

# **Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) poisto**

# Esipuhe

## Sisällys

**Euroopan unionin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määritelmä**

**Ilmansaasteisiin liittyvä lainsäädäntö**

**EU:n VOC-direktiivissä asetetaan rajat teollisuutta varten**

**VOC-yhdisteiden ympäristövaikutukset**

**Ilmaston lämpeneminen ja terveysriskit**

**VOC-yhdisteiden poistotekniikat**

**Oikean tekniikan valitseminen  
Kymmenen tärkeää kriteeriä**

**Puhdas ympäristö on hyväksi liiketoiminnalle**


## VOC-yhdisteiden poiston tausta, tekniikat ja huomioon otavat seikat

### Hyvä lukija

Onko ilmansuojeluteknologia uusi asia? Etkö ole varma, mistä aloittaa? Tässä oppaassa selitetään kattavasti, mitä haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) ovat ja miten ne vaikuttavat ympäristöön. Tutustumme VOC-yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta annettuun Euroopan unionin direktiiviin.

Tiukat lait pakottavat teollisuuden rajoittamaan ilmansaasteita. Siksi tässä oppaassa on lueteltu kaikki eri tekniikat, joita käytetään VOC-yhdisteiden poistoon. Miten sopiva tekniikka sitten valitaan? Tämän oppaan lopussa on kymmenen tärkeää kriteeriä, joiden perusteella voi vertailla tekniikoita ja valita omaan liiketoimintaan parhaiten soveltuvan vaihtoehdon.

Tämä opas antaa kattavan kuvan VOC-yhdisteiden poistosta ja auttaa oikean ratkaisun valinnassa.

A photograph of an industrial facility at night, featuring tall distillation columns and complex piping systems illuminated by artificial lights against a dark sky. The image is partially obscured by a large purple circular graphic containing text.

## Euroopan unionin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määritelmä

### Mitä haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC-yhdisteet ovat?

VOC-yhdisteet ovat tunnettuja ulkoilmassa esiintyviä ilmansaasteita. Ne luokitellaan metaaniksi (CH<sub>4</sub>) ja muiksi haihtuviksi orgaanisiksi yhdisteiksi kuin metaani (NMVOC).

Euroopan unionin määritelmän mukaan haihtuvalla orgaanisella yhdisteellä (VOC-yhdisteellä) tarkoitetaan "orgaanista yhdistettä, jonka alkukiehumispiste normaali-ilmanpaineessa 101,3 kPa mitattuna on enintään 250 °C". Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta annettu direktiivi (VOC-direktiivi) on pääasiallinen väline, jolla VOC-yhdisteiden teollisuuden päästöjä rajoitetaan Euroopan unionissa. Se kattaa useita erilaisia toimintoja, joissa käytetään liuottimia, kuten painatuksen, pintojen puhdistuksen, ajoneuvojen maalauksen, kemiallisen pesun, jalkineiden valmistuksen ja lääketeollisuuden.



# Ilmansaasteisiin liittyvä lainsäädäntö

## Pariisin sopimus

Pariisin sopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle 2 °C:ssa suhteessa esiteolliseen aikaan ja rajata lämpeneminen enintään 1,5 °C:seen, sillä tämä pienentäisi huomattavasti riskejä ja ilmastomuutoksen vaikutuksia.

Hallitustenvälinen ilmastopaneeli (IPCC) julkaisi ilmaston lämpenemistä koskevan erityisraportin lokakuussa 2018. Raportin mukaan 1,5 °C:n tavoite on mahdollista saavuttaa, mutta päästöjen voimakas vähentäminen sekä ripeät, kauaskantoiset ja ennennäkemättömät muutokset ovat tarpeen kaikkialla yhteiskunnassa.

## Mitä ilmansaasteet ovat?

Ilmansaasteet ovat aineita, joilla voi olla haitallisia vaikutuksia ihmisille ja ekosysteemille. Tällainen aine voi olla esimerkiksi kiinteä hiukkanen, nestepisara tai kaasu. Ilmansaasteet voivat olla luonnollisia tai ihmisperäisiä.

Ihmisen toiminnan vuoksi ilmakehään syntyy esimerkiksi seuraavia päästöjä:

- hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>)
- rikin oksidit (SO<sub>x</sub>)
- typpioksidit (NO<sub>x</sub>)
- hiilimonoksidi (CO)
- haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)
- kloorifluorihilivedyt (CFC)
- ammoniakki
- hajut.





## EU:n VOC- direktiivissä asetetaan rajat teollisuutta varten

Euroopan unioni on antanut direktiivin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta (1999/13/EY). Direktiivin tarkoituksena on ehkäistä tai vähentää haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä ympäristöön ja pääasiassa ilmaan kohdistuvia välittömiä ja välillisiä vaikutuksia sekä ihmisten terveydelle mahdollisesti aiheutuvia vaaroja. EU:n VOC-direktiivissä asetetaan päästörajat eri teollisuudenaloille, kuten liimaukselle, maalauksille ja pinnoituksille, kelapinnoitukselle, kemialliselle pesulle, jalkineiden valmistukselle, maalien, lakkojen, painovärien ja liimojen valmistukselle, lääketeollisuudelle, painatukselle, kumin jalostukselle, pintojen puhdistukselle, kasviöljyjen sekä eläinrasvojen uutolle ja kasviöljyjen jalostustoiminnoille, ajoneuvojen korjausmaalaukselle, lankalakkaukselle, puun kyllästämiseksi ja muovin laminoinnille.

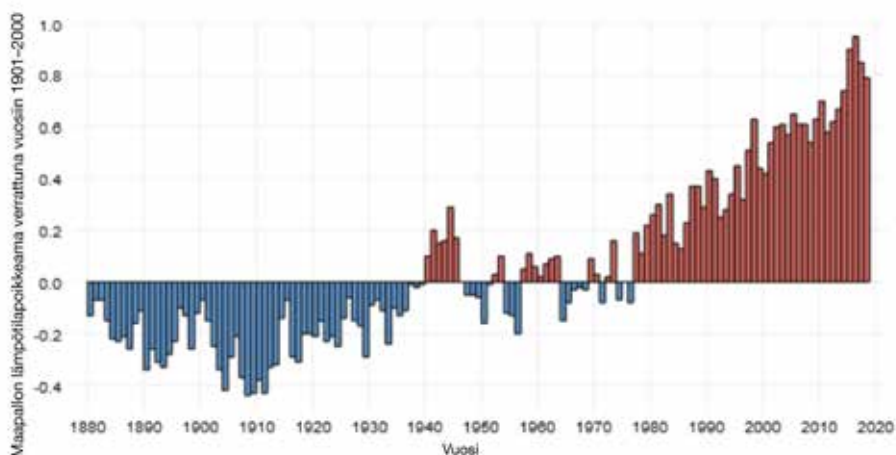
Monissa muissa maissa on oma VOC-päästöjä koskeva lainsäädäntö.



## VOC- yhdisteiden ympäristövai- kutukset

Ilmaston lämpeneminen tarkoittaa maapallon ilmastojärjestelmän keskimääräisen lämpötilan pitkäaikaista nousua. Ilmaston muutos näkyy lämpötilamittauksissa ja lämpenemisen moninaisina seurauksina. Hallitustenvälisen ilmastopaneelin (IPCC) mukaan on erittäin todennäköistä, että ihmisten vaikutus on ollut 1900-luvun puolivälistä lähtien havaitun ilmaston lämpenemisen pääasiallinen aiheuttaja. Suurin ihmisen toiminnan aiheuttama vaikutus ilmaston lämpenemiseen ovat kasvihuonekaasut. IPCC on arvioinut, että maapallon pintalämpötila nousee 2000-luvulla 1,8–4,5 °C. Nousuun vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöjen määrä sekä ilmaston heijastusvaikutukset.

Maapallon pintalämpötila vuodesta 1880 lähtien



Lähde: NOAA





# Ilmaston lämpeneminen ja terveysriskit

## Kasvihuonekaasut vaikuttavat ilmaston lämpenemiseen

VOC-yhdisteet luokitellaan metaaniksi (CH<sub>4</sub>) ja muiksi haihtuviksi orgaanisiksi yhdisteiksi kuin metaani (NMVOC).

Metaani on erittäin tehokas kasvihuonekaasu, joka lisää maapallon ilmaston lämpenemistä. Muut haihtuvat orgaaniset hiilivedyt ovat myös merkittäviä kasvihuonekaasuja, sillä ne osallistuvat otsonin muodostumiseen ja pidentävät metaanin elinikää ilmakehässä. Vaikutukset vaihtelevat paikallisen ilmanlaadun mukaan.

## Terveysriskit

Ihmisperäiset haihtuvat orgaaniset yhdisteet sekä muut sisä- ja ulkoilman epäpuhtaudet vaikuttavat vauvojen ja lasten hengitykseen, allergioihin ja immuunipuolustukseen. Terveysvaikutuksia ovat muun muassa silmien, nenän ja kurkun ärsytys, päänsärky, koordinaation heikkeneminen, pahoinvointi sekä maksan, munuaisten ja keskushermoston vauriot. Jotkin orgaaniset yhdisteet voivat aiheuttaa syöpää eläimillä ja toisten epäillään tai tiedetään aiheuttavan syöpää ihmisillä. Keskeisiä VOC-yhdisteille altistumisen oireita ovat silmän sidekalvon ärsytys, nenä- ja kurkkuvaivat, päänsärky, allergiset ihoreaktiot, hengenahdistus, alentunut koliiniesteraasin seerumipitoisuus, pahoinvointi, oksentelu, nenäverenvuoto, väsymys ja huimaus.



# VOC- yhdisteiden poistotekniikat

Käytettävissä on erilaisia mahdollisuuksia vähentää VOC-yhdisteitä ja niiden poistotekniikoita. Yksi mahdollisuus on käyttää raaka-aineita, joiden VOC-pitoisuus on pieni (esim. vesipohjaisia maaleja). Se ei kuitenkaan aina ole mahdollista, jolloin VOC-päästöt on puhdistettava VOC-yhdisteiden poistotekniikalla.

## Erilaiset VOC-yhdisteiden poistotekniikat

### 1. Hapetustekniikat

#### Terminen hapetus

- VOC-kaasut hapetetaan hiilidioksidiksi ja vedeksi yli 750 °C:n lämpötilassa
- Regeneratiivisessa hapettimessa on vähintään kaksi lämmönsiirtopetiä, jotka lämmitetään edellisen hapetusjakson aikana. Niillä esilämmitetään tulokaasut, jotta ne hapettuvat osittain. Esilämmitetyt kaasut saapuvat polttokammioon, joka lämmitetään ulkoisella polttoainelähteellä hapetuksen tavoitelämpötilaan. Lämpöhyötysuhde on yli 90 prosenttia.





# VOC- yhdisteiden poistotekniikat

- Rekuperatiivisessa hapettimessa on ensisijainen ja/tai toissijainen lämmönvaihdin. Ensisijainen lämmönvaihdin esilämmittää likaisen tuloilman ottamalla talteen lämpöä ulostulevasta puhtaasta ilmasta. Tämä tehdään putkinippulämmönvaihtimella tai levylämmönvaihtimella.

## Katalyyttinen hapetus

- Katalyyttinen hapetus on prosessi, jossa esilämmitetty poistokaasu koskettaa huokoista katalyyttistä aktiivista materiaalia. Tämä hapetusmenetelmä on nopea ja liekitön poltto.
- Hapetuslämpötila on yli 300 °C
- Regeneratiivisia ja rekuperatiivisia tekniikoita voidaan käyttää

## 2. Adsorptiomenetelmä

- Poistokaasujen molekyylit imeytetään kiinteän materiaalin pintaan.
- Yleisin adsorptiomateriaali on aktiivihili.
- Tässä menetelmässä käytetään melko alhaisia lämpötiloja.

## 3. Absorptiomenetelmä

Absorptio on diffuusiota (aineensirtoa), jossa liukoiset kaasukomponentit erotetaan kaasuvirrasta liukoisella nesteellä dispergoimalla.



# VOC- yhdisteiden poistotekniikat

## 4. Biosuodattimet

- Biosuodatuksessa käytetään elävää materiaalia epäpuhtauksien keräämiseen ja biologiseen hajottamiseen.
- Biosuodatus on yksinkertainen ja edullinen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden biologinen puhdistusprosessi.
- Biosuodatusprosessissa poistokaasu on esikäsiteltävä, jotta mikro-organismeilla on optimaalinen toimintaympäristö.

## 5. Kondensaatio

- Kondensaatioissa orgaaniset yhdisteet otetaan talteen nesteestä sen jälkeen, kun poistokaasut on kondensoitu. Kondensaatioissa tarvitaan alhainen lämpötila tai korkea höyrynpaine, kunnes kondensaatioyhdisteiden kyllästymispiste saavutetaan.



## Oikean tekniikan valitseminen

### Kun suunnittelet optimaalista vaihtoehtoa kutakin toimintaa varten, huomioi seuraavat kymmenen muuttujaa

1. Mieti, mikä on tuotannon kapasiteettitarve tulevina vuosina
2. Mittaa prosessin ilmvirtaus (Nm<sup>3</sup>/h)
3. Mittaa tulokaasun lämpötila
4. Mittaa VOC-pitoisuus (g/Nm<sup>3</sup>) (vähintään, keskimäärin, enintään)
5. Mittaa VOC-yhdisteiden tyypit ja prosenttiosuudet (esim. 40 % tolueenia ja 60 % etanolia)
6. Määritä päästöraja tai tarvittava puhdistusteho
7. Määritä prosessin työtunnit
8. Seuraavat yhdisteet on tunnistettava ja mitattava VOC-yhdisteistä:
  - piiyhdisteet
  - kloridit
  - fosfori
  - raskasmetallit
  - halogeeni
  - rikki.
9. Määritä asennuskohteet laitoksessa
10. On tärkeää laskea kokonaiskustannukset tuleville vuosille, jotta voi tehdä oikean investointipäätöksen
  - investointikustannukset
  - käyttökustannukset
  - ylläpitokustannukset.





# Puhdas ympäristö on hyväksi liiketoiminnalle

## Päätelmät

Puhdas ilma on aiempaa säännötellympää, ja vaatimukset ja lainsäädäntö tiukentuvat entisestään tulevaisuudessa. Oikeaa VOC-yhdisteiden poistojärjestelmää valittaessa on tärkeää huomioida useita seikkoja, kuten energiankulutus, ylläpito ja mahdollinen liiketoiminnan kasvu.

Nykyaikaiset tekniikat auttavat säästämään energiaa, lyhentävät investoinnin takaisinmaksuaikaa sekä tuottavat puhtaampaa ilmaa.

Toivottavasti tästä oppaasta oli hyötyä. Tiimimme auttaa mielellään löytämään oikean ratkaisun sinun tarpeisiisi.

Lupauksemme asiakkaillemme:

# Luottamus

syntyy asiakkaan liiketoiminnan ymmärtämisestä.

# Asiantuntemus

tarkoittaa tietämystä ilman epäpuhtauksista ja niiden poistamisesta.

# Helppous

on tärkeää, ja siksi tarjoamme asiakkaillemme kattavan palvelukonseptin.



**Genano**  
— solutions —

Elektroniikkatie 3  
90590 Oulu

[www.genano.com](http://www.genano.com)