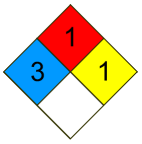
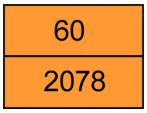
Tolueenidi-isosyanaatti

Viimeksi päivitetty 06.05.2026







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





CAS-numero	584-84-9 (2,4-tolueenidi-isosyanaatti)
	91-08-7 (2,6-tolueenidi-isosyanaatti)
	26471-62-5 (isomeerien seos, 80:20)
Indeksinumero	615-006-00-4
EY-numero (EINECS-numero)	209-544-5 (2,4-tolueenidi-isosyanaatti)
	202-039-0 (2,6-tolueenidi-isosyanaatti)
	247-722-4 (isomeerien seos, 80:20)
YK-numero	2078 (TOLUEENIDI-ISOSYANAATTI)
Molekyylikaava	$C_9H_6N_2O_2$

Synonyymit

englanti: toluene diisocyanate, tolylene diisocyanate, methylphenylene isocyanate

ruotsi: toluendiisocyanat, metylfenylendiisocyanat

saksa: Toluylendiisocyanat, Toluoldiisocyanat

lyhenteitä: TDI

1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

1.1 Aineen kuvaus

Tolueenidi-isosyanaatti (TDI) on kirkas, väritön tai kellertävä neste, jolla on pistävä haju. Tekninen tolueenidi-isosyanaatti on kahden isomeerin, 2,4-tolueenidi-isosyanaatin (65 - 80 %) ja 2,6-tolueenidi-isosyanaatin seos.

1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

Molekyylimassa	174,2
Tiheys	1,2 (vesi = 1)
Sulamispiste	< 15 °C (80:20 seos) < 8 °C (65:35 seos) 22 °C (2,4-TDI) 7 °C (2,6-TDI)
Kiehumispiste	251 °C (2,4-TDI) 129 - 133 °C (18 mmHg:ssä) (2,6-TDI)
Höyrynpaine 20 °C:ssa	0,003 kPa (0,03 mmHg) (2,4-TDI) 0,002 kPa (0,02 mmHg) (2,6-TDI)
Höyryn tiheys	6,0 (ilma = 1)
Tasapainotilakonsentraatio 20 °C:ssa	0,003 % (30 ppm) (2,4-TDI) 0,002 % (20 ppm) (2,6-TDI); vaikeasti haihtuvia
Liukoisuus	ei liukene veteen, liukenee useimpiin orgaanisiin liuottimiin
Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa	1 ppm = 7,24 mg/m^3 1 mg/m^3 = 0,14 ppm

Hajukynnys	0,2 ppm (1,4 mg/m^3); haju ei varoita terveysvaarasta

1.3 Reaktiivisuus

Tolueenidi-isosyanaatti voi reagoida kiivaasti happojen, emästen, amiinien, alkoholien ja vahvojen hapettimien kanssa. Aine syövyttää rautaa ja kuparia sekä liuottaa kumeja ja muoveja.

Tolueenidi-isosyanaatti dimeroituu hitaasti huoneenlämpötilassa. Kuumeneminen pidemmäksi ajaksi 100 - 200 °C:n lämpötilaan aiheuttaa trimeroitumista. Yli 175 °C:n lämpötilassa TDI hajoaa vapauttaen hiilidioksidia ja muodostaen syanamideja.

Aine reagoi veden kanssa muodostaen vastaavia amiineja ja polymeeriureaa sekä vapauttaen hiilidioksidia ja lämpöä. Reaktio on hidas kylmän veden kanssa mutta kiivas kuuman veden kanssa.

1.4 Palo- ja räjähdysvaara

Leimahduspiste:	127 °C (suljettu astia) 132 °C (avoin astia)
Syttymisrajat:	0,9 - 9,5 %
Itsesyttymislämpötila:	277 °C

Tolueenidi-isosyanaatti ei syty helposti. Palavan TDI:n vapauttamat kaasut ja höyryt ovat hyvin myrkyllisiä. Palamistuotteita ovat mm. syaanivety ja typpidioksidi.

1.5 Merkinnät

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

Varoitusmerkit

Huomiosana Vaara





Vaaralausekkeet

H351
Epäillään aiheuttavan syöpää (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

*** H330**
Tappavaa hengitettynä.

H319
Ärsyttää voimakkaasti silmiä.

H335
Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.

H315
Ärsyttää ihoa.

H334
Voi aiheuttaa hengitettynä allergia- tai astmaoireita tai hengitysvaikeuksia.

H317
Voi aiheuttaa allergisen ihoreaktion.

H412
Haitallista vesieliöille, pitkäaikaisia haittavaikutuksia.

* Vähimmäisluokitus

Turvalausekkeet

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

Erityiset pitoisuusrajat

Merkintä:	Pitoisuus (C):
Hengityselinten herkistyminen (Resp. Sens. 1); H334: Voi aiheuttaa hengitettynä allergia- tai astmaoireita tai hengitysvaikeuksia.	C > 0,1 %

Kuljetusluokitus ja -merkinnät

Kuljetusluokitus ja -merkinnät määräytyvät kansainvälisten ja kansallisten kuljetusmääräysten mukaan.

YK-numero:	2078 (TOLUEENIDI-ISOSYANAATTI)	
Kuljetusluokka:	maantiekuljetus 6.1	
	merikuljetus 6.1	
Pakkausryhmä:	II	
Varoituslipuke:	6.1 (myrkyllistä)	
Vaaran tunnusnumero:	60 (myrkyllinen tai lievästi myrkyllinen aine)	

Syöpäsairauden vaaraa aiheuttava aine

Tolueenidi-isosyanaatti on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 aineluettelossa luokiteltu kategoriaan 2 kuuluvaksi syöpäsairauden vaaraa aiheuttavaksi aineeksi (Carc. 2). Kategoriaan 2 kuuluvat aineet ovat mahdollisesti ihmisessä syöpää aiheuttavia, mutta niistä ei ole riittävästi tietoa tyydyttävän arvion tekemiseksi.

1.6 Raja-arvoja

Akuutin altistumisen raja-arvot

AEGL-arvot **(Acute exposure guideline levels, USA)**	
AEGL 1	0,020 ppm (0,14 mg/m^3) /10 min 0,020 ppm (0,14 mg/m^3) /30 min
AEGL 2	0,24 ppm (1,7 mg/m^3) /10 min 0,17 ppm (1,2 mg/m^3) /30 min
AEGL 3	0,65 ppm (4,7 mg/m^3) /10 min 0,65 ppm (4,7 mg/m^3) /30 min

Työhygieeniset raja-arvot

Sitova raja-arvo **Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpä- ja lisääntymisvaaran torjunnasta (113/2024)**	**1.4.2026 alkaen:** 0,01 mg/m^3 /8 h (iho; iho- ja hengitystieherkistyminen) 0,02 mg/m^3 /15 min (iho; iho- ja hengitystieherkistyminen) (NCO-ryhminä laskettuna) **1.1.2029 alkaen:** 0,006 mg/m^3 /8 h (iho; iho- ja hengitystieherkistyminen) 0,012 mg/m^3 /15 min (iho; iho- ja hengitystieherkistyminen) (NCO-ryhminä laskettuna) Huomautus (iho): imeytyy ihon kautta, (iho- ja hengitystieherkistyminen): aine voi aiheuttaa herkistymistä.

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

1.7 Käyttö

Tolueenidi-isosyanaattia käytetään Suomessa pääasiassa polyuretaanivaahtojen ja muiden elastomeerien valmistukseen sekä lakkateollisuuden raaka-aineissa.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

Tolueenidi-isosyanaatin höyryt 0,05 - 0,5 ppm:n (0,36 - 3,6 mg/m^3) pitoisuudessa ärsyttävät nenän ja nielun limakalvoja. Suuremmat pitoisuudet voivat aiheuttaa keuhkoputken tulehduksen ja astmaattisia vaikutuksia. Lisäksi voi ilmetä päänsärkyä, unettomuutta, oksentelua ja vatsakipua. Yli 10 ppm:n (72 mg/m^3) pitoisuus voi aiheuttaa keuhkopöhön. Oireet voivat viivästyä useita tunteja. Suurille pitoisuuksille altistuneen henkilön toipuminen on hidasta.

Tolueenidi-isosyanaatin roiskeet silmään aiheuttavat voimakasta ärsytystä ja mahdollisesti sarveiskalvon vaurioitumista. TDI-höyryt ärsyttävät silmiä 0,05 ppm:n (0,35 mg/m^3) pitoisuudessa aiheuttaen kirvelyä ja polttavaa tunnetta silmissä.

Tolueenidi-isosyanaatti ärsyttää ihoa. Pitkäaikainen ihokosketus aiheuttaa punoitusta, voimakasta ärsytystä ja rakkuloiden muodostumista.

2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Pitkäaikainen altistuminen jopa vain 0,005 ppm:n (0,036 mg/m^3) tolueenidi-isosyanaatin pitoisuudelle voi aiheuttaa astmaa: vinkuvaa hengitystä, hengitysteiden ahtautumisesta johtuvia hengitysvaikeuksia ja yskää. Lisäksi voi esiintyä nuhaa, väsymystä, kuumetta ja kylmänväristyksiä. Toistuvassa altistumisessa TDI:lle oireet voivat tulla välittömästi tai vasta tuntien kuluttua. Toistuva tai pitkäaikainen altistuminen voi heikentää keuhkojen toimintaa.

Toistuva ihokosketus voi aiheuttaa kosketusihottumaa.

Tolueenidi-isosyanaatti on aiheuttanut syöpää eläinkokeissa.

3. Vaikutukset ympäristöön

Ilmaan joutunut tolueenidi-isosyanaatti (TDI) hajoaa hydroksyyliradikaalien vaikutuksesta ja sen määrä puoliintuu noin kolmessa tunnissa.

Maahan valunut TDI ei juurikaan haihdu. Märässä maassa se hydrolysoituu, jolloin muodostuu tolueenidiamiineja. Vuorokauden kuluttua on TDI:stä jäljellä noin kuusi prosenttia. Tolueenidiamiinien hajoamisesta maaperässä ei ole tutkimustuloksia.

TDI hydrolysoituu vedessä, jolloin muodostuu tolueenidiamiineja. Alhaiset pitoisuudet TDI:tä hydrolysoituvat päivässä. TDI:n on todettu olevan haitallista vesieliöille. Sen akuutit LC50-arvot kalalle ovat 133 - 164 mg/l (96 h) ja akuutti EC50-arvo vesikirpulle on 12,5 mg/l (48 h).

TDI:n hydrolyysituotteista tolueeni-2,4-diamiinin vesiliukoisuus on noin 8 g/l. Tolueenidiamiinit hajoavat biologisesti, mutta niiden hajoamisnopeudesta ei ole saatavilla tutkimustuloksia. Tolueeni-2,4-diamiinin on todettu olevan myrkyllistä vesieliölle. Sen akuutti EC50-arvo vesikirpulle on 1,6 mg/l (48 h).

TDI:n ei ole todettu kertyvän ravintoverkkon. Myöskään tolueeni-2,4-diamiinin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon.

Voimassa olevien kriteerien perusteella TDI on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi. Perusteina luokitukselle ovat sen haitallisuus vesieliöille ja hidas hajoavuus.

4. Toiminta onnettomuustilanteissa

Pelastustoimi: TOKEVA Ohje T6a (Myrkylliset aineet)

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

4.1 Palo ja räjähdys

Palon sammutukseen voidaan käyttää hiilidioksidia, vaahtoa, jauhetta tai vesisuihkua. Veden käytössä tulee noudattaa varovaisuutta, sillä veden ja kuuman tolueenidi-isosyanaatin välinen reaktio voi olla kiivas. Jäähdytä vedellä säiliöitä, joita ei voida siirtää paloalueelta. Säiliöiden kuumeneminen aiheuttaa repeytymisvaaran, sillä yli 175 °C:n lämpötilassa TDI hajoaa vapauttaen hiilidioksidia.

4.2 Vuoto ja valuma

Vaara-alueen arviointi

Eristä lammikon välitön ympäristö.

Torjunta ja suojautuminen

Sulje vuoto ja rajoita vuodon leviämistä patoamalla. Tuuleta sisätilat. Tupakointi on kielletty. Sivulliset tulee poistaa onnettomuuspaikalta tuulen yläpuolelle.

Estä valumien ja sammutusvesien pääsy viemäriverkostoon. Tolueenidi-isosyanaatti saattaa tukkia viemäreitä, koska aine reagoi veden kanssa muodostaen kiinteää tolueenidiamiinia.

Henkilönsuojaimina tulee käyttää paloasua ja paineilmahengityslaitetta. Jos on vaarana joutua kosketuksiin nestemäisen tolueenidi-isosyanaatin kanssa, tulee käyttää roiske-, neste- tai kaasutiivistä kemikaalisuojapukua.

Alueen puhdistaminen

Valunut tolueenidi-isosyanaatti kerätään tiiviskantisiin ja merkittyihin astioihin. Aineen imeyttämiseen voidaan käyttää maata, hiekkaa tai tehokkaampaa kaupallista imeytysainetta.

4.3 Ensiapu

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Tolueenidi-isosyanaatille altistunut henkilö tulee siirtää raittiiseen ilmaan puoli-istuvaan asentoon. Jos potilaalla on hengitysvaikeuksia, anna tekohengitystä, joka on tehokkainta palkeella. Potilas tulee toimittaa välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Huuhtele silmää runsaalla juoksevalla vedellä 15 minuutin ajan pitäen silmäluomia auki (poista piilolinssit, mikäli mahdollista). Estä huuhteluveden valuminen puhtaaseen silmään. Ota yhteys lääkäriin.

Ihokosketus

Likaantunut vaatetus tulee riisua välittömästi ja tämän jälkeen ihoa tulee pestä huolellisesti saippualla ja vedellä. Ota yhteys lääkäriin. Pesussa avustavan henkilön tulee käyttää mahdollisuuksien mukaan suojakäsineitä.

Suun kautta tapahtunut altistuminen

Jos tolueenidi-isosyanaattia on nielty eikä potilas ole tajuton tai kouristeleva, huuhdo potilaan suu ja juota hänelle pari lasillista vettä. Älä oksennuta. Lääkehiiltä voidaan antaa veteen lietettynä, jotta aineen imeytyminen mahalaukusta estyisi. Potilas on toimitettava mahdollisimman nopeasti ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

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

4.4 Lääketieteellinen hoito

Hengityksen, verenkierron ja sokin hoito.

Suurten TDI-pitoisuuksien hengittäminen voi tulla kyseeseen aineen kuumetessa suljetussa tilassa. Tällöin on varauduttava kurkunpään ja keuhkoputkien tulehdukseen sekä keuhkoputkien supistelun 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 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Biologisen näytteen ottamista suositellaan epäiltäessä merkittävää altistumista.

Tolueenidi-isosyanaattialtistumista voidaan tutkia mittaamalla virtsan tolueenidiamiinipitoisuutta (TDA). Analyysipakettiin kuuluu TDA:n lisäksi myös muut yleisimmät virtsan di-isosyanaattiperäiset diamiinit: metyleenidianiliini (MDA), heksametyleenidiamiini (HDA) ja isoforonidiamiini (IPDA). Virtsanäyte otetaan noin 8 tunnin kuluessa altistumisesta (25 ml virtsaa). Altistumattomien viiteraja on viitteellinen 0,1 µg/g kreatiniinia (0,2 µmol/mol kreatiniinia), koska yleensä altistumattomien tulos jää alle menetelmän määritysrajojen. Kirjallisuudessa TDA:n taustapitoisuudet ovat olleet alle menetelmän määritysrajan 0,1 µg/l virtsassa. 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

Tolueenidi-isosyanaattijätteen hävityksen tulee tapahtua kunnan jäteviranomaisen hyväksymällä tavalla. Suuret määrät tolueenidi-isosyanaattia toimitetaan vaarallisen jätteen käsittelylaitokselle.

5. Käsittely ja varastointi

Käytä tehokasta kohdepoistoa, hengityksensuojainta (suodatintyyppi B2) sekä suojakäsineitä ja suojavaatetusta. Erittäin hyviä materiaaleja henkilönsuojaimiin ovat mm. butyyli- ja nitriilikumi, polyvinyylialkoholi ja -kloridi, Viton™, Saranex™, 4H™ (PE/EVAL), Barricade™, CPF 3™ ja Responder™. TDI-höyryjen pääsy työskentelyilmaan tulee estää. Työpisteen läheisyydessä tulee olla silmienhuuhtelulaite ja hätäsuihku.

Varastoi tolueenidi-isosyanaatti erillään syttymis- ja lämmönlähteistä, auringonvalolta suojattuna ja kuivassa paikassa, jossa on hyvä ilmanvaihto. Säiliöiden mahdollisia vuotoja tulee seurata säännöllisesti. Varo säiliöiden kolhiintumista. Säilytä erillään hapoista, emäksistä, voimakkaista hapettimista, alkoholeista ja amiineista.

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" (tolueenidi-isosyanaatti: UN 2078). Kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (tolueenidi-isosyanaatti: varoituslipuke 6.1).

7. Kirjallisuus

Huom. Tähdellä (*) merkityt ovat maksullisia tietokantoja.

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

Amoore JE & Hautala E. Odor as an aid to chemical safety: odor threshold compared with threshold limit values and volatilities for 214 industrial chemicals in air and water dilution. Journal of Applied Toxicology 1983; 3, 6: 272-290.

AQUIRE (Aquatic Information Retrieval). U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 1998.

Chemical safety data sheets. Volume 4b: Toxic Chemicals (M-Z). Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1991.

* CHEMINFO database. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Issue 98-3 (December 1998).

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

EU:n luokitteluryhmän taustapaperit

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.

* Hall AH & Rumack BH (eds.). HAZARDTEXT Hazard Managements, Micromedex, Inc., Englewood, Colorado.

Hommel G. Handbuch der gefährlichen Güter. Merkblatt 194. Berlin: Springer-Verlag, 1997.

HSDB (Hazardous Substances Data Bank). National Library of Medicine, Bethesda, Maryland, Micromedex, Inc., Eaglewood, Colorado.

IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 71. Re-evaluation of some industrial chemicals. Lyon: IARC (International Agency for Research on Cancer), in preparation.

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

International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 75: Toluene diisocyanate. Geneva: World Health Organization, 1987.

Kemiallisten aineiden terveysvaaran arviontineuvoston lausunnot vuosina 1986-90. Helsinki: Lääkintöhallitus, 1990 (Julkaisu 171).

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

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

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

Richardson ML & Gangolli S eds. The dictionary of substances and their effects. Vol. 7. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1994.

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.

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

Verschueren K. Handbook of environmental data of organic chemicals. New York: Van Nostrand Reinhold Co. Inc., 1983.

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

Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.