

Tärkeät mittausparametrit höyrystyneen vetyperoksidin avulla tehtävässä biodekontaminaatiossa



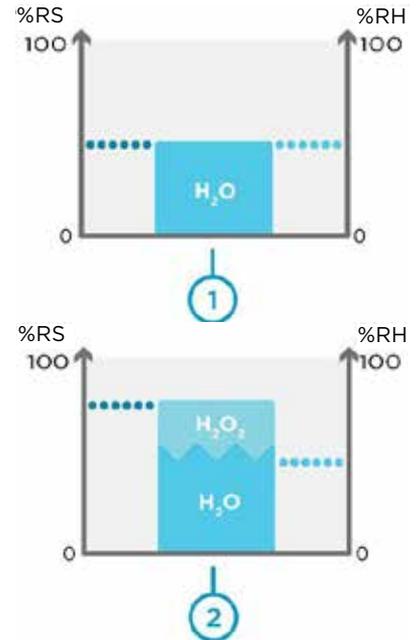
Lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja suhteellisen saturaation välinen suhde

Koska vetyperoksidihöyry ei jätä jälkiä ja toimii tehokkaana biodekontaminointimenetelmänä huonelämpötilassa, sitä käytetään laajasti esimerkiksi isolaattoreissa, siirtokammioissa ja erilaisissa luotettavaa dekontaminaatiota edellyttävissä laitoksissa.

Mikro-organismit voidaan tappaa tehokkaasti erilaisilla kosteus- ja vetyperoksiditasoilla. Jotkin biodekontaminaatiokammioiden ja isolaattorien valmistajat pitävät parempana kondensaatiota, jota ei näe paljain silmin, kun taas toiset kalliistuvat sellaisten biodekontaminaatioprosessien puoleen, joissa kosteus pidetään kaukana kondensaatiopisteestä. Tiivistyneen veden tippumista tulisi kuitenkin välttää, koska sillä voi olla haitallinen vaikutus tuuletusaikaan, materiaaleihin ja dekontaminaation yhtenäiseen tehokkuuteen. Siksi kosteuden mittaaminen vetyperoksidihöyryn avulla tehtävän biodekontaminaation aikana on tärkeää. Vedellä (H_2O) ja vetyperoksidilla (H_2O_2) on kuitenkin hyvin samanlainen molekyyli rakenne, joten kumpikin niistä vaikuttaa ilman kosteuteen.

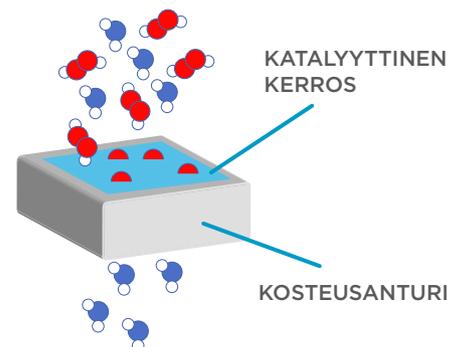
Suhteellinen kosteus on parametri, joka ilmaisee pelkän vesihöyryn

aiheuttaman ilmankosteuden. Siksi vetyperoksidihöyrysovelluksissa käytettävissä kosteusantureissa on tyypillisesti katalyyttinen kerros normaalin kosteusanturin päällä. Katalyyttinen kerros katalysoi vetyperoksidin niin, että kosteusanturi mittaa pelkkää vesihöyryä. Mitattu suhteellinen kosteus kertoo, miten paljon ilmassa on vesihöyryn aiheuttamaa kosteutta. Höyrystyneen vetyperoksidin mittaauksissa tarkastellaan suhteellista saturaatiota, joka johtuu sekä vetyperoksidin että vesihöyryn aiheuttamasta kosteudesta ilmassa. Ilmaseos alkaa kondensoitua, kun suhteellinen saturaatio on 100 %RS. Suhteellinen saturaatio on ainoa parametri, joka ilmaisee, milloin sekä vetyperoksidi- että vesihöyryä sisältävä ilmaseos alkaa kondensoitua. Siksi on tärkeää seurata suhteellisen saturaation arvoa biodekontaminaatioprosessin aikana.

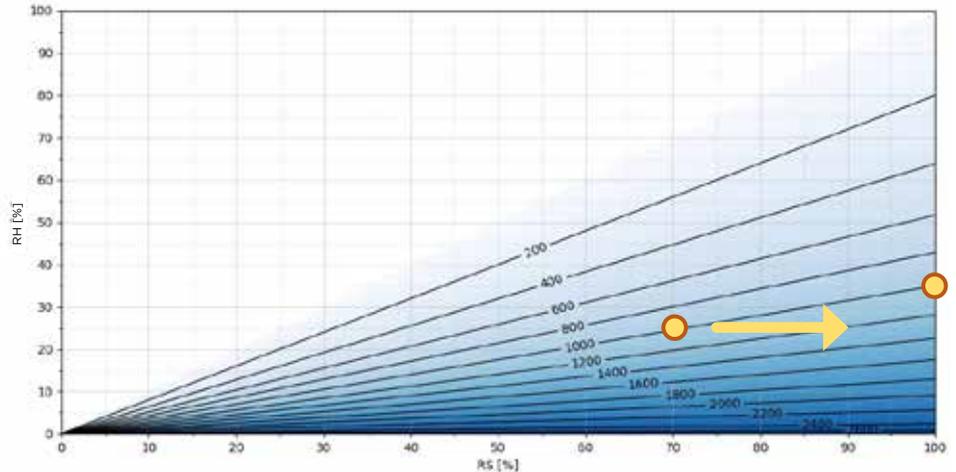


Kuva 1. Tila 1, jossa ei ole vetyperoksidihöyryä, ja tila 2, jossa on vetyperoksidihöyryä.

Kuvassa 1 esitetään kaksi erilaista tilaa: tila 1, jossa ei ole vetyperoksidihöyryä, ja tila 2, jossa on vetyperoksidihöyryä. Kun vetyperoksidihöyryä ei ole, suhteellinen saturaatio on yhtä kuin suhteellinen kosteus. Tämä voidaan nähdä tilassa 1. Tilassa 2 on sama määrä ilmaa, jossa on vesihöyryn lisäksi kuitenkin myös vetyperoksidihöyryä. Nyt suhteellinen saturaatio on suurempi kuin suhteellinen kosteus.

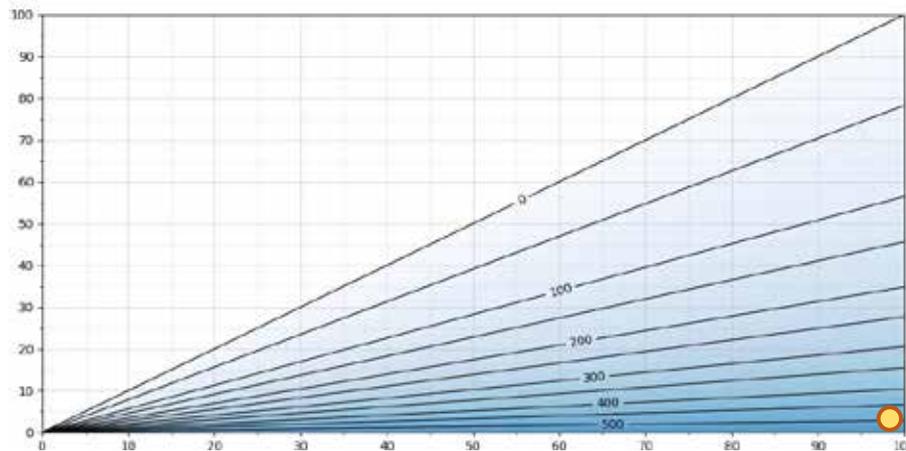


Kuvassa 2 esitetään vetyperoksidipitoisuus suhteellisen saturaation ja suhteellisen kosteuden funktiona 25 °C:n lämpötilassa. Suhteellinen saturaatio esitetään X-akselilla ja suhteellinen kosteus Y-akselilla. Varjostuksen tummuus kuvaa vetyperoksidihöyryn pitoisuutta: mitä tummempi varjostus sitä suurempi pitoisuus. Kuten kuvasta näkyy, suhteellisen kosteuden ja suhteellisen saturaation arvot poikkeavat toisistaan sitä enemmän, mitä enemmän vetyperoksidia ilmaseoksessa on. Esimerkiksi tilanteessa, jossa lämpötila on 25 °C ja vetyperoksidipitoisuus 1 000 ppm, kosteustaso 25 %RH vastaa saturaatiotasoa 70 %RS. Kun tämä kaasuseos, jossa on 1 000 ppm vetyperoksidia, alkaa kondensoitua (eli suhteellinen saturaatio on 100 %), suhteellinen kosteus on 35 prosenttia.



Kuva 2. Vetyperoksidipitoisuus suhteellisen saturaation/kosteuden funktiona, $T = 25\text{ °C}$

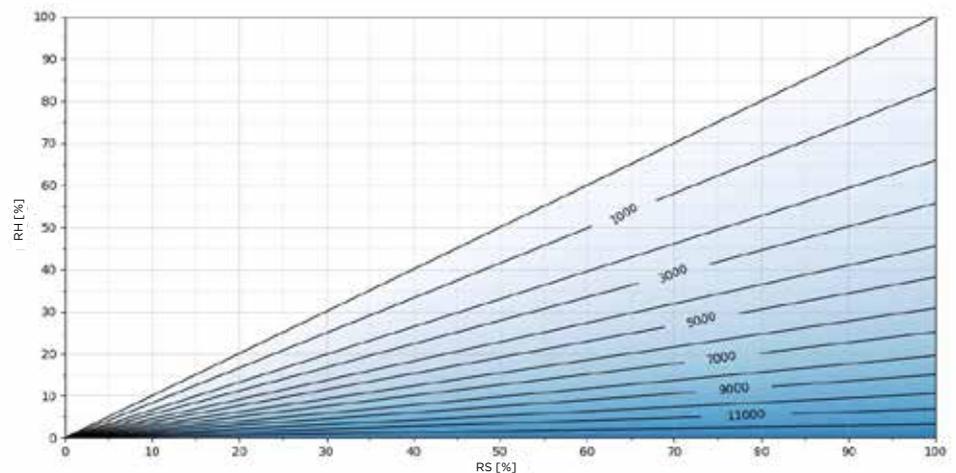
Lämpötila vaikuttaa siihen, miten paljon vetyperoksidia ilmassa voi olla, ennen kuin höyry alkaa kondensoitua (suhteellinen saturaatio on 100 %RS). Kuvassa 2 esitetty kaavio siis muuttuu lämpötilan muuttuessa.



Kuva 3. Vetyperoksidipitoisuus suhteellisen saturaation/kosteuden funktiona, $T = 5\text{ °C}$

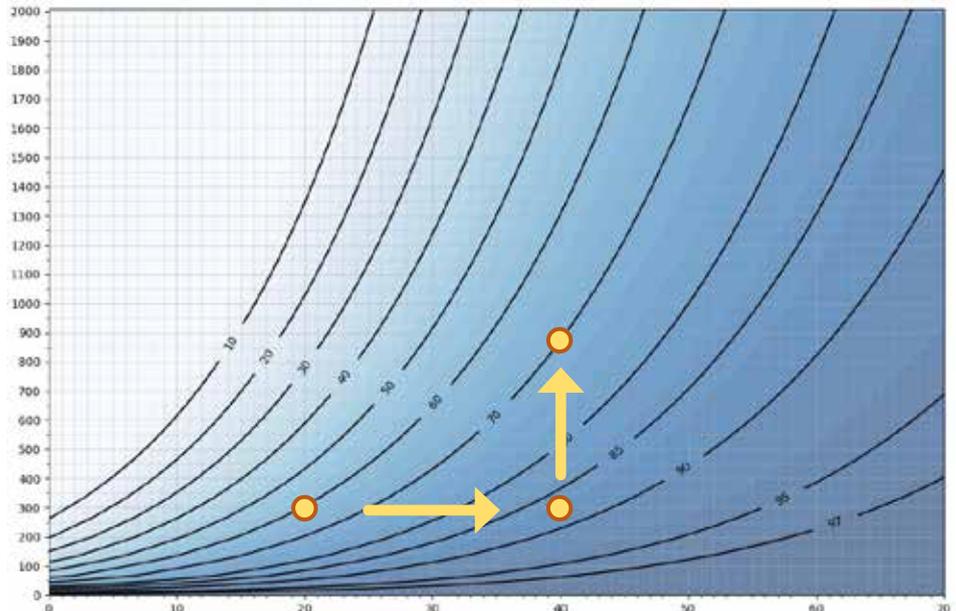
Kuvassa 3 on sama kaavio 5 °C:n lämpötilassa. Suurin vetyperoksidipitoisuus 5 °C:ssa on hiukan yli 500 ppm. Esimerkiksi tilanteessa, jossa lämpötila on 5 °C, vetyperoksidipitoisuus on 500 ppm ja suhteellinen saturaatio 100 %RS, suhteellinen kosteus on noin 2 %RH. Kun suhteellinen saturaatio on 100 %RS, ilmaseos alkaa kondensoitua. Suhteellisen saturaation ja suhteellisen kosteuden välinen ero tässä lämpötilassa on valtava: 100 %RS vs. 2 %RH. Suhteellisen kosteuden mittaamisesta ei tässä nimenomaisessa tapauksessa juuri ole käytännön hyötyä.

Mitä korkeampi lämpötila, sitä enemmän vetyperoksidihöyryä ilmaseokseen voidaan lisätä ennen kondensaation tapahtumista, kuten kuvista 4 ja 5 osoitetaan. Kuvasta 4 näkyy, että 50 °C:n lämpötilassa voidaan saavuttaa yli 12 000 ppm:n H_2O_2 -pitoisuus.



Kuva 4. Vetyperoksidipitoisuus suhteellisen saturaation/kosteuden funktiona, $T = 50\text{ °C}$

Kukin kuvan 5 piste kuvaa kondensaatiopistettä eli pistettä, jossa suhteellinen saturaatio on 100 %RS. Lämpötila esitetään X-akselilla ja vetyperoksidipitoisuus Y-akselilla. Käyrät osoittavat suurimman mahdollisen suhteellisen kosteuden. Esimerkiksi tilanteessa, jossa lämpötila on 20 °C ja vetyperoksidipitoisuus 300 ppm, kosteustaso 60 %RH vastaa 100 prosentin suhteellista saturaatiota. Jos ilman lämpötila nostetaan 40 °C:een, kun vetyperoksidipitoisuus on 300 ppm, suhteelliseksi kosteudeksi saadaan 87 % ja suhteelliseksi saturaatioksi 100 %. Ilman lämpötilan ja vetyperoksidipitoisuuden välinen suhde aiheuttaa sen, että kondensaatiota tapahtuu jo suhteellisen kosteuden ollessa alle 100 %. Suurin mahdollinen suhteellisen kosteuden arvo on sitä suurempi, mitä korkeampi lämpötila on. Jos vetyperoksiditaso nostetaan 300 ppm:stä 900 ppm:ään 40 °C:n lämpötilassa, suurin mahdollinen suhteellinen kosteus laskee 87 %RH:sta 70 %RH:hon. Suurempi pitoisuus tarkoittaa siis pienempää maksimaalista suhteellisen kosteuden arvoa.



Kuva 5. X-akseli = lämpötila, Y-akseli = pitoisuus (ppm). Suurin mahdollinen suhteellinen kosteus (RS = 100 %RS)

Sääntö: Mitä suurempi H₂O₂-pitoisuus, sitä pienempi maksimaalinen suhteellinen kosteus ja sitä suurempi suhteellisen kosteuden ja suhteellisen saturaation välinen ero.

Nämä kuvat havainnollistavat sitä, miksi pelkän suhteellisen kosteuden tarkastelu ei riitä vetyperoksidihöyryä käyttävissä biodekontaminaatioprosesseissa. Ilma, jossa on vetyperoksidia, voi ilman lämpötilan ja vetyperoksidipitoisuuden mukaan kondensoitua suhteellisen kosteuden ollessa alle 100 prosenttia. Kun ilmaseos sisältää höyrystynyttä vetyperoksidia, suhteellinen kosteus ei voi koskaan saavuttaa sataa prosenttia, joten on lähes mahdotonta ennustaa tarkasti, milloin kondensaatiota tapahtuu. Mitä korkeampi lämpötila, sitä suurempi suhteellinen kosteus voidaan hyväksyä. Toisaalta vetyperoksidipitoisuuden kasvaessa suurin saavutettavissa oleva suhteellinen kosteus pienenee.

Vetyperoksidihöyryllä tehtävässä biodekontaminaatiossa suhteellinen saturaatio on ainoa parametri, joka kuvaa tarkasti todellista saturaatiotasoa eli pistettä, jossa voidaan odottaa kondensaation tapahtuvan.



VAISALA

Ota meihin yhteyttä osoitteessa
www.vaisala.fi/contactus



Skannaamalla koodin saat lisätietoja aiheesta

Viite: B211784FI-A ©Vaisala 2019

Tämä materiaali on tekijänoikeussuojan alainen, ja Vaisala sekä sen yksittäiset yhteistyökumppanit pidättävät kaikki tekijänoikeudet siihen. Kaikki oikeudet pidätetään. Logot ja/tai tuotenimet ovat Vaisalan tai sen yksittäisten kumppanien tavaramerkkejä. Tässä esitteessä olevien tietojen kaiken muotoinen kopiointi, siirto, jakelu tai tallentaminen ilman Vaisalalta saatua kirjallista lupaa on ehdottomasti kielletty. Kaikkia tietoja – myös teknisiä – voidaan muuttaa ilman erillistä ilmoitusta.

www.vaisala.fi