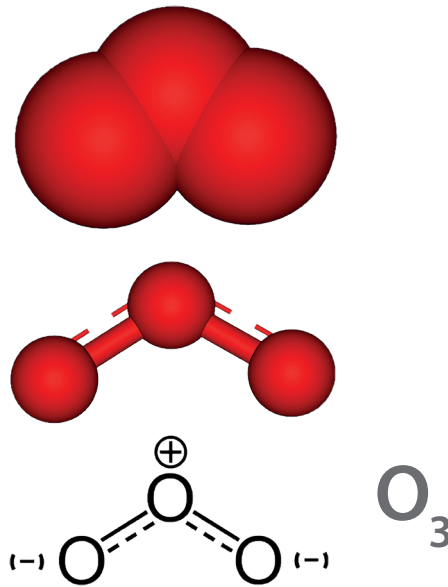


Hanna Korhonen, sosiaali- ja terveysministeriö  
Hanna Leppänen, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos  
Hannu T. Mattila, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes  
Vesa Pekkola, sosiaali- ja terveysministeriö

# Otsonoinnin turvallinen käyttö



Kuvakooste: Wikipedia.

## Yleistä taustaa otsonista

Otsoni on kolmen happiatomin muodostama molekyyli (O<sub>3</sub>). Otsonia muodostuu luonnossa esimerkiksi auringon ultraviolettisäteilyn vaikutuksesta tai salamän iskun aiheuttaman sähköpurkauksen seurauksena. Otsonia voi myös syntyä sivutuotteena esimerkiksi tulostimia käytettäessä. Yläil-

makehän otsoni suojaa adsorptiokykynsä ansiosta maapalloa liialliselta uv-säteilyltä, ja voimakkaana hapettimena sitä voidaan hyödyntää maan päällä esimerkiksi veden tai pintojen desinfiointissa tai hajujen poistamisessa sisäilmasta. Pistävän hajuista otsonikaasua voidaankin helposti tuottaa myös keinotekoisesti ns. otsonaattoreilla esimerkiksi happea lähtöaineena käyttäen.

Otsonille on ehdotettu sen ominaisuuksien vuoksi useaa niin sanottua yhdenmukaista ja sitovaa vaaraluokitusta EU:n kemikaaliasetus CLP:n ((EY) N:o 1272/2008) nojalla. Tällä hetkellä otsoni on luokiteltu kevyemmässä menettelyssä esimerkiksi silmiä ja ihoa ärsyttäväksi ja hengitettynä akuutisti myrkylliseksi, mutta sen epäillään aiheuttavan myös syöpää ja ihmisen sukusoluissa periytyviä mutaatioita. Lisäksi otsoni on luokiteltu myös ympäristölle vaaralliseksi aineeksi. Yhdenmukaistettuun luokitukseen tähtäävä prosessi tulee päätökseen viimeistään vuonna 2023.

## Otsonilla on haitallisia terveysvaikutuksia

Otsoni kulkeutuu elimistöön pääasiassa hengitysteitä pitkin. Huonosti vesiliukenevana yhdisteenä otsoni ei kiinnity ylempiin hengitysteihin, vaan kulkeutuu alempien hengitysteiden keuhkorakkuloihin asti läpäisten levyepiteelin. Otsonin terveyshaitat perustuvat sen kykyyn hapettaa keuhkosolujen entsyymejä, proteiineja ja rasvahappoja (EPA 2021). Otsoni voi reagoida myös suoraan keuhkoissa olevien rakenteiden kanssa. Otsonista aiheutuvien terveyshaittojen tärkeimpinä mekanismeina pidetään keuhkojen ääreisosien tulehduksia sekä autonomisen hermoston reseptorien muutoksia (Mustafa 1990, Mudway & Kelly 2000, McClellan ym. 2009, EPA 2021).

Otsonin aiheuttamat terveysvaikutukset voidaan jakaa akuutteihin sekä kroonisiin vaikutuksiin. Akuutit vaikutukset liittyvät suuriin otsonipitoisuuksiin, krooniset vaikutukset toistuvaan altistumiseen koholla oleviin otsonipitoisuuksiin. Akuutteja terveyshaittoja ovat rintakipu, yskä, hengitysvaikeudet ja kurkun ärsytys. Otsoni voi myös pahentaa astman oireita ja heikentää vastustuskykyä (EPA 2021). Pitoisuuden ylittäessä 1 ppm ja altistuksen jatkuessa yli vuorokauden voi otsoni aiheuttaa myös



*Voimakkaana hapettimena  
otsonia voidaan hyödyntää  
esimerkiksi veden tai pintojen  
desinfioinnissa tai hajujen  
poistamisessa sisäilmasta.*

pysyviä silmä- ja hengitystieoireita (Russell ym. 2013). Toistuvaan otsonialtistumiseen liittyviä kroonisia vaikutuksia ovat astman synty, valtimon kovettumatauti (ateroskleroosi) sekä eliniän ennusteen lyheneminen (WHO 2005). Nämä krooniset vaikutukset koskevat ensisijaisesti otsonointia tekeviä työntekijöitä, jotka voivat altistua kohonneille pitoisuuksille toistuvasti. Otsonista aiheutuva terveydellinen haitta riippuu otsonin pitoisuudesta ja altistuksen kestosta. Sosiaali- ja terveysministeriö on arvioinut otsonin voivan aiheuttaa haittaa työntekijöiden terveydelle 0,05 ppm:n pitoisuutta suuremmilla keskimääräisillä pitoisuuksilla (8 tunnin HTP (haitalliseksi tunnettu pitoisuus) -arvo 0,05ppm). Koska oireita saattaa ilmaantua myös hetkellisessä altistuksessa, on otsonille lisäksi asetettu 15 minuutin altistumisen HTP-arvoksi 0,2 ppm (Sosiaali- ja terveysministeriö 2020).

Reaktiot otsonoinnissa perustuvat hapetusreaktioon, jossa molekylaarinen otsoni ja sen muodostamat happiradikaalit reagoivat kemiallisten epäpuhtauksien kanssa, pilkkoen niitä. Näissä reaktioissa voi syntyä sivutuotteina haitallisia yhdisteitä (Poppendieck ym. 2007, Zeng ym.

2013). Sivutuotteet voivat pysyä sisäilmassa pitkään, kuukausia, jopa pidempiä aikoja, pitoisuuksina, jotka voivat haista ja aiheuttaa mahdollisia ärsytysoireita. Aika, jonka sivutuotteet pysyvät sisäilmassa, on riippuvainen otsonidusta materiaalista sekä sen pinta-alasta (Poppendieck ym. 2007). Otsonointi voi haurastuttaa useita erilaisia materiaaleja sekä haalistaa värejä. Materiaaleja, joihin otsoni voi vaikuttaa haitallisesti, ovat muun muassa betoni, kipsilevy, luonnonkumi, neopreeni, lateksimaali, linoleumi ja puulattiat, kokolattiamatot, vahat ja kiillotusaineet. Otsonoinnissa syntyvät sivutuotteet (kuten VOC-yhdisteet, aldehydit ja ketonit) voivat imeytyä varsinkin huokosiin sisustusmateriaaleihin, kiinnittyä pintoihin tai reagoida uudelleen sisäilmassa. Otsonin puoliintumisaika sisätiloissa on melko lyhyt, 7–10 minuuttia,

joten otsoni itse poistuu tilasta nopeammin, mutta sivutuotteet säilyvät sisäilmassa pidempään.

## Otsonin biosidinen käyttö

Otsonia voi käyttää biosidisesti esimerkiksi uima- ja juomaveden desinfiointiin. Sellainen käyttö on EU:n biosidiasetuksen (EU) N:o 528/2012 vaatimusten piirissä. Kuitenkin tällä hetkellä otsonin biosidiseen käyttöön ei liity em. asetuksesta johtuen mitään säätelyä, koska tehoaine otsonin arviointi on kesken eikä käytölle ole vielä tarvinnut hakea lupaa. Tilanteeseen odotetaan kuitenkin muutosta seuraavien parin vuoden aikana. Biosidivalmistekomitean lausunto tehoaineen hyväksymiseksi valmisteryhmien PT2, PT4, PT5 ja PT11 osalta on jo julkaistu ECHA:n nettisivuilla. Nämä



Kuva: Pixabay.

**Otsonoinnissa syntyvät sivutuotteet (kuten VOC-yhdisteet, aldehydit ja ketonit) voivat imeytyä varsinkin huokosiin sisustusmateriaaleihin, kiinnittyä pintoihin tai reagoida uudelleen sisäilmassa.**

valmisteryhmät käsittävät pintadesinfiointiaineet mukaan lukien uimaveden desinfioinnin, elintarviketilojen desinfiointiaineet, juomaveden desinfioinnin sekä nestejäähdytyksessä ja prosessijärjestelmissä käytettävät säilytysaineet. Vielä ei tiedetä, viekö komissio tehoaineen hyväksyntää eteenpäin normaaliin tapaan, vai jäädäänkö odottamaan, että toisenkin maan tekemä arviointi on valmistunut ja BPC on käsitellyt myös sen, ennen kuin tehoaineen hyväksyntä tulee äänestyskäsittelyyn.

Biosidien hyväksyntä on siis kaksivaiheinen, ensin arvioidaan tehoaine EU-tasolla. Jos tehoaine hyväksytään tietyn valmisteryhmän käyttöön, niin sen jälkeen noin 1,5–2 vuoden kuluessa pitää kyseistä tehoainetta sisältäville valmisteille hakea lupa. Hakemisen määräaika kerrotaan tehoaineen hyväksyntää koskevassa asetuksessa.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes on toimivaltainen viranomainen otsonin biosidiin käyttöihin liittyvissä kysymyksissä. Tukes on lisäksi valvova viranomainen sekä otsonaattoreiden tuotevalvonnassa, että palveluna myydyn otsonoinnin kohdalla.

## Omatoiminen otsonointi

Otsonointia markkinoidaan helppona keinona esimerkiksi asuntojen kosteusvaurioiden ja hajuongelmien poistamiseen. Omatoimisesta otsonoinnista innostuneen kuluttajan on ennen laitteen hankkimista tai vuokraamista kuitenkin hyvä ymmärtää, että otsonointi ei ole ihmelääke mikrobi- ja hajuhaittojen poistamiseen, saati kosteusvaurioiden hoitoon. Otsoni ei suurinakaan pitoisuuksina tuhoa mikrobikasvustoa rakenteista, vaan kosteusvaurio tulee aina korjata. Väärin käytettynä otsonointi voi jopa aiheuttaa uusia hajuongelmia. Otsonointi ei myöskään ole toimiva keino koronaviruksen tai muiden taudinaiheuttajien torjuntaan, ja sen osaamaton käyttö voi paitsi olla vaarallista terveydelle, myös



Kuva: Pixabay.

**Otsoni ei suurinakaan pitoisuuksina tuhoa mikrobikasvustoa rakenteista, vaan kosteusvaurio tulee aina korjata.**

vahingoittaa esimerkiksi auton tai asunnon pintamateriaaleja.

Markkinoilla on tarjolla teholtaan ja otsonintuotoltaan hyvin erilaisia laitteita, joiden ostaminen ja käyttäminen ei edellytä minkäänlaista virallista lupaa tai käyttökoulutuksen suorittamista. Markkinoilta löytyvien laitteiden tulee kuitenkin täyttää tuotelainsäädännössä niille asetetut perusvaatimukset esimerkiksi sähköturvallisuuden suhteen. Kuluttajan itsensä käyttämien laitteiden turvallista käyttöä ei valvo mikään viranomainen, mutta otsonointipalvelua tarjoavat toimijat ovat vastuussa myymänsä palvelun turvallisuudesta.

## Miten otsonointi tehdään oikein?

Mikäli otsonointia päädytään tekemään hajujen poistoon, kannattaa se teettää alan ammattilaisella. Ennen otsonointia ammattilaisten tulee antaa tilojen käyttäjille riittävät tiedot siitä, kuinka otsonointi tehdään turvallisesti. Ottaen huomioon otsonin haitallisuuden ja otsonoinnin johdosta mah-





*Kuluttajan itsensä käyttämien laitteiden turvallista käyttöä ei valvo mikään viranomainen, mutta otsonointipalvelua tarjoavat toimijat ovat vastuussa myymänsä palvelun turvallisuudesta.*



dollisesti syntyvät haitalliset sivutuotteet ja niistä aiheutuvat hajuhaitat, otsonointi tulee tehdä niin, että otsonoitava tila on tyhjä (ei ihmisiä, lemmikkejä, elintarvikkeita, huonekaluja ja tavaroita) ja otsonin leviäminen muihin tiloihin esimerkiksi ilmanvaihdon kautta on estetty. Otsonoitava tila on lukittava ja merkittävä varoituskyltein. Taloyhtiötä on informoitava käsittelystä. Lisäksi on noudatettava riittävää varoaikaa (vähintään 24 h, mielellään 48 h) ennen tiloihin menemistä/tilojen käyttöä. Otsonoinnin suorittavan henkilön tulee käyttää kaasulta suojaavaa hengitys- ja silmäsuojainta käydessään sulkemassa otsonaattorin ja aloittamassa tuuletuksen. Tilaa tulee tuulettaa ilmassa olevien epäpuhtauksien poistamiseksi varoajan ajan. Tämän jälkeen kaikki pinnat tulee puhdistaa nihkeäpyyhkimällä niille mahdollisesti päätyneiden epäpuhtauksien poistamiseksi (Leppänen ym. 2017, TTL & THL 2016).

## Lähteet

Environmental Protection Agency (EPA). 2021. "Health Effects of Ozone in the General Population", Internet julkaisu. <https://www.epa.gov/ozone-pollution-and-your-patients-health/health-effects-ozone-general-population>

Leppänen, Peltonen, Komulainen, Hyvärinen A. Otsonointi sisäympäristössä: Kirjallisuuskatsaus. Työpaperi 12/2017. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos.

McClellan, R.O., Frampton, M.W., Koutrakis, P., McDonnell, W.F., Moolgavkar, S., North, D.W., Smith, A.E., Smith, R.L. & Utell, M.J. 2009, "Critical considerations in evaluating scientific evidence of health effects of ambient ozone: a conference report", *Inhalation toxicology*, vol. 21, pp. 1–36.

Mudway, I.S. & Kelly, F.J. 2000, "Ozone and the lung: a sensitive issue", *Molecular aspects of medicine*, vol. 21, no. 1–2, pp. 1–48.

Mustafa, M.G. 1990, "Biochemical basis of ozone toxicity", *Free Radical Biology and Medicine*, vol. 9, no. 3, pp. 245–265.

Poppendieck, D.G., Hubbard, H.F., Weschler, C.J. & Corsi, R.L. 2007, "Formation and emissions of carbonyls during and following gas-phase ozonation of indoor materials", *Atmospheric Environment*, vol. 41, no. 35, pp. 7614–7626.

Russell, A.D., Hugo, W.B. & Ayliffe, G.A.J. 2013, *Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization*, 5th Edition, Wiley-Blackwell.

Sosiaali- ja terveysministeriö. HTP-ARVOT 2020: Haitallisiksi tunnetut

pitoisuudet. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-5658-2>

TTL & THL. 2016. Työterveyslaitoksen ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen kannanotto biosidien käytöstä korjausrakentamisessa. <https://www.ttl.fi/tyoterveyslaitoksen-ja-terveyden-ja-hyvinvoinnin-laitoksen-kannanotto-biosidien-kaytosta-korjausrakentamisessa/>

World Health Organization (WHO). 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Air Quality Guidelines, Global Update 2005.

Zeng, G., Holladay, S., Langlois, D., Zhang, Y. & Liu, Y. 2013, "Kinetics of heterogeneous reaction of ozone with linoleic acid and its dependence on temperature, physical state, RH, and ozone concentration", *The Journal of Physical Chemistry A*, vol. 117, no. 9, pp. 1963–1974.

EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EY) N:o 1272/2008, aineiden ja seosten luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta sekä direktiivien 67/548/ETY ja 1999/45/EY muuttamisesta ja kumoamisesta ja asetuksen (EY) N:o 1907/2006 muuttamisesta. ■