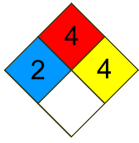


Trinitrotolueeni

Viimeksi päivitetty 20.01.2026



0209

1356

3366



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



CAS-numero	118-96-7
Indeksinumero	609-008-00-4
EY-numero (EINECS-numero)	204-289-6
YK-numero	0209 (TRINITROTOLUEENI (TNT), kuiva tai kostutettu alle 30 massa-% vettä sisältävänä) 1356 (TRINITROTOLUEENI (TNT), KOSTUTETTU, vähintään 30 massa-% vettä sisältävänä) 3366 (TRINITROTOLUEENI (TNT), KOSTUTETTU, vähintään 10 massa-% vettä sisältävänä)
Molekyylikaava	$C_7H_5N_3O_6$

Synonyymit

englanti: 2-methyl-1,3,5-trinitrobenzene, 2,4,6-trinitrotoluene, 2,4,6-trinitromethylbenzene, trotyl

suomi: 2-metyyli-1,3,5-trinitrobentseeni, 2,4,6-trinitrotolueneeni, 2,4,6-trinitrometyylibentseeni, trotyyli

ruotsi: 2-metyl-1,3,5-trinitrobensen, 2,4,6-trinitrotoluen, 2,4,6-Trinitrometylbensen, trotyl

saksa: 2-Methyl-1,3,5-trinitrobenzen, 2,4,6-Trinitrotoluol, Trotyl

lyhenteitä: TNT, T

1. Aineen ominaisuudet, merkinnät ja käyttö

1.1 Aineen kuvaus

2,4,6-Trinitrotolueneeni (TNT) on hajutonta vaaleankeltaista kiteistä ainetta, joka tummuu auringonvalossa. Kemialliselta rakenteeltaan TNT on aromaattinen nitroyhdiste, jossa kolme nitroryhmää (-NO₂) on liittynyt tolueeniin symmetrisesti. TNT:lla on kuusi isomeeriä, joista 2,4,6-TNT on vallitsevin muoto (n. 95 %) teknisissä tai kaupallisissa valmisteissa.

1.2 Yleisiä fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia

Molekyyli massa	227,1
Sulamispiste	80,1 °C
Kiehumispiste	hajoaa >240 °C (räjähdys)
Tiheys	1,65
Höyrynpaine	0,000026 kPa (0,0002 mmHg) 20 °C:ssa; vaikeasti haihtuva 0,006 kPa (0,046 mmHg) 82 °C:ssa;
Liukoisuus	veteen liukenematon (0,13 g/l)
Jakautumiskerroin P (n-oktanol/vesi)	log Pow = 1,7; ei rasvahakuinen

Muuntokertoimet 20 °C:ssa

1 ppm = 9,42 mg/m³

1 mg/m³ = 0,106 ppm

1.3 Reaktiivisuus

TNT voi reagoida hapettimien (esim. peroksidit, klooraattit ja nitraatit) sekä pelkistimien (esim. litium, natrium) kanssa. Reaktioita voi tulla myös vahvojen emästen, kuten natriumkarbonaatin ja -hydroksidin sekä nitriittien, kuten typpihapon kanssa. Lisäksi TNT voi reagoida kuumennettuna joidenkin metallijauheiden, kuten raudan kanssa aiheuttaen räjähdys- ja palovaaran.

1.4 Palo- ja räjähdysvaara

Syttymislämpötila: > 240 °C (hajoaa / räjähdys)

TNT on palavaa, mutta ei syty herkästi. TNT:n palaessa muodostuu myrkyllisiä palamistuotteita, kuten typen oksideja ja hiilimonoksidia.

1.5 Merkinnät

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

Varoitusmerkit

Huomiosana Vaara



Vaaralausekkeet

H201

Räjähde; massaräjähdyksvaara.

*** H301**

Myrkyllistä nieltynä.

*** H311**

Myrkyllistä joutuessaan iholle.

*** H331**

Myrkyllistä hengitettynä.

*** H373**

Saattaa vahingoittaa elimiä pitkäaikaisessa tai toistuvassa altistumisessa.

H411

Myrkyllistä vesieliöille, pitkäaikaisia haittavaikutuksia.

* 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: 0209 TRINITROTOLUEENI (TNT), kuiva tai kostutettu alle 30 massa-% vettä sisältävänä



Kuljetusluokka: maantiekuljetus: 1

merikuljetus: 1

Pakkausryhmä: -

Varoituslipuke: 1 (Räjähteet, vaarallisuusluokat 1.1, 1.2 ja 1.3)

Vaaran tunnusnumero: -

YK-numero: 1356 TRINITROTOLUEENI (TNT), KOSTUTETTU,
vähintään 30 massa-% vettä sisältävänä



3366 TRINITROTOLUEENI (TNT), KOSTUTETTU,
vähintään 10 massa-% vettä sisältävänä

Kuljetusluokka: maantiekuljetus: 4.1

merikuljetus: 4.1

Pakkausryhmä: I

Varoituslipuke: 4.1 (Helposti syttyvät kiinteät aineet, itsereaktiiviset aineet,
polymeeroituvat aineet ja epäherkistetyt kiinteät
räjähdysaineet)

Vaaran tunnusnumero: -

1.6 Raja-arvoja

Akuutin altistumisen raja-arvot

TEEL-arvot
(Temporary Emergency Exposure Limit, USA)

TEEL-1 0,032 ppm (0,3 mg/m³) /60 min

TEEL-2 1,8 ppm (17 mg/m³) /60 min

TEEL-3 110 ppm (1000 mg/m³) /60 min

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

Työhygieeniset raja-arvot

HTP (2025)

(työpaikan ilman haitalliseksi tunnettu pitoisuus)

0,1 mg/m³ /8 h (iho)

0,2 mg/m³ /15 min (iho)

Huomautus (iho): imeytyy ihon kautta

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

1.7 Käyttö

TNT:a käytetään räjähdysaineena erityisesti maanpuolustuksen sovellutuksissa. TNT:a voidaan seostaa muiden räjähtävien kemikaalien tai polttoaineiden kanssa, jolloin valmisteiden ominaisuuksista saadaan erilaisiin käyttötarkoituksiin soveltuvia.

2. Terveysvaara

2.1 Välittömät vaikutukset

Trinitrotolueeni ei muodosta höyryä normaalillassa, mutta sen pöly voi ärsyttää ihoa, silmiä ja hengitysteitä.

TNT:n pölyjen tai huuруjen hengittäminen, ihon kautta altistuminen tai aineen nieleminen voi aiheuttaa monia oireita, kuten päänsärkyä, verenpaineen laskua, sydämen tykytystä, ihon punoitusta ja hikoilua verisuonten laajentumisen seurauksena. TNT hapettaa veren hemoglobiinin methemoglobiiniksi, mistä seuraa heikentynyt kudosten happeutumisen. Suurille määrille altistuminen voi aiheuttaa kudosten hapenpuutteen, joka voi johtaa kouristuksiin, tajunnan tason laskuun ja jopa kuolemaan.

Methemoglobiinin pitoisuus veressä	Oireet
---	---------------

0–2 %	Normaalipitoisuus
--------------	-------------------

15–20 %	Syanoosi ilmenee, mutta potilas yleensä muuten vielä oireeton. Veri voi alkaa va?rja?ytyä? suklaan/tumman ruskeaksi. Myö?s virtsa voi va?rja?ytyä?.
----------------	---

20–45 %	Pa?ansa?rky, uneliaisuus, huimaus, va?symys, pyo?rttyily, hengenahdistus, takypnea, takykardia
45–55 %	Lisa?a?ntyva? keskushermostolama
55–70 %	Syva? tajuttomuus, kouristukset, rytmihäiriö?t, sokki
> 70 %	Merkitta?va? kuolleisuus

2.2 Toistuvan altistumisen vaikutukset

Pitkäaikainen altistuminen TNT:lle voi aiheuttaa monia hematologisia vaikutuksia, kuten methemoglobinemiaa, anemiaa ja trombosytopeniaa, joka johtaa verenpurkaumiin iholla. Lisäksi sydänvaikutukset, kuten hidasyöntisyys ja rytmihäiriötuntemukset ovat mahdollisia. TNT voi vaikuttaa myös maksaan ja pernaan sekä aiheuttaa harmaakaihia. Lisäksi TNT voi aiheuttaa kutisevaa ihottumaa ja ihon värjäytymistä keltaiseksi.

TNT:lla on todettu myös mutageenisia, karsinogeenisiä ja lisääntymisterveydellisiä vaikutuksia, mutta ihmisillä epidemiologinen näyttö näistä vaikutuksista on puutteellista.

3. Vaikutukset ympäristöön

TNT voi joutua ympäristöön jätevesien ja kiinteiden jätteiden mukana, joita syntyy yhdisteen valmistuksessa, räjähteiden käsittelyssä, tuhoamisessa ja kierrätyksessä.

TNT liukenee ympäristössä hitaasti veteen (127 mg/l). Pintavedessä ja -maassa TNT hajoaa muiksi kemiallisiksi yhdisteiksi auringonvalon vaikutuksesta (mm. 2-amino-4,6-dinitrotolueeni ja 4-amino-2,6-dinitrotolueeni). Pieniä määriä TNT:a ja hajoamistuotteita voi siirtyä pintavedestä ja maaperän kautta pohjaveteen. Vedessä ja sedimentissä olevat mikro-organismit hajottavat yhdistettä hitaammin.

TNT on myrkyllistä vesielioille. Sen akuutit LC50-arvot ovat kalalle 1,2–4,1 mg/l (96 h) ja vesikirpulle 6,6 mg/l (48 h) sekä akuutti EC50-arvo levälle 0,57 mg/l (96 h).

TNT on luokiteltu ympäristölle vaaralliseksi vesieliomyrkyllisyyden ja hitaan hajoavuuden perusteella.

4. Toiminta onnettomuustilanteissa

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

4.1 Palo ja räjähdys

Tyhjennä vaara-alue sivullisista ja estä alueelle pääsy. Pysy tuulen yläpuolella. TNT voi räjähtää kuumentuessaan. Jos TNT-astiat ovat kuumentuneet tai syttyneet, älä ryhdy sammuttamaan paloa, vaan vetäydy vaara-alueelta. Jos palo ei vielä uhkaa astioita, palon leviämistä voi estää tuetuilla suihkuilla. Vältä vesisuikun suuntaamista suoraan aineeseen, koska se voi sytyttää joitakin iskuherkkiä räjähteitä. Palossa kuumentuneet TNT-astiat voivat olla räjähdysvaarallisia vielä jäähtymisen jälkeenkin. Estä sammutusvesien pääsy viemäriin ja vesistöihin, jos vesi joutuu kosketuksiin TNT:n kanssa.

TNT vapauttaa räjähtäessään ja palaessaan myrkyllisiä typen oksideja ja hiilimonoksidia. Käytä henkilösuojaimina paloasua ja paineilmahengityslaitetta.

4.2 Vuoto ja valuma

Vaara-alueen arviointi

pieni vuoto (noin 100 l): Välitön eristys 400 m kaikkiin suuntiin.

suuri vuoto (noin 10 m³): Välitön eristys 1000 m kaikkiin suuntiin.

Torjunta ja suojautuminen

Tyhjennä ja eristä vaara-alue. Poista mahdolliset syttymislähteet. Kysy neuvoa räjähdeasiantuntijalta. Rikkoutunut pakkaus ja vuotanut aine on siirrettävä erilleen puhtaaseen, kuivaan astiaan tai palamattomalle alustalle. Estä aineen pääsy viemäriin ja vesistöihin.

Vältä ihokosketusta ja pölyn/höyryn hengittämistä. Henkilösuojaimina on käytettävä paloasua ja paineilmahengityslaitetta.

Alueen puhdistaminen

Kerää aine huolellisesti välttämällä iskuja sekä staattisen sähkön muodostamaa kipinöintiä (esim. harjaaminen voi aiheuttaa kipinöintiä) merkittyihin, suljettaviin astioihin. Älä käytä alueen puhdistuksessa syttyviä tai TNT:n kanssa reagoivia materiaaleja (katso kohta 1.3). Pese vuotopaikka ja käytetyt välineet huolellisesti vedellä. Korkeapainepesurien käyttöä tulee välttää, koska se voi sytyttää joitakin iskuherkkiä räjähteitä.

4.3 Ensiapu

Hengitysteitse tapahtunut altistuminen

Siirrä altistunut henkilö raittiiseen ilmaan. Jos henkilöllä on hengitysvaikeuksia, anna hänelle mahdollisuuksien mukaan lisähappea. Jos hengitys on pysähtynyt, avusta hengitystä palkeella. Jos sydän on pysähtynyt, anna painantaelvytystä. Pidä altistunut levossa ja lämpimänä. Toimita potilas välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Roiskeet silmään

Huuhtelee silmää haalealla juoksevalla vedellä 15 minuuttia silmäluomia auki pitäen (poista piilolinssit, mikäli mahdollista). Ota tarvittaessa yhteys lääkäriin.

Pesussa avustavan henkilön tulee käyttää suojakäsineitä (katso materiaalit kohdasta 5).

Ihokosketus

Riisu TNT:n likaama vaatetus. Pese ihoa saippualla ja runsaalla juoksevalla vedellä. Laita likaantunut vaatetus merkittyyyn muovisäkkiin. Toimita potilas ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

Suun kautta tapahtunut altistuminen

Jos TNT:a on nielty, eikä potilas ole tajuton tai kouristeleva, auta potilasta huuhtomaan suunsa ja anna lasi vettä juotavaksi. Anna lääkehiiltä estämään imeytymistä ruoansulatuskanavasta. Tajuton potilas asetetaan kylkiasentoon. Toimita potilas välittömästi ensiapuasemalle lääkärin tutkimusta varten.

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

4.4 Lääketieteellinen hoito

TNT:lle altistuminen voi aiheuttaa methemoglobinemiaa. Potilaalle, jolla on hengitysvaikeuksia tai merkkejä syanoosista, tulee antaa 100-prosenttista happea. Vakavassa methemoglobinemiassa (> 20 %) altistuneelle annetaan suonensisäisesti metyleenisäisä ja tarvittaessa C-vitamiinia. Aiheutunutta hypotensiota hoidetaan suonensisäisesti nesteinfusiolla ja tarvittaessa verenpainetta nostavalla lääkkeellä. Huom. ensihoidossa käytettävä tavallinen pulssioksimetri voi yliarvioida happisaturaation potilailla, joilla on merkittävä methemoglobinemia. Methemoglobinemia voidaan todeta verikaasuanalyyysillä tai sellaisella oksimetrillä, jossa on methemoglobinemian tunnistus.

Palossa muodostuu myrkyllisiä typen oksideja, jotka vahingoittavat keuhkoja. Altistuneita on hoidettava keuhkopöhön varalta.

4.5 Altistumisen arviointi biologisista näytteistä

Biologisen näytteen ottamista suositellaan epäiltäessä merkittävää altistumista.

TNT:lle altistumista voidaan tutkia mittaamalla virtsan 4-amino-2,6-dinitrotolueenin ja 2-amino-4,6-dinitrotolueenin pitoisuutta. Virtsanäyte otetaan noin 8 tunnin kuluessa altistumisesta (20 ml virtsaa). Altistumattomien virtsapitoisuudet jäävät alle mittausmenetelmän määritysrajojen (1 µg/l ja 4 µg/l). Lisätietoja Työterveyslaitokselta (p. 030 4741 arkisin kello 8.30–15.00).

Veren methemoglobiinin pitoisuutta voidaan seurata verikaasuanalyysillä. Normaali methemoglobiinipitoisuus veressä on 0–2 %. 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).

4.6 Jätteiden käsittely

Toimita räjähteet hävitettäväksi tuotteen valmistajan tai maahantuojan ohjeiden mukaisesti. Hävitys tapahtuu yleensä hallitusti polttamalla tai räjäyttämällä.

5. Käsittely ja varastointi

TNT:n käsittelyssä on noudatettava erityistä huolellisuutta ja varovaisuutta. Estä pölyn tai huuруjen pääsy työpaikan ilmaan, käytä tarvittaessa tehokasta kohdepoistoa. Käytä suojakäsineitä, suojalaseja ja suojavaatetusta. Käytä tarvittaessa hengityksensuojainta (suodatintyyppi P3). Henkilönsuojaimiin sopivia materiaaleja lyhytaikaiselle käytölle ovat neopreenikumi ja nitrilikumi.

Käsittele ainetta erillään syttymis- ja lämmönlähteistä. Tupakointi on kielletty. Räjähdytyöhön tarvitaan pätevyyskirja. Staattisen sähkön aiheuttama kipinöintivaara torjutaan maadoituksin. Käsittely- ja varastointitiloissa sähkölaitteiden tulee olla räjähdyksenvaarallisiin tiloihin hyväksytyjä. Huolehdi tehokkaasta ilmanvaihdosta. Työpisteen läheisyydessä on oltava hätäsuihku ja silmienhuuhtelupaikka.

Varastoinnissa on noudatettava siisteyttä ja varovaisuutta. Varastoi kuivassa, tuuletetussa säilytyspaikassa ja paloturvallisella, helposti puhtaana pidettävällä alustalla. Varastoi aine erillään syttymis- ja lämmönlähteistä, muista räjähdystarvikkeista ja yhteensopimattomista aineista (katso aineet kohdasta 1.3). Rikkoutunut pakkaus ja vuotanut aine on siirrettävä erilleen puhtaaseen, kuivaan astiaan tai palamattomalle alustalle. Aineen hävittämiseksi on otettava yhteys sen toimittajaan.

Sekä pysyväle että tilapäiselle räjähdevarastolle tarvitaan lupa Tukesista ja varastolla on oltava valtuutettu vastuuhenkilö. Räjähdevarastojen vähimmäisetäisyydet tulee huomioida vaarallisuusluokkien mukaisesti. Lisäksi varastot on sijoitettava siten, että räjähdys yhdessä varastossa ei saa levitä muihin varastoihin.

Räjähteiden hankkiminen ja siirtäminen Suomessa tai Suomen ja Euroopan talousalueeseen (ETA) kuuluvan maan välillä vaatii Tukesilta siirtoon oikeuttavan asiakirjan, eli siirtotodistuksen.

TNT:n käsittelyä ja varastointia koskevat laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005 ja valtioneuvoston asetus räjähteiden valmistuksen ja varastoinnin valvonnasta 819/2015 sekä valtioneuvoston asetus räjähteiden valmistuksen, käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista 1101/2015.

Lisäksi TNT:n 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).

6. Kuljetusmääräyksiä

Aineen pakkaus sekä kollien merkinnät on tehtävä kuljetusmääräyksissä annettujen yksityiskohtaisten ohjeiden mukaisesti.

Jokaiseen kalliin on merkittävä aineen YK-numero ja sen eteen kirjaimet "UN" (UN 0209, UN 1356 tai UN 3366). Kolli on varustettava myös kyseisen aineen varoituslipukkeella (varoitusslipuke 1 tai varoitusslipuke 4.1).

7. Kirjallisuus

ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, USA. Toxicological profile for 2,4,6-trinitrotoluene, 1995.

DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft. 2,4,6-Trinitrotoluene (and isomers in technical mixtures): MAK Value Documentation, 2008.

DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft. 2,4,6-Trinitrotoluene: BAT Value Documentation, 2009.

eChemPortal. Chemical Substance Search. OECD 2025.

EPA US Environmental Protection Agency. Fact Sheet – 2,4,6-trinitrotoluene (TNT). EPA 505-F-21-001, 2021.

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

GESTIS Substance Database. Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA), 2025.

Kansainväliset kemikaalikortit, International chemical safety cards (ICSC). ICSC: 0967. 2,4,6-Trinitrotoluene. WHO, ILO.

Lilius T. ym. Methemoglobinemia. Myrkytysten hoito. Kustannus Oy Duodecim, 2025.

PubChem. National Library of Medicine, Bethesda, Maryland, USA, 2025

Protective Action Criteria (PAC): Chemicals with AEGLs, ERPGs, & TEELs. PAC database. U.S. Department of Energy, 2024.

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

Temporary emergency exposure limits for chemicals: methods and practice. DOE Handbook, DOE-HDBK-1046-2016. Reaffirmed 2022. U.S. Department of Energy.

TOKEVA 2024 -ohjeisto. (versio: 1.2.0) Pelastusopisto 2024.

Turvallisuus ja kemikaalivirasto (TUKES). Räjähdeiden varastointi, opas. TUKES, 2022.

Työturvallisuuskeskus. Räjätys- ja louhintatyön turvallisuusohje. Työturvallisuuskeskus, rakennusalojen työsuojeluvaliokunta, ISBN 978-951-810-622-0 (pdf), 2025.

Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä (VAK-haku). Traficom, Liikenne ja viestintävirasto, 2025.

Tämä turvallisuusohje on tehty Sosiaali- ja terveysministeriön tuella.