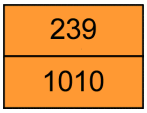
Butadieeni

Viimeksi päivitetty 11.04.2025



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

CAS-numero	106-99-0
Indeksinumero	601-013-00-X
EY-numero (EINECS-numero)	203-450-8
YK-numero	1010 (BUTADIEENIT, STABILOIDUT tai BUTADIEENIEN JA HIILIVEDYN SEOS, STABILOITU, jonka höyrynpaine 70 °C:ssa on enintään 1,1 MPa (11 bar) ja tiheys 50 °C:ssa on vähintään 0,525 kg/l)
Molekyylikaava	C_4H_6

Synonyymit

englanti: butadiene, 1,3-butadiene, buta-1,3-diene, biethylene, bivinyl, divinyl, erythrene, 1-methylallene, pyrrolylene, vinylethylene

suomi: 1,3-butadieeni, vinyylietyleeni

ruotsi: butadien, 1,3-butadien

saksa: Butadien-1,3 stabilisiert, 1,3-Butadien, Buta-1,3-dien, Biethylen, Bivinyl, Diethylen, Divinylbutadien, Erythren, Pyrrolylen, Vinylethylen

1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

1.1 Aineen kuvaus

Butadieeni on väritön, erittäin helposti syttyvä kaasu, jolla on mieto aromaattinen haju. Butadieenihöyry on ilmaa raskaampaa. Butadieeniä kuljetetaan ja varastoidaan nesteytettynä kaasuna. Kun 1 litra nesteytettyä butadieeniä höyrystyy, muodostuu noin 276 litraa butadieenikaasua. Butadieeniin on lisätty inhibiittoria (esimerkiksi hydrokinoni, butyylikatekoli 0,01 - 0,02 %) polymeroitumisen estämiseksi.

1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

Molekyylimassa	54,1
Tiheys	0,62 (vesi = 1) 20 °C:ssa
Sulamispiste	-109 °C
Kiehumispiste	-5 °C
Höyrynpaine	245 kPa (1 840 mmHg) 20 °C:ssa
Höyryn tiheys	1,9 (ilma = 1)
Liukoisuus	liukenee asetoniin, eetteriin, bentseeniin ja etanoliin, liukenee erittäin niukasti veteen (0,5 - 0,7 g/l)
Jakautumiskerroin P (n-oktanoli/vesi)	Pow = 97,7; log Pow = 1,99; ei rasvahakuinen
Henryn lain vakio	6,2× 10^{-2} atm× m^3/mol (6,3 kPa×m^3/mol); haihtuu erittäin helposti vedestä
Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa	1 ppm = 2,25 mg/m^3 1 mg/m^3 = 0,44 ppm
Hajukynnys	3,6 mg/m^3 (1,6 ppm); haju varoittaa huonosti terveysvaarasta

1.3 Reaktiivisuus

Polymeroitumisen estämiseksi butadieeniin on lisätty inhibiittoria. Kuumentuessaan tai joutuessaan kosketuksiin hapen, peroksidien tai kloridien kanssa butadieeni voi polymeroitua. Butadieeni on yhteensopimaton fenolin, klooridioksidin ja krotonaldehydin kanssa. Hapettavat aineet voivat sytyttää butadieenin.

1.4 Palo- ja räjähdysvaara

Syttymisrajat:	1,1 - 12,5 %
Itsesyttymislämpötila:	415 °C

Butadieenivuoto voi aiheuttaa ulkona syttymisvaaran ja sisällä lisäksi räjähdysvaaran. Butadieenin ja ilman syttyvä seos voi syttyä mistä tahansa syttymislähteestä. Syttynyt seos palaa humahtaen. Jos vuoto jatkuu vielä syttymishetkellä, liekki vetäytyy vuotokohdalle. Suljettuun tilaan, kuten huoneeseen tai viemäriverkostoon muodostuneen seoksen syttyminen aiheuttaa sisätilaräjähdyksen. Litra nestettä voi höyrystyttyään ja sekoituttuaan ilmaan muodostaa 1,7 - 26 m^3 syttyvää seosta. Jos säiliössä on ilmaa, voi syntyä helposti räjähtäviä peroksideja.

1.5 Merkinnät

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

Varoitusmerkit

Huomiosana Vaara

Vaaralausekkeet

H220
Erittäin helposti syttyvä kaasu.

H350
Saattaa aiheuttaa syöpää (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

H340
Saattaa aiheuttaa perimävaurioita (mainitaan altistumisreitti, jos on kiistatta osoitettu, että vaara ei voi aiheutua muiden altistumisreittien kautta).

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:	1010 (BUTADIEENIT, STABILOIDUT tai BUTADIEENIEN JA HIILIVEDYN SEOS, STABILOITU, jonka höyrynpaine 70 °C:ssa on enintään 1,1 MPa (11 bar) ja tiheys 50 °C:ssa on vähintään 0,525 kg/l)
Kuljetusluokka:	maantiekuljetus 2 merikuljetus 2.1
Varoituslipuke:	2.1 (puristettu kaasu)
Vaaran tunnusnumero:	239 (palava kaasu, joka voi aikaansaada itsestään alkavan kiivaan reaktion)

Syöpäsairauden vaaraa aiheuttava aine

Butadieeni on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 aineluettelossa luokiteltu kategoriaan 1A kuuluvaksi syöpää aiheuttavaksi aineeksi (Carc. 1A). Kategorian 1A aineiden tiedetään olevan syöpää aiheuttavia ihmisessä.

Perimää vaurioittava aine

Butadieeni on Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1272/2008 aineluettelossa luokiteltu mutageenisuudeltaan kategoriaan 1B kuuluvaksi (Muta. 1B). Kategorian 1B aineisiin tulee suhtautua niin kuin ne aiheuttaisivat periytyviä mutaatioita ihmisen sukusoluissa.

1.6 Raja-arvoja

Akuutin altistumisen raja-arvot

AEGL-arvot **(Acute exposure guideline levels, USA)**	
AEGL 1	väliaikainen arvo: 670 ppm (1500 mg/m^3) /10 min 670 ppm (1500 mg/m^3) /30 min
AEGL 2	väliaikainen arvo: 6700 ppm (15000 mg/m^3) /10 min* 6700 ppm (15000 mg/m^3) /30 min* (* = pitoisuus > 10 % alemmasta syttymisrajasta)
AEGL 3	väliaikainen arvo: 27000 ppm (61000 mg/m^3) /10 min*** 27000 ppm (61000 mg/m^3) /30 min*** (*** = pitoisuus > 100 % alemmasta syttymisrajasta)

Työhygieeniset raja-arvot

Sitova raja-arvo **Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpä- ja lisääntymisvaaran torjunnasta (113/2024)**	1 ppm (2,2 mg/m^3) /8 h

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

1.7 Käyttö

Butadieeniä käytetään muun muassa kumi- ja muoviteollisuudessa styreenibutadieenikumin (SBR), polybutadieenikumin, nitriilikumin, akrylonitriili-butadieeni-styreeni-muovin (ABS), adiponitriilin ja kloropreenin valmistuksessa.

Suomessa butadieenista valmistetaan muun muassa styreenibutadieeni- eli SB-lateksejа, joita käytetään paperi- ja kartonkiteollisuuden pigmenttipäällystyksen sideaineina. Butadieeniä kuljetetaan Suomessa myös kauttakulkukemikaalina.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

Butadieeni ei ole akuutisti kovin myrkyllinen aine eikä vakavia myrkytystapauksia ole kuvattu. Altistuminen 6 - 8 tunnin ajan 2 000 - 8 000 ppm:n (4 500 - 18 000 mg/m^3) pitoisuuksille aiheutti ihmisissä ylempien hengitysteiden ärsytystä, lievää silmien kirvelyä, näön sumentumista ja aistimusten vääristymistä. Suuremmat pitoisuudet vaikuttavat huumaavasti aiheuttaen päänsärkyä, huimausta ja heikkouden tunnetta. Eläinkokeissa noin 20 %:n pitoisuus on aiheuttanut tajuttomuuden ja kuoleman. Suuri butadieenivuoto sisätilaan, jossa ilmanvaihto on huono, voi nostaa kaasun pitoisuuden ilmassa yli ylemmän syttymisrajan (12,5 %). Vasta kun pitoisuus ilmassa ylittää 25 %, aiheutuu hapenpuutetta. Tämä ilmenee kiihtyneenä hengityksenä ja seurauksena voi olla jopa tajuttomuus ja hapenpuutteesta johtuva kuolema.

Iholle roiskuneet nestepisarat voivat aiheuttaa ihon paleltumavammoja. Humahtaen palava kaasupilvi aiheuttaa pilven sisään jääneille vaikeita palovammoja.

2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Butadieenille altistumisen on todettu lisäävän leukemiariskiä ihmisillä. Lisäksi sen on eläinkokeissa todettu aiheuttavan syöpää, epämuodostumia ja perimämuutoksia.

3. Vaikutukset ympäristöön

Butadieeni on hyvin haihtuvaa. Se hajoaa ilmassa hydroksyyliradikaalien vaikutuksesta ja sen puoliintumisajaksi on saatu tunnista kuuteen tuntiin. Otsoni ja jossain määrin myös nitraattiradikaalit hajottavat butadieeniä. Tällöin puoliintumisajaksi on arvioitu puolesta vuorokaudesta vuorokauteen. Hajoamistuotteina ovat akroleiini ja asetaldehydi, jotka edelleen hajoavat hydroksyyliradikaalien vaikutuksesta. Butadieeni voi huuhtoutua sateen mukana maahan.

Maahan joutunut butadieeni haihtuu nopeasti. Butadieeni on maaperässä kohtalaisen nopeasti hajoavaa aerobisissa olosuhteissa. Sen puoliintumisajaksi on saatu viikosta neljään viikkoon. Maaperässä butadieeni on helposti tai kohtalaisesti kulkeutuvaa, joten se voi joutua pohjaveteen.

Butadieeni on ympäristön kannalta liukenevaa (730 mg/l 20 °C:ssa). Se kuitenkin haihtuu pintavedestä ilmaan. Laskentamallien avulla on arvioitu, että sen määrä puoliintuu matalassa joessa (syvyys yksi metri) noin neljässä tunnissa. Butadieenin on todettu hajoavan biologisesti vedessä

aerobisissa olosuhteissa. Hajoamisen puoliintumisajaksi on butadieenille saatu viikosta neljään viikkoon. Butadieenin hajoamistuotteen on arvioitu olevan 1,2-epoksibuteenin, joka hajoaa edelleen. Butadieenin on haitallista vesieliöille. Sen akuutti LC50-arvo kalalle on 70 mg/l (24 h). Butadieenin myrkyllisyydestä vesieliöille ei ole saatavilla muita tietoja. Laskentamallien avulla on butadieenin akuutiksi LC50-arvoksi saatu kalalle noin 43 mg/l (96 h) ja sen akuutiksi EC50-arvoiksi vesikirpulle noin 45 mg/l (48 h) ja levälle noin 33 mg/l (72 h).

Butadieenin ei ole todettu kertyvän ravintoverkkoon.

4. Toiminta onnettomuustilanteissa

Pelastustoimi: TOKEVA Ohje T2g (Paineenalaisena nesteytetyt palavat kaasut)

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

4.1 Palo ja räjähdys

Vuotava kaasu palaa pistoliekkinä. Butadieenivuoto muodostaa pakkasella lammikon, joka palaa kuten bensiinilammikko. Pistoliekkiä ei yleensä pidä sammuttaa, koska tällöin vuoto muodostaa syttyvän kaasupilven, joka ulottuu kauemmaksi kuin pistoliekki. Pistoliekki aiheuttaa välillisen vaaran, jos se kuumentaa säiliötä. Butadieenisäiliö voi joutua myös muuhun tulipaloon.

Vuodosta ulos muodostunut kaasupilvi palaa humahtaen muutamassa sekunnissa. Pilven sisään jääneet saavat vaikeita palovammoja. Suljettuun tilaan muodostuneen seoksen syttyminen aiheuttaa sisätilaräjähdyksen.

Liekkien kuumentama butadieenisäiliö on vaarassa repeytyä. Kun liekit koskettavat säiliön yläosaa, säiliö voi revetä kuumentuneen teräksen heikkenemisen johdosta alle 10 minuutissa. Kun liekit koskettavat vain säiliön alaosaa (nestepinnan alapuolella), säiliö kestää jonkin verran kauemmin kuumennusta. Kuumenevan säiliön paine nousee, mikä avaa varoventtiilin. Varoventtiilin toiminta hidastaa säiliön paineen nousua, mutta ei estä säiliön repeämistä. Butadieeni voi kuumassa polymeroitua ja tukkia varoventtiilin. Saksalaisissa säiliövaunuissa ei ole varoventtiiliä.

Liekkien kuumentamaa säiliötä jäähdytetään kiinteällä vesisuihkutuslaitteistolla tai tuetuilla suihkuilla. Suihkut suunnataan säiliön yläosaan. Valelu on tehokasta vain, jos sillä pystytään muodostamaan yhtenäinen vesikalvo säiliön pinnalle. Vedentarve on 10 l/min säiliön vaipan neliömetriä kohden, mikä merkitsee vesivirtaa 500 l/min säiliöautolla (30 m^3) ja 1 000 l/min säiliövaunulla (80 m^3). Jos liekit eivät kosketa säiliötä, riittää 2 l/min neliömetriä kohden.

Vaara-alueen arviointi

Säiliön revetessä sen sisältö muodostaa tulipallon, jonka säde on verrannollinen sisällön massan kuutiojuureen. Esimerkiksi 100 m^3:n säiliöllä tulipallon säde 100 metriä ja 12 m^3:n säiliöllä 50 metriä. Tulipallo palaa loppuun 5 - 15 sekunnissa ja sen lämpösäteily aiheuttaa suojaamattomalle iholle pahoja palovammoja etäisyydellä, joka vastaa tulipallon kahta sädettä, ja lieviä palovammoja etäisyydellä, joka vastaa tulipallon 3 - 4 sädettä. Säiliön kappaleet lentävät yleensä alle 200 metriä, mutta yksittäistapauksessa kauemmaksikin. Repeävän kaasupullon kappaleet voivat lentää muutamia kymmeniä metrejä.

Jos liekit kuumentavat butadieenisäiliötä, on ensimmäisenä toimenpiteenä ympäristön eristäminen ja tyhjentäminen ihmisistä. Eristettävän alueen säde on 400 metriä. Alle 10 m^3:n säiliöillä riittää 200 metrin ja pulloilla 50 metrin säteisen ympyrän eristäminen.

Jos liekit koskettavat säiliön yläosaa, säiliö on repeämisvaarassa. Tällöin aika ei riitä suihkujen selvittämiseen, vaan palokunnan voimavarat on käytettävä vaara-alueen eristämiseen. Kiinteät vesisuihkutuslaitteet tai kiinteät vesitykit voidaan kuitenkin yleensä käynnistää. Jos vaaratilanne jatkuu, voidaan eristettävän alueen sädettä kasvattaa: suurilla säiliöillä esimerkiksi 600 metriin.

4.2 Vuoto ja valuma

Vuoto voi olla neste- tai kaasuvuoto. Vuodossa muodostuva butadieenin ja ilman seos on ilmaa raskaampi ja painuu siksi lattian tai maanpinnan läheisyyteen keräytyen kuoppiin, kellareihin jne.

Kun aine vuotaa nestemäisenä säiliöstä, osa nesteestä höyrystyy välittömästi ja loppu neste jäähtyy kiehumispisteeseen. Höyrystyminen hajottaa nesteen pisaroiksi, kun nesteen lämpötila säiliössä on vähintään 10 - 15 °C kiehumispisteen yläpuolella. Jos nestesuihku ei kohtaa estettä, pienet pisarat höyrystyvät ilman sekoittuessa suihkuun ja isot putoavat maahan. Osa butadieenin nestevuodosta voi höyrystyä tällä tavalla.

Vaara-alueen arviointi

pieni vuoto (noin 0,1 kg/s):	Välitön eristys 25 metriä kaikkiin suuntiin.
suuri vuoto (kiloja sekunnissa):	Välitön eristys 50 m kaikkiin suuntiin sekä 100 m tuulen alapuolella.

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.

Ulkona nestevuodosta muodostuu tuulen alapuolelle kaasupilvi, joka suurella vuodolla voi olla syttyvä jopa 100 - 200 metrin etäisyydelle saakka. Kaasupisarat ja ilman tiivistyvä vesihöyry tekevät kaasupilvestä osittain näkyvän. Syttyvä alue voi ulottua näkyvän sumupilven ulkopuolelle. Syttyvän pilven reunat on määritettävä syttymisvaaramittarilla. Kaasuvuodon ja lammikosta haihtuvan höyryn

tapauksessa syttyvä pilvi ei ulotu näin kauas, mutta on näkymätön ja mittaukset ovat siksi välttämättömiä. Myös kun kaasua vuotaa sisätiloihin, on räjähdysvaaran arvioimiseksi tehtävä mittauksia.

Butadieenivuodoissa voidaan syttymisvaaramittarilla havaita pitoisuus, joka on 5 % alemmasta syttymisrajasta. Säädettävä hälytys suositellaan asetettavaksi arvoon, joka on 10 % alemmasta syttymisrajasta, mikä ilmaisee kaasuvuodon, mutta ei merkitse räjähdysvaaraa. Pitempiaikaisessa mittauksessa anturin pinnalle kertyvä polymeeri saattaa pienentää mittarin näyttämää.

Torjunta ja suojautuminen

Lähesty syttymätöntä vuotoa tuulen yläpuolelta. Eristä vuodon ympäristö, kunnes syttyvän pilven koko on määritetty. Kehoita henkilöitä poistumaan sisätiloista, jonne kaasua on mahdollisesti vuotanut.

Estä vuodon syttyminen poistamalla kaikki syttymislähteet. Sulje vuoto. Syttyvään pilveen ei pidä mennä, ellei se ole välttämätöntä vuodon sulkemiseksi. Sulkemista suorittavaa palomiestä on suojattava sumusuihkulla.

Kaasupilveä voidaan jossain määrin hajaannuttaa sumusuihkuilla, jotka suunnataan näkyvään pilven osaan tuulen suuntaa vastaan kohtisuorasti. Suihkuja käyttävien palomiesten on pysyteltävä mahdollisimman etäällä pilvestä ja suihkun takana, jotta se suojaisi lämpösäteilyltä pilven mahdollisesti syttyessä.

Henkilönsuojaimina tulee käyttää paloasua ja paineilmahengityslaitetta. Vaaranalaisissa kohteissa työskenteleville palomiehille paloasua parempi olisi tulensuojapuku.

Alueen puhdistaminen

Vuodon lakattua tarkista syttymisvaaramittarilla, onko kaasua päässyt sisätiloihin, erityisesti kellareihin tms. Tuuleta sisätilat, jonne kaasua on päässyt. Mahdollisen butadieenilammikon annetaan haihtua valvotusti. Haihtumista voidaan nopeuttaa suuntaamalla lammikkoon sumusuihku.

4.3 Ensiapu

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Siirrä butadieenille altistunut henkilö raittiiseen ilmaan. Jos potilaalla on hengitysvaikeuksia, anna tekohengitystä, joka on tehokkainta palkeella. Jos mahdollista, anna happea. Jos sydän on pysähtynyt, anna painantaelvytystä. Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Huuhtele silmää runsaalla juoksevalla vedellä noin viisi minuuttia pitäen potilaan silmäluomia auki (poista piilolinssit, mikäli mahdollista). Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Ihokosketus

Jos nestemäistä butadieeniä on roiskunut iholle, riisu heti likaantunut vaatetus ja eristä se. Pese iho vedellä ja saippualla. Paleltunut ihon alue lämmitetään nopeasti lämpimässä (noin 40 °C) vedessä ja peitetään sitten steriilillä siteellä. Paleltumia ei saa hieroa. Ota yhteys lääkäriin.

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

4.4 Lääketieteellinen hoito

Jos butadieeniä on vuotanut suljettuun tilaan, on potilaiden hoidossa otettava huomioon myös hapenpuutteesta syntyvien elinvammojen mahdollisuus.

4.5 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Biologisen näytteen ottamista suositellaan epäiltäessä merkittävää altistumista.

Butadieenille altistumista voidaan tutkia mittaamalla virtsan 3-buteeni-1,2-diolin (merkaptuurihapon) pitoisuutta. Virtsanäyte otetaan noin 8 tunnin kuluessa altistumisesta (20 ml virtsaa). Kirjallisuudessa keskimääräiseksi taustapitoisuudeksi on määritetty <0,35 mg/l 3-buteeni-1,2-diolia 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

Butadieenilammikon annetaan haihtua valvotusti. Säiliössä oleva butadieenijäte käsitellään vaarallisena jätteenä.

5. Käsittely ja varastointi

Estä kaasun pääsy työpaikan ilmaan. Käytä kokonaamaria ja suojakäsineitä, suojalaseja ja suojavaatetusta, jos on vaara joutua kosketuksiin nestemäisen butadieenin kanssa. Hengityksensuojaimeen sopiva suodatin on AX. Butadieeniltä erittäin hyvin suojaavia materiaaleja ovat

mm. fluorikumi (Viton®), fluorikumi-butyylikumi, Trellchem® HPS, Trellchem® VPS, Tychem® SL (Saranex®), Tychem® CPF 3, Tychem® BR/LV, Tychem® Responder® ja Tychem® TK. Butadieeniltä hyvin suojaavia materiaaleja ovat mm. butyylikumi ja nitriilikumi.

Käsittele ainetta erillään syttymis- ja lämmönlähteistä. Estä staattisen sähkön muodostuminen maadoittamalla. Tupakointi on kielletty. Tulitöihin tarvitaan työlupa. Käsittelytiloissa sähkölaitteiden tulee olla räjähdysvaarallisiin tiloihin hyväksyttyjä. Huolehdi tehokkaasta ilmanvaihdosta. Työpisteen läheisyydessä on oltava hätäsuihku ja silmienhuuhtelupaikka.

Varastoi aine viileässä, kuivassa, hyvin tuuletetussa, auringonvalolta suojatussa ja paloturvallisessa tilassa. Varastoi aine mielummin ulko- kuin sisätiloissa. Sähkölaitteiden valinnassa on otettava huomioon räjähdysvaarallinen tila.

Varastoi butadieeni erillään syttymis- ja lämmönlähteistä ja hapettavista aineista. Säilytä kaasupullo pystyasennossa, kiinnitettynä kaatumisen estämiseksi ja venttiilisuoja paikallaan. Tarkkaile mahdollisia vuotoja. Merkitse tyhjät kaasupullot ja varastoi ne erillään täysinäisistä.

Butadieenin 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" (butadieeni: UN 1010). Kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (butadieeni: varoituslipuke 2.1).

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), 1998.

Chemical safety data sheets. Volume 5: Flammable chemicals. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1992.

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

Documentation of the threshold limit values and biological exposure indicies. Cincinnati: ACGIH, 1991 (Vol. 1.).

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

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

European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECETOC). Special report no. 4. 1,3-butadiene criteria document. Brussels: ECETOC, 1993.

IUCLID (International Uniform Chemicals Information Database). Brussels: European Commission, European Chemicals Bureau; 1996. Data sheet: 1,3-butadiene.

Farligt gods. Stockholm, Svenska brandförsvarsföreningen, nr 169.

Hase A, Koppinen S, Riistama K & Vuori M. Suomen kemianteollisuus. Tampere: Chemas Oy, 1998.

Hommel G. Handbuch der gefährlichen Güter. Merkblatt 44. Berlin: Springer-Verlag, 1997.

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

IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 97. 1,3-Butadiene, Ethylene Oxide and Vinyl Halides (Vinyl Fluoride, Vinyl Chloride and Vinyl Bromide) Lyon: IARC (International Agency for Research on Cancer), 2008.

International chemical safety cards (ICSC). ICSC: 0017. 1,3-Butadiene. WHO, ILO, IPCS.

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

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

Lautkaski R. Torjuntamenetelmät nestekaasun kuljetusonnettomuudessa (1). Palontorjunta 1981; 8.

Lautkaski R. Torjuntamenetelmät nestekaasun kuljetusonnettomuudessa (2). Palontorjunta 1981; 9.

Lautkaski R, Puttonen J, Raiko H, Vuorio M & Fieandt J. Nestekaasun kuljetukset. Espoo: VTT, 1981 (Tutkimuksia 6).

National Fire Protection Association (NFPA). Fire protection guide to hazardous materials. 12 th ed. Quincy, MA, USA: NFPA, 1997.

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

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

Risk Assessment of Butadiene, Draft March 1996, United Kingdom.

Sorsa M & Peltonen K. Nordic expert group for criteria documentation of health risks from chemicals 113. 1,3-Butadiene. Solna: Arbetsmiljöinstitutet, Arbete och Hälsa, 1989: 22.

Sosiaali- ja terveysministeriö. HTP-arvot 2025. Sosiaali- ja terveysministeriö; Helsinki, 2025.

* Spoerke DG. Butadiene (MEDITEXT® Medical Management) in Hall AH & Rumack BH (eds.): TOMES ® Information System, Micromedex, Inc., Denver, Colorado. 1992.

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.

Toxicological Profile for 1,3-butadiene. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health & Human Services, 1992.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Tuotantolaitosten sijoittaminen - Opas; Tukes, 2015.

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).

Tämä turvallisuusohje on tehty Työsuojelurahaston tuella.