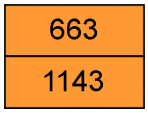
Krotonaldehydi

Viimeksi päivitetty 12.08.2022









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











CAS-numero	4170-30-3 Krotonaldehydi 123-73-9 (E)-Krotonaldehydi (*trans*-krotonaldehydi) 15798-64-8 (Z)-Krotonaldehydi (*cis*-krotonaldehydi)
Indeksinumero	605-009-00-9
EY-numero (EINECS-numero)	224-030-0 Krotonaldehydi 204-647-1 (E)-Krotonaldehydi
YK-numero	1143 (KROTONALDEHYDI tai KROTONALDEHYDI, STABILOITU)
Molekyylikaava	C_4H_6O

Synonyymit

englanti: crotonaldehyde, 2-butenal, 2-butenalaldehyde, but-2-enal, crotonal, crotonic aldehyde, crotylaldehyde, 1-formylpropene, beta-methylacrolein, propylene aldehyde, ethylene dipropionate, methyl propenal, 3-methylacrolein, (E)-crotonaldehyde, (E)-2-butenal, trans-2-butenal, trans-crotonaldehyde, trans-crotonal, (Z)-crotonaldehyde, (Z)-2-butenal, cis-crotonaldehyde, cis-2-butenal

suomi: 2-butenaali, propeenialdehydi, beta-metyyliakroleiini, metyylipropenaali, (E)-2-butenaali, (E)-krotonaldehydi, trans-krotonaldehydi, (Z)-krotonaldehydi, cis-krotonaldehydi

ruotsi: krotonaldehyd, but-2-enal, beta-metylakrolein, (E)-2-butenal, trans-2-butenal

saksa: Crotonaldehyd, But-2-enal, 2-Butenal, beta-Methylacrolein, (E)-Crotonaldehyd

1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

1.1 Aineen kuvaus

Krotonaldehydi on väritön neste, jolla on pistävä, tukahduttava haju. Väri muuttuu värittömästä vaaleankeltaiseksi valon ja ilman vaikutuksesta.

Polymeroitumisen estämiseksi krotonaldehydiin voidaan lisätä stabilointiaineeksi vettä tai hydrokinonia. Krotonaldehydia saa kuitenkin kuljettaa ja varastoida myös stabiloimattomana, mutta tällöin on estettävä ilman ja valon pääsy säiliöön.

Krotonaldehydi esiintyy kahdessa isomeerimuodossa: *trans*- ja *cis*-krotonaldehydina. Kaupallisesta krotonaldehydista suurin osa (yli 95 %) on *trans*-krotonaldehydia, *cis*-isomeeria on vain alle 5 %.

1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

Molekyylimassa	70,1 g/mol
Tiheys 20 °C:ssa (vesi = 1)	0,85
Sulamispiste	-74 °C
Kiehumispiste	102 °C
Höyrynpaine	3,1 kPa (20 °C:ssa)
Höyryn tiheys	2,4 (ilma = 1)
Tasapainotilakonsentraatio	3,1 % (31 000 ppm) 20 °C:ssa; helposti haihtuva
Liukoisuus	liukenee hyvin veteen (150-180 g/l) ja moniin orgaanisiin liuottimiin, kuten etanoliin, dietyylieetteriin, asetoniin ja bentseeniin
Jakautumiskerroin P (n-oktanoli/vesi)	log Pow = 0,63; ei rasvahakuinen

Henryn lain vakio	1,8 • 10^{-5} atm × m^3/mol haihtuu helposti vedestä
Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa	1 ppm = 2,92 mg/m^3 1 mg/m^3 = 0,34 ppm
Hajukynnys	0,04-0,12 ppm; (0,12-0,35 mg/m^3); haju varoittaa terveysvaarasta

1.3 Reaktiivisuus

Ilman stabilointiainetta krotonaldehydi polymeroituu helposti valon, kuumuuden tai hapettimien vaikutuksesta. Reaktiossa vapautuu lämpöä. Myös stabiloitu krotonaldehydi saattaa polymeroitua kuumentuessaan tai pitkään varastoitaessa. Krotonaldehydin höyry ei sisällä stabilointiainetta, joten se voi polymeroituessaan tukkia venttiilejä. Aine reagoi kiivaasti vahvojen happojen ja emästen kanssa.

Krotonaldehydi voi muodostaa peroksideja, jos ainetta säilytetään pitkiä aikoja valossa tai kosketuksessa ilman kanssa. Peroksidit ovat räjähdysvaarallisia, jos ne väkevöityvät esimerkiksi tislauksessa.

1.4 Palo- ja räjähdysvaara

Leimahduspiste:	8 °C
Syttymisrajat:	2,1-15,5 %
Itsesyttymislämpötila:	230 °C

Krotonaldehydi on helposti syttyvä, palava neste. Aine syttyy herkästi lämmön, kipinöiden ja liekkien vaikutuksesta. Krotonaldehydihöyry voi muodostaa syttyvän seoksen ilman kanssa. Aineen vuotaminen sisätiloihin ja viemäreihin aiheuttaa räjähdysvaaran. Krotonaldehydi polymeroituu kiivaasti kuumetessaan. Kuumentuneen krotonaldehydin polymeroituminen säiliössä voi aiheuttaa säiliön repeytymisen.

1.5 Merkinnät

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

Varoitusmerkit

Huomiosana Vaara







Vaaralausekkeet

H225
Helposti syttyvä neste ja höyry.

H341
Epäillään aiheuttavan perimävaurioita (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

*** H330**
Tappavaa hengitettynä.

*** H311**
Myrkyllistä joutuessaan iholle.

*** H301**
Myrkyllistä nieltynä.

*** H373**
Saattaa vahingoittaa elimiä pitkäaikaisessa tai toistuvassa altistumisessa.

H335
Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

H315
Ärsyttää ihoa.

H318
Vaurioittaa vakavasti silmiä.

H400

Erittäin myrkyllistä vesieliöille.

* 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:	1143 (KROTONALDEHYDI tai KROTONALDEHYDI, STABILOITU)
Kuljetusluokka:	maantiekuljetus 6.1 merikuljetus 6.1 (meriympäristölle vaarallinen)
Pakkausryhmä:	I
Varoituslipukkeet:	6.1 (myrkyllistä) 3 (palava neste)
Vaaran tunnusnumero:	663 (erittäin myrkyllinen, palava aine (leimahduspiste enintään 61 °C))

Perimää vaurioittava aine

Krotonaldehydi on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 aineluettelossa luokiteltu mutageenisuudeltaan kategoriaan 2 kuuluvaksi (Muta. 2). Kategorian 2 epäillään olevan ihmiselle vahingollisia, koska ne voivat mahdollisesti aiheuttaa ihmisen sukusoluissa periytyviä mutaatioita.

1.6 Raja-arvoja

Akuutin altistumisen raja-arvot

AEGL-arvot (Acute exposure guideline levels, USA)	
AEGL 1	0,19 ppm (0,55 mg/m^3) /10 min 0,19 ppm (0,55 mg/m^3) /30 min
AEGL 2	27 ppm (79 mg/m^3) /10 min 8,9 ppm (26 mg/m^3) /30 min
AEGL 3	44 ppm (130 mg/m^3) /10 min 27 ppm (79 mg/m^3) /30 min

Työhygieeniset raja-arvot

HTP (2020) **(työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus)**	0,1 ppm (0,29 mg/m^3) /8 h 0,3 ppm (0,87 mg/m^3) /15 min

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

1.7 Käyttö

Suuri osa krotonaldehydista käytetään sorbiinihapon valmistukseen. Siitä valmistetaan myös muita kemikaaleja, kuten 3-metoksibutanolia, krotonihappoa ja trimetyylihydrokinonia. Krotonaldehydia käytetään mm. alkoholin denaturointiaineena, mineraaliöljyjen puhdistusaineena, polttokaasuissa ilmaisemaan putkivuotoa, nahan parkitsemisessa sekä lääke- ja aromiaineiden, vulkanoinnin kiihdyttimien, kyynelkaasun ja hyönteismyrkkyjen valmistuksessa.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

Krotonaldehydihöyry ärsyttää voimakkaasti silmiä ja hengitysteitä. Oireita voi esiintyä jo 0,2-4 ppm pitoisuudessa. 45 ppm pitoisuudessa ärsytys koetaan erittäin voimakkaaksi; oireina polttavaa kipua silmissä, runsasta kyynelvuotoa, yskää ja hengitysvaikeuksia. Suurissa pitoisuuksissa krotonaldehydi voi aiheuttaa kurkunpään turvotusta, keuhkoputkien supistumista, keuhkotulehdusta ja jopa keuhkopöhön.

Nestemäisen krotonaldehydin roiske aiheuttaa silmissä voimakkaita ärsytysoireita ja kyynelvuotoa. Ihokosketus nestemäisen krotonaldehydin kanssa aiheuttaa ihoärsytystä. Krotonaldehydi imeytyy ihon kautta elimistöön, joten laajassa ihoaltistumisessa myös systeemiset vaikutukset ovat mahdollisia.

Nieltynä krotonaldehydi aiheuttaa vakavaa ruuansulatuskanavan ärsytystä (oksentelua, ripulia, polttavaa kipua) ja limakalvovaurioita. Myös keskushermosto-oireita sekä maksan ja munuaisten vaurioita voi esiintyä.

2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Krotonaldehydi on mutageenista. Eläinkokeista saatu tieto krotonaldehydin karsinogeenisuudesta on puutteellista. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC) on arvioinut aineen kuuluvan ryhmään 3 eli aineen syöpävaarallisuus ihmiselle ei ole luokiteltavissa.

3. Vaikutukset ympäristöön

Ilmaan joutunut krotonaldehydi hajoaa hydroksyyliradikaalien vaikutuksesta ja sen määrä puoliintuu 4-12 tunnissa. Krotonaldehydi voi hajota myös otsonin vaikutuksesta, jolloin puoliintumisaika on viikosta kahteen viikkoon. Ilmasta krotonaldehydi voi huuhtoutua sateen mukana maahan.

Maahan valunut krotonaldehydi haihtuu kuivasta ja märästä pintamaasta. Krotonaldehydi on erittäin kulkeutuvaa, joten sen joutuminen pohjaveteen on mahdollista. Se hajoaa maaperässä biologisesti aerobisissa ja anaerobisissa olosuhteissa. Puoliintumisajan on aerobisissa olosuhteissa arvioitu olevan vuorokaudesta yhteen viikkoon.

Krotonaldehydi on veteen hyvin liukenevaa (150-180 g/l). Veteen joutuessaan se kuitenkin haihtuu nopeasti pintavedestä. Laskentamallien avulla on arvioitu, että krotonaldehydin määrä puoliintuu matalassa joessa (syvyys yksi metri) alle kahdessa vuorokaudessa. Biologisen hapenkulutuksen (BOD 60 % / 10 vrk) perusteella krotonaldehydi on biologisesti nopeasti hajoavaa aerobisissa olosuhteissa. Krotonaldehydi on erittäin myrkyllistä vesieliöille. Sen akuutit LC50-arvot kalalle ovat 0,07-3,5 mg/l (96 h) ja akuutit EC50-arvot ovat vesikirpulle 1,0-2,0 mg/l (48 h) ja levälle 0,94 mg/l (72 h).

Krotonaldehydin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon.

Krotonaldehydi on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi vesieliömyrkyllisyyden perusteella.

4. Toiminta onnettomuustilanteissa

Palo- ja pelastushenkilöstö: TOKEVA Ohje T3c (Helposti syttyvät myrkylliset nesteet)

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

4.1 Palo ja räjähdys

Tyhjennä vaara-alue ihmisistä ja estä alueelle pääsy. Pysyttele tuulen yläpuolella. Siirrä säiliöt vaara-alueelta. Säiliöitä, joita ei voi siirtää turvallisesti, jäähdytetään vedellä. Älä lähesty säiliöitä päätyjen suunnasta, sillä kuumentunut säiliö voi revetä. Patoa sammutusvesi.

Sammutukseen voidaan käyttää jauhetta, sumusuihkua, alkoholia kestävää vaahtoa tai hiilidioksidia.

Käytä henkilönsuojaimina paloasua ja paineilmahengityslaitetta.

4.2 Vuoto ja valuma

Vaara-alueen arviointi

pieni vuoto (noin 100 l):	Välitön eristys 50 metriä kaikkiin suuntiin.
suuri vuoto (noin 10 m^3):	Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 150 m tuulen alapuolella. Krotonaldehydi saattaa aiheuttaa altistuneille ärsytysoireita jopa 300 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

Krotonaldehydivuoto aiheuttaa syttymisvaaran ja sisätiloissa myös räjähdysvaaran. Sulje vuoto, jos sen voi tehdä turvallisesti. Poista mahdolliset syttymislähteet. Rajoita vaara-alueelle pääsyä. Pidä lammikon koko pienenä patoamalla ja estä nesteen valuminen vesistöihin ja viemäriin. Sumusuihkulla voidaan

sitoa ja laimentaa höyryjä, mutta se ei estä niiden syttymistä. Höyrystymisen ja syttymisvaaran vähentämiseksi lammikko voidaan peittää sammutusvaahdolla.

Käytä henkilönsuojaimina paloasua ja paineilmahengityslaitetta sekä tarvittaessa roiske-, neste tai kaasutiivistä kemikaalisuojapukua.

Alueen puhdistaminen

Tuuleta sisätilat. Tuuleta ja huuhtele tarvittaessa myös viemärit. Kokoa vuotanut krotonaldehydi suljettaviin astioihin ja imeytä loppu neste hiekkaan tai tehokkaampaan kaupalliseen imeytysaineeseen. Saastunut maa tulee kuoria.

4.3 Ensiapu

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Siirrä altistunut henkilö raittiiseen ilmaan puoli-istuvaan asentoon. Jos henkilöllä on hengitysvaikeuksia, anna hänelle happea. Jos hengitys on pysähtynyt, anna potilaalle tekohengitystä, joka on tehokkainta palkeella. Pidä altistunut levossa ja lämpimänä. Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Huuhtele silmää haalealla juoksevalla vedellä 15 minuuttia silmäluomia auki pitäen (poista piilolinssit, mikäli mahdollista). Estä huuhteluveden valuminen puhtaaseen silmään. Toimita potilas välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Ihokosketus

Riisu välittömästi krotonaldehydin likaama vaatetus. Huuhtele iho runsaalla vedellä. Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Suun kautta tapahtunut altistuminen

Jos potilas on tajuton tai hänellä on kouristuksia, älä anna mitään suun kautta. Jos altistunut henkilö on tajuissaan, huuhdo hänen suunsa vedellä ja juota hänelle lasillinen vettä krotonaldehydin laimentamiseksi. Älä oksennuta. Veteen lietetyllä lääkehiilellä voidaan vähentää krotonaldehydin imeytymistä ruoansulatuskanavasta (annostelu 25-100 g). Toimita potilas välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Lisäohjeita saa tarvittaessa yleisestä hätänumerosta puh. 112 ja Myrkytystietokeskuksesta puh. (09) 471 977.

4.4 Lääkärin antama hoito

Hoito on oireenmukaista. Voimakkaan altistumisen jälkeen on varauduttava kurkunpään turvotuksen ja keuhkoputken ahtautumisen sekä keuhkopöhön hoitoon.

Kurkunpään turvotusta voidaan hoitaa adrenaliini-inhalaatioaerosolilla. Jos nielun-kurkunpään turvotus alkaa vaikeuttaa hengitystä, potilas tulee ajoissa intuboida. Intubaatio voi olla tarpeen myös potilaille, joiden bronkospasmi ei laukea lääkityksellä. Alempien hengitysteiden ahtautumista, keuhkoputkien supistelua ja yskää voidaan lievittää inhaloitavilla beeta-2-selektiivisillä sympatomimeeteillä (esim. salbutamoli tai terbutaliini).

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.

4.5 Jätteiden käsittely

Krotonaldehydia sisältävä jäte luokitellaan pitoisuudesta riippuen joko vaaralliseksi jätteeksi (ongelmajäte) tai jätteeksi.

5. Käsittely ja varastointi

Pyri suljettuun prosessiin tai käytä tehokasta kohdepoistoa. Estä höyryn pääsy työpaikan ilmaan ja huolehdi riittävästä ilmanvaihdosta. Käytä suojakäsineitä, suojalaseja, suojavaatetusta ja tarvittaessa hengityksensuojainta (suodatin A). Erittäin hyviä materiaaleja henkilönsuojaimiin ovat mm. butyylikumi sekä Tychem® BR/LV, Tychem® Responder® ja Tychem® TK -monikerrosmateriaalit. Työskentelytilan läheisyydessä tulee olla hätäsuihku ja silmienhuuhtelupaikka.

Käsittele ja varastoi krotonaldehydi erillään syttymis- ja lämmönlähteistä sekä hapettimista, vahvoista hapoista ja emäksistä. Tupakointi on kielletty. Tulitöihin tarvitaan työlupa. Estä staattisen sähkön muodostuminen maadoituksin. Sähkölaitteiden ja valaistuksen tulee olla räjähdysvaarallisiin tiloihin hyväksyttyjä.

Varastoi krotonaldehydi kuivassa, hyvin ilmastoidussa, valolta suojatussa ja paloturvallisessa tilassa, alle 15 °C:n lämpötilassa, tiiviisti suljetuissa säiliöissä. Aineen pakkausmateriaaliksi soveltuvat

ruostumaton teräs ja alumiini. Suuret krotonaldehydimäärät tulee mieluiten varastoida ulkona. Tarkkaile mahdollisia vuotoja.

Krotonaldehydin 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" (krotonaldehydi: UN 1143). Kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (krotonaldehydi: varoituslipuke 6.1 ja 3).

7. Kirjallisuus

Huom. Tähdellä (*) merkityt ovat maksullisia tietokantoja.

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

AQUIRE (Aquatic Information Retrieval). U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2008.

Biodegradation and Bioconcentration of the Existing Chemical Substances. National Institute of Technology and Evaluation, 2008.

Brandes E, Möller W. Safety Characteristic Data, Volume 1: Flammable Liquids and Gases. 2nd ed. Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, 2008.

CAMEO Chemicals. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2007.

Concise International Chemical Assessment Document no. 74: 2-Butenal. International Programme of Chemical Safety (IPCS), WHO, Geneva, 2008.

CRC Handbook of Chemistry and Physics, Internet Version 2007, (87th Edition), David R. Lide, ed., Taylor and Francis, Boca Raton, FL.

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

Fire Protection Guide to Hazardous Materials, 13. painos, NFPA International, 2002.

Forsberg K & Mansdorf SZ. Quick Selection Guide to Chemical Protective Clothing. 5th ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2007.

GESTIS (Gefahrstoffinformationssystem der gewerblichen Berufsgenossenschaften). Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA), Deutschland; 2008.

Hazardous Substances Data Bank (HSDB). National Library of Medicine, 2008.

* R. P. Schulz, J. Blumenstein, C. Kohlpaintner: " Crotonaldehyde and Crotonic Acid", Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Electronic Release, 7th ed., Wiley-VCH, Weinheim 2000.

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 63, Dry Cleaning, Some Chlorinated Solvents and Other Industrial Chemicals: Crotonaldehyde. International agency for research on cancer (IARC), 1995.

International chemical safety cards (ICSC). ICSC: 0241 Crotonaldehyde. IPCS, European Commission, 2018.

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

Kemikaalien ympäristötietorekisteri/Data bank of environmental properties of chemicals. Suomen ympäristökeskus, Helsinki, 2008.

Sosiaali- ja terveysministeriö. HTP-arvot 2020. Sosiaali- ja terveysministeriö; Helsinki, 2020.

The Merck Index, 13. painos, Merck & Co., Inc., 2001.

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.

U.S. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH chemical listing and documentation of revised IDLH values. NIOSH, 1995.

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

Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.