

**Havaitse, Ehkäise Ja Torju Vedenlaadun  
Muutoksesta Aiheutuvat Vaaratilanteet**



**Reaaliaikainen Vedenlaadun Seuranta  
Vesilaitoksen Jakeluverkossa: White Paper**

## Johdanto

Vesi on ihmiselle elinehto. Ilman riittävää määrää puhdasta vettä päivittäin ihminen menettää toimintakykynsä ja kuolee. Vaikka vesilaitosten käyttämä ja verkostoon pumppaama vesi edustaa vain noin 10% maailman makean veden kulutuksesta niin sen kriittinen merkitys on kasvanut globaalisti vesivarantojen pienentyessä, saastuessa ja ilmastonmuutosten aiheuttamien alueellisten sääolojen vaikuttaessa esim. sadantaa vähentävästi. Maatalouden (70%) ja teollisuuden (20%) käyttämä makea vesi on laadullisesti tärkeää mutta ei samassa määrin kuin vesilaitosten ihmisille jakeluverkon kautta toimitettava talousvesi. Vesilaitosten haasteista juuri veden laatumuutokset ovat raakaveden riittävyyden ohella suurimmat globaalit uhat ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille. Vanhentuneen verkostoinfrastruktuurin haitat alkavat myös näkyä uhkaavalla tavalla maailman vesilaitoksissa. Kaupungistuminen nielee laitosten niukat varat laajennus- ja uudisinvestointeihin sekä uusiin jätevedenpuhdistuslaitoksiin. Tästä syystä usein yli-ikäinen, olemassa oleva putkiverkosto sekä vesihuoltoverkoston toiminnan valvontaratkaisut ovat jääneet taka-alalle tai jopa kokonaan tekemättä. Toimialana vesihuolto onkin jäänyt pahasti jälkeeseen teknisen ympäristönsä uudistamisessa – ja tässä suhteessa huono vedenlaadun valvonta jakeluverkossa ei ole poikkeus. Tänä päivänä laadunvalvonta vesilaitoksissa perustuu hitaisiin, vanhanaikaisiin ja ennen kaikkea jälkijättöisiin näytteenottomenetelmiin. Tästä syystä päivittäin eri puolilla maailmaa tapahtuvat pilaantuneesta vesijohtovedestä johtuvat sairastumiset, epidemiat, veden käyttörajoitukset/käyttökiellot ovat vesilaitoksen arkipäivää.

## Ongelma

Vesilaitokset käyttävät erittäin vähän tai eivät lainkaan automaattisia järjestelmiä laitoksen jakeluverkon vedenlaadun reaaliaikaiseen mittaamiseen. Tyypillisesti vesinäytteitä otetaan manuaalisesti käsin ja ne testataan laboratoriossa määriteltyjen parametrien mukaan otetuista vesinäytteistä jälkikäteen. Näytteenotto tehdään määräpaikasta kerran kuukaudessa (esim. Suomessa) tai tarpeen mukaan useammin (esim. Englannissa). Kussakin maassa on omat säädöksensä vedenlaadun seuraamiseksi mutta mittaustapa on hidas ja jälkijättöinen ja kertoo vain näytteenoton hetkenä otetun juomaveden laadun. **Kuukausittaista näytteenottoa ennen tai jälkeen, lukuun ottamatta itse näytteenottohetkeä ja siitä jälkikäteen julkaistua paperiraporttia, kukaan ei tiedä minkä laatuista vettä jakeluverkon kautta asiakkaalle toimitetaan ja milloin sen laatu on mahdollisesti muuttunut haitalliseksi tai jopa vaaralliseksi.** Tämä aiheuttaa ongelmia vesilaitoksissa koska veden laadunmittausta ei tehdä reaaliaikaisesti 24/7 ja tämän seurauksena vedenkäyttäjät sairastuu tai jopa kuolee päivittäin eri puolilla maailmaa. Useimmiten veden laatumuutoksen huomaakin ensimmäisenä asiakas.

Vesilaitoksessa tuotettu turvallinen ja testattu vesi voi muuttua jakeluverkkoon pumppauksen jälkeen putkiverkossa haitalliseksi tai jopa käyttökelttomaksi esim. putkistosta irtoavien epäpuhtauksien, liian vähäisestä virtauksesta johtuvien eliöiden lisääntymisen tai muiden syiden vuoksi. Tästä seuraa vesilaitoksille yllätyksiä, jotka

aiheuttavat ylimääräistä puhdistustyötä ja huuhteluja, käyttörajoituksia ja veden käyttökieltoja.

Vedenlaatuongelmien syitä voidaan kuvata mm. niiden aiheuttajan, alkuperän, esiintymistiheyden, haitallisuuden tai vaarallisuuden perusteella. **Vedenlaadun muutoksia aiheuttavia syitä ovat mm. mikrobiologiset syyt, ainejäämät sekä putkistosta irtoavat ainesosat. Lisäksi kasvavaksi uhkaksi voidaan katsoa myös veteen vesilaitoksen ulkopuolelta tulevat/lisätyt, juomaveteen kuulumattomat, aineet esim. ympäristöonnettomuuden tai terrorismin takia.** Veden käyttöturvallisuus voidaankin katsoa vesilaitoksen tärkeimmäksi tehtäväksi itse vedenjakelun lisäksi.



Kuva: Manuaalinen veden näytteenotto/analysointi kerran kuukaudessa ei ole riittävää

## Teknologiataustaa

IoT –pohjaiset (Internet of Things) ja anturiteknologiaan sekä pitkälle vietyyn automaatioon perustuvat pilvipohjaiset ratkaisut mahdollistavat reaaliaikaisen valvontaratkaisun rakentamisen kustannustehokkaasti kaiken kokoisille vesilaitoksille sen rakenteesta tai laitekannasta riippumatta. Ratkaisu ei korvaa laboratorioissa tapahtuvaa näytteiden analysointia mutta antaa välittömästi ja etupainotteisesti tietoa vesilaitokselle sillä hetkellä kun veden laatu muuttuu sen määrittelemien laatukriteerien vastaiseksi. Tieto voidaan näyttää kartalla sovituiissa päätelaitteissa (esim. älypuhelin/tablet) sekä halutuilla vastuuhenkilöillä (esim. päivystäjä, valvomo, viranomainen) tai vesilaitoksen valvomon SCADA –valvontajärjestelmässä. Ratkaisun tarkoituksena on ennakolta vedenlaatuongelmien eskaloituminen, rajoittaa sen epäsuotuisia vaikutuksia ja rajata niiden vaikutus minimiin. Lisäksi järjestelmä auttaa laitosta saamaan tarkemman kokonaiskuvan vedenlaadun muutoksista ja tallennettu historiatietoa voidaan käyttää apuna mm. viranomaisraportoinnissa, putkiverkoston saneeraussuunnittelussa sekä poikkeustilanteisiin varautumisessa.

Ilman reaaliaikaista vedenlaadun seuranta vesilaitos ei voi taata veden riittävää käyttöturvallisuutta – tai häiriön/poikkeustilanteen sattuessa – pysty riittävän ajoissa aloittamaan suojaamis-, turvaamis- sekä korjaustoimenpiteitä oikeassa paikassa ja oikea-aikaisesti. Huomisen vesilaitoksissa on kattava reaaliaikainen tieto vedenlaadun muutoksista ja tämän tiedon pohjalta voidaan suunnitella sekä ohjata tarvittavia korjaustoimenpiteitä etukäteen niin, että niistä on mahdollisimman vähän haittaa vedenjakelulle.

Osana vesilaitosten modernisointikehitystä asiakkaitaan palvelevana tehokkaana liikeyrityksenä se voi nyt tarttua sen toiminnan suurimpiin uhkatekijöihin. Veden käyttöturvallisuus ja vesihuollon verkostoturvallisuus laajemminkin ovat sen vastuulla. Jos vesi ei laitoksen asiakkaiden mielestä ole turvallista ja laadukasta niin yhtiön on vaikea perustella myöskään veden tariffikorotuksia, kasvavaa investointitarvetta infrastruktuuriin tai parantaa alan kehnoa julkisuuskuvaa asiakkaidensa silmissä. Nykyteknologia mahdollistaa ensi kerran täysin uudenlaisten veden käyttöturvallisuutta parantavien ratkaisujen rakentamisen vesilaitoksiin automaatiota käyttäen.

## Ratkaisu

Innoveden kehittämä automaattinen vedenlaadun seurantaratkaisu (Innovesi Water Security, IWS) mahdollistaa reaaliaikaisen seurannan eri tyyppisten epäpuhtauksien aiheuttamien muutosten huomaamiseksi vesijohtoverkossa mm:

- veden mikrobiologinen muutos
- ainejäämät
- putkistosta irtoavat epäpuhtaudet

IWS –järjestelmä on teknisesti toteutettu teknologialla, joka mahdollistaa käyttöönoton nopeasti, joustavasti, edullisesti ja sen käyttöönottamisen palveluna ilman omia investointeja. Tästä syystä se sopii kaikenkokoisille vesilaitoksille pienimmästä suurimpaan eikä valvontaratkaisu ole riippuvainen laitoksen nykyisestä infrastruktuurin rakenteesta, laitekannasta, sijainnista tai toimintatavoista.

## Innovesi IWS –järjestelmän perusrakenne

Modulaarisen rakenteensa ansiosta järjestelmä on helppo ja nopea ottaa käyttöön ja sitä voidaan helposti laajentaa myös jälkikäteen vesilaitoksen kasvavien tarpeiden mukaisesti. Järjestelmä rakentuu seuraavista komponenteista:

### Vedenlaadun mittaus

- mikrobiologista laatua (esim. E-coli, Legionella)
- ainejäämät (esim. kloori)
- putkistosta irtoavat epäpuhtaudet (esim. rauta, mangaani, lyijy)
- aistinvarainen laatu (esim. sameus, haju, maku)

- asennus putken sisään tai ulkopuolelle
- anturi- ja sensortechnologiaa käyttäen

### Kommunikaatio

- langaton verkko (GSM, 3/4/5G, Wlan/RFID/Wifi, satelliittiyhteys)
- kiinteä yhteys (LAN, WAN)
- kryptattu tiedonsiirto
- käyttö verkkovirralla tai paristolla (2 vuotta)

### Käyttöliittymät ja integraatio

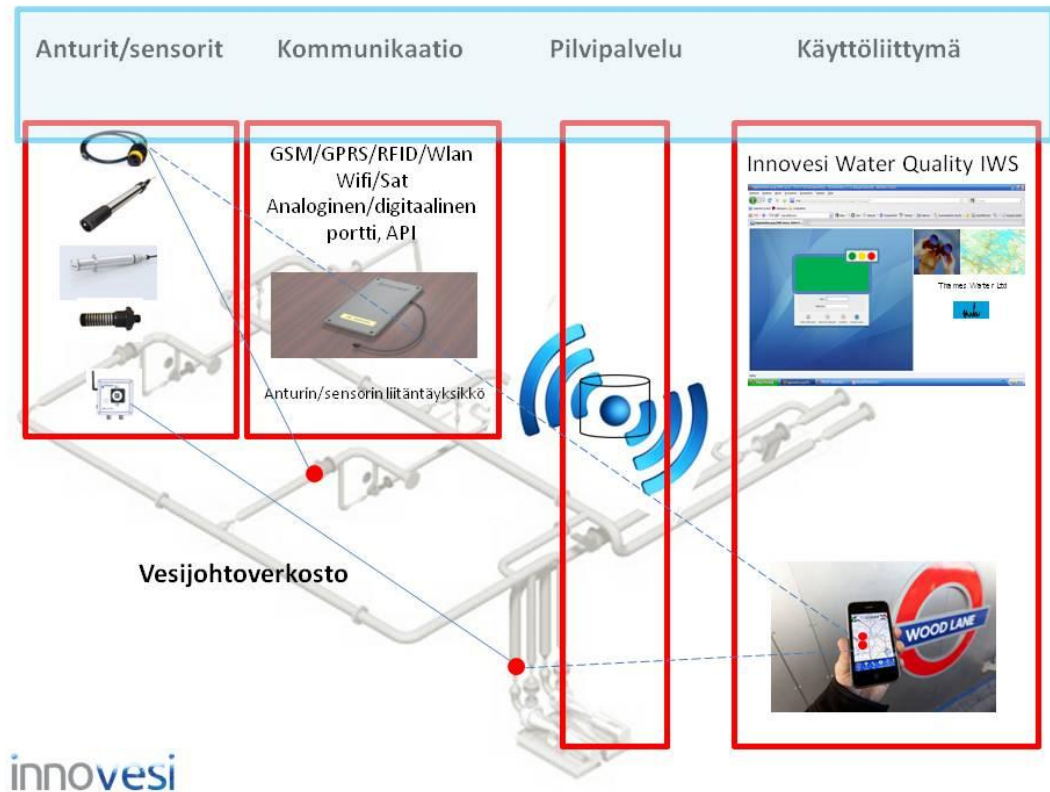
- mobiililaitteet (älypuhelin, tablet, laptop)
- kiinteät laitteet (työasema, SCADA)
- integraatio muihin järjestelmiin
- vahva käyttäjätunnistus ja salaus
- tehtävän mukaiset käyttöliittymät
- käyttöliittymä kolmansille osapuolille (urakoitsijat, viranomaiset)

### Pilvipalvelu ja analytiikka

- kahdennettu, riittävä palvelukapasiteetti >99,9% käytettävyydellä
- tietoturvattu kommunikointi
- modulaarinen ja skaalautuva ratkaisu joka mahdollistaa käytännössä rajattoman määrän mittausensoreita kytkettäväksi palveluun
- kattavat käyttöliittymäpalvelut: karttapohjainen monitorointi/hälytys, tiedonkeruu, raportointi, analysointi/ennusteet

Modulaarisen, palvelupohjaisen hinnoittelunsa ansiosta laitoksen on helppo käyttöönottaa ratkaisu ilman raskaita, erillisiä investointipäätöksiä. Laitos itse määrittelee kuinka monessa ja missä kohtaa verkostoa/putkistoa vettä analysoidaan sekä kuinka usein tietoa sensorista järjestelmään halutaan lähettää. Fyysistä mittapäiden asennuksista vesijohtoverkkoon vastaa vesilaitos. Käyttöliittymien ja päätelaitteiden määrittelyn ja testauksen jälkeen palvelu on otettavissa käyttöön välittömästi.

Innovesi IWS -järjestelmässä on useita parametroitavia asetuksia, joita säätämällä voidaan ottaa joustavasti huomioon vesilaitoksen laatuvaatimukset, toimintatavat, resurssit, muut valvontajärjestelmät sekä tahtotila vedenlaadun valvonnan nivellyttämiseksi osaksi hallittua verkkoinfrastruktuuria. Ensimmäistä kertaa on mahdollista kytkeä haluttaessa myös viranomaiset tai vesilaitoksen ulkopuoliset palvelutoimittajat (esim. huoltoyhtiö tai alihankkija) osaksi tätä reaaliaikaista valvontaratkaisua.



Kuva: IWS –järjestelmän komponentit ja toiminta

## Innovesi IWS –järjestelmän edut muihin menetelmiin verrattuna

- **Nopeus**
  - ylivoimainen nopeus vedenjakelun haitallisten aineiden aikaisena tunnistajana/varoittajana (nk. **early warning**)
- **Tunnistuskkyky**
  - tunnistaa heti seurattavan aineen/asian/parametrin muutokset sekunneissa
- **Tavoittavuus**
  - tieto tavoittaa välittömästi oikeat vastuuihmiset paikasta ja ajasta riippumatta
- **Kattavuus**
  - mahdollistaa kattavan vedenlaadun reaaliaikaisen valvontajärjestelmän rakentamisen minne tahansa
- **Joustavuus**
  - modulaarinen rakenne mahdollistaa joustavan käyttöönoton ja laajentamisen – myös palvelut kolmansille osapuolille
- **Edullisuus**
  - palveluperusteinen ratkaisu ilman omia investointeja

## Yhteenveto

Innovesi IWS –järjestelmä on jokaisen turvallisuuteen panostavan vesilaitoksen vedenlaadun seurannan perusratkaisu. Tällä se automatisoi ja tehostaa omaa toimintaansa merkittävästi sekä lisää asiakkaiden luottamusta veden laatuun ja minimoi vahingot vedensaastumistapauksissa. Kun veden laatu on kontrolloitua ja se voidaan osoittaa reaaliaikaisesti asiakkaille esimerkiksi laitoksen kotisivuilla – on asiakkaalle näkyvä toiminta ammattimaista ja asiakaslähtöistä. Vesilaitoksen veden laadulla mitataan koko vesilaitoksen toiminnan onnistumista – vuorokauden jokaisena hetkenä. On kohtuullista odottaa että vesilaitos itse huomaa oman vedenjakelunsa ongelman ennen asiakasta – ja ennen mahdollista katastrofia. Innoveden IWS mahdollistaa tämän vedenlaadun valvonnan osalta 24/7/365.

## Vesialan ammattilaiset sanovat

*“I am definitely interested in hearing about your technology. Main concerns in the UK (besides microbiological quality) are taste, odour and colour issues. I think the main culprits in that regard are iron (colour) and manganese (taste)”. (Isle Utilities/Thomas Jacks, UK)*

*“Water is a cautious, nearsighted industry. But I have no doubt that eventually all utilities will go this direction. They will have to, to survive”. (Pitango Venture Capital/Aaron Mankovski, Israel)*

*”Yli puolet (53 %) pilaantuneen veden alueen asukkaista sairastui vatsatautiin. Vatsatautitapausten ylimäärän tällä alueella arvioitiin olleen 4519 vertailtaessa ilmaantuvuuteen kontrolliväestössä. Myös Nokian puhtaan veden alueella todettiin ylisairastuvuutta. Ulostenäytteissä todettiin seitsemän taudinaiheuttajaa joista kuusi osoitettiin myös talousvedestä otetuista näytteistä”. (Tampereen yliopisto, ote LL Janne Laineen väitöskirjasta Laaja juomavesivälitteinen epidemia Pirkanmaalla 2007).*

## Innovesi Smart Solutions lyhyesti

Innovesi on v. 2014 perustettu modernien IoT -teknologioihin perustuvien älykkäiden Smart Water –vesiratkaisujen toimittaja. Sen ominaisuudet perustuvat v. 2010 kehitettyyn palveluun sekä sen modulaarisiin komponentteihin, joiden avulla voidaan ratkaista kaikki 4 suurinta vesilaitoksen haastetta maailmassa: vedenlaatuseurannan automatisointi, hukaveden poistaminen, putkiston kunnan mittaaminen sekä vuotojen paikallistaminen ja vesilaitoksen laitekannan 24/7 seuranta. Innoveden ja sen yhteiskumppanien kehittämät (mm. VTT) innovaatiot auttavat vesilaitosta reaaliaikaisen tilannekuvan saamisessa sekä parantaa ratkaisevasti sen operatiivista toimintaa sekä resurssien tehokasta käyttöä. Innoveden ratkaisut ovat herättäneet kiinnostusta jo yli 100 maassa. Ensimmäisenä moduulina valmistuu vedenlaadun automaattisen mittaamisen ratkaisu IWS. Lisätietoja osoitteesta [www.innovesi.com](http://www.innovesi.com)