

# Vesilaitostekniikka ja hygienia

Vesilaitosyhdistyksen  
julkaisusarja nro 51

Helsinki 2025



Julkaisun myynti:

Vesilaitosyhdistys  
Aleksanterinkatu 44 A  
00100 Helsinki

puh. (09) 868 9010  
sähköposti: [vy@vy.fi](mailto:vy@vy.fi)  
kotisivu [www.vy.fi](http://www.vy.fi)

ISSN-L 2242-7317  
ISSN 2242-7317

ISBN 978-952-7545-27-0  
Helsinki 2025, (6. painos)

| <b>KUVAILULEHTI</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                       |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| <i>Julkaisija</i>                    | Suomen Vesilaitosyhdistys ry                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                                       |
| <i>Tekijät</i>                       | Suomen Vesilaitosyhdistys ry                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                                       |
| <i>Julkaisun nimi</i>                | Vesilaitostekniikka ja hygienia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                       |
| <i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i> | Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 51                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |                                       |
| <i>Julkaisun teema</i>               | Vedenhankinta, vedenkäsittely, vedenjakelu ja talousveden laatu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                       |
| <i>Saatavuus</i>                     | Julkaisu on saatavissa Vesilaitosyhdistyksen verkkosivuilta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                       |
| <i>Tiivistelmä</i>                   | <p>Talousveden on oltava turvallista käyttäjilleen kaikkina vuorokauden aikoina, joksena päivänä vuodessa. Talousvettä toimittavalla laitoksella työskentelevien ammattitaidolla on merkittävä rooli talousveden turvallisen ja jatkuvan toimituksen varmistamisessa.</p> <p>Terveysturvallisuuden mukaan kaikkien henkilöiden, joiden työtehtävät talousvettä toimittavalla laitoksella voivat vaikuttaa talousveden laatuun, on todistettava pätevyytensä. Velvoite koskee laitoksen oman henkilöstön lisäksi myös ulkopuolisia laitokselle työtä tekeviä henkilöitä. Pätevyys todistetaan suorittamalla Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston (Valvira) ylläpitämä laitostekninen ja talousvesihygieninen osaamistesti. Osaamisvaatimuksista säädetään tarkemmin sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella 1351/2006. Testin läpäiselle myönnetään vesityökortti, joka on voimassa viisi vuotta kerrallaan.</p> <p>Tämä julkaisu on tarkoitettu ensisijaisesti laitostekniseen ja talousvesihygieniseen osaamistestiin valmentautumiseen. Opas antaa perustiedot vedenhankinnasta, -käsittelystä ja -jakelusta, talousveden laadusta, hygienian merkityksestä, lainsäädännöstä, talousveden valvonnasta, riskienhallinnasta ja häiriötilanteissa toimimisesta. Oppaan avulla on mahdollisuus kerrata ja täydentää tietojään vesilaitostekniikasta ja talousveden laadun varmistamisesta. Oppaassa aiheita tarkastellaan käytännön työssä tarvittavien tietojen ja taitojen kannalta.</p> |                       |                                       |
| <i>Avainsanat</i>                    | vedenhankinta, vedenkäsittely, vedenjakeluverkostot, talousveden laatu, vedentuotantoketjun riskienhallinta, vesityökortti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |                                       |
| <i>Rahoittaja/toimeksiantaja</i>     | Suomen Vesilaitosyhdistys ry                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                                       |
|                                      | ISBN<br>978-952-7545-27-0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ISSN<br>2242-7317     | 6. painos                             |
|                                      | <i>Sivu</i><br>65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <i>Kieli</i><br>suomi | <i>luottamuksellisuus</i><br>julkinen |
| <i>Julkaisun ja-<br/>kelu</i>        | Vesilaitosyhdistys, <a href="http://www.vesilaitosyhdistys.fi">www.vesilaitosyhdistys.fi</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                                       |
| <i>Painopaikka ja<br/>-aika</i>      | Helsinki 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                       |

| <b>BESKRIVNINGSBLAG</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |                                      |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| <i>Publicerat av</i>                        | Finlands Vattenverksförening r.f.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                      |
| <i>Författare</i>                           | Finlands Vattenverksförening r.f.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                      |
| <i>Publikationens titel</i>                 | Vattenverksteknik och hygien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |                                      |
| <i>Publikationsseriens titel och nummer</i> | Vattenverksföreningens publikationsserie nr 51<br>(Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 51)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                          |                                      |
| <i>Publikationens tema</i>                  | Vattenanskaffning, vattenbehandling, vattendistribution och hushållsvattnets kvalitet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |                                      |
| <i>Tillgänglighet</i>                       | Publikationen finns tillgänglig på Vattenverksföreningens webbplats                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                                      |
| <i>Sammanfattning</i>                       | <p>Hushållsvattnet ska alla tider på dygnet, alla dagar i året, vara tryggt för användarna. Yrkeskompetensen hos personer som arbetar på anläggningar som levererar hushållsvatten har stor betydelse då man säkerställer oavbrutna och trygga leveranser av hushållsvatten.</p> <p>Enligt hälsoskyddslagen ska alla de personer påvisa sin kompetens vars arbetsuppgifter hos en anläggning som levererar hushållsvatten kan påverka hushållsvattnets kvalitet. Förpliktelsen berör utöver anläggningens egen personal även de utomstående personer som arbetar för anläggningen. Kompetensen påvisas med att man presterar ett anläggningsteknisk och hushållsvattenhygienisk kompetenstest som upprätthålls av Tillsynsverket för social- och hälsovården (Valvira). Social- och hälsovårdsministeriets förordning 1351/2006 reglerar närmare om kompetenskraven. De som utför testet med godkänt resultat beviljas ett vattenarbetskort som gäller fem år i taget.</p> <p>Publikationen är främst avsedd som förberedelsematerial inför kompetenstester gällande anläggningsteknisk och hushållsvattenhygien. Handboken ger grundkunskaper i anskaffning, behandling och distribution av vatten, hushållsvattnets kvalitet, hygienens betydelse, lagstiftning, kontrollen av hushållsvatten, samt i störningssituationhantering. Med hjälp av handboken kan man även repetera och komplettera sina kunskaper i anläggningsteknisk och i säkerställandet av hushållsvattnets kvalitet. Respektive ämne i handboken behandlas med sikte på de kunskaper och kompetenser som krävs i praktiskt arbete.</p> |                          |                                      |
| <i>Nyckelord</i>                            | vattenanskaffning, vattenbehandling, vattendistributionsnät, hushållsvattnets kvalitet, vattenarbetskort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |                                      |
| <i>Finansiär/uppdragsgivare</i>             | Finlands Vattenverksförening r.f.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                      |
|                                             | <i>ISBN</i><br>978-952-7545-27-0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>ISSN</i><br>2242-7317 | 6. upplagan                          |
|                                             | <i>Sidantal</i><br>65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>Språk</i><br>finska   | <i>Konfidentialitet</i><br>offentlig |
| <i>Distribution av publikationen</i>        | Vattenverksföreningen, <a href="http://www.vesilaitosyhdistys.fi">www.vesilaitosyhdistys.fi</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |                                      |
| <i>Tryckort och tidpunkt för tryck</i>      | Helsingfors 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |                                      |

## Esipuhe

Talousveden toimittaminen asiakkaalle on talousvettä toimittavan vesihuoltolaitoksen ydintehtävä, jota palvelemaan muut laitoksen toiminnot on valjastettu. Veden on oltava turvallista käyttäjilleen kaikkina vuorokauden aikoina jokaisena päivänä vuodessa. Tähän tarvitaan rautaisia ammattilaisia.

Talousvettä toimittavan laitoksen työntekijöiden ammattitaidon varmistamiseksi terveys- ja sosiaalilaki velvoittaa, että kaikilla laitoksessa työskentelevillä henkilöillä, joiden toimilla voi olla vaikutusta veden laatuun, tulee olla vesityökortti. Vesityökortti myönnetään laitosteknisen ja talousvesihygienisen osaamistestin hyväksytysti suorittaneille ja se on voimassa viisi vuotta kerrallaan. Osaamisvaatimuksista säädetään tarkemmin sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella 1351/2006.

Tämä opas on tarkoitettu osaamistestiin valmistautumista varten. Oppaaseen on kerätty talousveden laadun turvaamisen ja osaamistestin läpäisemisen kannalta olennainen tieto.

Alkuperäisen oppaan ovat laatineet Jorma Pääkkönen ja Päivi Peltonen Suunnittelukeskus Oy:stä. Oppaan laatimista ohjasi työryhmä, johon kuuluivat Heli Härkki (Helsingin Vesi), Jarkko Rapala (Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus), Reijo Rosengren (Turun vesilaitos), Unto Tanttu (Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä) ja Riku Vahala (Vesi- ja viemärlaitosyhdistys). Arvokkaita parannusehdotuksia antoivat myös Jari Keinänen (sosiaali- ja terveysministeriö), Olli Keski-Saari (Lappavesi Oy), Reijo Kuivamäki (Tampereen Vesi), Pekka Laakkonen (Tampereen Vesi), Jouko Mäenpää (Helsingin Vesi) sekä Irina Nordman (Turun vesilaitos).

Vesilaitosyhdistyksen Vesilaitostekniikka ja hygienia -opas päivitettiin ensimmäisen kerran vuonna 2012. Päivitystyössä huomioitiin osaamistestejä järjestävien tahojen oppaasta vuonna 2010 antama palaute. Sisältöä on päivityksen yhteydessä tarkennettu kauttaaltaan ja erityisesti verkoston, huollon ja kunnossapidon sekä varautumisen osalta. Oppaan päivittivät Elina Antila ja Jorma Pääkkönen FCG Finnish Consulting Group Oy:stä. Päivitystyötä ohjasi työryhmä, johon kuuluivat Anna-Maija Hallikas (Vesilaitosyhdistys), Tomi Kekki (Evira), Tuula Laakso (Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut Kuntayhtymä), Markku Lehtola (Kuopion Vesi), Riina Liikanen (Vesilaitosyhdistys), Jarkko Rapala (sosiaali- ja terveysministeriö), Tapio Tolvanen (Verlatek Oy) ja Jaana Vaitomaa (Valvira).

Vesilaitostekniikka ja hygienia -opas päivitettiin vuonna 2025 vastaamaan uuden juomavesidirektiivin myötä kansallisessa lainsäädännössä voimaan tulleita lainsäädännön vaatimuksia. Päivitys tehtiin Vesilaitosyhdistyksen omana työnä sekä Mykon Oy:n Anna-Maija Hallikkaan toimesta ja arvokkaita kommentteja ja lisäyksiä tekstiin saatiin Valvirasta (Jaana Kilponen), Terveiden ja hyvinvoinnin laitokselta (Ilkka Miettinen) sekä Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY:ltä (Heli Härkki) ja Vesilaitosyhdistyksen vesilaitosryhmän jäseniltä.

Vesilaitosyhdistys kiittää kaikkia oppaan tekemiseen ja sen päivittämiseen osallistuneita heidän aktiivisesta panostuksestaan.

Helsingissä 7.11.2025  
Vesilaitosyhdistys



# Sisällysluettelo

|       |                                                                                          |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Johdanto .....                                                                           | 1  |
| 2     | Lainsäädäntö .....                                                                       | 2  |
| 2.1   | Talousveteen liittyvät säädökset .....                                                   | 2  |
| 2.2   | Terveystensuojeluviranomainen hyväksyy talousvettä toimittavan laitoksen toiminnan ..... | 2  |
| 2.3   | Talousvesihygieeninen osaaminen .....                                                    | 2  |
| 3     | Talousveden tuotantoketjun riskienhallinta .....                                         | 4  |
| 4     | Talousveden valvonta ja tiedottaminen .....                                              | 6  |
| 4.1   | Talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet .....                                        | 6  |
| 4.1.1 | Mikrobiologiset laatuvaatimukset ja -tavoitteet .....                                    | 6  |
| 4.1.2 | Kemialliset laatuvaatimukset .....                                                       | 8  |
| 4.1.3 | Kemialliset laatuvaatimukset .....                                                       | 9  |
| 4.1.4 | Radioaktiivisuus .....                                                                   | 9  |
| 4.2   | Talousveden viranomaisvalvonta ja valvontatutkimusohjelma .....                          | 10 |
| 4.3   | Vesilaitos tekee omaa valvontaa .....                                                    | 11 |
| 4.4   | Vedenlaatu tiedot on toimitettava tietojärjestelmiin .....                               | 12 |
| 4.5   | Näytteenotto .....                                                                       | 12 |
| 4.5.1 | Näytteenottopaikat .....                                                                 | 13 |
| 4.5.2 | Näytetypit .....                                                                         | 14 |
| 4.6   | Jatkuvatoimiset mittarit .....                                                           | 15 |
| 4.7   | Vesilaitoksen pitää tiedottaa veden laadusta .....                                       | 15 |
| 5     | Häiriötilanteet .....                                                                    | 17 |
| 5.1   | Toimenpiteet vedenlaadun häiriötilanteessa .....                                         | 18 |
| 6     | Vedenhankinta .....                                                                      | 20 |
| 6.1   | Pohjavesi raakavetenä .....                                                              | 20 |
| 6.1.1 | Mitä on pohjavesi? .....                                                                 | 20 |
| 6.1.2 | Pohjaveden likaantumisen riskit ja pohjavedensuojelu .....                               | 21 |
| 6.1.3 | Kuulukaivo, siiviläputkikaivo ja porakaivo .....                                         | 24 |
| 6.1.4 | Pohjaveden laatu häiriöt ja kaivojen kunnossapito .....                                  | 26 |
| 6.2   | Pintavesi otetaan järvestä tai joesta .....                                              | 27 |
| 7     | Vedenkäsittely: raakavedestä talousvettä .....                                           | 29 |
| 7.1   | Vesilaitostyyppit .....                                                                  | 29 |
| 7.1.1 | Pohjavesilaitos .....                                                                    | 29 |
| 7.1.2 | Tekopohjavesilaitos .....                                                                | 30 |
| 7.1.3 | Pintavesilaitos .....                                                                    | 30 |
| 7.2   | Tavallisimpia vedenkäsittelymenetelmiä .....                                             | 31 |
| 7.2.1 | Vedenkäsittelykemikaaleista .....                                                        | 31 |
| 7.2.2 | Alkalointi eli pH:n nosto .....                                                          | 33 |
| 7.2.3 | Kalkkikivisuodatus alkalointimenetelmänä .....                                           | 34 |
| 7.2.4 | Desinfointi: haitallisten, tautia aiheuttavien mikrobin tuhoamista .....                 | 35 |
| 7.3   | Laaturiskit ja niiden hallinta vesilaitoksella .....                                     | 38 |
| 7.3.1 | Kemikaalin yliannostuksen seurauksia .....                                               | 38 |
| 7.3.2 | Pintavesilaitoksella mahdollisia laatu häiriöitä .....                                   | 39 |
| 7.3.3 | Hygienian laitostiloissa .....                                                           | 40 |
| 7.3.4 | Työntekijöiden hygienia .....                                                            | 40 |
| 7.3.5 | Vesilaitosten saneeraus ja rakentaminen .....                                            | 41 |
| 8     | Vesijohtoverkostot .....                                                                 | 42 |
| 8.1   | Verkoston vaikutus talousveden laatuun .....                                             | 42 |
| 8.2   | Verkostomateriaalit ja pinnoitteet .....                                                 | 42 |
| 8.3   | Verkostotyöt .....                                                                       | 43 |
| 8.3.1 | Verkostomateriaalien varastointi ja kuljetus .....                                       | 43 |

|       |                                         |    |
|-------|-----------------------------------------|----|
| 8.3.2 | Asennustyöt.....                        | 43 |
| 8.3.3 | Uuden putken käyttöönotto .....         | 45 |
| 8.3.4 | Verkostojen huolto ja kunnossapito..... | 46 |
| 8.3.5 | Putkirikot.....                         | 49 |
| 8.4   | Vesisäiliöt .....                       | 50 |
| 8.5   | Kiinteistöjen vesilaitteistot .....     | 51 |
| 9     | Lisätietoa.....                         | 54 |
| 10    | Liitteet .....                          | 57 |

Liite 1. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 1351/2006 osaamistestausvaatimuksista

Liite 2. Käsitteitä

Liite 3. Alkalointi

Liite 4. Natriumhypokloriitti

Liite 5. Kemikaalien yliannostuksien syitä ja niiden estäminen

# 1 JOHDANTO

Suomessa vesihuolto on pääosin toimivaa ja talousveden laatu hyvää. Riskit talousveden saastumiselle ovat kuitenkin todellisia. Vuosien 1998–2024 aikana raportoitiin 110 vesiepidemiaa (veden välityksellä leviävä sairaus), joissa sairastui yhteensä yli 30 000 ihmistä. Suurin osa epidemioista on aiheutunut mikrobien saastuttamista pohjavesistä.

Vesilaitoksen henkilökunnan ammattitaitoon kuuluu tiedostaa laitoksen vedenhankintaan, -käsittelyyn ja -jakeluun liittyvät riskitekijät, jotka voivat huonontaa tai pilata talousveden laadun sekä osata toimia talousveden laatua ylläpitäen. Vesihuoltolaitoksissa on nyt ja tulevaisuudessa tarvetta osaavalle henkilökunnalle. Vesihuoltoa ei voida siirtää ulkomaille.

Terveydensuojelulain mukaan vesilaitoksen tai muun toiminnanharjoittajan on kustannuksellaan huolehdittava, että henkilöillä, joiden työtehtävät talousvettä toimittavalla laitoksella voivat vaikuttaa talousveden laatuun, on todistus laitosteknisestä ja talousvesihygienisestä osaamisesta. Velvoite koskee laitoksen oman henkilöstön lisäksi myös ulkopuolisia laitokselle työtä tekeviä henkilöitä. Osaaminen todistetaan suorittamalla Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston (Valvira, 1.1.2026 lähtien Lupa- ja valvontavirasto, LVV) ylläpitämä osaamistesti. Testin läpäisseeille myönnetään vesityökortti.

Tämän oppaan tarkoituksena on antaa perustiedot vedenhankinnasta, -käsittelystä ja -jakelusta, talousveden laadusta, hygienian merkityksestä, lainsäädännöstä, talousveden valvonnasta, riskienhallinnasta ja häiriötilanteissa toimimisesta. Oppaan avulla vesilaitoksen henkilöstöllä on mahdollisuus kerrata ja täydentää tietojaan sekä valmentautua osaamistestiin. Osaamistestissä ja oppaassa tarkastellaan aiheita käytännön työssä tarvittavien tietojen ja taitojen kannalta.

Terveydensuojeluviranomaisella tarkoitetaan oppaassa talousvettä toimittavan laitoksen toimittamaa vettä ja laitoksen toimintaa valvovaa kunnan viranomaista.

Keskeisin tietosisältö on korostettu tekstissä alleiviivauksin. Tekstiin *kursiivilla merkittyyn lainsäädäntöön ja oppaisiin* on linkit luvussa 9, siltä osin kuin materiaalit ovat vapaasti saatavilla.

## 2 LAINSÄÄDÄNTÖ

### 2.1 TALOUSVETEEN LIITTYVÄT SÄÄDÖKSET

Talousveden hankintaa, käsittelyä, toimittamista ja laatua koskevat keskeisesti seuraavat säädökset

- Terveystensuojelulaki (763/1994) ja sen nojalla annetut talousvesiasetus (1352/2015) ja riskienhallinta-asetus (7/2023),
- Vesihuoltolaki (119/2001) ja sen nojalla annettu Veeti-asetus (6/2023) tiedottamisesta,
- Vesilaki 587/2011.

### 2.2 TERVEYDENSUOJELUVIRANOMAINEN HYVÄKSY Y TALOUSVETTÄ TOIMITTAVAN LAITOKSEN TOIMINNAN

Lainsäädännössä asetetaan vaatimuksia talousvettä toimittaville laitoksille, joista käytetään tässä oppaassa myös nimitystä vesilaitos. Useat näistä velvoitteista koskevat myös ns. tukkulaitoksia, jotka toimittavat vettä talousvettä toimittavalle laitokselle.

Terveystensuojelulaki (763/1994) edellyttää, että terveydensuojeluviranomainen hyväksyy talousvettä toimittavan laitoksen toiminnan ennen kuin se aloittaa talousveden toimittamisen. Tätä toiminnan hyväksymistä on haettava myös ennen kuin vedenottoa tai vedenkäsittelyä laajennetaan tai muutetaan olennaisesti tai jos veden laadussa tai jakelussa tapahtuu talousveden laadun kannalta olennaisia muutoksia. Jos talousvettä toimittavalla laitoksella ei ole omaa vedentuotantoa tai käsittelyä, terveydensuojeluviranomaiselle pitää tehdä ilmoitus toiminnan aloittamisesta tai muuttamisesta.

Vedenjakelualue on sellainen vedenjakeluverkon yhtenäinen osa, jossa talousveden laatu on jokseenkin tasainen ja jossa talousveden toimituksesta vastaa yksi talousvettä toimittava laitos. Vedenjakelualueen tiedot sisältyvät laitoksen hyväksymishakemukseen. Uudesta vedenjakelualueesta ja vedenjakelualueen olennaisista muutoksista on tehtävä ilmoitus terveydensuojeluviranomaiselle. Vesilaitoksen on pidettävä vedenjakelualueen koskevat tiedot ajan tasalla ja ylläpidettävä vedenjakelualueenrajausta koskeva tieto aluemaisessa paikkatietomuodossa. Tieto vedenjakelualueen rajauksesta toimitetaan kunnan terveydensuojeluviranomaiselle ja Suomen ympäristökeskukselle. Vedenjakelualueen paikkatieto on tarpeen esimerkiksi häiriötilanteissa sekä vedenjakelualuekohtaisten vedenlaatutietojen raportoinnissa vesi.fi -sivustolla.

### 2.3 TALOUSVESIHYGIEENINEN OSAAMINEN

Terveystensuojelulain (763/1994) mukaan talousvettä toimittavalla laitoksella työskentelevillä, talousveden laatuun vaikuttavia toimenpiteitä tekevillä henkilöillä on oltava laisteknistä ja talousvesihygienistä osaamista osoittava todistus, vesityökortti.

*Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa (1351/2006)* on esitetty tarkemmin osaamisvaatimukset (liite 1). Henkilöllä on oltava riittävät perustiedot veden hankinnasta, veden mikrobiologiasta ja kemiasta, veden puhdistustekniikasta, vesijohtoverkostojen hygieniasta, veden laadun tarkkailusta ja lainsäädännöstä. Talousvesihygieninen osaaminen tulee osoittaa suorittamalla hyväksytysti Valviran (1.1.2026 lähtien Lupa- ja valvontavirasto, LVV) ylläpitämä osaamistesti viiden vuoden välein. Testissä on kysymyksiä kaikista asetuksessa esitetyistä osaamisalueista.

Toiminnanharjoittajan on pidettävä kirjaa työntekijöidensä suorittamista vesityökorteista ja niiden voimassaolosta ja esitettävä nämä tiedot pyydettäessä terveydensuojeluviranomaisille.

Osaamistestaajien tulee olla Valviran hyväksymiä. Luettelo testaajista löytyy Valviran verkkosivuilta (1.1.2026 lähtien Lupa- ja valvontavirasto, LVV).

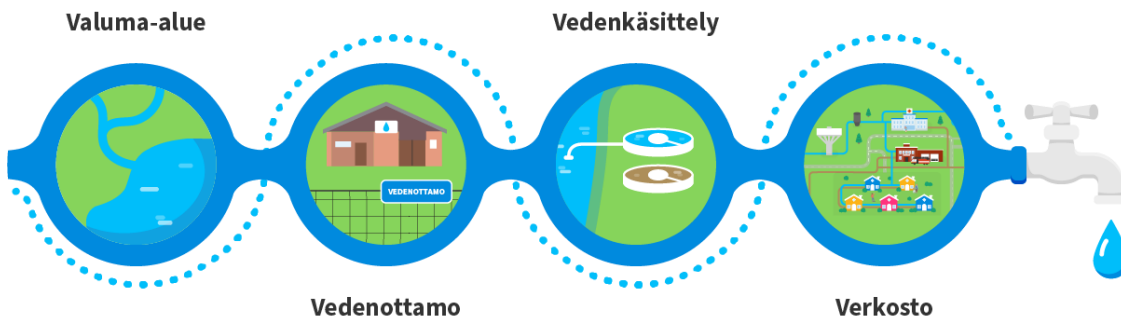


### 3 TALOUSVEDEN TUOTANTOKETJUN RISKIENHALLINTA

Terveydensuojelulaki edellyttää, että talousveden laadun turvaaminen perustuu ennalta varautumiseen ja riskienhallintaan. Käyttäjän hanaasta saaman talousveden laatuun vaikuttaa koko vedentuotantoketju: raakavesi, vedenotto, vedenkäsittely, vesisäiliöt, vesijohtoverkosto ja kiinteistöjen vesilaitteistot (kuva 1). Vesilaitoksen on hallittava riskejä vastuullaan olevassa vedentuotantoketjussa raakavesialueelta veden jakeluun. Talousvettä toimittavan laitoksen riskinarvioinnilla ja riskienhallinnalla varmistetaan, että talousvedestä ei aiheudu terveyshaittaa.

Vesilaitoksen on laadittava ja pidettävä ajan tasalla riskienhallintasuunnitelma, sellaisten riskien ennalta ehkäisemiseksi ja hallitsemiseksi, joista voi aiheutua terveyshaittaa talousveden välityksellä. Riskienhallintasuunnitelmassa on esitettävä riskienhallinnan kannalta keskeiset tiedot ja tarkoituksenmukaiset keinot riskien poistamiseksi tai vähentämiseksi. Riskienhallinta-asetuksessa (7/2023) on listattu riskienhallintasuunnitelmaan sisällytettävät tiedot. Riskienhallintasuunnitelma on otettava huomioon vesilaitoksen omavalvonnassa sekä viranomaisvalvonnassa.

Vesilaitoksen riskienhallintasuunnitelma laaditaan yhdessä kunnan terveydensuojeluviranomaisen sekä muiden riskienhallinnan kannalta keskeisten viranomaisten ja sidosryhmien kanssa. Esimerkiksi ympäristönsuojeluviranomaisten asiantuntemus on tärkeää raakavesialuetta koskevan riskienhallintasuunnitelman laatimisessa sekä tarvittavien riskienhallintatoimenpiteiden toimeenpanossa vesienhoidon, valvonnan ja lupaveroitteen kautta.



**Kuva 1.** Vesilaitoksen toiminta ja talousveden laatu pitää varmistaa koko vedentuotantoketjussa eli raakavedenmuodostumisalueelta käyttäjän hanaan.

Taulukossa 1 on esimerkki talousveden laadun riskinarvioinnista ja riskienhallinnasta. Vesilaitokset voivat laatia riskienhallintasuunnitelma myös verkkopohjaisella WSP-työkalulla, joka on systemaattinen talousveden riskienhallintajärjestelmä ja tukee koko vedentuotantoketjun riskienhallintaa. WSP-työkalun osa-alueet ja prosessi perustuvat Maailman terveysjärjestön WHO:n suosittelemaan Water Safety Plan -malliin.

WSP-työkalu ohjaa vesilaitosta

- kuvaamaan koko vedentuotantoketjun raakavesilähteeltä kiinteistön liittämiskohtaan,
- tunnistamaan veden laatua uhkaavat vaarat ja arvioimaan niistä aiheutuvat riskit kaikissa tuotantoketjun vaiheissa,
- tunnistamaan ja luetteloimaan olemassa olevat riskienhallintatoimenpiteet,

- laatimaan toimenpideohjelman uusien riskienhallintatoimenpiteiden käyttöönottamiseksi, jos olemassa oleva riskienhallinta ei ole riittävää poistamaan vaaraa tai vähentämään riskiä hyväksyttävälle tasolle,
- määrittelemään riskienhallintakeinojen toimivuuden seurannan osana omavalvontaa ja
- arvioimaan riskienhallinnan toimivuutta kokonaisuutena.

WSP-työkalu tuottaa suurimman osan riskienhallinta-asetuksen kuvaaman riskienhallintasuunnitelman sisällöstä. WSP-työkalu löytyy osoitteesta <https://wspssp.fi/Wsp/Account/Start>.

**Taulukko 1.** Esimerkki talousveden laadun riskinarvioinnista ja riskienhallinnasta, kun pohjaveden muodostumisalueella on pilaantunut maa-alue ([Talousvesisäännösten soveltamisohje Osa I](#)).

| Vaara                                   | Riski (L/M/H)                                                                                                                 | Hallintakeino(t)                                                                                                                     | Hallintakeinon valvonta                                                                | Toimenpidesuunnitelma                                                                                             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Haitallista ainetta pääsee raakaveeteen | <b>L:</b> Pilaantunut maa-alue ei ole vedenot-topisteen vedenmuodostusalueella tai aine on terveydelle haitaton               | Ei toimenpiteitä                                                                                                                     | Ei                                                                                     | Ei tarvetta                                                                                                       |
| Haitallista ainetta pääsee raakaveeteen | <b>M:</b> Ei tiedetä, onko pilaantunut maa-alue vedenottopisteen vedenmuodostusalueella tai onko aine terveydelle haitallinen | Lisätään raakaveden seurantaan, selvitetään ai-neen haitallisuus terveydelle                                                         | Seuranta-tulosten valvonta                                                             | Selvitetään vedenotto-pisteen ve-denmuodos-tumisalue ja missä pilaan-tunut maa-alue sijaitsee                     |
| Haitallista ainetta pääsee raakaveeteen | <b>H:</b> Pilaantunut maa-alue on ve-denottopisteen ve-denmuodostusalueella ja aine on terveydelle haitallinen                | Tihennetään raakaveden seurantaan, aloitetaan suojapump-paus, tehostetaan vedenkäsittelyä, tihennetään talousveden laadun seurantaan | Seuranta-tulosten valvonta, seurataan, että suoja-pumppaus ja veden-käsittely toimivat | Pilaantuneen maa-alueen puhdistami-nen, uuden ve-denottamon paikan etsi-minen tai yh-dysvesiput-ken rakenta-minen |

Tunnistettujen riskien poistamiseksi tai pienentämiseksi tehdään tarvittaessa rakenteellisia tai teknisiä muutoksia esimerkiksi vedenottokaivoihin ja niiden ympäristöön, vedenkäsittelyyn, vedenlaadun seurantaan, kemikaalien annostelujärjestelmään tai vesisäiliöihin sekä laaditaan toimintaohjeet laitoksen käytölle (huollot, seurannat, mittareiden kalibroinnit, yms.). Osa vaarojen tunnistamista ja riskienhallintaa on myös selvitys laitoksella työskentelevien henkilöiden turvallisuusosaamisesta ja sen kehittämisestä. Riskienhallintatoimenpiteiden toimivuuden seurannan tulee olla osa laitoksen omavalvontaa, jolla varmistetaan veden hyvä laatu ja riittävyys.

ELY-keskus sisällyttää riskienhallinnan perusteella määritellyt ennaltaehkäisevät ja riskien vähentämiseksi tehtävät toimenpiteet vesienhoidon toimenpideohjelmiin, jos se on tarkoituksenmukaista.

## 4 TALOUSVEDEN VALVONTA JA TIEDOTTAMINEN

### 4.1 TALOUSVEDEN LAATUVAATIMUKSET JA -TAVOITTEET

Talousveden laatuvaatimukset ja -tavoitteet on määritelty sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (1352/2015, jäljempänä talousvesiasetus). Valvira on julkaissut *Talousvesisäännösten soveltamisohjeen*, jossa on tulkintaa tästä asetuksesta.

Talousvesiasetusta sovelletaan vesilaitosten toimittamaan talousveteen, jota toimitetaan vedenjakelualueelle keskimäärin vähintään 10 m<sup>3</sup> vuorokaudessa tai vähintään 50 henkilön tarpeisiin tai pakataan pulloihin tai säiliöihin. Asetusta sovelletaan myös tilapäiseen vedenjakeluun esimerkiksi tankeista tai kesävesijohdoista. Tätä pienemmille vesilaitoksille sovelletaan asetusta 401/2001.

Talousvettä toimittava laitos on vastuussa toimittamansa veden laadusta. Yleisvaatimus on, että veden käyttäjille toimitetussa vedessä ei saa olla pieneliöitä, loisia tai mitään aineita sellaisina määrinä tai pitoisuuksina, joista voi aiheutua terveyshaittaa. Kriteerinä sille, että talousvedestä ei aiheudu vaara terveydelle, käytetään talousvesiasetuksessa olevaa listaa talousveden laatuvaatimuksista ja niiden enimmäisarvoista. Mikäli jokin laatuvaatimus ei täyty, terveyshaittojen vaara on olemassa. Jos talousvedessä olevalle haitalliselle aineelle ei ole raja-arvoa talousvesiasetuksessa, terveyshaitan arvioinnissa käytetään Maailman terveysjärjestö WHO:n terveysperusteisia enimmäissuosituspitoisuuksia.

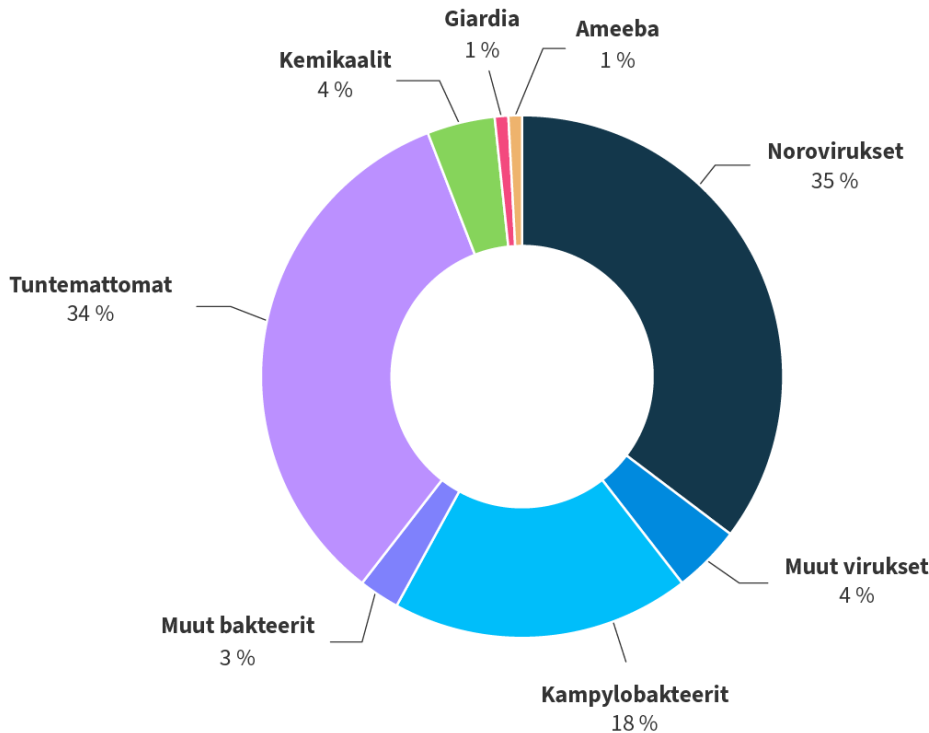
Talousveden on oltava myös muuten käyttökelpoista, eli se ei saa aiheuttaa haitallista syöpymistä tai haitallisia saostumia. Veden käyttökelpoisuuteen perustuvan laatutavoitteen ylittyminen voi aiheuttaa valituksia vedenlaadusta tai lisätä terveysvaaraa välillisesti. Esimerkiksi rauta samentaa veden, aiheuttaa veteen ruskeaa väriä ja verkostoon saostumia ja voi haitata esimerkiksi elintarviketeollisuuden prosesseja, mutta ei aiheuta suoraan sairastumisia.

Vesilaitoksen on tiedotettava vedenkäyttäjille toimittamansa talousveden laadusta. Talousveden laadun viranomaisvalvonnan tutkimustulokset ovat nähtävillä vesi.fi -palvelussa.

#### 4.1.1 Mikrobiologiset laatuvaatimukset ja -tavoitteet

Mikrobit ovat pieniä eliöitä, eikä niitä voi havaita paljaalla silmällä. Mikrobeja ovat bakteerit, virukset ja alkueläimet. Vedessä on aina mikrobeja. Vedessä ei kuitenkaan saa olla taudinaiheuttajia, eli sellaisia mikrobeja, joista ihminen voi sairastua. Jopa yksi mikrobi voi sairastuttaa ihmisen. Tautia aiheuttavia mikrobeja päätyy veteen yleensä eläinten ja ihmisten ulosteista. Niitä on aina jätevesissä ja usein myös pintavesissä.

Talousveden käytöstä aiheutuvat sairastumiset johtuvat Suomessa lähes yksinomaan veden saastumisesta taudinaiheuttajamikrobeilla. Kuvassa 2 on esitetty vesiepidemioiden aiheuttajat Suomessa. Norovirus ja kampylobakteerit aiheuttavat eniten vesiperäisiä epidemioita Suomessa.



**Kuva 2.** Vesiepidemioiden aiheuttajat (epidemioiden lukumäärä / aiheuttaja) Suomessa vuosina 1998–2024 (lähde: Terveystietokeskus ja hyvinvoinnin laitos).

Ympäristössämme on useita sairastumisriskiä aiheuttavia mikrobeja, eikä niiden jatkuva seuranta vedestä ole mahdollista. Tästä syystä seurannassa tutkitaan sellaisia bakteereja, joita esiintyy yleisesti ja runsaasti ihmisten suolistossa ja ulosteissa. Jos näitä ns. indikaattorimikrobeja löytyy vedestä, voi vedessä olla myös tauteja aiheuttavia mikrobeja. Kahdelle indikaattoribakteerille on asetettu laatuvaatimukset, Escherichia coli -bakteereja (*E. coli*) ja suolistoperäisiä enterokokkeja ei saa olla talousvedessä. Mikäli vedessä havaitaan näitä, voi vedessä olla myös tautia aiheuttavia mikrobeja ja toimiin terveyshaitan poistamiseksi on ryhdyttävä välittömästi. On muistettava, että kloori tuhoaa helpommin indikaattorimikrobit kuin monet tautia aiheuttavat mikrobit. Saastumistilanteessa onkin aina tutkittava myös tautia aiheuttavia mikrobeja.

Mikrobiologinen laatuvaatimus on, että talousvedessä ei esiinny koliformisia bakteereita eikä *Clostridium perfringens* -bakteeria. Koliformiset bakteerit saattavat olla ulosteiden lisäksi peräisin esim. kasveista, maasta tai teollisuusjätevesistä. Tavallinen syy koliformisten bakteerien esiintymiseen on pintavesien pääsy vedenotostaivoon tai verkostoon tai niiden lisääntyminen verkostossa tai vesisäiliössä. Jos koliformisia bakteereja todetaan, syy niiden esiintymiseen tulee selvittää ja poistaa välittömästi.

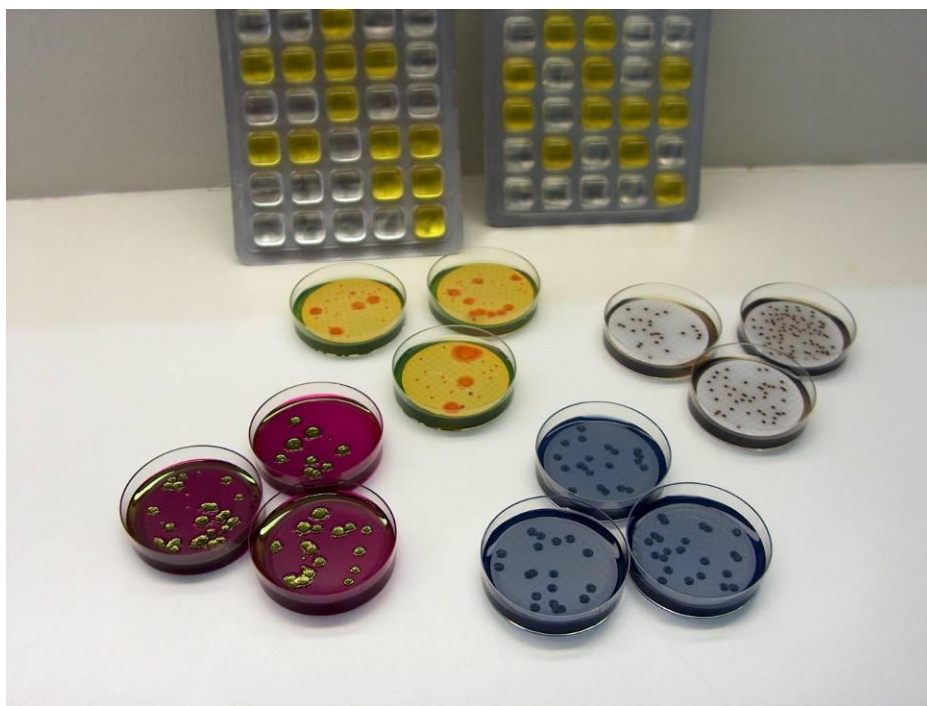
*C. perfringens* -bakteeri tutkitaan, jos raakavetenä käytetään pintavettä tai pintavesi vaikuttaa veteen. *C. perfringens* -bakteerin esiintyminen vedessä on merkki suolistoperäisestä saastumisesta.

Pesäkkeiden lukumäärä (heterotrofinen pesäkeluku) kertoo bakteerien määrästä vedessä. Se kuvaa yleistä mikrobiologista vedenlaatua. Hyvälaatuisessa vedessä luku on pieni. Pesäkkeiden lukumäärä on verkostossa yleensä suurempi kuin laitokselta lähtevässä vedessä. Sille on asetettu laatuvaatimus: ei epätavallisia muutoksia. Korkea pesäkkeiden lukumäärä osoittaa yleensä puutteita raakaveden laadussa, vedenkäsittelyssä tai verkoston kunnossa.

Talousvettä toimittavan laitoksen on tarkkailtava omavalvonnassa somaattisia kolifaa-geja raakavedestä, jos raakaveteen voi riskinarvioinnin perusteella päästä ihmisten tai eläinten suolistoperäistä saastumista. Somaattiset kolifaaagit ovat *E. coli* -bakteerien viruksia ja osoittavat indikaattoribakteereita paremmin riskiä suolistoperäisten virusten esiintymiselle talousvedessä. Somaattisten kolifaaagien toimenpideraja raakavedessä on 50 plakkia muodostavaa yksikköä (PMY) 100 ml:ssa.

Mikrobien esiintymistä vedessä ei voida havaita veden hajun, maun tai ulkonäön perusteella. Veteen päässeet mikrobit ovat aiheuttaneet sairastumisia esimerkiksi tulvien ja poikkeuksellisen runsaiden sateiden aikaan sekä putkirikkotilanteiden yhteydessä.

Talousveden mikrobiologista laatua tutkitaan laboratoriossa kasvattamalla bakteereita sopivissa olosuhteissa maljaviljelymenetelmällä tai entsymaattisella Colilert-menetelmällä. Maljaviljelyssä bakteerit kasvavat maljalla näkyviksi pesäkkeiksi, jotka voidaan laskea. Colilert-menetelmällä koliformisten bakteerien määrä voidaan laskea tutkimusliuskan väriä muodostaneista kuplista ja *E.colien* määrä väriä muodostavista ja UV-fluoresoivista kuplista. Yksikkönä käytetään pesäkettä muodostavaa yksikköä tutkittua vesitilavuutta kohti (yleensä pmy/100 ml). Colilert-menetelmää voidaan käyttää myös laadullisena koliformisten bakteerien tai *E.colien* esiintymisen osoittajana.



**Kuva 3.** Kuvan etualalla bakteerien esiintymistä vedessä tutkitaan maljaviljelymenetelmällä ja taustalla Colilert-menetelmällä.

#### 4.1.2 Kemialliset laatuvaatimukset

Riski sairastua vedessä olevista kemiallisista aineista on pieni, koska aineiden sallittujen pitoisuuksien turvamarginaali on suuri. Laatuvaatimukseen on valittu aineita, joita voi esiintyä vedessä ja joiden on todettu olevan ihmisen terveydelle haitallisia. Laatuvaatimuksen ylittyessä yhdenkin aineen osalta on ryhdyttävä toimenpiteisiin tilanteen korjaamiseksi. Kemiallisten laatuvaatimusten ylityksestä ei kuitenkaan yleensä aiheudu välitöntä terveyshaittaa, vaan terveyshaitta voi syntyä vasta pitkäaikaisessa altistuksessa.

Siksi aluehallintovirasto voi myöntää talousveden toimittamiseen poikkeuslupan, vaikka kemiallinen laatuvaatimus ylittyy. Poikkeuslupa on määräaikainen.

Suomessa kemiallisen laatuvaatimuksen poikkeamat ovat olleet tilapäisiä ja koskeneet yksittäisiä näytteitä. Yleisimmin fluoridi, yksittäiset torjunta-aineet, lyijy, kupari ja nikkeli ovat olleet enimmäisarvoa suurempia. Fluoridia esiintyy luonnostaan paljon joissakin pohjavesissä. Liika fluoridi (laatuvaatimuksen enimmäisarvo 1,5 mg/l) saattaa aiheuttaa hampaiden laukukkuutta ja luiden haurastumista. Torjunta-aineet voivat olla peräisin mm. pelto- tai puutarhaviljelystä, golfkentiltä tai vesakontorjunnasta. Torjunta-aineisiin lukeutuu useita eri yhdisteitä, joiden myrkyllisyys ja terveydelliset vaikutukset vaihtelevat. Torjunta-aineiden laatuvaatimuksen enimmäisarvo (yksittäinen torjunta-aine 0,10 µg/l tai summa 0,5 µg/l) onkin asetettu varovaisuusperiaatteen mukaisesti. Kupari-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet ovat liittyneet rakennusten vesilaitteistoihin ja vedenkäyttöön. Nikkeli-, lyijy- ja kuparipitoisuus tutkitaan vedenkäyttäjän hanasta otetusta näytteestä, jota ei juokseteta.

Talousvesiasetukseen tuli vuoden 2023 alussa kemialliset laatuvaatimukset seuraaville uusille muuttujille: bisfenoli A, haloetikkahapot, kloraatti, kloriitti, mikrokystiini-LR ja PFAS-aineiden summa. PFAS-aineet (poly- ja perfluoratut alkyylilyhdisteet) ovat yleisesti käytettyjä niiden vettä ja likaa hylkivien ominaisuuksien vuoksi. Niitä päätyy ympäristöön ja myös raakavesiin, kun niitä sisältäviä tuotteita valmistetaan, käytetään, varastoidaan tai hävitetään. PFAS-aineet ovat erittäin pysyviä ja saattavat aiheuttaa riskin ihmisen kehitykselle ja terveydelle. Uusia muuttujia on tutkittava viimeistään vuoden 2026 alusta.

#### **4.1.3 Kemialliset laatuavoitteet**

Talousveden käyttökelpoisuutta kuvaavien kemiallisten laatuavoitteiden ylittyminen ei aiheuta terveysvaaraa, mutta vesi saattaa aiheuttaa haitallista syöpymistä tai saostumia. Suomessa talousvesi täyttää tyypillisesti myös kemiallisten laatuavoitteet. Yleisimmin laatuavoitteen ylittävät rauta, mangaani, alumiini, väri, sameus, haju, maku, hapettuvuus (COD<sub>Mn</sub>) ja ammonium. Myös veden pH-arvo poikkeaa usein laatuavoitteesta (tulisi olla välillä 6,5–9,5). Talousveden pH-arvolle on annettu laatuavoitteen lisäksi terveysperusteinen laatuvaatimuksen enimmäisarvo 9,5. Korkea pH liittyy yleensä lipeän yliannostukseen. Alhainen pH lisää verkostokorroosiota ja tätä kautta mm. hanasta otettavan veden kuparipitoisuutta (kuparille on laatuvaatimuksen enimmäisarvo 2 mg/l). Suomessa raakavesien pH on usein alle 6,5. Alhainen pH (veden happamuus) voi lisätä raudan ja mangaanin pitoisuutta vedessä.

Laatuavoitteen ylitykselle ei tarvitse hakea poikkeuslupaa, mutta tilanteessa on kuitenkin selvitettävä, onko talousvedessä terveyshaittaa aiheuttavia aineita, taudinaiheuttajia ja soveltuuko talousvesi käyttötarkoitukseensa. Lisäksi on selvitettävä poikkeaman syy esim. lisänäytteenoton avulla ja ryhdyttävä tarvittaessa korjaaviin toimenpiteisiin.

#### **4.1.4 Radioaktiivisuus**

Pohjavedessä voi luonnostaan esiintyä radonia. Se on yleisintä porakaivovesissä. Radon on radioaktiivinen kaasu, joka voi lisätä riskiä sairastua syöpään ennen kaikkea hengitettynä, mutta myös juotuna. Radonia vapautuu vedestä sisäilmaan astioiden- ja pyykinpesun yhteydessä, suihkussa ja muuten vettä lämmitettäessä avoimessa astiassa.

## 4.2 TALOUSVEDEN VIRANOMAISVALVONTA JA VALVONTA-TUTKIMUSOHJELMA

Viranomaisvalvonnalla todennetaan, että talousveden laatu on säädösten mukaista eikä vedenkäyttäjille aiheudu terveyshaittaa. Talousveden laadun varmistamisessa pääpaino on riskienhallinnassa ja siihen sisältyvässä laitoksen omavalvonnassa.

Terveydensuojeluviranomainen valvoo vesilaitoksen toimittaman talousveden laatua säännöllisin tutkimuksin sekä riskienhallintasuunnitelman ajantasaisuutta, toteuttamista ja laitoksen omavalvontaa tekemällä säännöllisiä vesilaitostarkastuksia.

Talousvesiasetuksen (1352/2015) mukaan jokaisella talousvettä toimittavalla laitoksella pitää olla oma valvontatutkimusohjelma, jossa on esitetty ajantasaiset tiedot laitoksesta, vedenjakelualuekohtainen näytteenottosuunnitelma ja talousveden tuotantoketjun riskienhallintasuunnitelma. Valvontatutkimusohjelmaan voidaan sisällyttää useampi kuin yksi vedenjakelualue, jos se on tarkoituksenmukaista. Valvontatutkimusohjelman laativat yhteistyössä vesilaitos, sille vettä toimittava mahdollinen tukkuvesilaitos ja kunnan terveydensuojeluviranomainen, mutta vesilaitoksen velvollisuus on tehdä terveydensuojeluviranomaiselle ehdotus valvontatutkimusohjelmasta. Valvontatutkimusohjelma on pidettävä ajan tasalla ja se on tarkistettava vähintään kerran kuudessa vuodessa.

Valvontatutkimusohjelmassa esitetään:

- ajantasaiset vesilaitoshakemuksen mukaiset tiedot vesilaitoksesta
- vedenjakelualuekohtainen näytteenottosuunnitelma
- perustelut, jos muuttujakohtaista näytteenottotiheyttä on harvennettu tai tihennetty, muuttujia on poistettu tai niitä on lisätty riskinarvioinnin perusteella,
- laitoksen riskienhallintasuunnitelma, ks. luku 3.

Talousveden laadun viranomaisvalvontaan sisältyy:

- tiheimmin tapahtuva jatkuva valvonta, jolla saadaan säännöllisesti tietoa talousveden mikrobiologisesta laadusta, aistein havaittavista ominaisuuksista ja vedenkäsittelyn, erityisesti desinfioinnin, tehokkuudesta ja
- harvemmin tehtävä jaksottainen seuranta, jolla selvitetään täyttääkö talousvesi kaikki laatuvaatimukset ja -tavoitteet
- vedenkäyttäjille tiedottamista varten vähintään kuuden vuoden välein tehtävät tutkimukset (kalium, kalsium, magnesium ja kovuus).

Valvontatutkimusohjelmassa on kerrottu mistä ja kuinka usein näytteitä otetaan sekä mitä näytteestä tutkitaan. Pääsääntöisesti viranomaisvalvonnan vesinäytteet otetaan vedenkäyttäjien hanasta. Sellaiset muuttujat, joiden pitoisuuteen vedenkäsittely, vedenjakelu tai kiinteistöjen vesilaitteistot eivät vaikuta, voidaan tutkia vastaavasti myös raakavedestä, vesilaitokselta lähtevästä vedestä tai verkostovedestä. Viranomaisvalvonnan vesinäytteet on tutkittava hyväksytyillä menetelmillä Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa. Lainsäädäntö mahdollistaa myös jatkuvatoimisten mittareiden käytön viranomaisvalvonnassa, jos niiden luotettavuus varmistetaan kansainvälisen standardin mukaan.

Epäilyssä tai todetussa talousveden saastumistilanteessa on yleensä tarpeen tutkia myös muita kuin valvontatutkimusohjelmaan sisältyviä muuttujia ja tutkia vettä lisänäyttein ja suuremmista tilavuuksista kuin tavallisesti.

Valvontatutkimusohjelman sisällöstä on lisätietoa *Talousvesisäännösten soveltamisohjeessa.*

## 4.3 VESILAITOS TEKEE OMAVALVONTAA

Vesilaitoksen omavalvonnalla

- Varmistetaan vedenkäsittelyn asianmukaisuus ottaen huomioon vesilaitoksen ominaispiirteet raakaveden, vedenkäsittelyn, vesisäiliöiden ja vedenjakelun osalta.
- Varmistetaan käytössä olevien riskienhallintatoimenpiteiden toimivuus valvomalla niitä kullekin hallintatoimenpiteelle soveltuvalla tavalla. Tämä voi olla esimerkiksi raakaveden suojelun toimivuuden seuranta kohdekäynnein tai raakavesinäyttein, vedenkäsittelyprosessin toimivuuden seuranta mittauksin tai toimilaitteiden toimivuuden tarkistuksin tai vesisäiliöiden valvontaa ja tiiviyn varmistamista.
- Seurataan säännöllisesti ja suunnitelmallisesti vedentuotantoketjussa olevia tekijöitä, jotka vaikuttavat vaaroihin ja vaaratilanteisiin sekä aiheuttavat riskin talousveden laadulle.
- Ehkäistään ennalta vaaratilanteita ja talousveden terveydelliseen laatuun kohdistuvia häiriötilanteita, kun mahdolliset vaarat tunnistetaan ajoissa ja niihin pystytään reagoimaan ennen kuin ne aiheuttavat häiriöitä talousveden laadulle.
- Tunnistetaan uusia talousveden laatua uhkaavia vaaroja ja vaaratilanteita, esimerkiksi toimintaympäristöä seuraamalla ja tutkimustiedon karttuessa.

Omavalvonta kuvataan osana vesilaitoksen riskienhallintasuunnitelmaa. Siihen kuuluu laitoksen toiminnan, kohteiden ja toimintaympäristön tarkastuksia ja rakenteiden ja laitteiden kunnon seuranta sekä veden laadun tutkimuksia.

Laitoksen toimintaan liittyvää tarpeellista tietoa voivat olla mm. raakavesilähteiden vedenpintojen seuranta, otetut raakavesimäärät ja vedenkäsittelyssä käytetyt kemikaaliannostukset (kg/d, g/m<sup>3</sup>). Tavallisimmin veden laatua mitataan jatkuvatoimisesti pH-mittarilla.

Omavalvontaan on syytä sisällyttää myös tiedot laitteiden huollosta, laitoksella tehtävät säännölliset toimenpiteet (esim. suodattimien huuhtelut) sekä tiedot laitevioista ja korjauksista.

Omavalvonnassa ovat tärkeitä laitoksen käyttöä välittömästi palvelevat vesianalyysit. Jos omavalvonnassa havaitaan poikkeavia vedenlaatutuloksia, on niihin reagoitava samalla vakavuudella kuin viranomaistarkkailussa.

*Riskienhallinta-asetuksessa* säädetään raakaveden laadun seurannasta omavalvonnassa. Raakaveden laadun seuranta on osa riskinarviointia, mutta myös riskienhallintakeino, jotta mahdollisiin raakaveden laadun muutoksiin pystytään reagoimaan ajoissa. Vesilaitos valitsee raakavedestä seurattavat muuttujat riskinarvioinnin perusteella. Seurannassa voidaan käyttää hyväksi myös vesienhoidon nojalla tehtyjä tutkimuksia, eli kaikkia muuttujia ei välttämättä tarvitse tutkia itse.

*Riskienhallinta-asetuksen* liitteen 3 mukaan omavalvontaan on sisällytettävä ns. erityisesti seurattavat muuttujat, niiden toimenpiderajat ja seuranta. Erityisesti seurattavia muuttujia ovat

- sameus, jos talousvettä toimittavalla laitoksella on vedenkäsittelyprosessissaan kiintoainetta poistava suodatus
- somaattiset kolifaagit, ks. luku 4.1.1
- 17-beeta-estradioli ja nonyylifenoli, jos niitä voi riskinarvioinnin perusteella olla raakavedessä.

Omavalvonnan vesitutkimuksiin käytetään jatkuvatoimisia mittareita ja tutkitaan vesinäytteitä vesilaitoksen omassa tai ulkopuolisessa laboratoriossa. Mikäli omavalvonnan tutkimus tehdään Ruokaviraston hyväksymässä laboratoriossa ja viranomaisvalvonnan muuttuja voidaan tutkia muualta kuin veden käyttäjän hanasta otetusta näytteestä, omavalvontanäytteen tulos voi korvata viranomaisvalvonnan tutkimuksen.

**Taulukko 2.** Viranomaisvalvonta ja omavalvonta.

|                              | <b>Viranomaisvalvonta</b>                                                                                                                                                                                           | <b>Omavalvonta</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kuka tekee?                  | Terveysturvaviranomainen                                                                                                                                                                                            | Vesihuoltolaitos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Mitä tehdään?                | <u>Valvotaan</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vesilaitoksen toimittaman talousveden laatua;</li> <li>- riskienhallintasuunnitelman ajantasaisuutta, toteuttamista ja laitoksen omavalvontaa.</li> </ul> | <u>Varmistetaan</u> vedenkäsittelyn asianmukaisuus ja käytössä olevien riskienhallintatoimien toimivuus.<br><u>Seurataan</u> vedentuotantoketjussa tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa talousveden saastumista.<br><u>Ehkäistään ennalta</u> vaaratilanteita ja talousveden terveydelliseen laatuun kohdistuvia häiriötilanteita.<br><u>Tunnistetaan</u> uusia talousveden laatua uhkaavia vaaroja ja vaaratilanteita. |
| Mihin perustuu?              | Valvontatutkimusohjelmaan                                                                                                                                                                                           | Omavalvontasuunnitelmaan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Mitä toimenpiteitä sisältää? | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Talousveden laadun tutkimuksia.</li> <li>- Tarkastuksia vesilaitoksille.</li> </ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riskien hallintaa.</li> <li>- Toiminnan tarkkailua.</li> <li>- Huolto- ja kunnostustoimenpiteitä.</li> <li>- Näytteenottoa.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      |
| Mistä näytteet otetaan?      | Pääsääntöisesti kiinteistöjen hanoista.                                                                                                                                                                             | Tarkkaillaan koko vedentuotantoketjua.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## 4.4 VEDENLAATUTIEDOT ON TOIMITETTAVA TIETOJÄRJESTELMIIN

Talousveden valvontatutkimuksen tehneen laboratorion on toimitettava tutkimustulokset sähköisesti Valviran osoittamaan tietojärjestelmään. Kunnan terveysturvaviranomainen tarkistaa ja tallentaa näytteenottosuunnitelmien mukaiset tulokset tästä järjestelmästä Vati-järjestelmään. Vati-tietojärjestelmän rajapinnan avulla vesilaitosten vedenjakelualueiden vedenlaatutiedot tulevat vedenkäyttäjien nähtäville vesi.fi -palveluun.

Talousvettä toimittavan laitoksen tulee huolehtia, että raakaveden omavalvonnan tulokset toimitetaan tutkivasta laboratorioista suoraan SYKEN ylläpitämään ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.

## 4.5 NÄYTTEENOTTO

Oikea näytteenotto on tärkein vaihe veden laadun tarkkailua. Näytteenotto voi liittyä talousveden laadun viranomaisvalvontaan tai laitoksen omavalvontaan. Vesinäytteen tulee kuvata mahdollisimman hyvin laitoksella ja verkostossa olevaa tilannetta, josta halutaan tietoa.

Näytteiden ottajan pitää olla opastettu näytteenottoon ja ottajan on oltava kokenut ja/tai omata koulutuksen kautta saatu ammattitaito kuten ympäristönäytteenottajan henkilösertifiointi. Talousvesiasetus (1352/2015) edellyttää, että terveydensuojeluviranomaisen on varmistettava viranomaisvalvonnan näytteiden ottajan riittävä osaaminen tehtävään.

Ennen näytteenottoa tarkistetaan, mitä näytteitä otetaan ja että oikeat näytepullot ovat mukana. Näytteenotossa noudatetaan laboratorion antamia ohjeita. Näytteenoton yhteydessä näytteenottolomakkeelle kirjataan tehdyt havainnot vedestä (lämpötila, ulkonäkö, väri, haju). Näytteenottolomake toimitetaan laboratorioon vesinäytteiden kanssa.

Näytteenoton jälkeen vesinäytteitä säilytetään ja kuljetetaan pimeässä ja viileässä esim. styrox-laatikossa, jossa on kylmävaraajia (ns. kylmäkalle). Pullot lähetetään tai kuljetetaan laboratorioon näytteenottopäivänä, jotta veden laatu ei ehdi muuttua. Talousvesinäytteitä ei saa kuljettaa samassa kylmälaukussa kuin jätevesinäytteitä.

Valviran verkkosivulla on *talousveden näytteenotto-ohje*.

#### 4.5.1 Näytteenottopaikat

Tärkeä osa onnistunutta näytteenottoa on näytteenottopaikan oikea valinta. Näytteenottotapa voi olla erilainen näytteenoton tarkoituksesta riippuen. Viranomaisvalvonnassa tavoitteena on saada tieto veden käyttäjän käyttämän hanaveden laadusta ja viranomaisvalvonnassa vesinäyte otetaankin yleensä kiinteistön hanasta. Näyte voidaan ottaa myös muuttujan alkuperän mukaisesta paikasta, jos sen arvo ei muutu seuraavissa vedentuotantoketjun vaiheissa. Omavalvonnassa näytteitä otetaan raakavedestä, laitokselta ja verkostosta. Häiriötilanteissa näytteitä otetaan niin, että häiriön aiheuttaja voidaan paikallistaa.

##### Näytteenotto hanasta

Viranomaisvalvonnassa vesinäyte otetaan yleensä kiinteistön hanasta. Kiinteistön hanavesinäytteen avulla voidaan myös selvittää kiinteistön vesilaitteiston vaikutusta talousveden laatuun. Vettä juoksuttamatta otettu hanavesinäyte indikoi kiinteistön vesilaitteiston vaikutusta hanaveden laatuun. Juoksuttamisen jälkeen otettu hanavesinäyte kuvaa vesilaitoksen toimittaman veden laatua. Veden juoksuttamisella tarkoitetaan kylmän veden laskemista vedenottopisteestä tasaisella virtaamalla siten, että vesi vaihtuu kiinteistön vesilaitteistossa ja veden lämpötila vakiintuu. Talousveden viranomaisvalvonnassa kupari, lyijy ja nikkeli pitää tutkia juoksuttamattomasta näytteestä, sillä näiden metallien laatuvaatimusten ylitykset johtuvat yleensä kiinteistöjen vesilaitteista.

Ennen näytteen ottamista pulloon kädet pestään huolellisesti ja kuivataan tai käytetään puhtaita kertakäyttökäsineitä. Puhtailla käsillä tai käsineillä ei saa koskea mitään muuta kuin näytepulloja. Näytepullojen suuhun tai korkin sisäpintaan ei saa koskea.

Viranomaisvalvonnan näytteen ottaminen hanasta (vesilaitteiston kylmävesipuoli):

- Kirjaa veden seisomisaika ennen näytteenottoa. Suositeltu aika on 4 h.
- Ota kupari-, lyijy- ja nikkelinäyte
  - Laske vettä hanasta 2–5 s, älä käännä hanaa kiinni ennen näytteenottoa, ota 1 litran näyte.
- Mittaa veden lämpötila 1 minuutin juoksutuksen jälkeen ja sen jälkeen juoksuta vettä niin kauan, että lämpötila vakiintuu.
- Ota näyte PAH-tutkimusta varten

- Tämä vesinäyte on otettava ennen hanan desinfiointia liekittämällä.
- Irrota hanasta liitoskappaleet, puhdista ja desinfioi hana.
- Juoksuta vettä kohtuullisella virtausnopeudella, kunnes lämpötila on tasaantunut.
  - Älä käännä hanaa kiinni tai säädä virtausta ennen näytteenottoa, jotta venttiileistä tai hanan liitoksista ei irtoa sakkaa näytteeseen.
- Ota muiden muuttujien tutkimiseksi tarvittavat vesinäytteet.

### Näytteenotto raakavedestä

Raakavesinäyte voidaan ottaa raakaveden tarkkailupisteestä (järvi, joki, pohjaveden tarkkailuputki), vedenottopisteestä (esim. pumppukaivo) tai vedenottamolle johdettavasta raakavedestä. Pumppukaivosta näyte otetaan kuten vesijohtovedestä. Jos näyte otetaan suoraan kaivosta, voidaan käyttää puhdasta pullonoudinta tai pintaveden näytteenotinta. Pintavesinäytteenotossa näyte otetaan yleensä sopivalla näytteenottimella (kuva 4). Näyte otetaan vedenottosyvyydeltä, mutta vähintään metri pohjan yläpuolelta.



**Kuva 4.** Pintavesinäytteenotto.

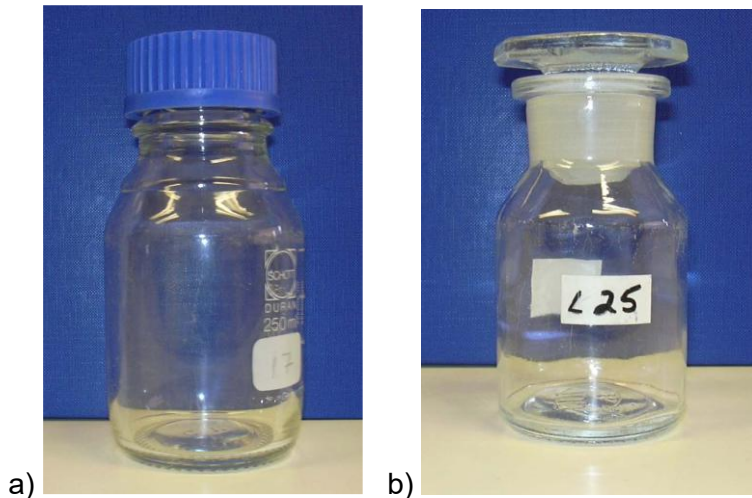
Jos muuttujan pitoisuus ei muutu vedenkäsittelyssä tai vedenjakelussa, myös myöhemmin talousveden tuotantoketjussa tehty seuranta kuvaa raakaveden laatua.

#### 4.5.2 Näytetyypit

Bakteerinäyte otetaan erilliseen steriiliin pulloon. Pullon suuhun tai korkin sisäosaan ei saa koskea käsillä, jotta pulloon ei kulkeudu bakteereja. Bakteeripulloon jätetään laboratorioissa mahdollisesti lisättäviä reagensseja ja näytteen sekoittamista varten noin viidesosa ilmatilaa. Bakteerinäyte otetaan suoraan virtaavasta vedestä. Jos talousvettä on kloorattu, näyte otetaan natriumtiosulfaattia sisältävään pulloon.

Fysikaalis-kemialliset näytteet otetaan 0,1–1 litran muovipulloihin, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Pullo täytetään kokonaan.

Herkästi muuttuvat näytteet kuten pH ja hiilidioksidi otetaan omiin lasipulloihin (kuva 5). Pullot täytetään niin, että vesi valuu ulos pulloista vähintään 3–4 kertaa pullon tilavuuden verran. Lasipullot täytetään kokonaan, ettei pulloihin jää ilmaa.



**Kuva 5.** Näytteenottopulloja. Esimerkki a) bakteeripullosta, b) pH- ja hiilidioksidipullosta.

Häiriötilanteissa on suositeltavaa ottaa vettä myös talteen jääkaappiin mahdollisia lisätutkimuksia varten. Tähän voidaan käyttää uusia 10 litran kanistereita, jotka huuhdellaan ennen näytteenottoa näytevedellä.

## 4.6 JATKUVATOIMISET MITTARIT

Omavalvonnan vesitutkimuksiin käytetään paljon jatkuvatoimisia mittareita, joiden avulla saadaan reaaliaikaista tietoa veden laadusta ja prosessien toiminnasta sekä voidaan havaita mahdolliset häiriöt. Tyypillisesti jatkuvatoimisesti mitataan pH-arvoa, sähkönjohtavuutta, klooripitoisuutta ja sameutta. Jatkuvatoimisten mittausten luotettavuus edellyttää laitteiden riittävää huoltoa ja mittalaitteiden säännöllistä kalibrointia.

Jatkuvatoimisia mittareita voidaan käyttää myös viranomaisvalvonnassa, jos niiden sekä automaattisten näytteenottimien ja analysaattorien luotettavuus on varmistettu standardin mukaisella validoinnilla.

## 4.7 VESILAITOKSEN PITÄÄ TIEDOTTAA VEDEN LAADUSTA

Laitoksen pitää tiedottaa toimittamansa veden laadusta. Vesilaitoksen tulee huolehtia, että yhteenveto talousveden laatuvaatimusten ja laatutavoitteiden täyttymisestä edellisen vuoden aikana on saatavilla tietoverkossa, esimerkiksi vesilaitoksen verkkosivuilla. Yhteenvedosta tulee ilmetä, ovatko laatuvaatimukset ja -tavoitteet täyttyneet, ja jos eivät, minkä muuttujan tai muuttujien osalta ne eivät ole täyttyneet. Yhteenveto on lähtökohtaisesti saatavilla myös vesi.fi -sivustolla, mutta vesihuoltolaitoksen vastuulla on huolehtia, että tiedot ovat ajantasaisia.

Vedenkäyttäjillä pitää myös olla vesilaitoksen tai kunnan verkkosivuilla tai vesi.fi -sivustolla saatavilla tietoa talousveteen mahdollisesti liittyvistä terveyshaitoista ja niiden ehkäisystä. Jos vesilaitokselle on myönnetty poikkeus talousveden laatuvaatimuksista, sen on tiedotettava siitä, sen syistä ja suunnitelluista korjaustoimenpiteistä viipymättä

vedenkäyttäjille. Veden käyttäjille on tiedotettava myös laatutavoitteen ylityksestä ja sen merkityksestä riippumatta siitä, aiheuttaako ylitys terveyshaittaa vai ei.

Aktiivisella ja säännöllisellä talousveden laatuun ja jakeluun liittyvällä tiedottamisella varmistetaan vedenkäyttäjien tietoisuus veden laadusta ja rakennetaan myös luottamusta vesilaitoksen toimintaan ja työntekijöihin. Veden käyttäjille on tiedotettava mahdollisista vedenlaadun muutoksista ja toimenpiteistä, esimerkiksi verkoston huuhtelujen ja kunnossapitotöiden aikana, vaikka niistä ei aiheutuisi terveydellistä haittaa.

Vesihuoltolain nojalla annettu ns. *Veeti-asetus (6/2023)* velvoittaa, että talousvettä toimittavan vesihuoltolaitoksen tulee toimittaa asiakkaalle vähintään kerran vuodessa esimerkiksi laskun yhteydessä, älypuhelinsovelluksella tai muutoin suoraan tiedot asiakkaan vedenkulutuksesta ja maksuista sekä linkki yllä mainitulle verkkosivustolle, jossa tiedotetaan vedenkäyttäjää ainakin veden laadusta.

Talousveden saastumistilanteessa tai sen epäilyssä vedenkäyttäjää tiedotetaan terveydensuojeluviranomaisen kanssa sovitulla tavalla. Mikäli terveydensuojeluviranomaista ei tavoiteta, vesilaitoksen pitää tiedottaa vedenkäyttäjää itsenäisesti. Tiedottamalla nopeasti vedenlaadun häiriöistä ja mahdollisista ongelmista, voidaan estää ihmisten terveyden vaarantuminen.

## 5 HÄIRIÖTILANTEET

Häiriötilanne tulee lähes aina yllättäen. Erilaisissa häiriötilanteissa toimiminen pitääkin suunnitella etukäteen, jotta talousveden toimitus olisi mahdollisimman häiriötöntä kaikissa tilanteissa. Vesihuoltolaki (15 a §) velvoittaa vesihuoltolaitoksia turvaamaan vesihuoltopalvelut asiakkailleen myös häiriötilanteissa. Talousveden laatuun liittyviin häiriötilanteisiin varautumista pitää tehdä yhteistyössä terveydensuojeluviranomaisen ja muiden tarvittavien tahojen kanssa. Vesilaitoksen varautumisessa ja varautumissuunnitelman laatimisessa kannattaa käyttää apuna vesihuoltopoolin julkaisua *Vesihuoltolaitoksen opas häiriötilanteisiin varautumiseen*, laadittuja häiriötilanteiden toimintakorttimalleja ja Valviran opasta *Toimintatavat talousveden laadun turvaamiseksi*.

Kaikkien häiriötilanteissa toimivien henkilöiden ajan tasalla olevat yhteystiedot, etenkin puhelinnumerot, on oltava jatkuvasti ja helposti saatavilla esimerkiksi ilmoitustaululla tai tallennettuna matkapuhelimiin. Laitoksen on ilmoitettava viivytyksettä terveydensuojeluviranomaiselle saastumisepäilystä ja väliaikaisen desinfiointin aloittamisesta.

Toiminta erilaisissa häiriötilanteissa pitää suunnitella etukäteen ja koota esimerkiksi häiriötilanteissa helposti hyödynnettäviin toimintakortteihin. Häiriötilanteissa toimimista ja viestintää pitää harjoitella säännöllisesti sekä varmistaa, että kaikki tietävät vastuunsa ja osaavat toimia suunnitelmien mukaisesti.

Häiriötilanteissa tiedottamisen tavoitteena on kertoa vedenkäyttäjille vedenlaatuun tai vedenjakeluun liittyvästä poikkeamasta tai vaarasta, opastaa tilanteessa toimimisessa ja kertoa mistä ja miten on mahdollista saada lisätietoa. Kaikilla vesilaitoksilla pitää olla valmius ja osaaminen aloittaa talousveden desinfiointi kuuden tunnin kuluessa siitä, kun saadaan epäily talousveden mikrobiologisesta saastumisesta.

Häiriötilanteiden viestinnässä on huomioitava erityisesti:

- tiedotusvastuut,
- sisäinen ja ulkoinen viestintä,
- yhteystietojen ajantasaisuus, päivitettävä esim. kerran vuodessa,
- tarkoituksenmukaisten viestintäkanavien (vaaratiedote, tekstiviestit, verkkosivut, media, sosiaalinen media, laputus, megafoniautot) käyttö, jotta tilanteen hoidon kannalta tärkeät tahot ja vedenkäyttäjät tavoitetaan tehokkaasti,
- tiedottamisen nopea aloitus,
- vedenkäyttöohjeet, esim. keittokehotus tai käytön rajoitukset,
- ohjeistus puhtaan veden saamiseksi ja toimintaohjeet vedenhakupaikalla.

Tiedottamisesta löytyy lisää tietoa Vesihuoltopoolin laatimasta *Vesihuoltolaitoksen kriisiviestintäohjeesta* ja Valviran *Toimintatavat talousveden laadun turvaamiseksi - Viestintä -ohjeesta*, jossa on mm. tiedotemalleja 18 eri kielelle käännettynä.

Vesilaitoksen työntekijän on ilmoitettava poikkeavista tilanteista heti esihenkilölleen. Vesilaitoksen on ilmoitettava terveydensuojeluviranomaiselle, jos epäillään, että vesi on saastunut.

Ennalta laadituilla toimintasuunnitelmilla, varajärjestelyillä ja harjoittelulla varmistetaan talousveden toimituksen jatkuvuus myös erilaisissa häiriötilanteissa.

Vaihtoehtoisilla raakavesilähteillä, varavesilaitoksilla ja varavesiyhteyksillä ja kriittisten kemikaalien ja varaosien varastoin ja varavoimalla varmennetaan laatuvaatimukset täyttävän veden saanti myös häiriötilanteissa.

## 5.1 TOIMENPITEET VEDENLAADUN HÄIRIÖTILANTEESSA

Vesilaitoksella tarvitaan nopeita toimia esimerkiksi kun:

- saadaan tietoja sairastapauksista, joiden epäillään aiheutuvan talousvedestä,
- vastaanotetaan tavanomaista enemmän kuluttajavalituksia veden laatuhäiriöstä,
- havaitaan, että käsittelykemikaalia on päässyt veteen liikaa,
- havaitaan, että veden puhdistuksen kannalta välttämättömän kemikaalin syöttö on pysähtynyt tai annostus on virheellinen,
- raakaveteen epäillään päässeen jätevettä tai muuta terveydelle mahdollisesti vaaraa aiheuttavaa ainetta, jota käsittelyprosessi ei poista,
- veden ulkonäkö, haju tai maku on muuttunut epänormaalksi,
- raakavesi on muuttunut sellaiseksi, ettei puhdistusprosessi toimi,
- veden laadun analyysitulokset viittaavat saastumiseen,
- laitteiden ja prosessien häiriöilmoitukset,
- laitehäiriö (pumput, pumpun yksisuuntaventtiili, pH- ja virtaamamittarit, annostusjärjestelmä, automaatiojärjestelmä) voi vaikuttaa vedenkäsittelyn tehokkuuteen,
- sähkökatko vaikuttaa laitoksen toimintaan,
- kyberhyökkäys on päässyt vaikuttamaan vesilaitoksen ohjaukseen,
- laaja putkirikko vaikuttaa vedenjakelun toimivuuteen tai
- kemikaalin saantihäiriö vaikuttaa vedenkäsittelyyn.

Häiriötilanne saattaa tulla huonoimpaan mahdolliseen aikaan, esimerkiksi viikonlopuna tai lomakaudella. Erilaisissa häiriötilanteissa tarvittavat ja tehtävät toimenpiteet on suunniteltava, koulutettava ja harjoitettava ennalta.

Häiriötilanteessa välittömästi tehtäviä toimenpiteitä ovat:

Tilanteen arviointi

- Arvioidaan häiriön mahdolliset vaikutukset ja vakavuus (sairastumisriski, muut haitat). Mahdollisiin häiriöihin viittaaviin havaintoihin tulee reagoida välittömästi.

Tiedottaminen

- Otetaan yhteys vesilaitoksesta vastaavaan henkilöön.
- Otetaan tarvittaessa yhteys terveydensuojeluviranomaiseen ja sovitaan toimenpiteistä, tiedottamisesta vedenkäyttäjille, veden käytön rajoituksista (keittokehoitus, käyttökielto, tms.) ja ilmoittamisesta terveyskeskukseen.
- Tarvittaessa nopeasti ensitiedote tilanteesta veden käyttäjille.
- Huolehditaan sisäisestä tiedottamisesta, jotta osataan toimia oikein tilanteen korjaamiseksi.
- Kirjataan muistiin havainnot ja tehdyt toimenpiteet.

Tekniset toimenpiteet

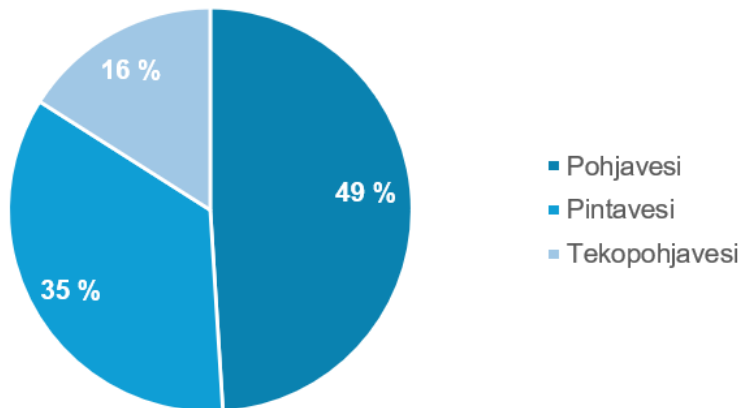
- Arvioidaan alustavasti häiriön aiheuttaja ja laajuus.
- Estetään häiriötä aiheuttavan toiminnan jatkuminen (pysäytetään kemikaalipumppu, muutetaan vedenottoa paikkaa, kytketään varavoimakone tms.).
- Otetaan vesinäytteet laboratorioon toimitettavaksi. Näytteenoton yhteydessä tehdään pikatutkimus (ulkonäkö, haju, pH).
- Tehdään muut tarpeelliset toimenpiteet (huuhtelut, säiliön tyhjennys, kloorauksen aloittaminen).
- Otetaan käyttöön varajärjestelmä, mikäli siihen on mahdollisuus ja tarvetta.

Toiminta erilaisissa vedenlaadun häiriötilanteissa pitää suunnitella etukäteen ja koota esimerkiksi häiriötilanteessa helposti hyödynnettäviin toimintakortteihin. Vesihuoltopöytäkirjan julkaisun *Vesihuoltolaitoksen opas häiriötilanteisiin varautumiseen* liitteenä on toimintakorttimalleja erilaisiin häiriötilanteisiin.

- Vesilaitoksella tulee olla toimintaohjeet erilaisia häiriötilanteita varten, jotta vesihuoltopalvelua voidaan jatkaa mahdollisimman häiriöttä kaikissa tilanteissa.
- Sade-, sulamis- ja jätevesien mukana voi päästä pohjavesiin tautia aiheuttavia mikrobeja. Näissä tilanteissa tulee katkaista nopeasti vedenotto likaantuneesta kaivosta tai varmistaa tehokkaalla vedenkäsittelyllä talousveden turvallisuus.
- Kemikaaliannostuksen varmatoimisuuteen pitää kiinnittää erityistä huomiota. Käytännössä ongelmia on esiintynyt hypokloriitin tarkassa annostelussa. Lipeää puolestaan on annosteltu liian suuria määriä.
- Jokainen laitoksella työskentelevä voi omalla toiminnallaan ehkäistä laatuhäiriöitä, noudattamalla toimintaohjeita sekä ilmoittamalla normaalista poikkeavista tilanteista ja laitteiden vikaantumisista välittömästi.
- Aina, kun epäillään veden voivan aiheuttaa terveyshaittaa, pitää ottaa yhteyttä terveydensuojeluviranomaiseen.

## 6 VEDENHANKINTA

Suomessa vedenhankinnassa käytetään talousveden valmistukseen raakavetenä pohjavettä, pintavettä tai tekopohjavettä sekä hyvin pienessä mittakaavassa myös merivettä. Kuvassa 6 on esitetty Suomessa käytettyjen raakavesien osuudet toimitusta talousvedestä.



**Kuva 6.** Raakavesilähteiden osuudet toimitetusta talousvedestä.

Lähde: <https://www.vesi.fi/vesitieto/talousveden-laatu/>, 28.5.2025

### 6.1 POHJAVESI RAAKAVETENÄ

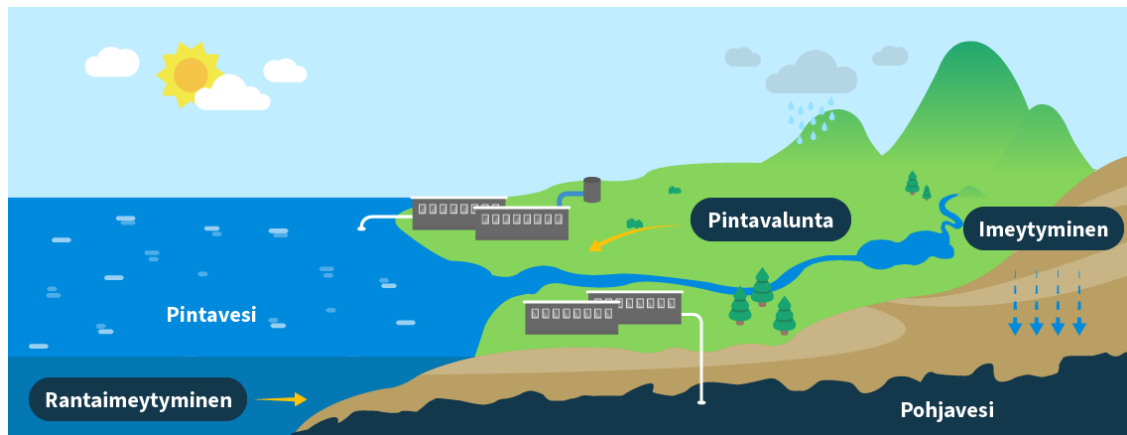
#### 6.1.1 Mitä on pohjavesi?

Pohjavesi muodostuu sataneesta, maaperään imeytyneestä vedestä (kuva 7). Pohjavesi puhdistuu maaperän läpi suotautuessaan ja maaperän mineraaleja liukenee siihen. Pohjavesialueeksi kutsutaan hiekka- tai sora-aluetta, josta pohjaveden pumppaus on mahdollista. Pohjavesialueen koko ja vedenottoaivojen lukumäärä sekä sadanta vaikuttavat otettavissa olevaan vesimäärään.

Vedenoton seurauksena pohjaveden pinta voi laskea alle läheisen vesistön pinnan ja pintavettä alkaa suotautua pohjavedeksi. Tätä kutsutaan rantaimetymiseksi. Suunnittelemaan rantaimetyminen voi vaikuttaa haitallisesti vedenlaatuun.

Luontaiset pohjavesivarat eivät usein riitä suurehkojen yhdyskuntien tarpeisiin. Pohjavesialueen antoisuutta voidaan kasvattaa imeyttämällä alueelle pintavettä. Tätä kutsutaan tekopohjaveden muodostamiseksi.

Pohjavesi purkautuu paikoittain maanpinnalle. Pohjaveden purkautumaa kutsutaan lähteeksi.



**Kuva 7.** Pohjavesi muodostuu sateen imeytyessä maaperään tai rantaimeytymisen kautta.

### 6.1.2 Pohjaveden likaantumiseriskit ja pohjavedensuojelu

Maaperään ja pohjaveteen päässeet lika-aineet voivat kulkeutua veden virtaussuunnassa ottokaivoon.

Yhdyskuntien veden hankintaan tarkoitettujen pohjavesialueiden on kartoitettu ja niille on määrätty aluerajaukset. Vaikka pohjavesi on pintavettä paremmassa suojassa maakerrosten alla, veden laatua uhkaavat monet ympäristön toiminnot:

- **Maaperään päässeet kemikaalit**  
Aikojen kuluessa kemikaaleja on päässyt maaperään mm. puunkyllästä-möiltä, pesuloista, metallialan yrityksistä, vesakoiden torjunnasta, pel-loilta, puutarhoilta ja lentokentiltä. Pohjavesialueella voi olla vaarallisia ke-mikaaleja käyttäviä tehtaita, laitoksia tai niiden varastoja. Pohjavesialu-eella toimimiseen liittyy rajoituksia ja velvoitteita, joilla pyritään suojele-maan pohjavesiä.
- **Jätevedet**  
Jätevesipumppaamoiden ylivuodot ja viemärivauriot ovat yleisimpiä syitä jätevesien pääsyyn pohjavesiin (kuva 8). Jätevesistä voi päästä pohjave-teen tautia aiheuttavia mikrobeja. Jätevesipäästöt voivat aiheuttaa myös haju- ja makuongelmia. Ulkokäymälä tai väärin toteutettu jätevesien maa-han imeytys voi aiheuttaa vastaavanlaisia vaikutuksia kuin suorat jäteve-sipäästöt.
- **Liikenne**  
Liikenneonnettomuus tai liukkaudentorjunta- ja pölynsidontakemikaalien käytöt voivat uhata pohjaveden laatua (kemikaalit, suolat, kloridi). Riskien vähentämiseksi tiealueelle voidaan tehdä suojauksia, joilla estetään tie-alueen vesien pääsy pohjaveteen. Perinteisen suolauksen rinnalle on ke-hitetty myös orgaanisia yhdisteitä, kuten kaliumformiaatti. Sitä suositel-laan käytettäväksi liukkaudentorjuntaan erityisesti pohjavesialueilla sijait-sevilla tieosuuksilla, joilla pohjaveden suolaantumiseriski on suuri.
- **Maatalous**  
Maanviljely voi nostaa pohjaveden nitraattipitoisuutta ja alentaa happipi-toisuutta. Nitraatti on haitallista erityisesti imeväisikäisille lapsille. Alhainen

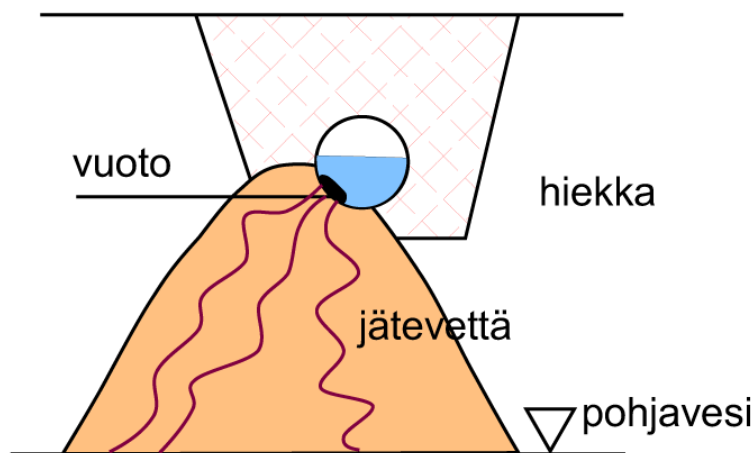
happipitoisuus voi johtaa pohjaveden rauta- ja mangaanipitoisuuden nousuun. Eläinsuojat, laiduntaminen tai lietelannan levitys pellolle voi liata pohjaveden mikrobeilla ja nitraatilla. Turkistarhat, sikalat, navetat ja tuorerehusäiliöt ovat pohjavesivaikutuksiltaan maanviljelystä haitallisempia. Maataloudessa käytetyt kasvinsuojeluaineet voivat kulkeutua maan pintakerroksesta pohjaveteen, joten niiden käyttöä pohjavesialueilla rajoitetaan.

- Korjaamot, huoltoasemat, öljysäiliöt, asfaltti- ja öljysora-asemat  
Pohjaveteen voi päästä öljypohjaisia tuotteita (öljyä, bensiiniä) esimerkiksi vuotavista säiliöistä. Bensiinipäästöistä voi joutua bensiinin lisäaineita pohjaveteen. Pohjavesialueilla näiltä toiminnoilta edellytetään kaksois-suojasperiaatteen mukaisia suojauksia. Lainsäädäntö velvoittaa tarkastamaan pohjavesialueilla sijaitsevien maanalaisten säiliöiden kunnon määräjain.
- Teollisuus  
Polttoaineiden, pesuaineiden, liuottimien tai pintakäsittelykemikaalien iso yksittäinen vuoto tai vähittäinen tihkuminen maaperään voivat pilata pohjaveden juomakelvottomaksi. Kemikaalisäiliöt pitää varustaa vuodonilmaisjärjestelmällä ja niissä on oltava kaksoisvaipparakenne tai ne on sijoitettava tiiviisiin ja korroosiokestäviin vuotoaltaisiin.
- Maalämpökaivot  
Pintavettä voi päästä valumaan pohjaveteen puutteellisesti tiivistettyjen kaivorakenteiden tai suojaputkien kautta ja kallion poraus voi aiheuttaa muutoksia pohjavedenpinnan tasossa ja veden laadussa. Lämmönsiirtoaineita voi vuotaa laitteista ja joutua pohjaveteen. Pohjavesialueelle suunnitellulle energiakaivolle tarvitaan aluehallintovirastosta haettava vesilain mukainen lupa. Viime vuosina aluehallintovirastot eivät ole enää myöntäneet lupia pohjavesialueille.
- Kaatopaikat  
Suljetuilta kaatopaikoilta voi suotautua myrkyllisiä yhdisteitä, typpiyhdisteitä tai suoloja.
- Maankaivu ja ojitukset  
Maankaivu ja ojitukset voivat vaikuttaa pohjaveden pinnankorkeuteen ja muuttaa vedenlaatua. Tavallisimpia vedenlaatumuutoksia ovat veden samentuminen ja rautapitoisuuden kohoaminen. Maankaivuussa on jätettävä riittävä, useamman metrin suojakerros pohjaveden pinnan yläpuolelle.
- Rantaimeytyminen, tulvavedet ja sulamisvedet  
Vaikka rantaimeytyminen on tapa valmistaa tekopohjavettä, liian lyhyt imeytymismatka voi heikentää veden laatua (mm. humusta ja väriä veteen). Rantaimeytyminen lisääntyy kuivana kautena.
- Ilmastonmuutos  
Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät kuivakaudet voivat vaikuttaa pohjaveden määrään ja laatuun; rankkasateet ja lämpimät talvet heikentää pohjavesien laatua.

- Ilkivalta

Ilkivaltaa torjutaan lukitsemalla ottokaivot ja ottamorakenteet, aitaamalla ja asentamalla kulunvalvontalaitteet vedenottamolle sekä tekemällä säännöllisiä tarkistuskäyntejä.

Riskien ennalta havaitseminen ja torjuminen on ensiarvoisen tärkeää pohjavesien hyvän laadun säilyttämiseksi. Pohjaveden laatua seurataan yleisimmin vedenottokaivosta otettujen näytteiden perusteella. Mikäli kaivon veden laadussa havaitaan likaantuminen, on vahinko edennyt pitkälle. Likaantuneen maaperän puhdistaminen on usein vaikeaa ja kallista. Pohjaveden likaantumisvaara on suuri sellaisilla hiekka- ja soramailla, jotka läpäisevät hyvin sekä vettä että lika-aineita. Erityisen riskialttiita ovat alueet, joissa pohjavesi on lähellä maanpintaa tai joissa pohjaveden pinnan alapuolelle ulottuvan soranoton seurauksena on pohjavesilammikoita.



**Kuva 8.** Vuotava jätevesiviemäri vedenottamon läheisyydessä aiheuttaa vesiepidemiariskin.

Pohjavesialueella olevien toimintojen ja olosuhteiden aiheuttamia riskejä pohjavesille arvioidaan vesienhoidon suunnittelussa ja pohjaveden suojelusuunnitelmissa. Vesilaitoksen on syytä perehtyä oman laitoksensa ottamoalueita koskeviin suunnitelmiin ja huomioitava suunnitelmissa havaitut riskit toiminnassaan ja talousveden tuotantoketjun riskienhallintasuunnitelmassa. Ellei vesilaitoksen raakavesilähteenä olevalle pohjavesialueelle ole laadittu suojelusuunnitelmaa, vesilaitos voi olla laadinnan aloittamiseksi yhteydessä ympäristönsuojeluviranomaiseen.

Talousvettä toimittavan laitoksen on toimitettava talousveden tuotantoketjun riskienhallintasuunnitelma kunnan terveydensuojeluviranomaiselle, ELY-keskukselle ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle, jotta ne voivat ottaa sen huomioon valvontatoiminnassaan, lupapäätöksissä ja vesienhoidossa raakavesien suojelemiseksi. Vesilaitoskin voi tiedottaa pohjavesialueella toimivia, esimerkiksi maatiloja, asukkaita ja teollisuutta, pohjaveden laatua uhkaavista riskeistä ja oikeista toimintatavoista.

Voimakkaan sadannan tai lumen tavanomaista nopeamman sulamisen seurauksena pintavesiä ja niiden mukana mikrobeja voi päästä suoraan tai lyhyen maaperäviipymän vuoksi vedenottokaivoon.

Pohjaveden pinnankorkeuden seuranta on tärkeää. Pohjaveden pinnan aleneminen voi aiheuttaa myös vedenlaadun muuttumista (esimerkiksi rautapitoisuuden kohoamista).

Vedentuotantoketun riskienhallintasuunnitelmasta tulee löytyä tiedot tunnistetuista pohjaveden laadulle riskiä aiheuttavista kohteista.

Vesilaitoksen käyttöhenkilökunnan pitää tiedostaa riskit ja huolehtia, että riskin toteutuksessa osataan toimia oikein (esimerkiksi vedenoton keskeytys kaivosta, suojapumppaus tai kaivon veden laadun tehostettu seuranta).

Tulva-aikaan vedenotto-kaivojen tilanne ja veden laatu on syytä käydä tarkistamassa riittävän usein. Jos jollakin kaivolla riskinä on pintavesien pääsy kaivoon, pitää kaivo mahdollisuuksien mukaan ottaa pois käytöstä. Riskialttiilla alueella olevalla kaivolla pitää aina olla varavedenotto- paikka.

Tulvaveden aiheuttamat riskit vedenotto-kaivojen vedenlaadulle on arvioitava ennakolta ja pyrittävä korjaamaan tilanne. Korjaustoimenpiteitä voivat olla mm.:

- kaivon ympäristön korottaminen ja tiivistäminen,
- pintavesien ohjaaminen pois ottokaivon läheisyydestä,
- kaivon rakenteiden tekeminen vesitiiviiksi,
- johtolinjojen ja kaapelikanavien tiiviyden tarkistus,
- kaivon kannen tiivistäminen,
- kaivon siirtäminen turvallisempaan paikkaan
- kaivon läheisyydessä olevien ojien perkaus (tulvimisen estäminen).

### **6.1.3 Kuilukaivo, siiviläputkikaivo ja porakaivo**

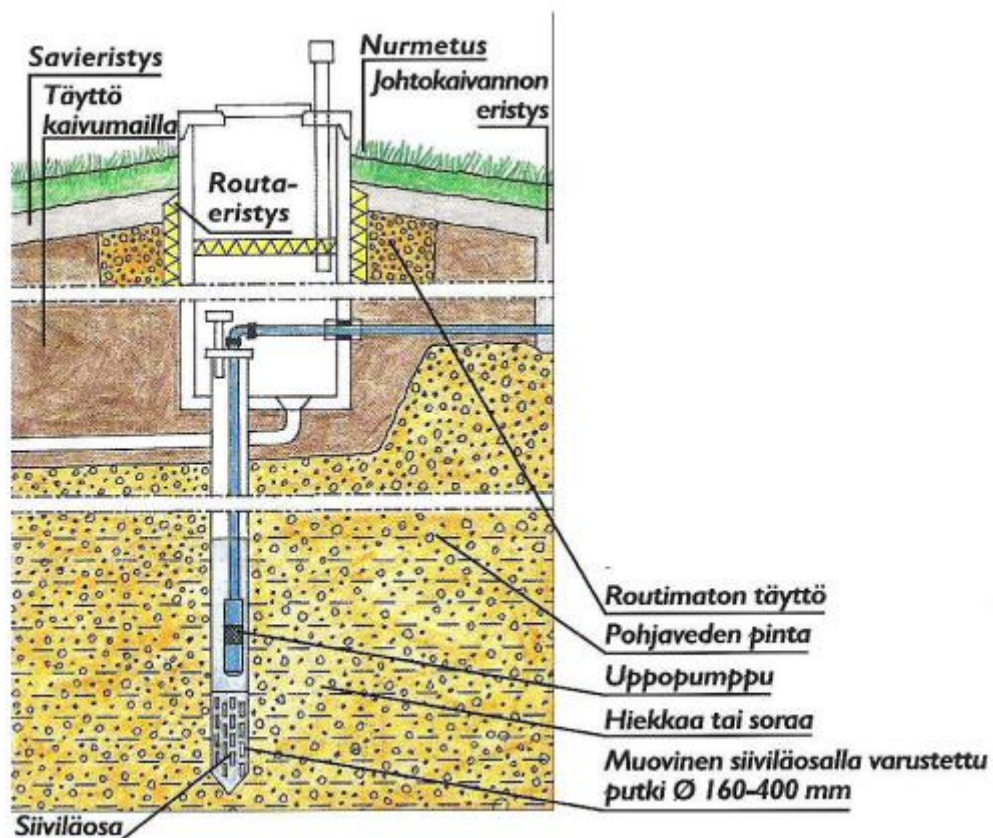
Pohjaveden ottoon käytetään pääasiassa kolmenlaisia kaivoja: kuilukaivoja, siiviläputkikaivoja ja porakaivoja.

Kuilukaivo on tehty joko betonirenkaista tai kaivo valetaan paikalleen. Uusia kuilukaivoja ei juurikaan enää tehdä vesilaitoksille. Vedenlaadun kannalta riskikohteita ovat betonirenkaista rakennetun kaivon renkaiden saumat. Routa tai puiden juuret voivat aiheuttaa kaivonrenkaiden liikkumista ja sauman aukeamista. Sauman aukeaminen voi johtaa pintavesien, lika-ainesten tai pieneläinten pääsemiseen kaivoon.

Siiviläputkikaivo on yleisin kaivotyyppi. Siiviläputkikaivo tehdään poraamalla maaperään. Kaivon suojaputkessa olevan siivilän kautta vesi kulkeutuu kaivopumpulle, mikä pumppaa veden käyttöön. Suurimmat vedenlaaturiskit aiheutuvat sade- ja sulamisvesien pääsystä kaivoon joko suoraan (esim. kuivatusviemäriin kautta) tai imeytymällä lyhyen matkan karkean soran läpi.

Kuvan 9 esimerkki havainnollistaa siiviläputkikaivojen rakennetta. Kaivojen maanpäälliset rakenteet voidaan sijoittaa kaivokoppiin, mikä mm. helpottaa kaivon huoltotoimenpiteitä (kuva 10).

Kallioporakaivo on pääasiassa pienehköjen laitosten ratkaisu, koska kaivon antoisuus ei yleensä ole suuri. Sade- ja sulamisvesiä saattaa kulkeutua ottokaivoon kallioruhjeita pitkin. Porakaivojen erityisiä terveydelle haitallisia ongelmia voivat olla arseeni ja radon. Kallioporakaivoissa on usein rikkivedyn aiheuttamaa hajua.



**Kuva 9.** Esimerkkikuva havainnollistaa siiviläputkikaivon rakennetta. Kuva: Suomen ympäristökeskus.



**Kuva 10.** Kaivokoppi. Kuva: Maanrakennus Jokinen Oy.

#### 6.1.4 Pohjaveden laatuhäiriöt ja kaivojen kunnossapito

Suurimpia riskejä pohjavesilaitoksella on sade-, sulamis- tai jätevesien pääsy vedenotokaivoon. Veden saastuminen havaitaan usein joko vedenkäyttäjien sairastumisena tai veden valvontatutkimuksissa mikrobien määrän lisääntymisenä. Aistinvaraisesti (veden ulkonäkö, haju, maku) vedenlaadun muuttumista ei yleensä havaita. Raakaveden jatkuvatoiminen sameus- ja happimittaus voi auttaa havaitsemaan veden laadun muutokset.

Vaarattomampia, vaikkakin vedenkäyttäjän kannalta ikäviä vedenlaadun muutoksia, voivat olla veden rauta- tai mangaanipitoisuuksien kohoamiset. Joskus vedessä voi myös olla epämiellyttävää rikkivedyn hajua (mädäntyneen kananmunan haju). Hajun syynä on veden alhainen happipitoisuus. Ongelmia saattaa esiintyä esimerkiksi kuivaan aikaan, jos pohjaveden virtausolosuhteet muuttuvat.

Kaivojen rakenteet ja kaivoa ympäröivä alue on tarkistettava säännöllisesti ja on tehtävä tarvittavat korjaukset. Kaivon rakenteet pitää tarvittaessa tiivistää, kaivon yläpuoliset rakenteet korjata ja muokata kaivon ympäristöä niin, että vesi viettää kaivolta poispäin. Kaivon lattiakaivon viemäriputken päässä olevien pieneläinverkkojen ja takaisinvirtauksen estävien luukkujen tms. kunto pitää tarkistaa ja ne pitää tarvittaessa korjata.



**Kuva 11.** Kaivoon voi virrata sulamis- ja tulvavesiä kuivatusputkea pitkin, jos takaisinvirtausta ei ole estetty. Kuvan suojaverkon silmäkoko ei ole riittävä estämään pieneläinten pääsyä kuivatusputkeen.

Riskinä voi olla pieneläinten (jyrsijät, linnut, lepakot) hakeutuminen tai sulamis- ja tulvavesien pääsy kuivatusputken kautta kaivon yläpuolisiin rakenteisiin. Ilmastointi- ja kuivatusputkiin asennettavilla tiheillä verkoilla estetään pieneläinten pääsy kaivoihin. Parempi vaihtoehto on ilmastointiputkiin asennettu ilman suodatinta. Ilman suodatuksen pitää olla toteutettu niin, ettei kosteus talvella jäädytä suodatinta tukkoon.

## 6.2 PINTAVESI OTETAAN JÄRVESTÄ TAI JOESTA

Pintavesilaitosten raakavesi otetaan joko järvestä tai joesta. Jokiveden laatu vaihtelee usein järiveden laatua enemmän ja nopeammin. Jokiveden laatuun vaikuttavat erityisesti luontaiset olosuhteet ja ihmistoiminnot ottopaikalta ylävirtaan, esimerkiksi puhdistettujen jätevesien purkupiste ja maatalous. Järvivesi ei ole yhtä herkkä muutoksille kuin jokivesi, koska suuri vesitilavuus tasaa laadun vaihteluita.

Humuspitoisuus on tyypillistä suomalaisille pintavesille. Humus on maaperästä peräisin olevaa orgaanisen aineksen hajoamistuotetta, joka aiheuttaa veteen ruskeaa väriä. Humuspitoisuutta osoittavat orgaanisen aineksen pitoisuus (TOC), hapettuvuus (kemiallinen hapenkulutus, kaliumpermanganaattiluku), UV-absorbanssi (UV<sub>254</sub>) sekä väriluku.

Pintavesi puhdistetaan monivaiheisesti kemiallisella käsittelyllä ja tehokkaalla desinfioinnilla, joten pintavedessä olevat mikrobit eivät aiheuta riskiä vedenkäyttäjille. Vaihtoehtona pintaveden kemialliselle käsittelylle on tekopohjaveden valmistus.

Pintaveden laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat mm.:

- Maatalous  
Pelloilta huuhtoutuu pintavesiin humusta, ravinteita ja torjunta-aineita. Tautia aiheuttavia mikrobeja pääsee pintavesiin eläinten laiduntamisesta ja lietelannan levittämisestä pellolle.
- Metsätalous  
Soiden ja metsien ojitus lisää pintavesien humuspitoisuutta ja ravinteita.
- Jätevesi  
Puhdistettujen yhdyskunta- tai teollisuusjätevesien purkuputkista ja haja-asutuksen jätevesistä voi päästä pintavesiin ravinteita, tauteja aiheuttavia mikrobeja sekä viemäriin päätyneitä haitallisia aineita. Puhdistamattomia jätevesiä voi päästä vesistöön viemäriverkon tai jätevedenpuhdistamon häiriötilanteessa.
- Liikenne  
Liikenteen onnettomuustilanteet aiheuttavat riskin veden laadulle (kemikaalit, öljy, bensiini).
- Ilmastonmuutos  
Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvä sadanta ja rankkasateet lisäävät humuksen, maa-aineksen ja ravinteiden huuhtoutumista pintavesiin. Lämpötilan nousu lisää rehevöitymistä ja leväkasvua ja vaikuttaa myös talousveden lämpötilaan.

Ravinteet (fosfori ja typpi) aiheuttavat vesistössä leväkasvua lähinnä kesällä, veden ollessa lämmintä. Auringonvalo lisää leväkasvua. Leväkasvu näkyy värillisenä, yleensä vihreänä samentumana vesistössä. Levät aiheuttavat veteen haju- ja makuongelmia. Vaikka vedenkäsittelyprosessi poistaa lähes kaikki levät, jää veteen hajua ja makua ellei käsittelyprosessia ole suunniteltu niiden poistoon.

Syanobakteerit eli sinilevät voivat tuottaa veteen myrkyllisiä aineita. Sinilevät muodostavat usein vihreän maalimaisen kerroksen veden pinnalle. Riskienhallintasuunnitelmassa on selvitettävä, onko raakavesilähteessä ollut syanobakteerien massaesiintymiä ja onko vesistön kehitys sen suuntainen, että silmin havaittavia massaesiintymiä voi muodostua. Jos raakavesilähteeseen alkaa muodostua mahdollisesti toksineja tuottava

syonobakteerien massaesiintymä, raakavesilähteestä tai laitokselle tulevasta vedestä on syytä tutkia mikrokystiinien kokonaispitoisuus.

Ympäristön havainnointi, esimerkiksi visuaalinen sinilevien tarkkailu, on tarpeellista mahdollisten uhkien torjunnassa. Havaitut raakaveden laatua vaarantavat toiminnot on huomioitava vesilaitoksen toiminnassa ja niistä on ilmoitettava terveydensuojelu- tai ympäristönsuojeluviranomaiselle.

Pintaveden laadun mahdolliset häiriötilanteet (esimerkiksi jätevesipäästöt tai onnettomuudet) on selvitettävä riskienarvioinnin yhteydessä. Häiriötilanteessa tarvittavat toimenpiteet on suunniteltava ja tarvittaessa toteutettava jo ennakoon. Niitä voivat olla mm. vedenottopaikan siirtäminen, varavesilähteen etsiminen, varautuminen öljyn torjuntaan tai vedenkäsittelyn tehostaminen.



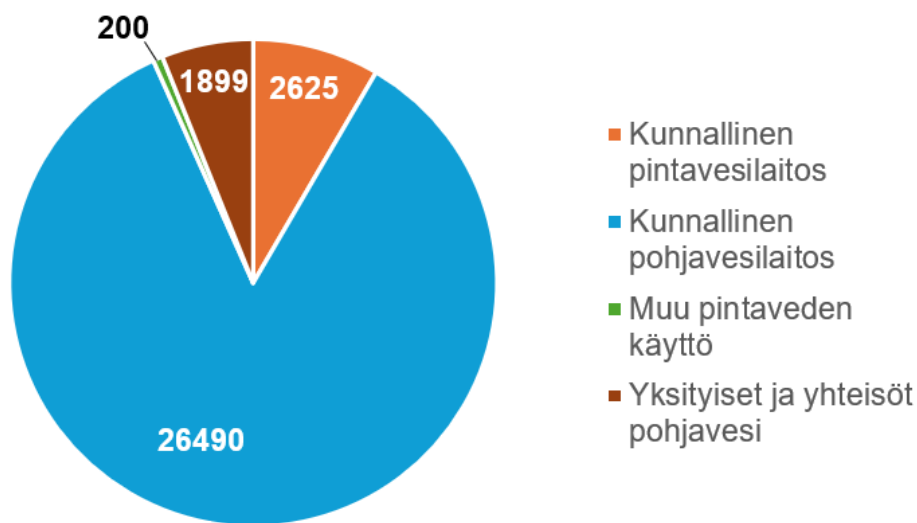
**Kuva 12.** Torjunta-aineita voi huuhtoutua pelloilta pohja- ja pintavesiin.

## 7 VEDENKÄSITTELY: RAAKAVEDESTÄ TALOUSVETTÄ

### 7.1 VESILAITOSTYYPIT

Vedenkäsittelyn tarkoituksena on poistaa vedestä haitallisia aineita ja mikrobeja sekä vähentää veden syövyttävyyttä. Vedenkäsittelyprosessi riippuu raakaveden laadusta. Pohjavesi vaatii yleensä vähän käsittelyä verrattuna pintaveteen.

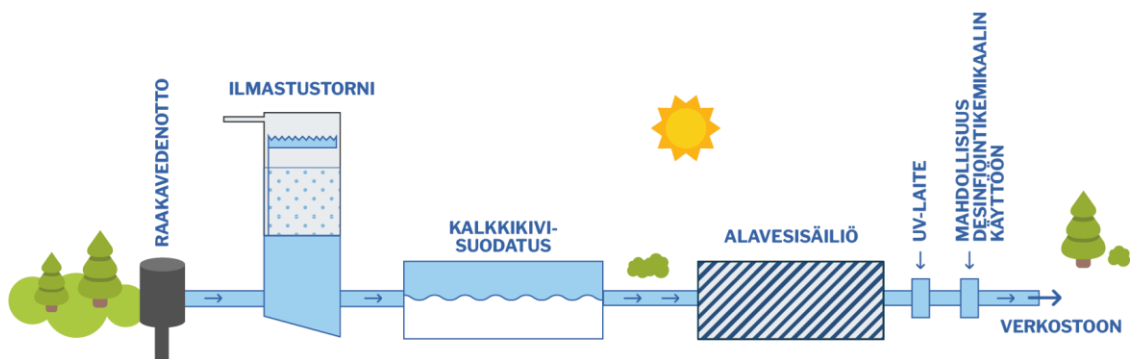
Kuvassa 13 on esitetty vesiepidemioissa sairastuneiden lukumäärä vesilaitostyypeittäin Suomessa. Pohjaveden käytöstä sairastuneita oli noin 90 % kaikista. Pohjavesilaitosten vähäisempi vedenkäsittely tekee niistä pintavesilaitoksia haavoittuvampia.



**Kuva 13.** Vesiepidemioissa vuosina 1998–2024 sairastuneiden lukumäärä eri talousveden tuotantojärjestelmissä. (Lähde: Terveystieteiden tutkimuskeskus)

#### 7.1.1 Pohjavesilaitos

Pohjavesi on yleensä juomakelpoista sellaisenaan (täyttää lainsäädännön asettamat laatuvaatimukset ja –suositukset). Useimmiten pohjavettä kuitenkin käsitellään ennen vesijohtoverkkoon johtamista vesijohtojen, -laitteiden ja -kalusteiden syöpyksen vähentämiseksi ja veden mikrobiologisen puhtauden varmistamiseksi.



**Kuva 14.** Esimerkki pohjavesilaitoksen prosessista.

Tavallisimmat pohjaveden käsittelymenetelmät ovat:

- alkalointi (pH:n nosto),
- raudan ja mangaanin poisto sekä
- desinfiointi UV-valolla ja klooridesinfiointivalmuis.

Alkaloinnin tarkoituksena on vähentää veden syövyttävyyttä. Alkalointi tarvitaan melkein aina pohjavedelle Suomessa.

Pohjaveden alhainen happipitoisuus aiheuttaa raudan ja mangaanin liukenemista maaperästä veteen. Rautaa ja mangaania poistetaan mm. hapettamalla se saostuvaan muotoon ja hiekkasuodatuksella.

Pohjaveden jatkuva desinfiointi on veden hygieenisyyden varmistamiseksi suositeltavaa, vaikka veden laatu olisikin hyvä. Jos vettä ei desinfioida jatkuvasti, pohjavesilaitoksella pitää olla valmius aloittaa klooridesinfiointi 6 tunnin kuluessa.

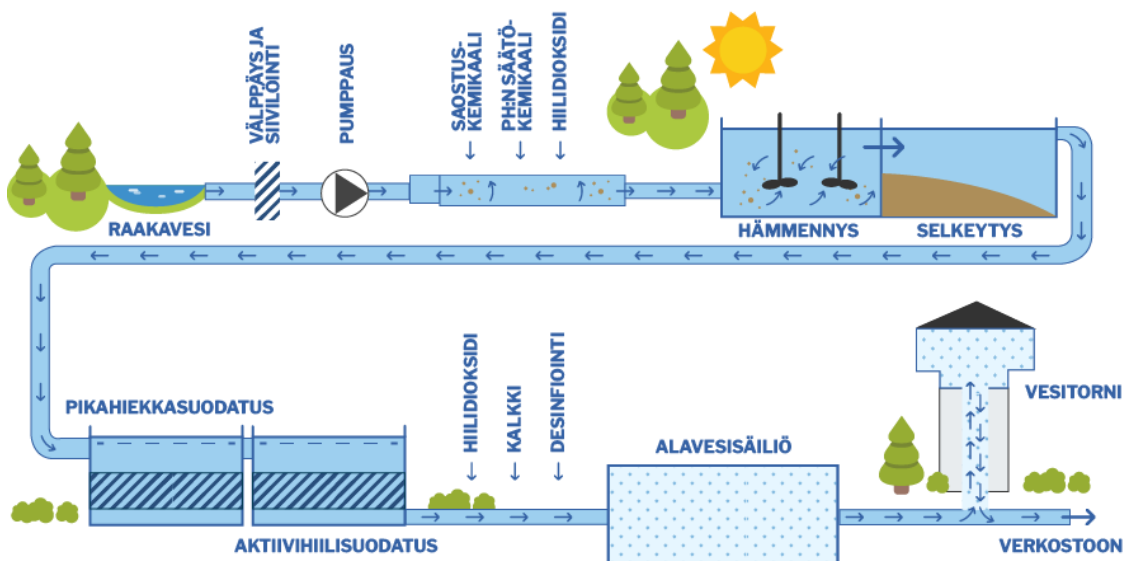
### 7.1.2 Tekopohjavesilaitos

Tekopohjavettä valmistetaan, kun luonnollisen pohjaveden tuotto ei riitä tarvittavaan vedenottomäärään. Tekopohjaveden valmistuksessa pintavettä imeytetään joko altaan kautta, maastoon sadettamalla, rantaimetyksellä tai imeytyskaivosta pohjavedeksi. Tarvittaessa pintavesi esikäsitellään ennen maaperään imeyttämistä. Maaperässä vedenottokaivoon kulkeutuessaan vesi puhdistuu lähes luonnon pohjaveden kaltaiseksi.

Imeytetyn veden viipymä maaperässä on usein noin 1–2 kuukautta. Tänä aikana vedestä poistuu mm. haitalliset mikrobit sekä pääosa orgaanisesta humusaineesta. Myös levien aiheuttama haju ja maku häviävät.

### 7.1.3 Pintavesilaitos

Pintavesi vaatii aina monivaiheisen ja tehokkaan käsittelyn kiintoaineiden, humuksen, levien ja mahdollisten tautia aiheuttavien mikrobin poistamiseksi. Pintavesi on desinfioitava aina ennen kuin vettä käytetään talousvetenä. Tavanomaisen pintavesilaitoksen prosessi on esitetty kuvassa 15 ja taulukossa 3.



**Kuva 15.** Pintavesilaitoksen prosessi.

**Taulukko 3.** Tavanomaisen pintavesilaitoksen prosessi.

| Toimenpide                                                                                 | Mitä tehdään?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vedenotto                                                                                  | Otetaan pintavesi joesta tai järvestä.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Välppäys ja siivilöinti                                                                    | Karkea kiintoaines, esim. kalat ja vesikasvit, poistetaan.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Saostus- ja pH:n säätökemikaalin annostus ja pikasekoitus                                  | Tarkoituksena on saostaa kiintoaine ja humus poistettavissa olevaksi sakaksi. Sakan mukana poistuu myös merkittävä osa mikrobeista. Prosessi toimii parhaiten tietyssä, lähinnä saostuskemikaalista ja vedenlaadusta riippuvassa pH-arvossa (rautakemikaaleilla n. pH 5). Saostuskemikaali alentaa veden pH-arvoa, joten yleensä tarvitaan pH:n säätökemikaalia (alkalointikemikaalia), jotta pH ei alenisi liikaa.                                                            |
| Hämmennys                                                                                  | Pikasekoituksessa muodostunut hienojakoinen sakka muodostaa vedestä erotettavissa olevia hiutaleita (flokkeja).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Selkeytys                                                                                  | Hiutaleet erotetaan selkeytyksessä joko laskeuttamalla altaan pohjalle tai nostamalla ne ilman kanssa altaan pinnalle (flotaatio).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Suodatus                                                                                   | Hiekkasuodatus poistaa selkeytyksen jälkeen loput kiintoainekset vedestä. Suodattimien huuhteluiden oikea ajoitus ja suoritus on tärkeää, etteivät suodattimien tukkeutuminen ja huuhtelut aiheuta häiriöitä suodatetun veden laatuun.                                                                                                                                                                                                                                         |
| Hajun ja maun parantaminen                                                                 | Prosessi sisältää yleensä hajun ja maun parantamista esim. otsonoinnilla ja/tai aktiivihiihisiuodatuksella. Aktiivihiihisiuodatus poistaa vedestä myös haitta-aineita, kuten PFAS-aineita. Myös hidassuodatusta tai jauhemaisen aktiivihiihien annostelua voidaan käyttää. Otsonointi hajottaa myös orgaanisia yhdisteitä ja tappaa mikrobeja.                                                                                                                                 |
| pH:n säätö                                                                                 | Veden pH:n nostolla prosessin lopussa vähennetään veden syövyttävyyttä. Usein annostellaan myös hiilidioksidia alkaliteetin nostamiseksi. Kalsium-pohjainen pH:n säätökemikaali nostaa myös veden kovuutta.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Desinfiointi: kloori, otsoni ja/tai UV-desinfiointi mikrobiologisen laadun varmistamiseksi | Pintavedestä valmistettava vesi desinfioidaan yleensä useammalla menetelmällä (kloori, UV-desinfiointi, otsoni) ennen vesijohtoverkostoon johtamista. Klooridesinfiointia käytetään pintavesilaitoksilla aina yhtenä desinfiointimenetelmänä verkostoveden hygieenisyyden varmistamiseksi. Humuksen poisto klooridesinfiointia edeltävissä käsittelyvaiheissa on tärkeää, koska humuspitoista vettä klooratessa muodostuu terveydelle haitallisia orgaanisia klooriyhdisteitä. |

## 7.2 TAVALLISIMPIA VEDENKÄSITTELYMENETELMIÄ

### 7.2.1 Vedenkäsittelykemikaaleista

Vaikka monet vedenkäsittelykemikaalit ovat sellaisenaan terveydelle vaarallisia (mm. natriumhypokloriitti ja lipeä), ne ovat vedessä oikein annosteltuina vaarattomia ja vedenkäsittelyssä välttämättömiä. Laitoksilla tulee olla näkyvillä käyttöturvallisuustiedotteet kaikille käytettäville kemikaaleille. Työntekijöiden on tiedostettava ja osattava kemikaalien käsittelyn riskit ja käsittelyn oikeat toimintatavat sekä ymmärrettävä kemikaalien ali- ja yliannostelun vaikutukset.

Kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteessa tärkeitä tutustuttavia kohtia ovat mm.:

- Vaaran yksilöinti: suojausvarusteet, vaikutukset nieltynä, iholla, silmiin tai keuhkoihin joutuneena, tms. (kohta 2)
- Ensiaputoimet (kohta 4)
- Palontorjuntatoimenpiteet (kohta 5)
- Toimenpiteet onnettomuuspäästöissä (kohta 6)
- Käsittely ja varastointi (kohta 7)
- Altistumisen ehkäiseminen ja tarvittavat henkilösuojaimet (kohta 8)
- Reaktiot eri materiaalien kanssa (kohta 10)
- Jätteiden käsittelyyn liittyvät näkökohdat (kohta 13)

Kemikaalien käytössä on varmistuttava, ettei kemikaalisäiliöstä, annostusletkuista tai –pumpuista pääse valumaan vuototilanteessa kemikaaleja tiloihin (esimerkiksi alavesisäiliöön), joissa niistä olisi haittaa. Riskiä pienentää mm. kemikaalisäiliön alla oleva suoja-allas, johon mahtuu koko kemikaalisäiliön tilavuus. Myös kemikaalin pääsy luontoon on estettävä. Kemikaalien siirtoon liittyvät riskit on myös tiedostettava. Käsittelykemikaalien on oltava vesilaitoskäyttöön tarkoitettuja.

### **Liuosmaisen kemikaalin annostelu**

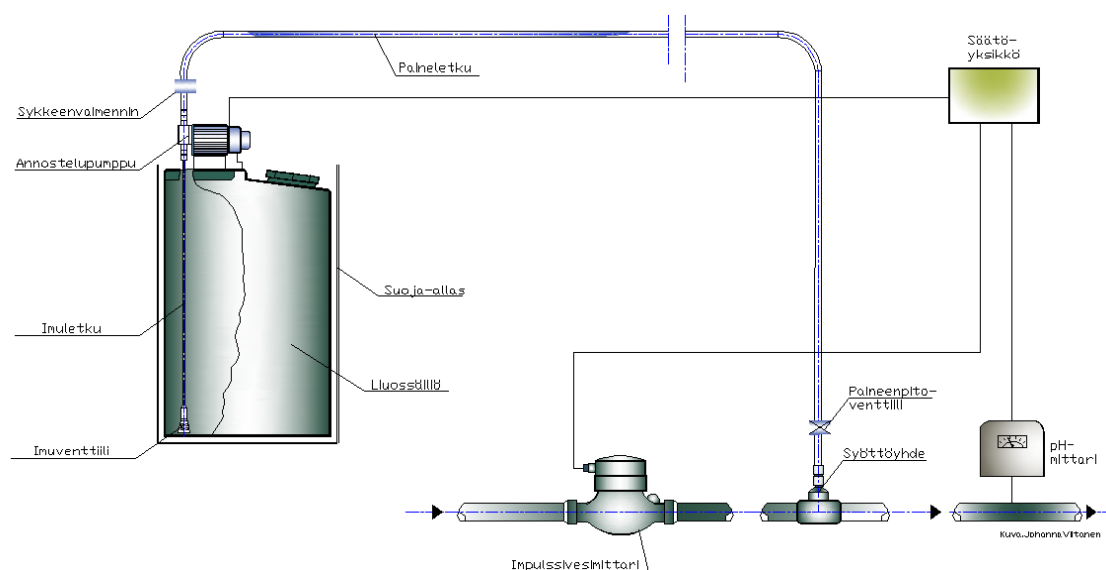
Liuksena annosteltavista kemikaaleista valmistetaan määrätyn väkevyinen syöttöliuos ja annostelemalla liuosta tietty määrä veteen. Annostuksen onnistumista voidaan valvoa pH-mittauksella. Mikäli pH-arvo ei ole vakaa (vaihtelee esim. yli 0,1–0,3 pH-yksikköä), syy vaihteluun tulisi selvittää ja korjata tilanne. Lipeää annosteltaessa pH-muutos on jyrkkä, kun pH on välillä 8,0–9,0 (ks. liite 3).

Kemikaalia voidaan annostella virtaamaohjauksella, pH-ohjauksella, virtaamaohjauksella yhdistettynä pH-korjaukseen (kuva 16) tai kytkemällä kemikaalin annostelu raakavesipumppujen käyntiin. Annostelun tarkkuuden varmistamiseksi on suositeltavaa ohjata annostelua virtaamaohjauksella yhdistettynä pH-ohjaukseen. Kemikaaliannostelun ohjaus ainoastaan raakavesipumppujen käynnin perusteella on altis yliannostuksille.

Kaikissa ohjaustavoissa yliannostusriskiä pienentää pH-mittari, joka hälyttää ja katkaisee annostuksen pH:n noustessa liian korkeaksi. Seurannan pH-mittarin tulee olla eri kuin annostusta säättävä mittari.

Annostuksen ohjaukseen liittyvät kemikaalien yliannostusriskit on tiedostettava (luku 7.3.1 ja liite 5). Annostelussa käytetty pH-ohjaus korjaa pientä annostusliuoksen pitoisuuden tai raakaveden laadun vaihtelusta aiheutuvaa annostustarpeen vaihtelua.

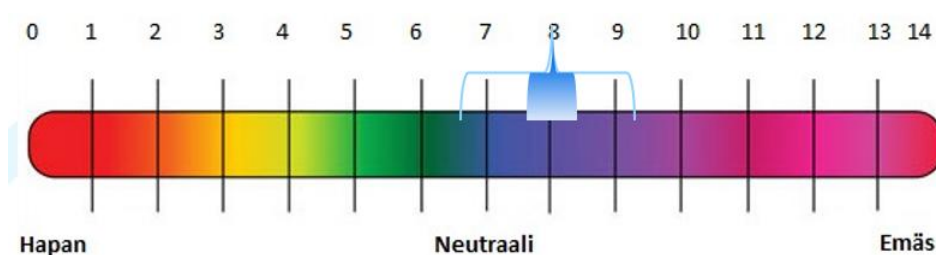
Kemikaalin annostussäiliön laimennusveden putki ei saa ulottua liuokseen asti (astian yläreunan yläpuolella oltava vähintään 50 mm ilmaväli) takaisinvirtauksen estämiseksi.



**Kuva 16.** Virtaamaohjattu ja pH-korjattu kemikaalin annostus.

## 7.2.2 Alkalointi eli pH:n nosto

Veden syövyttävyyttä vähennetään nostamalla veden pH-arvoa emäksiselle alueelle alkaloinnilla. Vesi on neutraalia, kun sen pH-arvo on 7. Happamassa vedessä pH on alle 7 ja emäksisessä yli 7. Alkaloinnissa käsitellyn talousveden pH pyritään tavallisesti nostamaan mahdollisimman tasaiseen arvoon välille 7,5–8,5.



**Kuva 17.** pH-asteikko ja alkaloinnin tavoitearvot.

Alkalointikemikaaleiksi kutsutaan vesilaitoksilla käytettäviä kemikaaleja, jotka nostavat veden pH-arvoa. Taulukossa 4 on lueteltu vesilaitoksilla yleisesti käytössä olevia alkalointikemikaaleja ja niiden ominaisuuksia. Myös ilmastus nostaa veden pH:ta.

**Taulukko 4.** Vesilaitoksilla yleisesti käytössä olevat alkalointikemikaalit ja niiden ominaisuuksia.

| Alkalointimenetelmä | Kemikaali          | Kaava                           | Vaikutus kovuuteen                                 |
|---------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| lipeä               | natriumhydroksidi  | NaOH                            | Ei vaikuta veden kovuuteen.                        |
| vesilaitoskalkki    | kalsiumhydroksidi  | Ca(OH) <sub>2</sub>             | Kalsium (Ca) nostaa veden kovuutta                 |
| sooda               | natriumkarbonaatti | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | Ei vaikuta veden kovuuteen. Annostellaan liuksena. |
| kalkkikivi          | kalsiumkarbonaatti | CaCO <sub>3</sub>               | Kalsium (Ca) nostaa veden kovuutta                 |

Sopivin alkalointimenetelmä riippuu veden laadusta. Alkalointikemikaalia tarvitaan sitä enemmän mitä korkeampi veden hiilidioksidipitoisuus on.

Mitä korkeampi veden kovuus on, sitä alempi veden pH:n tulee olla saostumien ehkäisemiseksi.

### **7.2.3 Kalkkikivisuodatus alkalointimenetelmänä**

Kalkkikivialkalointi on varmatoiminen ja turvallinen. Veden pH ei voi nousta siinä terveydelle haitallisen korkeaksi. Kalkkikiven kulutus on sitä suurempaa mitä enemmän vedessä on neutraloitavaa hiilidioksidia. Kalkkikiven laadulla on suuri vaikutus alkaloinnin toimintaan, esimerkiksi pienellä raekoolla pH-arvo kohoaa nopeammin.

Oikein mitoitettussa kalkkikivisuodatuksessa veden pH pysyy hyvin vakiona. Kalkkikivisuodatettu vesi saattaa aiheuttaa liiallista kalkin saostumista lämminvesilaitteisiin. Tämä voidaan välttää alentamalla vesilaitokselta lähtevän veden pH:ta.

Kalkkikivisuodatus soveltuu erinomaisesti mangaanin, alumiinin ja ammoniumin poistoon oikeissa olosuhteissa. Kalkkikivisuodatuksella voidaan poistaa myös jonkin verran rautaa. Kalkkikivisuodatus ei poista vedestä haitallisia mikrobeja. Likainen kalkkikivi tai suodattimien likaantuminen saattaa sen sijaan heikentää veden hygieenistä laatua ja aiheuttaa terveysriskiä vedenkäyttäjille.

Kalkkikiven likaantuminen voi tapahtua:

- kalkkikivirouheen valmistuksen ja varastoinnin aikana tuotantoalueella,
- kuljetuksessa vesilaitokselle,
- suodattimien täytön aikana tai
- vesilaitoksella käytön aikana.

Mikrobien ja levien kasvua ehkäistään suojaamalla altaat likaantumiselta ja valolta.

Uusi kalkkikivi on aina huuhdeltava tehokkaasti ilma-vesihuuhtelulla kunnes huuhteluvesi on kirkasta. Kalkkikivi pitää myös desinfioida ennen käyttöönottoa kloorilla tai puhtaalla kuumalla höyryllä. Klooridesinfioinnissa käytetään korkeaa klooripitoisuutta (30–50 mg/l) ja klooripitoisen veden annetaan seistä suodattimessa 24 tuntia. Jos vaikutusaikaa lyhennetään, pitää klooripitoisuutta nostaa. Desinfiointi voidaan toteuttaa myös puhtaalla höyryllä.

Kalkkikivisuodatin on huuhdeltava säännöllisesti ilma-vesihuuhtelulla metallisakan, liukenemattoman aineksen ja hienoaineksen poistamiseksi. Huuhtelutiheys vaihtelee paljon eri laitoksilla ja siihen vaikuttaa mm. alkaloitavan veden rauta- ja mangaanipitoisuus. Oikea huuhtelutiheys pitää hakea laitospöytäkirjasta. Kalkkikivisuodatin pitää huuhdella, jos esimerkiksi suodatetun veden sameus ja/tai rauta- ja mangaanipitoisuus nousevat.

Kalkin lisäystarve riippuu kalkkimäärästä ja sen kulumisesta. Lisäystarve havaitaan veden pH:n alenemisena ja/tai pH:n vaihtelun kasvamisena. Kalkin lisäyksen jälkeen suodatin on aina huuhdeltava ja desinfioitava.

Lisätietoja kalkkikivisuoduksesta löytyy Vesilaitosyhdistyksen *Kalkkikivialkalointiopasta*.

#### 7.2.4 Desinfiointi: haitallisten, tautia aiheuttavien mikrobien tuhoamista

Desinfiointi voidaan tehdä kloorikemikaalilla (mm. natriumhypokloriitti), UV-käsittelyllä (säteilyttämällä ultraviolettivalolla) tai otsonoinnilla. Desinfiointimenetelmien tehokkuus taudinaiheuttajamikrobien poistossa vaihtelee taulukossa 5 esitetyn mukaisesti.

**Taulukko 5.** Yleisimpien desinfiointimenetelmien tehokkuus mikrobien poistossa, kun prosessit ovat asianmukaisesti suunniteltuja ja toimivia ja desinfiointiannostus on riittävä.

| Desinfiointimenetelmä           | Bakteerit     | Virukset         | Alkueläimet              |
|---------------------------------|---------------|------------------|--------------------------|
| Klooraus natriumhypokloriitilla | Erittäin hyvä | Hyvä             | Riittämätön              |
| Klooridioksidi                  | Erittäin hyvä | Kohtalainen      | Kohtalainen/ riittämätön |
| Klooriamiini                    | Riittämätön   | Riittämätön      | Riittämätön              |
| Otsonointi                      | Erittäin hyvä | Erittäin hyvä    | Hyvä/riittämätön         |
| UV-desinfiointi                 | Erittäin hyvä | Hyvä/riittämätön | Erittäin hyvä            |

Pintavesilaitoksilla desinfiointi tarvitaan aina ja myös tekopohjavesilaitoksilla desinfiointi on syytä olla. Pohjavesilaitoksillakin jatkuva desinfiointi on suositeltavaa ja desinfiointilaitteiston pitää ainakin olla käyttöön otettavissa, sillä etenkin rankkasateiden ja tulvien takia myös pohjavesiin voi päästä tautia aiheuttavia mikrobeja. Väliaikaista desinfiointia voidaan tarvita myös, jos vesijohtoverkosto on päässyt likaantumaan mikrobiologisesti esimerkiksi putkirikon yhteydessä.

#### Klooridesinfiointi

Klooridesinfiointi tehdään lähes poikkeuksetta annostelemalla valmista natriumhypokloriittiliuosta. Natriumhypokloriittia voidaan valmistaa vesilaitoksella elektrolyysilaitteistolla myös suoraan käyttöön. Klooridesinfiointiin voidaan käyttää myös kloorikaasua ja klooridioksidia. Monilla vesilaitoksilla käytetään klooriamiinikloorausta, jossa kloorikemikaalin jälkeen annostellaan ammoniumlähdettä (ammoniumsulfaattia tai ammoniakkia). Tavoitteena klooriamiinikloorauksessa on muodostaa sidottua klooria. Sidottu kloori säilyy ja turvaa veden laatua vapaata klooria paremmin verkostossa, mutta on desinfiointiteholtan heikko.

Klooridesinfioinnista jää veteen kloorijäännös, joka turvaa veden hygieenisyyttä vesijohtoverkostossa. Laitoksen käyttöhenkilökunnan tai vesilaitoksen vastuuhenkilön täytyy tietää oikea kloorijäännös, joka on yleensä alle 1 mg/l. Klooripitoisuutta vedessä seurataan jatkuvatoimisella tai käsikäyttöisellä kloorin mittalaitteella.

Orgaanista ainetta sisältävän humuspitoisen veden klooraus tuottaa veteen terveydelle haitallisia (syöpää aiheuttavia) yhdisteitä (desinfioinnin sivutuotteita). Siksi orgaanista ainetta poistetaan vedenkäsittelyssä ennen kloorausta.

#### Natriumhypokloriitti

Tavallisin desinfiointiin käytetty kloorikemikaali on valmis natriumhypokloriittiliuos. Kemikaalin klooripitoisuus on yleensä 10 % (noin 115–125 g/l klooria). Natriumhypokloriitti hajoaa ja sen klooripitoisuus alenee varastoitessa. Klooripitoisuus laskee sitä nopeammin mitä korkeammassa lämpötilassa liuos varastoidaan (ks. liite 4). Myös valon vaikutuksesta hajoaminen nopeutuu. Klooripitoisuuden aleneminen on huomioitava annostusmäärää kasvattamalla. Natriumhypokloriittiliuosta ei saa säilyttää laitoksella pitkiä aikoja ja varastoinnin pitäisi tapahtua mahdollisimman viileässä ja valolta suojattuna.

Natriumhypokloriitin hajotessa muodostuu kloraattia, jonka laatuvaatimus talousvedessä on 0,70 mg/l, jos talousvedeksi tarkoitetun veden desinfiointiin käytetään kloraattia muodostavaa desinfiointimenetelmää (muuten 0,25 mg/l).

Vesikuutiota kohti annosteltava hypokloriittimäärä on varsin pieni, joten tavallisesti kemikaali annostellaan laimennettuna liuoksena. Esimerkiksi pyrittäessä klooripitoisuuteen 0,5 mg/l, 10 % natriumhypokloriittia tarvitaan 4 ml/1 m<sup>3</sup> vettä. Kemikaalin sekoittuminen laimennusveteen pitää varmistaa, jotta vettä raskaampi natriumhypokloriittiliuos ei kerrostu väkevänä säiliön tai esim. desinfioitavan putken pohjalle.

Hypokloriittia voi sekoittaa lipeä- tai soodaliuokseen, jos erillistä annostelulaitteistoa ei ole. Natriumhypokloriittia ei saa sekoittaa happojen tai saostuskemikaalin kanssa, sillä ne reagoivat muodostaen hyvin vaarallista kloorikaasua.

### **Tilapäinen klooraus**

Kaikilla vesilaitoksilla pitää olla valmius ja osaaminen aloittaa tarvittaessa klooridesinfiointi kuudessa tunnissa. Tilapäisessä kloorauksessa käytettävien laitteiden käyttöä ja toimivuutta pitää testata säännöllisin välein ja kloorauksen toteutuksen ohjeiden pitää olla helposti saatavilla. Natriumhypokloriitin hankinta tilapäistä kloorausta varten pitää selvittää ja kemikaalin annostelu miettiä ennalta. Siirrettävää kloorauslaitetta käytettäessä pitää huolehtia, että kohteissa on sopivat kloorin syöttöyhteet ja sähkönsaanti. Laitoksella tulee olla laitteisto (kloorikomparaattori, fotometri tai jatkuvatoiminen mittalaite) veden klooripitoisuuden mittaukseen.

Desinfiointia käytetään verkostoon johdettavan veden käsittelyn lisäksi myös mm. vesijohtojen ja vesisäiliöiden puhdistamiseen. Tähän tarkoitukseen käytetään yleensä natriumhypokloriittia.

### **Tehoklooraus**

Mikäli vesijohtoverkosto on saastunut mikrobeilla, voidaan tehdä verkoston tehoklooraus. Tehokloorauksessa veden klooripitoisuus on useita milligrammoja litrassa, mutta kuluttajille käyttöön johdettavan veden klooripitoisuus ei saa olla yli 5 mg/l. Uudet putket tehokloorataan ennen käyttöönottoa.

Lisätietoa kloorauksesta on Vesilaitosyhdistyksen julkaisuissa *Talousveden klooraus ja Talousveden klooridesinfioinnin varmistamisen vaihtoehdot*.



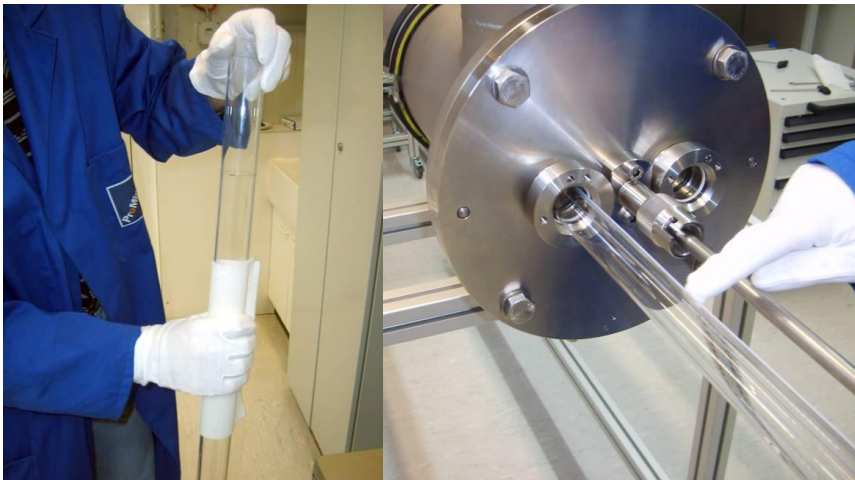
**Kuva 18.** Siirrettävä kloorauslaitteisto.

### **UV-desinfiointi**

Ultraviolettisäteilytystä käytetään yleisesti verkostoon pumpattavan veden desinfioinnissa. Säteilytys tehoaa hyvin sekä bakteereihin, viruksiin että alkueläimiin. Toisin kuin kloorauksella, laitoksella tehdyllä UV-desinfioinnilla ei ole veden mikrobiologista puhtautta turvaavaa vaikutusta enää verkostossa. UV-desinfiointi soveltuu erinomaisesti mm. pohjavesilaitoksille verkostoon johdettavan veden hygieenisyyden varmistamiseen.

UV-laitteessa vesi virtaa läpi kammion, jossa on yksi tai useampi UV-lamppu. Laite vaatii varsin vähän ylläpitoa. Menetelmän desinfiointivaikutus on suoraan verrannollinen säteilymäärään (intensiteettiin) ja laitteisto onkin varustettu säteilyn intensiteetin mittarilla. Sameus alentaa käsiteltävän veden UV-valon läpäisevyyttä, mikä pitää huomioida UV-laitteen mitoituksessa. Säteilyn intensiteetti alenee lamppujen suojausputken likaantuessa, joten laitteiston puhtaus pitää varmistaa säännöllisesti. Lamppujen intensiteetti myös alenee vähitellen. On suositeltavaa asettaa laitteeseen intensiteetille hälytysrajarvot. Valotehon laskiessa alle esihälytysrajan valvomoon lähtee hälytys, jonka perusteella tiedetään puhdistaa lamppujen suojalasit ja/tai vaihtaa lamput. UV-lamput vaihdetaan joko säteilyn intensiteetin laskettua tai määrätyn käyttötuntimäärän täytyttyä.

Lisätietoa UV-desinfioinnista on Vesilaitosyhdistyksen julkaisussa *Talousveden desinfiointi ultraviolettivalolla*.



**Kuva 19.** Vesilaitokselle asennettu UV-laite. UV-laitteen lamppujen suojaputket vaativat puhdistusta.

## 7.3 LAATURISKIT JA NIIDEN HALLINTA VESILAITOKSELLA

Verkostoon johdettavan talousveden laatuhäiriöt voivat aiheutua raakaveden laatumuutoksista, käsittelyprosessin häiriöistä, laitostilojen heikkouksista tai henkilöstön toiminnasta. Raakaveden saastumista on käsitelty kohdassa Vedenhankinta (luku 6).

### 7.3.1 Kemikaalin yliannostuksen seurauksia

Liian suuri alkalointikemikaalin annostus voi aiheuttaa terveysriskin vedenkäyttäjälle. Tässä suhteessa lipeä ja kalkkivesi ovat erityisen vaarallisia. Vedestä katsotaan aiheutuvan terveysriskiä, jos veden pH on 9,5 tai korkeampi. Korkea pH-arvo voidaan todeta pH-mittarilla tai havaita veden sameutena, vaahtoamisena tai liukkautena. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että alkalointikemikaalin virhesyöttö on vaarallinen, jos annostus on kaksinkertainen tai suurempi verrattuna normaaliin annostukseen.

Desinfiointikemikaalin esim. natriumhypokloriitin liian suuri annostus on terveysriski. Kloorin haju voi osoittaa ylisyötön, mutta aistinvarainen havainto on epävarma, sillä kloori haisee jo pieninä pitoisuuksina, eikä nenä erota suurta ja pientä annosta. Haitallinen klooripitoisuus on 5 mg/l tai suurempi. Yleensä annosteltava pitoisuus on alle 1 mg/l. Liian alhainen natriumhypokloriitin annostus tai annostuksen keskeytyminen

puolestaan heikentää mikrobien tuhoutumista ja aiheuttaa riskin veden hygieeniselle laadulle.

Kemikaalien yliannostusriskit riippuvat kemikaaliannostuksen ohjausjärjestelmästä. Liitteeseen 5 on kerätty tavallisimpia syitä kemikaalien yliannostuksiin ja toimenpiteitä yliannostusten estämiseksi.

Yleisiä ohjeita kemikaaliannostuksen yliannostusriskien vähentämiseksi:

- Liuoksen valmistusohjeet annostussäiliön viereen.
- Kemikaalin laadun ja iän varmistus (kuormakirja, etiketti) aina uuden kemikaalierän käyttöönoton yhteydessä.
- Veden laadun varmistus (pH, klooripitoisuus) aina uuden liuserän käyttöönoton yhteydessä.
- Kemikaalin huolellinen sekoittaminen.
- Omien mittareiden tulosten vertaaminen laboratoriotuloksiin.
- Varmatoiminen annostusjärjestelmä.
- Annostusjärjestelmän säännöllinen huolto.
- pH-mittarin elektrodin säännöllinen puhdistus ja kalibrointi, tarvittaessa elektrodin vaihto.
- Annosteluun liittyvien riskien selvittäminen riskikartoituksella, tarpeellisten muutosten toteuttaminen.

Vesilaitoksilla käytetään vaarallisiksi luokiteltavia kemikaaleja (esim. lipeä ja natriumhypokloriitti). Ne ovat oikein annosteltuina välttämättömiä ja täysin vaarattomia vedenkäyttäjille. Esimerkiksi tavanomaisella annostuksella veteen muodostuu lipeästä leivinsoodaa. Yliannostustapauksessa tilanne muuttuu. Yliannostuksessa veteen jää lipeää.

Yliannostus aiheutuu yleensä joko laiteviasta tai inhimillisestä erehdyksestä. Kaikkien laitosta käyttävien henkilöiden tulee olla riittävästi perehtyneitä laitteiden ja kemikaalien käyttöön sekä riskitekijöihin. Ongelmia voi tulla vakituisen käyttöhenkilön poissa ollessa (lomalla tms.) ja siksi myös sijaisten pitää perehtyä kemikaalien käyttöön ja annosteluun.

### **7.3.2 Pintavesilaitoksella mahdollisia laatuhäiriöitä**

Pintavesilaitoksella esiintyvät häiriöt ovat yleensä helpommin havaittavissa kuin pienillä pohjavesilaitoksilla. Avoaltaissa veden laatua voi tarkastella silmämääräisesti. Lisäksi pintavesilaitoksella on usein kattavampi vedenlaadun seuranta (omavalvonta) vaatimamman vedenkäsittelyn takia.

Saostuskemikaalin syötössä voi tapahtua häiriöitä. Esimerkiksi jos kemikaalin annostus jää liian alhaiseksi, selkeytys ei toimi kunnolla. Saostuskemikaalin syöttöhäiriön havaitsee mm. pH-alueen muutoksena, selkeytetyn veden sameutena ja ruskeana värinä.

Selkeytystä heikentävät virheellinen sekoituksen pH, väärä kemikaaliannostus, puutteellinen pikasekoitus ja huono hämmennys. Huono selkeytystulos lisää hiekkasuodatuksen kuormitusta.

Hiekkasuodatuksen häiriötilanne voi heikentää myöhempien prosessivaiheiden toimintaa ja klooridesinfointia. Häiriötilanne ilmenee esimerkiksi kohonneena suodatetun veden sameutena. Syitä suodatuksen häiriöön voivat olla mm. puutteellinen suodattimien huuhtelu, hiekkasuodattimien suuttimien tukkeutuminen tai rikkoutuminen. Jos vesilaitoksen vedenkäsittelyprosessissa on kiintoainetta poistava suodatus, sen toimivuutta pitää seurata omavalvonnassa sameusmittauksella.

### 7.3.3 Hygienia laitostiloissa

Vesilaitosrakennusten tulee olla tarkoitukseen sopivassa kunnossa, siistejä ja puhtaita. Niiden ilmanvaihdon tulee olla asianmukaisesti järjestetty ja tiloihin tulee olla pääsy vain henkilöillä, joilla on sinne kulkuoikeus Vesilaitoksella ei saa varastoida mitään ylimääräistä, ainoastaan vesilaitoksen päivittäisen käytön kannalta tarvittavia tarvikkeita ja välineitä.

Avoaltaissa vesi on alttiina likaantumiselle. Puhdasvesialtaiden veden saastuminen on erityisen vaarallista. Vesi voi saastua:

- ulkoilman epäpuhtauksista,
- sadevesien pääsystä veteen,
- likaisista käsistä, vaatteista, kengistä, työkaluista tai näytteenottovälineistä,
- eläinten pääsystä allastiloihin (esimerkiksi hiiret),
- vesilaitoksella käytetyistä kemikaaleista,
- tilojen pesuvesistä,
- tahallisesta saastuttamisesta tai
- huonetilan pölystä.

Mikäli laitoksella on avonaisia altaita, vesi suositellaan desinfioitavaksi. Puhtaan veden kanssa kontaktissa olevan ilman on oltava aina suodatettua (mm. ilmastimet, kalkkiviialtaat, ala- ja ylävesisäiliöt). Puhtaalla vedellä tarkoitetaan tässä vettä, jota ei enää käsitellä epäpuhtauksien poistamiseksi ennen verkostoon johtamista. Vesilaitostilojen on oltava puhtaita ja pölyttömiä. Tilojen pesuvesiä tai kemikaaleja ei saa päästä missään tilanteessa alavesisäiliöön tai altaisiin, joissa on puhdasta vettä. Altaiden päällä ei saa olla sellaisia kulkureittejä (mm. ritilätasoja), joilta lika-aineita voi päästä veteen. Mikäli altaiden päällä on ritilätasoja, tulee jalkineiden olla puhtaat tai jalkineiden päälle tulee laittaa suojapussit.

Mikrobi- ja leväkasvun estämiseksi suodatinaltaat pitää suojata likaantumiselta ja valolta.

Laitoksilla on oltava toimintaohjeet hyvän hygienian ylläpitämiseksi. Toimintaohjeissa on mainittava erityisen riskialttiit kohdat sekä toimenpiteet hygieenisuuden varmistamiseksi. Mikäli riski veden likaantumiseen on ilmeinen, vesi on desinfioitava.

Pinnoitus- ja maalaustöistä voi vesilaitoksen ilmaan joutua niin paljon kemikaaleja, että tämä aiheuttaa veteen hajua tai makua avoaltaiden kautta. Kunnossapidosta aiheutuva riski on otettava huomioon töiden suunnittelussa (ilmanvaihto, altaiden suojaus).

### 7.3.4 Työntekijöiden hygienia

Vesilaitoksella työskenneltäessä pitää kiinnittää huomiota jalkinehygieniaan ja työvaatetukseen. Saman henkilön työskentelyä jätevesi- ja puhdasvesijärjestelmissä tulee mahdollisuuksien mukaan välttää, sillä jätevedenpuhdistamon vedessä, lietteissä ja niiden roiskeissa on tautia aiheuttavia mikrobeja. Henkilöiltä, jotka työskentelevät sekä jätevedenpuhdistamoilla että vesilaitoksissa, edellytetään erityistä huolellisuutta, koska kontaminaatoriski haitallisten mikrobien siirtymisestä jätevedenpuhdistamolta vesilaitokselle on olemassa.

Vesilaitosten johdon tulee varmistua, että:

- henkilöstölle on annettu selkeät ohjeet vesilaitostoimintaan,
- henkilöstöllä on käytettävissä asianmukaiset työvaatteet ja suojavarustukset.

Vatsatautia sairastavan pitää pidättäytyä vesilaitoksen työtehtävistä oireiden aikana ja noin vuorokausi oireiden päättymisen jälkeen. Töihin palaamisen jälkeen on noudatettava erityistä huolellisuutta.

On suositeltavaa, että vedenottamoilla on käsienpesupaikka pesu- ja desinfiointiaineineen ja kertakäyttöpyyhkeineen. Työjalkineiden vaihtaminen tai kenkäsuojien käyttö vesilaitoksella voi olla tarpeellista.

### **7.3.5 Vesilaitosten saneeraus ja rakentaminen**

Vesilaitosten saneerausten tai pienempien korjaustöiden aikana laitoksilla voi toimia myös vesilaitoksen ulkopuolisia työntekijöitä. Talousvettä tuottavalla laitoksella työskentelevät urakoitsijat tulee perehdyttää laitoksen hygieenisiin työtapoihin, erityisen tärkeää tämä on, jos työskennellään käytössä olevalla laitoksella.

Esimerkkejä huomioitavista asioista ovat:

- Vesilaitoksen perehdytys / ohjeistus hygieenisestä työskentelystä ja yleisestä turvallisuudesta (mm. puhtaat työvälineet ja vaatteet)
- Avonaisten vesitilojen asianmukainen suojaaminen ennen töiden aloitusta
- Yhteiset katselmukset ennen työn aloitusta ja niiden päätyttyä
- Rajatut kulkuoikeudet vain niihin tiloihin, joissa työskennellään

Saneerattavana olevan kohteen käyttöönoton suunnittelussa tulee huolehtia riittävästä työnjälkeistä puhdistuksesta ja pesusta. Erityisesti talousveden kanssa kosketuksissa olevat altaat, putket ja muut pinnat tulee desinfioida kloorilla, huuhdella ja varmistaa puhtaus ottamalla vesinäytteet ennen saneerattujen altaiden tai putkien käyttöönottoa.

## 8 VESIJOHTOVERKOSTOT

### 8.1 VERKOSTON VAIKUTUS TALOUSVEDEN LAATUUN

Vedenjakelulla ei saa olla haitallista vaikutusta talousveden laatuun. Mahdollisia muutoksia ovat mm. mikrobikasvun aiheuttaman hajun ja maun muuttuminen ja rautapitoisuuden nousu verkostokorroosion vaikutuksesta. Veden kloorijäännös alenee ja kloori voi reagoida veden orgaanisten aineiden kanssa muodostaen hajua tai makua aiheuttavia aineita.

Jos raakavedessä on mangaania tai rautaa, niitä saostuu verkostoon. Verkostoon tuleet saostumat lähtevät paineen ja virtauksen vaihtelun seurauksena ajoittain liikkeelle aiheuttaen veden värjäytymisen mustaksi tai ruskeaksi. Saostumien muodostumista voidaan estää tehostamalla vedenkäsittelyä ja/tai huuhtelemalla verkostoa säännöllisesti.

Verkostoveden saastuminen voi aiheutua vesisäiliöiden tiiviiden pettämisestä, putkiri-koista tai verkostotöistä. Verkostopaineen laskuun tai verkoston tyhjenemiseen liittyy aina riski verkoston saastumisesta. Takaisinvirtaus verkostoon pitää estää teknisesti.

### 8.2 VERKOSTOMATERIAALIT JA PINNOITTEET

Talousveden kanssa kosketuksissa olevien materiaalien pitää soveltua talousvesikäyttöön. Vesijohtomateriaaleista ei saa irrota tai liueta terveydelle haitallisia aineita tai aiheutua veteen hajua, makua tai väriä. Veden laadun tulee säilyä vesijohdossa hygieenisenä ja hyvänlaatuisena. Tuotteiden ja materiaalien kelpoisuus kosketuksiin talousveden kanssa voidaan osoittaa tähän tarkoitettuun tyyppihyväksynnällä. Vuoden 2026 jälkeen markkinoille alkaa tulla uuden juomavesidirektiivin vähimmäishygienia vaatimusten mukaisia ja direktiivin mukaisesti merkittyjä talousvesituotteita. Vuoden 2032 jälkeen markkinoilla saa olla talousvesikäyttöön vain näitä tuotteita.

Verkoston putkimateriaaleja ovat muovit (polyeteeni, PVC), harmaa valurauta, pallografiittirauta (SG-rauta), teräs ja asbestisementti. Valurauta- ja teräsputkien sisäpintoja ovat bitumi (vanhoissa putkissa), epoksi ja sementtilaasti.

Muoviputkien läpi voi kulkeutua ympäröivästä maaperästä hajua ja makua aiheuttavia aineita. Tällaisia aineita voivat olla mm. öljyt, liuottimet, erilaiset kemikaalit sekä mädäntymistuotteet. Riskialueita ovat mm. vanhat huoltoasema-alueet, teollisuusalueet, kaatopaikat, suot ja mutapohjaiset järvet. Ongelmat tulevat esiin lähinnä pienissä putkissa (halkaisija alle 100 mm), joissa on pitkät viipymät. Nämä asiat tulee huomioida jo suunnitteluvaiheessa, niin että kyseisissä kohteissa käytetään haitta-aineita läpäisemättömiä putkimateriaaleja.

Ala- ja ylävesisäiliöissä tavallisimmin käytetty materiaali on betoni. Betoni ei vaadi pintakäsittelyä. Myös mm. terästä on käytetty vesisäiliöiden runkomateriaalina.

## 8.3 VERKOSTOTYÖT

### 8.3.1 Verkostomateriaalien varastointi ja kuljetus

Putkien, osien ja muiden tarvikkeiden kuljetuksessa, varastoinnissa ja käsittelyssä on noudatettava tuotteen valmistajan antamia varastoimislämpötila-, pinoamiskorkeus- ja muita ohjeita. Tarvikkeiden saavuttua työmaalle ne tulee tarkistaa vielä pintapuolisesti. Vioittuneet ja kelpaamattomat tarvikkeet on merkittävä ja poistettava työmaalta.

Verkostoputkia säilytetään yleensä tehtaalta tulevissa pakkauksissa ulkona telineissä suojapressujen tai katosten alla. Sisätiloissa putket ovat paremmin suojassa likaantumislta, auringonvalolta ja lämmöltä. Varastoalueiden ja telineiden puhtaudesta tulee huolehtia. Eläinten pääsy varastoalueelle tulisi estää mahdollisuuksien mukaan. Esimerkiksi lintujen uloste likaa ja levittää samalla haitallisia mikrobeja. Pinnoitteiden ja eristysten säilyvyyteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Kumitiivisteet varastoidaan puhtaissa tiloissa auringonvalolta ja kuumuudelta suojattuina. Samassa varastohuoneessa ei saa säilyttää voiteluaineita, bensiiniä tai liuottimia.

Putken puhtauden varmistamiseksi sen päissä on oltava tulpat varastoinnin ja kuljetuksen ajan sekä työmaalla, kunnes putki asennetaan. Putkiin ei saa tulla varastoinnissa, kuljetuksessa tai kuorman purkutilanteissa pysyviä taipumia, vaurioita tai naarmuja, jotka heikentävät kestävyyttä ja altistavat lian kertymiselle.

Likaantuneet työvälineet puhdistetaan työpäivän jälkeen ja ennen varastoon laittamista. Vesijohtoverkoston ja viemäriverkoston työkalut sekä työvaatteet on pidettävä erillisissä varasto- ja säilytystiloissa. Vesijohto- ja viemäriverkoston työkalujen kuljetusauto tulisi osastoida väliseinärakenteilla. Menettelyllä huolehditaan, etteivät puhtaat ja likaiset työkalut pääse kuljetettaessa kosketuksiin toistensa kanssa.

### 8.3.2 Asennustyöt

Vesijohtoverkoston asennustöissä on veden saastumisriski. Verkostotöitä tehtäessä onkin muistettava, että asennetaan talousveden kanssa kosketuksiin tulevia laitteita.

Asennustöihin liittyvien ohjeiden pitää olla kohteen työselosteessa. Yleisiä ohjeita löytyy esimerkiksi *InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 2, Järjestelmät ja täydentävät osat* sekä *Maahan ja veteen asennettavat kestomuoviputket (RIL 77-2013)* julkaisuista. Asennuksessa on noudatettava valmistajien antamia ohjeita.

Yleisperiaatteita asennustöihin:

- Käytettävien työvälineiden ja laitteiden on oltava puhtaita.
- Vesijohto- ja viemäriasennuksissa käytettäviä työvälineitä ja laitteita on säilytettävä ja kuljetettava erillään siten, että ne eivät pääse kosketuksiin toistensa kanssa.
- Likaantunut työväline pestään pesuaineilla ja desinfioidaan tarvittaessa esimerkiksi klooriliuoksella tai denaturoidulla alkoholilla.
- Työvaatteiden on oltava puhtaat, mielellään eri työvaatteet ja jalkineet vesijohto- ja viemäritöissä. Verkostojen uudisrakennuskohteissa voidaan asennustöitä tehdä samoilla työvaatteilla.
- Käsien puhtaudesta on huolehdittava esimerkiksi käyttämällä puhtaita käsineitä.
- Kaikissa asennustilanteissa on noudatettava annettuja työturvallisuusohjeita.

Seuraavat asennustöiden virheet aiheuttavat vuotoja ja vikoja vesijohtoverkoston:

- Tasauserroksessa tai alkutäytössä oleva kivi tai muu pistekuorma.
- Putkien käsittelystä aiheutuneet kolhut.
- Tonttihaaran poraaminen taivutettuun putkeen.
- Putken siirtyminen mm. alkutäyttömateriaalia kipattaessa, mistä aiheutuu sallittua isompi kulmamuutos muhviin.
- Pohjaolosuhteiden riittämätön huomioiminen, painumat.
- Epäonnistuneet hitsausliitokset.
- Epätasaisesti kiristetyt laippaliitokset.
- Tiivisteen vaurioittaminen asennustilanteessa.
- Väärän asennusosan käyttö.
- Asennusosaa ei ole asennettu riittävän syvälle.

Tonttivesijohtoliittymää ei ole suositeltavaa tehdä samanaikaisesti viemäriliitoksen kanssa. Hygieeniseen lopputulokseen päästään, mikäli eri työryhmät tekevät vesi- ja viemäriliittymät toiminnassa oleviin jakelujohtoihin. Jos sama työryhmä tekee sekä vesi- että viemäriliittymät, tulee erityisesti huomioida työtavat. Tällöin tulisi ensin tehdä vesi-liittymä ja sen jälkeen viemäriliittymä. Vesijohtoliitoksen saa tehdä vain puhtailla käsillä tai työkaluineilla. Myöskään samaa asennusrasvaa tai rasvanlevitintä (sivellin) ei saa käyttää vesijohto- ja viemäriliitoksiin, koska viemäriliitoksesta voi tulla tautia aiheuttavia mikrobeja rasvaan. Tonttivesijohto on huuhdeltava liittämisen jälkeen huolellisesti.



**Kuva 20.** Putken päät on suojattava työmaalla vesitiiviillä tulpilla.

Kuva: Pekka Kaikkonen.

Myös vesimittarien asentaminen ja vaihtaminen on tehtävä mahdollisimman hygieenisesti. Mittarit on varastoitava ja kuljetettava suojattuna. Vesimittareita säilytettäessä ja kuljetettaessa on varmistuttava siitä, että mittarin virtausaukot on tulpattu. Vesimittarien tiivisteitä on aina säilytettävä puhtaissa ja tiiviissä pusseissa. Kunnostetut mittarit tulee pestä ennen käyttöönottoa.

Ilmaventtiileinä käytetään yleensä kaksitoimisia venttiilejä. Mikäli verkosto tyhjentyy ja venttiilistä pääsee ilmaa, kaivoon kertynyttä vettä tai muita aineksia vesijohtoon, voi muodostua hygieniariski veden laadulle. Ilmanpoistokaivot ja niiden tyhjennyksen toimivuus tulee tarkastaa säännöllisesti. Viemärin ilmanpoistoa ei saa sijoittaa samaan laitekaivoon vesijohdon ilmanpoiston kanssa.

Pienet tonttiliitokset tehdään usein porasatulalla. Liitos on hygieeninen, sillä käytössä olevaa vesijohtoa ei tarvitse katkaista tai tehdä paineettomaksi. Kiinnityskohdan, poralaitteen ja liitoskappaleen tulee olla puhtaita ennen liitoksen tekoa. Myös tonttiliitokset tulee huuhdella ennen käyttöönottoa. Asentajan tulee tietää, miten vesijohtoputki maassa erotetaan muista putkista virhekytkentöjen välttämiseksi.

Asennustöiden valvojan on huolehdittava, että töitä tekevät henkilöt ovat saaneet riittävän koulutuksen ja opastuksen. Perehtyneisyyttä edellytetään myös ulkopuolisilta urakoitsijoilta. Työmenetelmät ja välineet eivät saa vaarantaa vedenlaatua.

### 8.3.3 Uuden putken käyttöönotto

Uusien putkien asennuksessa huomioitavaa:

- Varastossa tai työmaalla varastoituna olevat putket pitää suojata likaantumiselta putkien päissä olevilla suojatulpilla.
- Tehtaalla asennetut tulpat eivät ole aina vesitiiviitä.
- Lika-aineiden (pintavesien, maa-aineksen) pääsy putkeen pitää estää.
- Kaivannon kuivana pysyminen on varmistettava (myös työtaukojen aikana).
- Työkalujen pitää olla puhtaat. Likaantuneet asennustarvikkeet puhdistetaan huolellisesti ennen käyttöä.
- Vioittuneet asennustarvikkeet on välittömästi poistettava asennuspaikalta.
- Hitsauspintojen pitää olla puhtaat, rasvattomat ja kuivat.
- Putkien päät tulpataan työtulpalla vesitiiviisti ja tuetaan työtaukojen ajaksi.

Ennen kuin uudet putket liitetään vesijohtoverkostoon ja otetaan käyttöön, on rakennettu johto-osuus puhdistettava, vesitiiveys varmistettava painekokeella, desinfioitava klooripitoisella vedellä sekä lopuksi huuhdeltava. Pitkät ja suuriläpimittaiset siirtovesijohdot on suositeltavaa puhdistaa ilma-vesi -huuhtelulla tai puhdistuselementeillä (possutus), sillä vesihuuhtelu ei yleensä ole riittävän tehokas poistamaan kaikkea kiintoainesta. Kiintoaineen poisto ennen desinfiointia on tärkeää, ettei kiintoaine alenna desinfiointitehoa. Huuhtelun jälkeen tulee varmistua analyysin verkoston mikrobiologisesta puhtaudesta.

Putkien huuhtelu tehdään vesijohtovedellä esimerkiksi valmistajien ohjeiden tai *InfraRyl 2009* mukaan. Verkostoa huuhdeltaessa on hyvä huomioida:

- Huuhtelua suunniteltaessa ilmoitetaan vaikutusalueella oleville vedenkäyttäjille laatuhäiriöiden mahdollisuudesta ja toimenpiteistä laatuhäiriöiden ilmaantuessa.
- Huuhtelutulos on sitä parempi, mitä suurempaa virtausnopeutta käytetään.
- Huuhtelu kestää yleensä 15–30 min.
- Huuhtelun lopussa purkautuvan veden täytyy olla silmämäärin täysin kirkasta.
- Huuhtelun päätyttyä varmistetaan palopostin / vesiaseman nousuputken tyhjentyminen, jotta putki ei jäädy.

Desinfioinnissa putki täytetään kloorikemikaalia sisältävällä vesijohtoverkon vedellä. Kloorausohjeita löytyy *InfraRyl 2009* ja Vesilaitosyhdistyksen *Talousveden klooraus* julkaisuista. Käytettäessä korkeita klooripitoisuuksia, tulee huuhteluveden purkupaikkaan kiinnittää huomiota: huuhtelun klooripitoisesta vedestä ei saa aiheutua

ympäristöhaittoja. Putken puhtaus tarkistetaan ottamalla desinfioinnin jälkeisestä huuhteluvedestä näyte mikrobiologiseen analyysiin.

**Taulukko 6.** Uuden putken puhdistus ja desinfiointi (Mukaillen Safe Piped Water, WHO 2004, s. 92).

| Toimenpide                                  | Menetelmä                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Poista putkesta sinne kuulumaton kiintoaine | Elementtipuhdistus ("possutus"), ilma-vesi -huuhtelu tai vesihuuhtelu.                                                                                                                                                                                                             |
| Puhdistustuloksen tarkistus                 | Juoksuta putkesta vettä. Juoksutetun veden sameuden ja ulkonäön tulee olla sama kuin putkeen menevän.                                                                                                                                                                              |
| Desinfiointi                                | Täytä putki vedellä, jonka klooripitoisuus on 20–50 mg/l (esim. 10 % natriumhypokloriittia 170–420 ml/m <sup>3</sup> ). Anna kloorin vaikuttaa ainakin 15–24 tuntia. Desinfiointitehon parantamiseksi veden pH voidaan alentaa alle 7,5.                                           |
| Desinfiointituloksen tarkistus              | Kloorin vaikutusajan jälkeen tarkista veden klooripitoisuus, oltava vähintään 5–25 mg/l.                                                                                                                                                                                           |
| Putken loppuhuuhdeltu                       | Huuhtele putki huolellisesti, kunnes klooripitoisuus on verkostoveden normaalilla tasolla.                                                                                                                                                                                         |
| Veden juoksutus ennen näytteenottoa         | Juoksuta vettä vähintään 24 tuntia.                                                                                                                                                                                                                                                |
| Näytteenotto                                | Juoksuta vettä putkesta ja ota näyte. Näytteestä tutkitaan ainakin <i>E. coli</i> ja koliformiset bakteerit sekä sameus ja aistinvarainen laatu sekä klooripitoisuus. Lisäksi voidaan tutkia pesäkkeiden lukumäärä. Pesäkeluvun määrittäminen kannattaa uusia 2-4 viikon kuluttua. |
| Putken käyttöönotto                         | Putki voidaan ottaa käyttöön, jos<br>- siinä ei ole koliformisia bakteereita eikä <i>E. coli</i> ja,<br>- sameus ei poikkea normaalista verkostovedestä,<br>- vedessä ei ole vierasta hajua tai makua ja<br>- pesäkkeiden lukumäärä on alle asetetun tavoitteen.                   |

### 8.3.4 Verkostojen huolto ja kunnossapito

Vesijohtoverkostoon ja venttiileihin kertyy saostumia korroosiotuotteista, vedestä saostumalla ja biologisen toiminnan kautta. Saostumat voivat vaikuttaa haitallisesti talousveden laatuun ja verkoston virtausominaisuuksiin. Saostumista voi irrota paineenvaihteluiden seurauksena väriä aiheuttavaa ainesta talousveteen. Sisäpintojen saostumat tarjoavat hyvän kasvuympäristön erilaisille mikrobeille ja estävät verkostoveden kloorin pääsyn saostumien mikrobeihin vaikuttamaan. Saostumakerros kuluttaa klooria, joten kloori häviää nopeammin verkostossa.

Veden vaihtuvuus tulisi varmistaa säännöllisin juoksutuksin putkilinjoissa, joissa on pitkät viipymät (esim. kesävesijohtolinjat, pitkät jakelu- ja siirtojohdot, varavesiyhteydet). Vedenlaadun säilymistä verkostossa voidaan edistää huuhteluilla, kunnossapidolla ja saneerauksilla.

Runkoventtiilien avaamisesta ja sulkemisesta aiheutuu häiriötä verkostoon, mikä voi irrottaa putken seinämistä sakkaa veteen. Verkosto tulee huuhdella palopostista venttiilejä avatessa ja suljettaessa, jotta sameutunut vesi ei pääse kulkeutumaan kiinteistöjen vesilaitteistoihin.



**Kuva 21.** Korroosion aiheuttamia syöpymiä valurautaputkessa.  
Kuva: Pekka Kaikkonen.

Verkostoa voidaan puhdistaa puhdistuselementeillä (possutus) tai huuhtelemalla veden ja paineilman seoksella (ilma-vesi -huuhtelu) tai vesihuuhtelulla. Possutuksessa puhdistuselementtiä liikutetaan putken sisällä huuhteluveden avulla. Elementtejä syötetään useampi peräkkäin, jotta saavutetaan hyvä puhdistustulos. Menetelmä sopii hyvin mm. muovisten ja sementtilaastipinnoitettujen putkien puhdistukseen, mutta rikkoo bitumi-pinnoitettujen rautaputkien korroosiota hidastavat saostumakerrokset. Putkeen laitettavien elementtien on oltava puhtaita (otetaan kääreestä juuri ennen käyttöä) ja niitä on käsiteltävä puhtain käsin tai puhtailla käsineillä. Erilaisia puhdistuselementtejä on kuvassa 22.

Ilma-vesi -huuhtelussa käytettävän ilman on oltava monivaiheisesti suodatettua ja öljytöntä.

Jääpuhdistus (jääpossutus ja jäähuuhtelu) on uudempi putkistojen puhdistusmenetelmä, jossa hyödynnetään jääsohjon mekaanista puhdistusvaikutusta. Putkistoon pumpataan jääsohjoa ja muodostetaan jääpossu, joka työnnetään vesipaineella pitkin putkistoa. Irronnut massa kulkeutuu pääosin pois putkistosta jääsohjon mukana. Puhdistuksessa käytetään korkeintaan putkiston normaalia käyttöpainetta.

Verkostoveden laadun parantamiseksi vanhoja valurauta- ja teräsputkia voidaan pinnoittaa sisäpuolelta sementtilaastilla. Toimenpide poistaa korroosion ja biologisen toiminnan aiheuttamia veden laatumuutoksia. Sementtilaastivuoraus on hyvä menetelmä huonokuntoisten putkien kunnostamiseksi, jos putken virtausominaisuudet ovat saostumista johtuen huonontuneet tai verkosto-osalla tapahtuu vedenlaadun heikkenemistä (rautapitoisuuden kasvua).

Sementtilaastivuoratun putken käyttöönottovaiheessa veden pH saattaa nousta haitallisen korkeaksi. Veden pH-arvo tulisi tarkistaa. Normaaleissa käyttöolosuhteissa pH on alle 9,5. Mikäli pH on yli 9,5, tulee putkesta juoksentaa vettä. Putki voidaan ottaa käyttöön, kun pH on hyväksyttävällä tasolla.

Vesijohtojen saneeraustöistä on julkaistu Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarjassa *Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden yleinen työselostus ja määramittausohje 2013*. Saneerauksessa korostuu erityisesti asennushygienia. Uuden putken asennuksessa huomioitavia asioita ja linjan käyttöönottoa on käsitelty tämä julkaisun luvussa 8.3.3.

Vanha putki voidaan saneerata myös ns. kaivamattomilla menetelmillä. Niissä saneerattavaa putkea ei tarvitse kaivaa esille vaan saneeraustoimenpiteet tehdään hyödyntämällä olemassa olevaa vesijohto- tai kaivorakennetta, erilaisin sujutusmenetelmin.



**Kuva 22.** Elementtipuhdistus (possutus) on tehokas vesijohtojen puhdistusmenetelmä. Kuvassa erilaisia puhdistuselementtejä.

Virtaamamittaus- ja paineseurantatietoja käytetään vuotavien verkoston osien havaitsemiseen. Poikkeuksellisen suuri yöaikainen vedenkulutus viittaa verkostovuotoon. Vuotokohdan löytäminen voi olla vaikeaa, vaikka vuotava osa verkostosta onkin löydetty. Venttiileitä sulkemalla ja samalla karanjatkoista ääniä kuuntelemalla voidaan vuoto paikantaa kahden venttiilin välissä sijaitseväksi. Kuuntelua voidaan tehdä myös vesimittareista. Vuotokohdan paikannuksen apuvälineitä ovat mm. loggerit, maamikrofoni ja akustokorrelaattori.

Verkostojen kunnossapito- ja saneeraustöissä veden saastumisriski on huomattavasti suurempi kuin uudisasennustoissa. Töiden jälkeen putkistot huuhdellaan, tarkistetaan vesitiiveys ja desinfioidaan. Kunnossapidetyn ja saneeratun verkostonosan puhtaus tulee varmistaa ennen putken käyttöönottoa. Vedessä ei saa olla koliformisia bakteereita tai *E.Colia*.

Paineen alentuessa verkoston vuotokohdista voi verkostoon päästä taudinaiheuttajia. Verkoston piilovuodot tulisi löytää ja paikallistaa mahdollisimman varhain, jolloin korjaus voidaan tehdä paineelliseen linjaan.

Ikääntyvien vesijohtoverkostojen hyvän toimintakunnon varmistamiseksi tarvitaan riittävästi ja tehokkaasti kohdennettuja saneerauksia.

### 8.3.5 Putkirikot

Jos vesijohtoverkoston putkirikko on korjattu korjausmuhveilla paineelliseen vesijohtoon, ei yleensä tarvita erityisiä toimia putkilinjan puhtauden ja hygieenisyyden varmistamiseksi. Sen sijaan tilanteissa, joissa putki on tullut tai jouduttu tekemään korjausta varten paineettomaksi, on aina hygieeninen riski, koska maa-ainesta ja maaperän likaa-maa vettä voi päästä putken sisälle. Puhtaaltakin näyttävä maaperä voi sisältää haitallisia bakteereja. Erityistä vaaraa aiheutuu jätevesiviemäriin läheisyydestä.

Putkirikkojen korjauksia tekeville on järjestettävä riittävä koulutus ja opastus sekä kirjalliset toimintaohjeet. Putkirikkojen korjaamisesta on tehty julkaisu (Vesilaitosyhdistys: *Vesijohtoverkostojen putkirikkotilanteet ja niiden hallittu korjaaminen*). Myös ulkopuolisten urakoitsijoiden edustajilta on edellytettävä riittävää osaamista.

Periaatteita korjaustyön hygieenisyyden varmistamiseksi:

- Käytä puhtaita työvaatteita ja käsineitä sekä työkaluja ja varaosia.
- Tyhjennä kaivanto vedestä.
- Estä maa-aineksen ja kaivannon veden pääsy putken sisään.

**Taulukko 7.** Korjatun putken puhtauden varmistaminen (Mukaillen Safe Piped Water, WHO 2004, s. 93 ja Vesijohtoverkostojen putkirikkotilanteet ja niiden hallittu korjaaminen, VVY 2011).

| Toimenpide                       | Menetelmä                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Korjaus                          | Korjaustoimenpiteen aikana pyri estämään maa-aineksen tai veden pääsyn putkeen. Desinfioi leikkauspinnat ja liitokset väkevällä klooriliuoksella (esim. 10 % natriumhypokloriitti).                                                                                                                  |
| Korjatun verkoston osan huuhtelu | Huuhtele niin kauan, että vesi on kirkasta. Pääsääntöisesti huuhtelu tehdään ensin virtaussuunnassa korjauspaikan alapuolelta ja sen jälkeen yläpuolelta paloposteista ja sammutusvesiasemilta. Jos verkostoon on päässyt kiintoainetta elementtipuhdistus tai ilma-vesi -huuhtelu voi olla tarpeen. |
| Verkostonosan desinfiointi       | Jos korjattuun linjaan on päässyt vettä tai kiintoainetta, se on desinfioitava. Putki desinfioidaan täyttämällä putki klooripitoisella vedellä 5–20 mg/l 12–24 h. Desinfioitua verkostonosaa huuhdellaan, kunnes kloori on hävinnyt.                                                                 |
| Näytteenotto                     | Huuhdellusta putkesta otetaan näyte ainakin koliformisten bakteerien ja <i>E. coli</i> n tutkimiseksi.                                                                                                                                                                                               |
| Käyttöönotto                     | Putki voidaan ottaa käyttöön, jos siinä ei ole koliformisia bakteereja ja <i>E.colia</i> . Desinfioitu verkostonosa voidaan ottaa käyttöön myös ennen mikrobiologisten analyysien valmistumista, ellei ole syytä epäillä mikrobiologista saastumista.                                                |

Ennen kloorikemikaalin käsittelyä tulee tutustua sen käyttöturvallisuustiedotteeseen. Natrium- ja kalsiumhypokloriitti on erityisen vaarallista silmän side- ja sarveiskalvolle.

Jäätyneiden putkien sulatuksessa on käytettävä vain tähän tarkoitukseen varattuja puhtaita letkuja. Letkut on tarvittaessa desinfioitava (ennen talvikauden alkua). Viemäriputkien ja vesijohtojen sulatuksessa käytettävät letkut on pidettävä erillään toisistaan.

Putkirikosta tiedotetaan sen vaikutuksen piirissä oleville veden käyttäjille. Tarvittaessa järjestetään väliaikainen vedenjakelu. Lisätietoja väliaikaisen vedenjakelun järjestämisestä löytyy julkaisusta *Opas varavedenjakelun järjestämisestä*.

## 8.4 VESISÄILIÖT

Vesisäiliöiden kunnon säännöllisellä tarkistuksella varmistetaan osaltaan verkoston hygieniää. Mikäli havaitaan säiliön saastumisriski, säiliö on kunnostettava.

Ilman kautta tapahtuva saastuminen estetään säiliön tuloilman suodatuksella. Vesisäiliötilaan ei saa olla aukkoja tai rakoja.

Vesisäiliöiden veden saastumisen voivat aiheuttaa mm.

- Ilman välityksellä liikkuvat epäpuhtaudet (pöly, siitepöly, säteilyvaaratilanteessa radioaktiiviset aineet)
- Säiliöön pääsevät sadevedet
- Säiliötilaan pääsevät eläimet
- Lähistöllä oleva tulipalo (savunhajuinen vesi)

Säiliön ilmatilan ilma vaihtuu vedenpinnan vaihdellessa. Lisäksi tuulet voivat aiheuttaa ilman vaihtumista. Ilman mukana voi säiliöön päästä mm. pölyä (mikrobeja) ja siitepölyä. Mikrobien lisäksi pölyn mukana säiliöön voi päästä mikrobien kasvua lisäävää orgaanista ainetta.



**Kuva 23.** Säiliöiden ja kaivojen tuuletusputkien pieneläinverkot pitää tarkistaa säännöllisesti.

Sadevedet voivat päästä säiliön veteen vuotavan katon, sadevesiputken syöpymän tai muun rakenteellisen heikkouden kautta. Sadeveden mukana säiliöön voi päästä katolla olleita lika-aineita, kuten lintujen ulosteita.

Säiliötilaan voi päästä lintuja, lepakoita tai oravia hyvin pienenkin reiän kautta. Eläinten ulosteet tai kuolleet eläimet säiliössä aiheuttavat vakavan terveysvaaran.

Vesisäiliön ulko-ovet pitää varustaa asianmukaisella lukituksella ja kulunvalvonnalla. Vesisäiliön oheiskäyttö esim. ravintolana tai antennien laitealustana aiheuttaa riskin vesisäiliön saastumiselle. Mikäli oheiskäyttö kuitenkin sallitaan, pitää vuokralaisten tai oheiskäyttäjien pääsy puhtasvesitiloihin estää lukituksin.

Altaan pohjan puhdistus on ajoittain tarpeen, sillä pohjalle kertyy saostumia. Säiliön puhdistus on hyvä tehdä veden laadusta riippuen vähintään 10 vuoden välein. Säiliöiden puhdistukseen liittyy veden laadun hygieenisistä riskeistä sekä työturvallisuusriskejä, joten puhdistamisen toteuttamisesta pitää olla hyvät työohjeet.



**Kuva 24.** Vesisäiliöiden on oltava tiiviitä ja tuloilma on suodatettava. Vesisäiliön toimiminen kuvan mukaisena laitealustana ei ole suositeltavaa.

Hyvää vedenlaatua ylä- ja alavesisäiliöissä varmistetaan seuraavilla seikoilla:

- eläinten, hyönteisten ja pölyn pääsyn estäminen rakennukseen ja erityisesti alustilaan,
- ilmanvaihdon suodatus,
- sadevesien johtamisen ja katon hyvä kunto,
- veden vaihtuvuudesta huolehtiminen sopivalla verkostopumppausohjelmalla ja säiliön rakenteella,
- säiliön tarkastaminen ja puhdistaminen ja
- säiliön vedenlaadun seuranta omaavallonnassa.

Uusi, kunnostettu tai saneerattu säiliö on puhdistettava huolellisesti esimerkiksi painepesurilla. Säiliön desinfiointi ennen käyttöönottoa on suositeltavaa. Desinfiointi voidaan tehdä ruiskuttamalla säiliön seinät klooripitoisella vedellä (klooripitoisuus esimerkiksi 10 mg/l). Vaihtoehtoisesti säiliö voidaan täyttää klooripitoisella vedellä. Kloorausvaiheessa tulee varmistaa, ettei kloorivettä pääse verkostoon.

Tarkempaa tietoa vesisäiliöiden kunnossapidosta ja desinfioinnista löytyy julkaisusta *RIL 264-2013 Vesitornien ja alavesisäiliöiden kunnonhallinta*.

## 8.5 KIINTEISTÖJEN VESILAITTEISTOT

Vesilaitos vastaa talousveden laadun säilymisestä kiinteistön liittymiskohtaan asti. Liittymiskohta on määritelty liittymissopimuksessa. Kiinteistön vastuulla on veden laadun säilyminen omalla vastuullaan olevissa vesilaitteistoissa. Terveysturvallisuuslaki edellyttää, että esim. hotelli-, kylpylä- ja sairaalarakennusten (ns. ensisijaiset tilat) omistajat tekevät riskinarviointia ja riskienhallintaa kiinteistön vesilaitteistoihin liittyvien terveysvaarojen hallitsemiseksi.

Kiinteistöjen vesilaitteistoista ei saa olla veden takaisinimeytymisriskiä verkostoon (prosessivedet, jätevedenpuhdistamoiden tekniset vedet, pesukoneiden vedet, tms). Vesimittarin asentamisen yhteydessä tulee aina asentaa kiinteistön puolelle yksisuuntaventtiili takaisinvirtauksen estämiseksi. Talousvedestä laadultaan poikkeavia vesiä käyttävät järjestelmät tulee erottaa talousvesijärjestelmästä ilmapälillä.

Vesimittarin vaihdon yhteydessä tulee aina havainnoida mahdollista tonttijohtovuotoa. Metallisesta tonttijohdosta voidaan tehdä havainnot kuuntelemalla vesimittariventtiiliä yksinkertaisella kuuntelulaitteella.

Kiinteistöjen sisäisissä putkistoissa vesi vaihtuu usein hitaasti. Tällöin on olemassa riski haitalliselle bakteerikasvulle. Vedenlaatu voi heiketä myös metallien liukenemisen vuoksi (mm. lyijy-, kupari- tai rautapitoisuuden nousu). Mikäli vedenlaatuongelmia esiintyy, vanha putkisto (esimerkiksi sinkityt teräsputket) voi olla tarpeellista vaihtaa. Tavanomaisia hanavedessä todettuja ongelmia ja niiden syitä on kerätty taulukkoon 8.

**Taulukko 8.** Kiinteistöillä aistinvaraisesti havaittavia vedenlaatuongelmia ja niiden mahdollisia syitä.

| Havainto                                                  | Mahdollinen syy ongelmaan                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vesi on ruosteista.                                       | Rauta (irronneet saostumat esimerkiksi venttiilien avaaminen ja sulkeminen, korroosio, raakaveden rauta, bakteeritoiminta)                                                                    |
| Vesi on mustaa.                                           | Mangaani (raakavedestä)                                                                                                                                                                       |
| Vesi on kirkasta, mutta muuttuu ruskeaksi seisotettaessa. | Vesi rautapitoista ja hapetonta.                                                                                                                                                              |
| Vesi on sameaa.                                           | Kalkki (liian korkea pH)<br>Ilmakuplat (kirkastuu seisotettaessa)<br>Saviaines, rauta, alumiini<br>Takaisinimu (esim. pesukoneissa)                                                           |
| Vesi on värillistä tai vaahtoavaa.                        | Takaisinimu (esim. pesukoneissa)<br>Kemikaalin ylisyyttö vesilaitoksella<br>Lämmönvaihdin rikki (vihreä kaukolämpövesi sekoittuu talousveteen)                                                |
| Vesi värjää saniteettiposliinin.                          | Kupari (liian alhainen pH, vihreä väri)<br>Rauta (ruskea väri)<br>Mangaani (musta väri)                                                                                                       |
| Vedessä on kiintoainesta.                                 | Putkimateriaalit tai pinnoitteet<br>Kalkki(kivi)                                                                                                                                              |
| Vedessä on hajua tai makua.                               | Raakaveden huono laatu<br>Rikkivety (mädäntyneen kananmunan haju)<br>Biologinen toiminta verkostossa<br>Verkostomateriaalit<br>Haitallisten aineiden tunkeutuminen muoviputken seinämän läpi. |

Kiinteistöjen vesijohtojen pinnoitteena käytetyistä epoksihartsimuoveista voi vapautua bisfenoli A:ta veteen. Bisfenoli A:n terveysperusteinen enimmäisarvo talousvedessä on 2,5 µg/l.

Luonnosta peräisin oleva legionellabakteeri voi lisääntyä lämpimän käyttöveden järjestelmissä (rakennusten putkistoissa, putkien liitoksissa, tiivisteissä) ja jäähdytysjärjestelmissä, jos lämpimän käyttöveden lämpötila on 20–45 °C. Legionella voi aiheuttaa ihmiselle infektiotaudin, jota kutsutaan legionelloosiksi. Ihminen saa tartunnan

hengittäessään legionellabakteereja sisältävää aerosolia esimerkiksi suihkussa. Taudinkuva voi vaihdella oireettomasta infektiosta vaikeaan keuhkokuumeeseen.

Lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmässä kohdat, joissa veden vaihtuminen on hidasta, on hyvä kasvuympäristö legionellalle. Tärkein legionellan estotoimenpide on lämpimän käyttöveden lämpötilan pitäminen riittävän korkeana kaikkialla järjestelmässä. Lämpimän käyttöveden lämpötilan tulee olla vähintään 55 °C (*Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistoista, 1047/2017*).

## 9 LISÄTIETOA

### **LAINSÄÄDÄNTÖÄ:**

[Valtioneuvoston asetus talousveden tuotantoketjun riskienhallinnasta ja omavallinnasta \(7/23\)](#)

[Valtioneuvoston asetus vesihuollon tietojärjestelmästä ja tiedottamisesta \(6/2023\)](#)

[Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista \(1047/2017\)](#)

[Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista \(401/2001\)](#)

[Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista \(1352/2015\)](#)

[Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousvettä toimittavassa laitoksessa työskentelevältä vaadittavasta laitosteknisestä ja talousvesihygieenisestä osaamisesta ja osaamisen testaamisesta \(1351/2006\)](#)

[Terveydensuojelulaki \(763/1994\)](#)

[Vesihuoltolaki \(119/2001\)](#)

### **KIRJALLISUUTTA JA OHJEITA:**

[Hyvät toimintatavat kiinteistöjen kuparisten vesijohtojen syöpymisen ehkäisemiseksi.](#) Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 76. Vesilaitosyhdistys, 2022.

Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. InfraRYL 2006. Rakennustieto Oy, 2009.

[Kalkkikivialkalointi – opas veden syövyttävyyden vähentämiseksi.](#) Vesilaitosyhdistys, 2024.

[Kemiallisen saostuksen huoltovarmuuden parantaminen.](#) Huoltovarmuusorganisaatio, Vesihuoltopooli, 2020.

Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket, Asennusohjeet. RIL 77-2013. Suomen Rakennusinsinöörien liitto, 2013.

[Näytteenotto talousvedestä.](#) Valvira, 2024.

[Ohjeistus vesihuoltolaitoksille asbestisementtiputkien vuotokorjauksiin ja suunniteltuihin korjauksiin liittyviksi töiksi.](#) Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 67. Vesilaitosyhdistys, 2021.

[Opas varavedenjakelun järjestämisestä.](#) Vesi- ja viemärlaitosyhdistys/Vesihuoltopooli, 2011.

[Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta](#). Ympäristöopas. Suomen ympäristökeskus, 2007.

[Safe Piped Water, Managing Microbial Water Quality in Piped Distribution Systems](#). WHO, 2004.

[Suunnitteluohjeet kemiallisen saostuksen toimintavarmuuden parantamiseksi vesihuollossa](#). Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 74. Vesilaitosyhdistys, 2022.

[Talousveden desinfiointi ultraviolettivalolla](#). Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 58. Vesilaitosyhdistys, 2014.

Talousveden kanssa kosketuksissa olevat materiaalit. Vesi-instituutin julkaisuja 1. Vesi-instituutti, 2007.

[Talousveden klooraus](#). Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 59. Vesilaitosyhdistys, 2014.

Talousveden klooridesinfioinnin varmistamisen vaihtoehdot, Vesilaitosyhdistyksen sisäinen julkaisu vesihuoltolaitoksille, 2025.

[Talousvesisäännösten soveltamisohje](#). Valvira, 2024.

[Toimintatavat talousveden laadun turvaamiseksi](#). Valvira.

[Työkalu taudinaiheuttajien poistotehon arviointiin vedentuotantoketjussa](#). Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 54. Vesilaitosyhdistys, 2019.

Uponor Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka. Uponor, 2009.

Veden laatu. Näytteenotto mikrobiologista tutkimusta varten. SFS-EN ISO 19458. 2007.

Vesihuollon häiriötilanteiden toimintakorttien mallipohjat. Vesilaitosyhdistys, 2022.

[Vesihuoltolaitoksen häiriötilanne- ja kriisiviestintäohje](#). Huoltovarmuusorganisaatio, Vesihuoltopooli, 2019.

[Vesihuoltolaitoksen opas häiriötilanteisiin varautumiseen](#). Vesihuoltopooli 2016.

[Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden yleinen työselostus ja määramittausohje 2013](#). Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 55. Vesilaitosyhdistys, 2013

[Vesijohtojen kunnon tutkiminen](#). Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 79. Vesilaitosyhdistys, 2022.

Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Vesi-instituutin julkaisuja 3. Vesi-instituutti, 2008.

[Vesijohtoverkostojen putkirikkotilanteet ja niiden hallittu korjaaminen](#). Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, 2011.

Vesilaitosten kriittisten laboratoriopalveluiden saatavuuden varmistaminen. Ohje vesihuoltolaitoksille, Vesihuoltopoolin ohje, 2018.

Vesitornien ja alavesisäiliöiden kunnonhallinta. RIL 264-2013. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, 2013.

Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja B 10, 1992.

### **VERKKOSIVUJA:**

Terveyden- ja hyvinvoinninlaitos: <https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/vesi>

Valvira: <https://valvira.fi/terveydensuojelu/talousvesi>

Vesilaitosyhdistys: [www.vesilaitosyhdistys.fi](http://www.vesilaitosyhdistys.fi)

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes): <https://tukes.fi/-/uusi-verkkokoulutus-talous-vesituotteiden-turvallisuudesta>

Vesiaiheisen tutkitun tiedon lähde: [www.vesi.fi](http://www.vesi.fi)

## 10 LIITTEET

LIITE 1. SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS 1351/2006 OSAAMISTESTAUSSVAATIMUKSISTA

LIITE 2. KÄSITTEITÄ

LIITE 3. ALKALOINTI

LIITE 4. NATRIUMHYPOKLORIITTI

LIITE 5. KEMIKAALIEN YLIANNOSTUKSIEN SYITÄ JA NIIDEN ESTÄMINEN

LIITE 1.

SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS 1351/2006 OSAAMISTESTAUSVAATIMUKSISTA

Annettu Helsingissä 12 päivänä joulukuuta 2006

**TALOUSVETTÄ TOIMITTAVASSA LAITOKSESSA TYÖSKENTELEVÄN LAITOS-  
TEKNISET JA TALOUSVESIHYGIEENISET OSAAMISVAATIMUKSET**

**1. Veden hankinta**

Testattavan on tunnettava

- yleisimmät raakaveden epäpuhtaudet ja niiden merkitys veden käsittelytarpeeseen,
- vedenottoalueen suojelu ja pohjaveden suojelusuunnitelmat
- raakavettä likaavat toiminnot, kuten jätevesien johtaminen, maatalous, maa-ainesten otto ja teollisuus
- yleisimmät vedenottorakenteet
- pohjaveden muodostumisen yleiset periaatteet pohjavesilaitoksilla
- vedenottolupa ja raakaveden laadun seuranta

**2. Veden käsittely**

Testattavan on tunnettava

- tärkeimmät vedenkäsittelykemikaalit ja niiden turvallisuuskysymykset, syöttötavat, liuotus ja laimennustavat sekä syötön tarkoitus
- kemikaalien yli- ja aliannostuksen merkitys ja estäminen
- tärkeimmät vedenkäsittelymenetelmät ja niiden vaikutus veden laatuun
- toimintatavat häiriötilanteessa (erityistilanteisiin varautuminen)
- vedenkäsittelyn vaikutus talousveden mikrobiologiaan ja kemiaan
- omavalvonnan perusteet

**3. Vesijohtoverkostot**

Testattavan on tunnettava

- yleisperiaatteet verkoston asennushygieniasta ja tonttijohdon liittämisestä verkostoon
- verkoston osat ja verkostomateriaali ja niiden kestävyys sekä vaikutus talousveden laatuun
- verkoston ja säiliöiden ylläpidon ja asennuksien yksikköprosessien, kuten huuhtelun, puhdistuksen, juoksutuksen ja desinfioinnin toteuttaminen
- takaisinvirtauksen estäminen
- vesisäiliöiden turvallisuuteen liittyvät hygieeniset riskit ja niiden torjunta

**4. Lainsäädäntö ja talousveden laadun valvonta**

Testattavan on tunnettava

- lainsäädännön asettamat vaatimukset
- talousveden laadulle ja sen valvonnalle
- talousvettä toimittaville laitoksille
- valvontatutkimusohjelman sisältö ja merkitys

Testattavan on osattava

- ottaa näyte kemiallista ja mikrobiologista määrittystä varten
- valita oikea näytteenottopiste kunkin näytteenoton tavoitteiden mukaisesti
- arvioida talousveden laatua mittaustulosten sekä veden ulkonäön perusteella

**5. Huolto**

Testattavan on tunnettava

- huoltokirjan tarkoitus ja pääasiallinen sisältö
- säännöllisen huollon merkitys laitteille

## LIITE 2. KÄSITTEITÄ

### Mikrobiologiset muuttujat

#### Yksiköt

pmy/100 ml = bakteerien määrä 100 millilitrassa vettä  
 pmy = pesäkettä muodostava yksikkö (= kpl)

### Kemialliset muuttujat

#### Tavallisimpia yksiköitä

|                     |                                                                     |        |              |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|--------------|
| 1 mg/l              | = 1 000 µg/l                                                        | 1 µg/l | = 0,001 mg/l |
| 1 µg/l              | = 1 000 ng/l                                                        | 1 ng/l | = 0,001 µg/l |
| mg/l                | = milligrammaa litrassa = g/m <sup>3</sup> = grammaa kuutiometrissä |        |              |
| µg/l                | = mikrogrammaa litrassa                                             |        |              |
| ng/l                | = nanogrammaa litrassa                                              |        |              |
| 1 µS/cm             | = 0,1 mS/m                                                          |        |              |
| µS cm <sup>-1</sup> | = µS/cm = mikrosiemens/senttimetri                                  |        |              |
| mS/m                | = millisiemens/metri                                                |        |              |

Esimerkiksi 0,15 mg/l = 150 µg/l

**Muuttujia**

| <b>Käsite</b>      | <b>Selitys</b>                                                                                                                                       |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alkaliteetti       | = alkaliniteetti, veden bikarbonaattipitoisuutta kuvaava, veden kyky neutraloida happamia aineita.<br>yksikkö: mmol/l                                |
| Asiditeetti        | Veden hiilidioksidin määrä 1 mmol/l = 44 mg hiilidioksidia/l                                                                                         |
| Hapettuvuus        | Veden orgaanisen aineen määrä<br>Kemiallinen hapenkulutus, $KHT_{Mn} = COD_{Mn}$<br>Kaliumpermanganaattiluku, $KMnO_4$ -luku = $3,95 \cdot COD_{Mn}$ |
| Happamuus, pH-arvo | Hapan: pH alle 7<br>Emäksinen: pH yli 7<br>Neutraali: pH 7                                                                                           |
| Humus              | Luonnonvesissä esiintyvä orgaaninen aines.<br>Määrää kuvaa mm. väri ja hapettuvuus.                                                                  |
| Johtavuus          | Veden sähkönjohtokyky, suolojen määrä.<br>Sähkönjohtavuus<br>yksikkö: $\mu S/cm$ tai $mS/m$                                                          |
| Kovuus             | Veden kalsiumin ja magnesiumin summapitoisuus<br>yksiköt: mmol/l ja $^{\circ}dH$ ; 1 mmol/l = $5,6^{\circ}dH$                                        |
| Mangaani           | Vedessä väritön, saostuessaan muodostaa mustaa sakkaa.                                                                                               |
| pH                 | Vetyionipitoisuus.                                                                                                                                   |
| Raskasmetallit     | Myrkylliset metallit, esim. lyijy, kadmium, elohopea                                                                                                 |
| Rauta              | Ferro: kahdenarvoinen, vedessä väritön ja vesiliukoinen<br>Ferri: kolmenarvoinen, ruskea väri tai sakka vedessä                                      |
| Sameus             | Veden kirkkautta kuvaava muuttuja.<br>Sameusyksiköitä: NTV = NTU, FTU                                                                                |
| TOC                | Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (esim. humus).                                                                                                       |

**Muita käsitteitä**

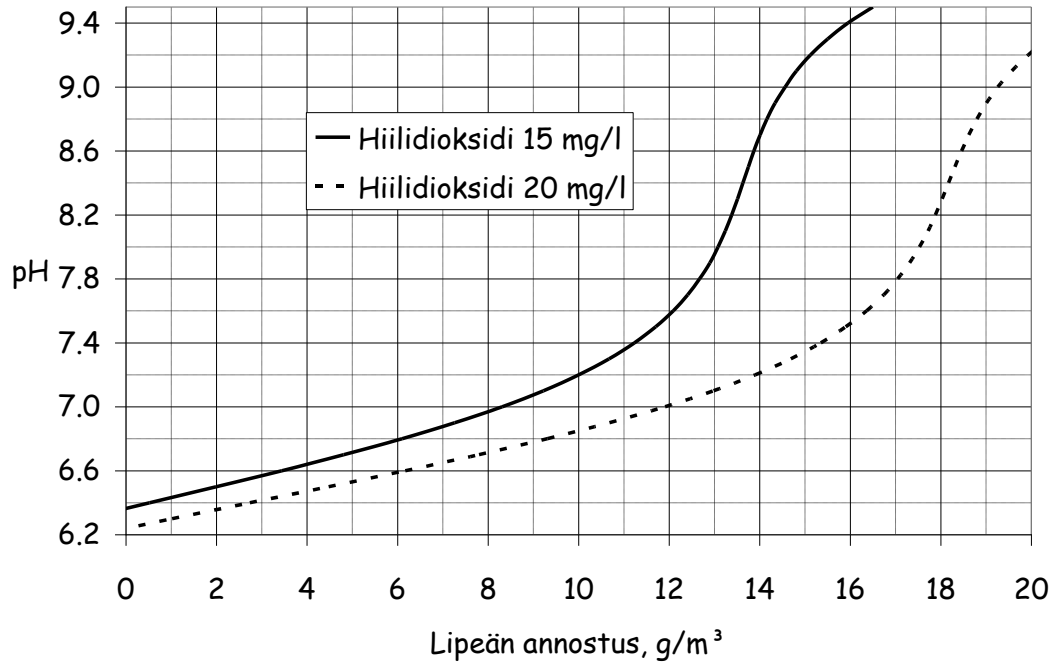
| <b>Käsite</b>                 | <b>Selitys</b>                                                                                                                                    |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Akustokorrelaattori           | Vesijohtovuotojen haussa käytettävä laite.                                                                                                        |
| Alkalointi                    | Veden pH:n nosto kemikaalilla.                                                                                                                    |
| Antoisuus                     | Pohjavesialueelta tai kaivosta otettavissa oleva vesimäärä.                                                                                       |
| Desinfiointi                  | Tautia aiheuttavien mikrobin tuhoaminen.                                                                                                          |
| Humus                         | Tummaa, eloperäistä orgaanista ainetta, jossa on runsaasti humushappoja. Humus muodostuu eloperäisten aineiden maatumisesta.                      |
| Hygienia                      | Yleinen puhtaus ja työskentelytavat, jolla estetään saastumista. Esimerkiksi henkilökohtainen hygieniä, laitoshygieniä, putkien asennushygieniä.  |
| Häiriötilannesuunnitelma      | Terveysturvaviranomaisen suunnitelma talousveden laadun turvaamiseksi yllättävissä ja äkillisissä tilanteissa.                                    |
| Ilmastustorni                 | Veden ilmastukseen (pH:n nosto, hiilidioksidin poisto) käytettävä torni.                                                                          |
| Ilma-vesi -huuhtelu           | Verkoston puhdistamista veden ja paineellisen puhtaan ilman avulla (= sykepuhdistus).                                                             |
| Indikaattoribakteeri          | Bakteeri, joka osoittaa saastumista, mutta ei välttämättä itse aiheuta sairastumista.                                                             |
| Infektiivinen annos           | Mikrobin tautia aiheuttava annos.                                                                                                                 |
| Injektointi                   | Vuotokohdan tukkiminen esim. kalliossa.                                                                                                           |
| Kontaminaatio                 | Saastuminen esimerkiksi mikrobeilla.                                                                                                              |
| Maamikrofoni                  | Vesijohtovuodon paikannukseen käytettävä laite.                                                                                                   |
| Omavalvonta                   | Vesilaitoksen toiminnan seuranta (= käyttötarkkailu).                                                                                             |
| Orsivesi                      | Varsinaisen pohjavedenpinnan yläpuolelle vettä läpäisemättömän kerroksen päälle muodostunut pohjavesivarasto.                                     |
| Patogeeni                     | Tautia aiheuttava mikrobi.                                                                                                                        |
| Paineenkestävä työtulppa      | Putken päässä oleva paineellista vettä kestävä tulppa.                                                                                            |
| Painekoe                      | Putken vesitiiveyden tarkastaminen paineistamalla.                                                                                                |
| Pintavesi                     | Mm. järvi- tai jokivesi.                                                                                                                          |
| Pitkäsujutus                  | Saneerattavan putken sisään vedetään / työnnetään halkaisijaltaan pienempi putki.                                                                 |
| Pohjavesi                     | Maa- ja kallioperän avoimen tilan täyttävä vesi.                                                                                                  |
| Pohjaveden muodostumisalue    | Alue, jolla maakerrokset ovat hyvin vettä johtavia ja jolla maaperä mahdollistaa veden merkittävän imeytymisen pohjavedeksi.                      |
| Pohjaveden suojelusuunnitelma | Suojelusuunnitelma käsittelee pohjavesialueella riskejä aiheuttavia toimintoja. Se sisältää myös toimenpide-ehdotuksia pohjaveden suojelemiseksi. |
| Puhdistuselementti            | Verkoston puhdistukseen tarkoitettu ”putkipossu”, joka ajetaan verkostossa esimerkiksi paineveden avulla.                                         |
| Putkipossu                    | Verkoston puhdistukseen tarkoitettu puhdistuselementti, joka ajetaan verkostossa esimerkiksi paineveden avulla.                                   |
| Raakavesi                     | Vesilaitokselle tuleva (käsittelemätön) vesi.                                                                                                     |
| Rantaimetyys                  | Pintaveden imeytyminen pohjaveteen rantamaan läpi (pohjaveden pinta alempana kuin järviveden pinta).                                              |

LIITE 2

|                            |                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Riskienhallintasuunnitelma | Vesilaitoksen laatima suunnitelma talousvedentuotanto-<br>ketjun riskienhallintaa varten.                                                                                                  |
| Selkeytys                  | Pintaveden käsittelyssä muodostunut sakka erotetaan<br>joko laskeuttamalla altaan pohjalle tai nostamalla se il-<br>man kanssa altaan pinnalle (flotaatio).                                |
| Sementtilaastivuoraus      | Vanha putki pinnoitetaan sisäpuolelta sementtilaastilla.                                                                                                                                   |
| Suojatulppa                | Putken päässä oleva tulppa, jonka tarkoitus on pitää put-<br>ken sisäpinta puhtaana.                                                                                                       |
| Sujutus                    | Vesi- tai viemäriputkien saneerausmenetelmä, jossa<br>vanhan putken sisälle "sujutetaan" uusi muoviputki van-<br>haa putkea kaivamatta esille.                                             |
| Talousvesi                 | Juomiseen, ruoan valmistukseen tai muihin kotitaloustar-<br>koituksiin käytettävä vesi, jonka laadun on täytettävä ta-<br>lousvesiasetuksen mukaiset laatuvaatimukset ja –tavoit-<br>teet. |
| Tehoklooraus               | Klooraus suurella klooripitoisuudella (vähintään 5 mg/l).                                                                                                                                  |
| Tekopohjavesi              | Pintaveden imeytys maaperän (esim. harjun) läpi pohja-<br>vedeksi.                                                                                                                         |
| Valvontatutkimus           | Talousveden tutkimus viranomaisvalvontaa varten.                                                                                                                                           |
| Valvontatutkimusohjelma    | Laitoskohtainen ohjelma vesilaitoksen säännölliseen val-<br>vontaan.                                                                                                                       |
| Varautumissuunnitelma      | Vesilaitoksen suunnitelma, jonka tarkoituksena on var-<br>mistaa palveluiden toimivuus mahdollisimman hyvin<br>myös häiriötilanteissa.                                                     |
| Vedenjakelualue            | Yhtenäinen verkostoalue, jolla talousveden laatu on jok-<br>seenkin tasainen ja jolla veden toimituksesta vastaa yksi<br>talousvettä toimittava laitos.                                    |
| Veden käsittely            | Vedenkäsittelyn tarkoituksena on poistaa vedestä haital-<br>lisia aineita ja mikrobeja sekä vähentää veden syövyttä-<br>vyyttä.                                                            |
| Vedenottolupa              | Pohjaveden ottoon tarvittava ympäristölupaviranomaisen<br>lupa.                                                                                                                            |
| Viranomaisvalvonta         | Terveystensuojeluviranomaisen tekemää valvontaa, jolla<br>todennetaan, että talousveden laatu on säädösten mu-<br>kaista eikä vedenkäyttäjille aiheudu terveyshaittaa.                     |
| Yksisuuntaventtiili        | Venttiili, josta vesi voi virrata ainoastaan yhteen suun-<br>taan (= takaiskuventtiili, takaimusuoja).                                                                                     |
| Ympäristön havainnointi    | Raakaveden laatua uhkaavien tekijöiden seuranta.                                                                                                                                           |

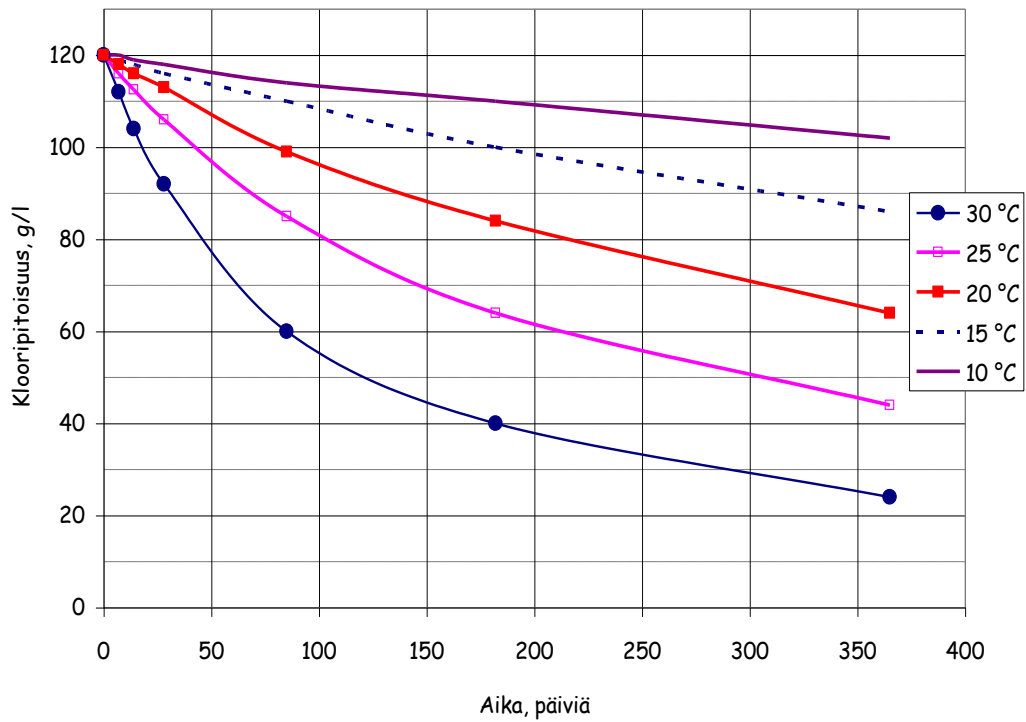
## LIITE 3. ALKALOINTI

Veden hiilidioksidipitoisuus vaikuttaa pH:n muuttumiseen lipeää annosteltaessa. Mitä suurempi on hiilidioksidipitoisuus, sitä enemmän kuluu lipeää saman pH:n nousun saavuttamiseen. pH-muutos on jyrkkä, kun pH on välillä 8,0–9,0.



Kuva 21. Esimerkki pH:n muuttumisesta lipeää annosteltaessa veden hiilidioksidipitoisuuden ollessa 15 ja 20 mg/l.

## LIITE 4. NATRIUMHYPOKLORIITTI



Kuva 221. Natriumhypokloriittiliuoksen pitoisuuden aleneminen eri lämpötiloissa.

Kaupallinen natriumhypokloriitin 10 % liuos sisältää noin 115 – 125 g/l aktiivista klooria. Liuos tulee säilyttää viileässä ja pimeässä.

## LIITE 5. KEMIKAALIEN YLIANNOSTUKSIEN SYITÄ JA NIIDEN ESTÄMINEN

| Syy yliannostukseen                                                                             | Vaikutus annostukseen                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Veden syötön katkeaminen järjestelmässä, jossa lappoa kemikaalisäiliöstä ei ole estetty         | Kemikaalin pääsee lappona valumaan laimentumatta tyhjään vesiputkeen.                                  |
| Kemikaalipumppu jää käsikäytölle ja kemikaalia annostellaan vakiomäärä vesimäärästä riippumatta | Sitä suurempi kemikaalipitoisuus, mitä vähemmän vettä pumpataan.                                       |
| Syöttöliuoksen liian suuri pitoisuus                                                            | Kemikaalin annostusmäärä kasvaa samassa suhteessa kuin liuoksen pitoisuus.                             |
| Raakavesipumpun yksisuuntaventtiili ei toimi                                                    | Kemikaloitua vettä virtaa takaisin kaivoon, samaan veteen annostus monta kertaa.                       |
| Kemikaalipumpun iskunpituuden lukitus rikkoontuu tai löystyy (pumpun tuotto maksimille)         | Annosteltavan kemikaalin annostusmäärä kasvaa sitä enemmän, mitä pienemmäksi iskunpituus oli säädetty. |
| Virtauksen pysähtyessä kemikaloitu vesi ei pääse mittarille, kemikaalipumppu jää käyntiin       | Suuri kemikaaliannostus seisovaan veteen.                                                              |
| pH-mittarin näyttämä luku väärä (elektrodi rikki tai virheellinen kalibrointi)                  | Virheellinen kemikaaliannostus.                                                                        |
| Virtaamaohjatun annostusjärjestelmän syyt (pH-mittarin korjaava vaikutus pieni)                 | Vaikka raakaveden laatu vaihtelee, kemikaalin annostus ei muutu vastaavasti.                           |

Vesilaitoksen käyttöhenkilökunnan tulee olla tietoinen vesilaitoksensa kemikaalien yliannostusriskitekijöistä. Mikäli selkeitä riskitekijöitä havaitaan, ne tulee poistaa mahdollisimman pian. Toimenpiteitä voivat olla:

- Verkostopaineen häviämisen varalta kemikaaliannostusjärjestelmä on varustettava paineenpitoventtiilillä.
- Käsikäytön päälle jäämisen mahdollisuus estettävä (ei käsikäyttömahdollisuutta tai kytkin, jota ei pysty pitämään päällä jatkuvasti).
- Jokaisesta lipeäliuoksen valmistuserästä mitataan pitoisuus tiheysmittarilla (= areometri).
- Verkostoon pumpattavan veden pH:n seuranta, hälytys- ja katkaisurajat kemikaalipumpulle ja koko vesilaitokselle. Seurannan pH-mittari tulee olla eri kuin annostusta säättävä mittari.
- Kemikaalipumpun on oltava oikean kokoinen (iskunpituus 60–90 % maksimista).
- pH-mittarin säännöllinen tarkistus ja tarvittaessa kalibrointi. Vertaillaan pH-mittarin lukemia laboratoriomittauksilla saatuihin pH-arvoihin.
- Vuoto kemikaalisäiliössä tai annostusjärjestelmässä ei saa aiheuttaa kemikaalin pääsyä veteen (esim. alavesisäiliöön sauman kautta) tai pohjavesialueen maa-perään.