

HL Hydronics  
Bögatan 40  
672 41 Töcksfors, Ruotsi

## O2-X-kaasunpoistajan ja H-Line-paineenpitolaitteen validointi

### Taustaa

HL Hydronics valmistaa O2-X-kaasunpoistajaa ja H-Line-paineenpitoyksikköjä. Kaasunpoistaja poistaa kaasua käytössä olevien lämmitys- tai jäähdytysjärjestelmien vesikierrosta. Paineenpitolaite pitää yllä tasaista painetta käytössä olevissa lämmitys- tai jäähdytysjärjestelmissä joko poistamalla tai lisäämällä vettä avoimen varastointisäiliön kautta.

### Tehtävät

HL Hydronics pyysi RISEä kokoamaan järjestelmän, joka simuloi rakennuksen lämmitys-järjestelmää. Järjestelmään vuorotellen lasketaan hanavettä ja annetaan sen kiertää, kunnes järjestelmä saavuttaa vakaan happipitoisuuden. Happipitoisuuden vaihtelua lämmitys-järjestelmän vesikierrossa tutkitaan kahdessa erillisessä kokeessa käyttäen joko O2-X-kaasunpoistajaa tai H-Line-paineenpitolaitea. Kaikki kokeeseen vaadittavat komponentit toimitettiin RISElle 21. toukokuuta 2021.

### Testattavat kohteet

Testattavat kohteet ovat O2-X-kaasunpoistaja ja H-Line-paineenpitolaite, katso kuva 1.



Kuva 1: O2-X-kaasunpoistaja (vasemmalla) ja H-Line-paineenpitolaite (oikealla)

### RISE Research Institutes of Sweden AB

Postiosoite  
Box 857  
501 15 BORÅS  
RUOTSI

Katuosoite  
Gibraltargatan 35  
412 79 Göteborg  
RUOTSI

Puh./ Fax / Sähköposti  
+46 10-516 50 00  
+46 33-13 55 02  
info@ri.se

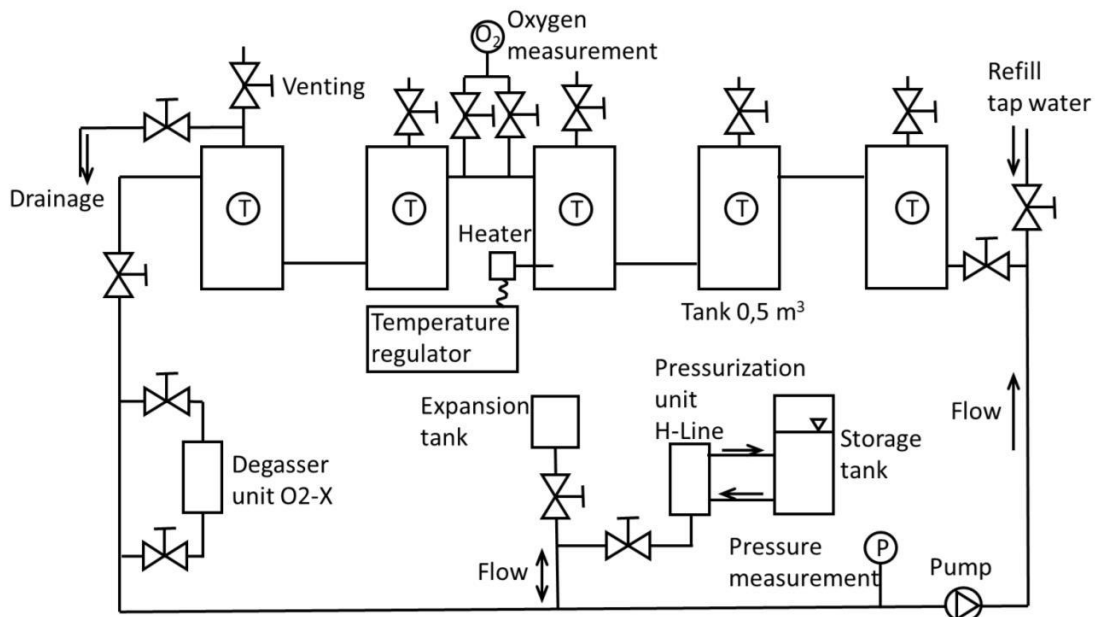
Tätä asiakirjaa ei tule kopioida kuin kokonaisuudessaan ilman RISE Research Institutes of Sweden AB:n ennalta antamaa suostumusta

## Testausmenettelyt

Lämmitys- tai jäähdytysjärjestelmää simuloiva vesikiertojärjestelmä rakennettiin RISEn laboratorioon. Järjestelmään kuuluu painesäiliöitä, putkistoja, kiertopumppu, paisuntasäiliö, ohjattava lämmitin sekä useita sulkuventtiileitä, katso kuva 2. Kuvassa 3 esitetyt kaasunpoistaja ja paineenpitolaite voidaan liittää tähän järjestelmään. Paineenpitolaitteen ollessa liitettynä paisuntasäiliö kytketään irti järjestelmästä. Paineenpitolaite käyttää avointa varastosäiliötä poisto- ja tulovedelle. Testauksen aikana järjestelmään kytketään happipitoisuutta ja painetta mittaavat laitteet. Mettler Toledon InPro6950i-mittauslaitetta käytettiin happipitoisuuden mittaamiseen. Testauksen aikana järjestelmän vedenpaine oli noin 1 bar = 0,10 MPa.

Testimenettelyyn kuuluu seuraavat vaiheet:

1. Järjestelmään vuorotellen juoksetetaan hanavettä ja annetaan sen kiertää ja tätä vuorottelua jatketaan usean kuukauden ajan, kunnes vesikierrossa saavutetaan vakaa happipitoisuus. Tämä tapahtuu järjestelmän korroosion pienentyttyä.
2. Vettä kierrätetään suljetussa järjestelmässä lisäämättä tai poistamatta sitä. Järjestelmän painetta kontrolloidaan passiivisesti paisuntasäiliötä käyttämällä. Venttiilit avataan ja kaasunpoistaja käynnistetään. Osa kiertovirtauksesta ohittaa tällöin kaasunpoistajan. Vesikierron happipitoisuus mitataan ja kirjataan ylös.
3. Vettä kierrätetään suljetussa järjestelmässä kaasunpoistajan ollessa käynnissä. Paisuntasäiliö kytketään irti, ja paineenpitolaite kytketään varastointisäiliöön, joka on jo aiemmin täytetty vesikiertojärjestelmästä saadulla vedellä. Simuloidaan vuotoa valuttamalla joka kierrolla 10 litraa vettä pois järjestelmästä. Paineenpitolaitteen annetaan palauttaa paine järjestelmään samalla, kun happipitoisuus mitataan ja kirjataan ylös. Kaasunpoistajan tulee olla sammutettuna paineenpitolaitteen testauksen aikana, ja se käynnistetään uudelleen tyhjennys- ja paineenpalautusjakson jälkeen.



Kuva 2: Piirros järjestelmästä, johon kuuluu viisi 0,5 m<sup>3</sup> kokoista säiliötä kytkettynä sarjaan, kiertopumppu, kaasunpoistaja sekä paisuntasäiliö tai paineenpitolaite avoimella varastointisäiliöllä. Järjestelmään kuuluu säätimellä varustettu lämmitin, happimittauslaitteet, tuuletusaukot, hanaveden tuloaukko, viemäröinti ja venttiilit

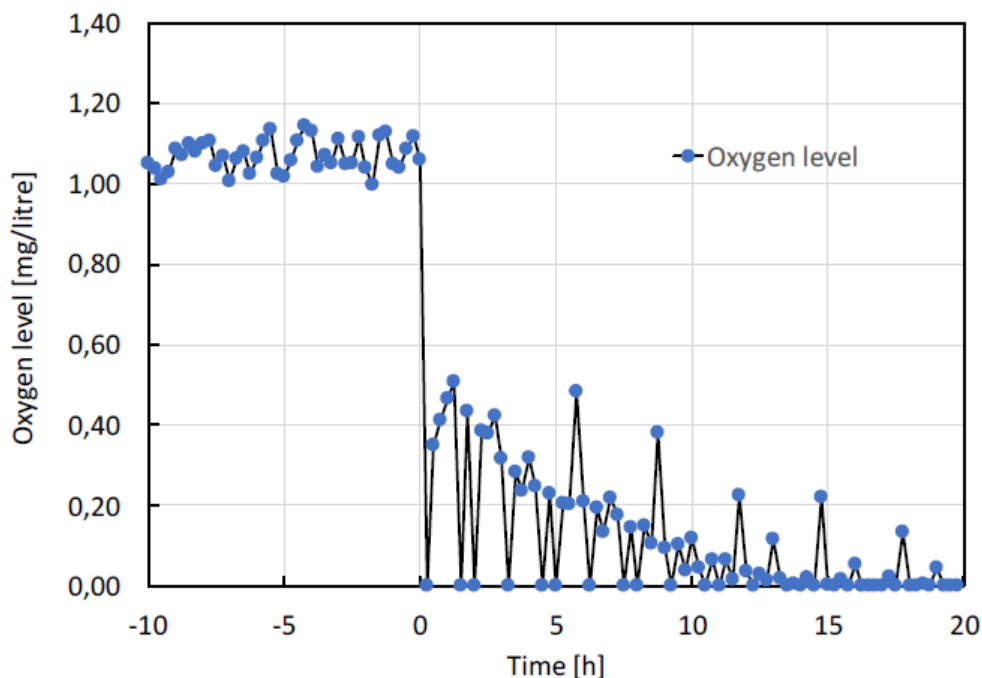


Kuva 3: Piirros järjestelmästä, johon kuuluu viisi 0,5 m<sup>3</sup> kokoista säiliötä kytkettynä sarjaan, kiertopumppu, kaasunpoistaja sekä paisuntasäiliö tai paineenpitolaite avoimella tulo- tai poistoveden varastointisäiliöllä

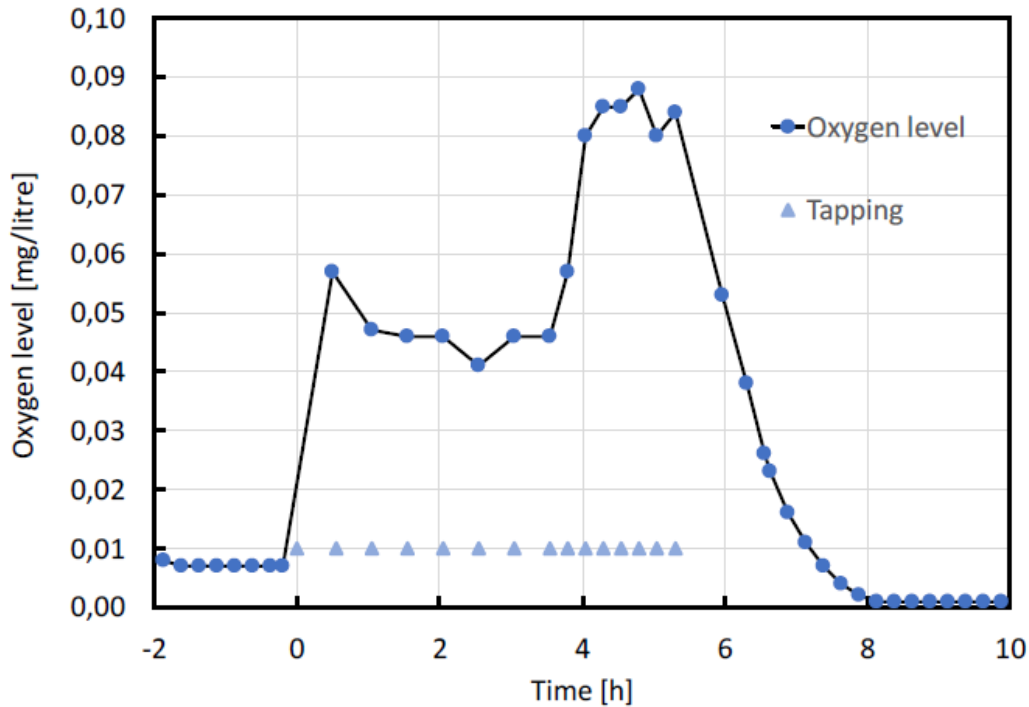
## Testitulokset

Järjestelmä koottiin ja täytettiin hanavedellä 12.7.2021. Testin ensimmäinen osa aloitettiin 9.9.2021. Se päätettiin 8.10.2021, kun vesikierron happipitoisuus saavutti vakaan tason, joka oli hieman yli 1,0 mg/litra.

Testin toisessa osassa kaasunpoistaja käynnistettiin nolлахetkellä (kuva 4) vastaten aikaa 11:53. Kymmenen tunnin kuluttua happipitoisuus oli laskenut tasoon 0,10 mg/litra ja 15 tunnin kuluttua tasoon 0,02 mg/litra. Testin aikana kiertoveden lämpötila oli 23–25 °C. Happimittauksen tulokset vaihtelevat hieman, sillä InPro6950i-mittari on herkkä järjestelmän painevaihteluille.



Kuva 4: Kiertoveden happipitoisuus tavallisella paisuntasäiliöllä varustetussa järjestelmässä ennen ja jälkeen kaasunpoistajan käynnistystä nolлахetkellä



Kuva 5: Kiertoveden happipitoisuus paineenpitolaitteella tai kaasunpoistajalla varustetussa järjestelmässä, kun siitä poistetaan kymmenen litraa vettä 15 kertaa kaavion mukaisesta nollassetuksesta alkaen. Huomaa pystysuuntainen asteikko, jossa happipitoisuuden enimmäistaso on 0,10 mg/litra

Testin kolmas osa aloitettiin 27.12.2021 klo 08:47 vastaten kuvan 5 nollassetusta, jolloin happipitoisuus oli alle 0,01 mg/litra. Alhainen happipitoisuus johtui siitä, että kaasunpoistaja oli ollut käynnissä 22.12.2021 lähtien. Nollassetuksesta järjestelmästä laskettiin pois kymmenen litraa vettä, jonka jälkeen paineenpitolaite palautti järjestelmän paineen. Sama määrä vettä laskettiin järjestelmästä vielä 14 kertaa. Nämä tapahtumat on merkitty kuvaan 5 yhdessä mitattujen happipitoisuuksien kanssa. Kaasunpoistaja sammutettiin veden valuttamisen ja paineen palauttamisen ajaksi, mutta happipitoisuus pysyi tason 0,10 mg/litra alapuolella. Kaasunpoistaja käynnistettiin jälleen tyhjennys- ja paineenpalautusjakson päätyttyä. Vajaan kahden tunnin kuluttua kaasunpoistajan käynnistämisestä happipitoisuus laski alle tason 0,02 mg/litra. Testin aikana veden lämpötila oli  $55,0 \pm 0,2$  °C.

## Johtopäätökset

Ohjeessa VDI 2035 (2021) todetaan, että veden happipitoisuus on ratkaisevassa asemassa lämmitysjärjestelmien vesipuolen korroosiossa. Korroosion todennäköisyys on pieni, kun happipitoisuus on alle 0,10 mg/litra. Kokemuksen mukaan korroosion riski on käytännössä eliminoitu, kun happipitoisuus käytön aikana on alle 0,02 mg/litra.

O2-X-kaasunpoistajan testit todistavat, että lämmitysjärjestelmän kiertoveden happipitoisuus voidaan laskea tasosta 1 mg/litra alle tason 0,02 mg/litra alle vuorokaudessa (24 tunnissa). Testeissä todettiin myös, että H-Line-paineenpitolaite kykenee palauttamaan paineen, kun järjestelmästä valutetaan kymmenen litraa vettä 15 kertaa. Tämän tyhjennys- ja paineenpalautusjakson aikana happipitoisuus ei ylittänyt tasoa 0,10 mg/litra, kun käytössä oli avoin syöttövesisäiliö. Tämän jälkeen kaasunpoistaja käynnistettiin uudelleen, ja happipitoisuus laski tasoon 0,02 mg/litra alle kahdessa tunnissa.

## Viitteet

VDI 2035 (2021), Osa 1, Prevention of damage in water heating installations - Scale formation and waterside corrosion ("Vedenlämmityslaitteistojen vahinkojen estäminen – kalkin muodostuminen ja vesilaitteiston korrosio"), Verein Deutscher Ingenieure -järjestö, Düsseldorf.

### **RISE Research Institutes of Sweden AB** **Infrastrukturi ja betoniteknologia – Toimitusjärjestelmät**

Suorittaja:



Signed by: Jan Henrik Sällström  
Reason: I am the author of this document  
Date & Time: 2022-03-21 13:44:08 +01:00

Jan Henrik Sällström

Tarkastaja:



Signed by: Anders Hjörnhede  
Reason: I have reviewed this document  
Date & Time: 2022-03-23 09:02:33 +01:00

Anders Hjörnhede