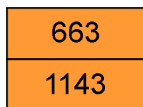
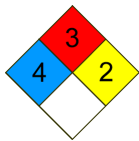


# Krotonaldehydi

Viimeksi päivitetty 14.02.2025



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 stabilointiaineksi vettä tai hydrokinonia. Krotonaldehydiä 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 krotonaldehydistä suurin osa (yli 95 %) on *trans*-krotonaldehydiä, *cis*-isomeeria on vain alle 5 %.

## 1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

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

---

<b>Henryn lain vakio</b>	$1,8 \cdot 10^{-5} \text{ atm} \times \text{m}^3/\text{mol}$ haihtuu helposti vedestä
<b>Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa</b>	1 ppm = 2,92 mg/m <sup>3</sup> 1 mg/m <sup>3</sup> = 0,34 ppm
<b>Hajukynnys</b>	0,04-0,12 ppm; (0,12-0,35 mg/m <sup>3</sup> ); 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 peroksiedeja, jos ainetta säilytetään pitkiä aikoja valossa tai kosketuksessa ilman kanssa. Peroksidit ovat räjähdysvaarallisia, jos ne väkevöityvät esimerkiksi tislauksessa.

## 1.4 Palo- ja räjähdysvaara

---

<b>Leimahduspiste:</b>	8 °C
<b>Syttymisrajat:</b>	2,1-15,5 %
<b>Itsesyttymislämpötila:</b>	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 viemäriin aiheuttaa räjähdysvaaran. Krotonaldehydi polymeroituu kiivaasti kuumentessaan. 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 <sup>3</sup> ) /10 min 0,19 ppm (0,55 mg/m <sup>3</sup> ) /30 min
--------	--

---

AEGL 2	27 ppm (79 mg/m <sup>3</sup> ) /10 min 8,9 ppm (26 mg/m <sup>3</sup> ) /30 min
--------	---

---

AEGL 3	44 ppm (130 mg/m <sup>3</sup> ) /10 min 27 ppm (79 mg/m <sup>3</sup> ) /30 min
--------	---

---

## Työhygieeniset raja-arvot

---

HTP (2020) (työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus)	0,1 ppm (0,29 mg/m <sup>3</sup> ) /8 h 0,3 ppm (0,87 mg/m <sup>3</sup> ) /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. Krotonaldehydiä 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.

## 3. Vaikutukset ympäristöön

Ilmaan joutunut krotonaldehydi hajoaa hydroksyyli-radikaalien 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 vesielioille. 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 vesielio-myrsyttävyyden perusteella.

## 4. Toiminta onnettomuustilanteissa

Pelastustoimi: TOKEVA Ohje T6e (Myrkylliset aineet, palavat)

Varmista oma turvallisuutesi ennen kuin ryhdyt pelastustoimiin: käytä henkilösuojaimia 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 kestäväää vaahtoa tai hiilidioksidia.

Käytä henkilösuojaimina 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<sup>3</sup>):**

Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 150 m tuulen alapuolella. Krotonaldehydi saattaa aiheuttaa altistuneille ärsytysoireita jopa 300 metrin etäisyydellä tuulen alapuolella. Väestöä kehoitetaan 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 höyryä, 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 huuhtelee 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**

Huuhtelee 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. Huuhtelee 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, huuhto hänen suunsa vedellä ja juota hänelle lasillinen vettä krotonaldehydin laimentamiseksi. Älä oksennuta. Toimita potilas välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

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

## 4.4 Lääketieteellinen 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 systeemisteroideja, esim. metyyliprednisoloni 40-80 mg neljä kertaa suoneen.

## 4.5 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Altistumisen arviointi biologisista näytteistä ei ole mahdollista tälle aineelle.

## 4.6 Jätteiden käsittely

Krotonaldehydiä sisältävä jäte luokitellaan pitoisuudesta riippuen joko vaaralliseksi jätteeksi 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<sup>®</sup> BR/LV, Tychem<sup>®</sup> Responder<sup>®</sup> ja Tychem<sup>®</sup> 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 hyväksytyjä.

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 kalliin on merkittävä aineen YK-numero ja sen eteen kirjaimet "UN" (krotonaldehydi: UN 1143). Kalli 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.*