä valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003) (ATEX-säädökset). Tilaluokituksesta on annettu ohjeita standardissa SFS-EN 60079-10-1 sekä käsikirjassa SFS 59.

# 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" (hiilimonoksidi: UN 1016). Kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (hiilimonoksidi: varoituslipukkeet 2.3 ja 2.1).

# 7. Kirjallisuus

Huom. Tähdellä (*) merkityt ovat maksullisia tietokantoja.

Air quality guidelines for Europe. WHO regional publications, European series, No. 91. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2000.

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

Chemical safety data sheets. Volume 4a: Toxic chemicals (A-L). Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1994.

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

Elonen E, Mäkijärvi M & Vuoristo M (toim.). Akuuttihoito-opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim; 2006.

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

Forsberg K & Mansdorf SZ. Quick selection guide to chemical protective clothing. 3rd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1997.

Hommel G. Handbuch der gefährlichen Güter. Merkblatt 116. Berlin: Springer-Verlag, 1997.

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

International Chemical Safety Cards (ICSC). ICSC: 0023. Carbon monoxide. WHO/IPCS/ILO; 2007.

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

International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 13: Carbon monoxide. Geneva: World Health Organization, 1979.

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

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

Manahan SE. Environmental Chemistry. Sixth Edition. USA: Lewis Publishers, 1994.

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.

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), 2010.

TOKEVA 2021 -ohjeisto. (versio: 1.1.0) Pelastusopisto 2021.

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

Valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (576/2003).

Valtioneuvoston asetus syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista, perimää vaurioittavista ja lisääntymiselle vaarallisista tekijöistä työssä (113/2024).

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

*Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.*