

Janne Kippola

KÄYTTÖVEDEN SUOJAUS SAASTUMISELTA

KÄYTTÖVEDEN SUOJAUS SAASTUMISELTA

Janne Kippola
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma, LVI-tekniikka, insinööri (AMK)

Tekijä: Janne Kippola

Opinnäytetyön nimi: Käyttöveden suojaus saastumiselta

Työn ohjaaja: Mika Syväniemi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2024

Sivumäärä: 38 + 7 liitettä

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö käsittelee käyttöveden suojaamista saastumiselta. Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella raakaveden hankintaan, vedenkäsittelyprosesseihin ja vedenlaadun valvontaan liittyviä menetelmiä sekä vesihuollon lainsäädäntöä. Lisäksi työssä käsiteltiin takaisinimusuojauksen periaatteita, riskienhallinta- ja omavalvontasuunnitelmia sekä pohjaveden suojaamiseen liittyviä toimenpiteitä.

Työn tietoperusta koostui alan kirjallisuudesta, lainsäädännöstä ja viranomaisohjeista. Lisäksi työssä käytettiin vesilaitoksille suunnattua kyselyä, joka kartoitti häiriötilanteiden hallintaa ja vaurautumista. Kyselyyn osallistui yksi suuri vesilaitos ja yksi pienempi vesiosuuskunta.

Johtopäätöksinä voitiin todeta, että vesihuollon toimintavarmuuden parantamiseksi tarvitaan ennakkoivaa kunnossapitoa, ajantasaisia suunnitelmia ja teknisiä ratkaisuja. Käyttöveden laatu on keskeinen tekijä turvallisessa vesihuollossa ja sen turvaaminen vaatii jatkuvaa kehitystyötä.

Asiasanat: Vedenlaadun valvonta, raakaveden hankinta, talousveden käsittelyprosessit, takaisinimusuojaus, vesihuollon lainsäädäntö.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services

Author: Janne Kippola

Title of thesis: Protection of Service Water from Contamination

Supervisor: Mika Syväniemi

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2024 Number of pages: 38 + 7 appendices

The commissioning party for this thesis was Oulu University of Applied Sciences. Thesis focuses on the protection of domestic water from contamination. The aim of the study was to examine methods related to raw water acquisition, water treatment processes, and water quality monitoring, as well as the legislation governing water supply systems. Additionally, the study explored the principles of backflow prevention, risk management, and self-monitoring plans, as well as measures for groundwater protection.

Information was gathered for the thesis on industry literature, legislation, and official guidelines. Furthermore, the study utilized a survey directed at water utilities to assess their management of disruptions and preparedness. The survey included responses from one large water utility and one smaller water cooperative.

The conclusions highlighted that improving the reliability of water supply systems requires proactive maintenance, up-to-date plans, and technical solutions. The quality of domestic water is a critical factor in ensuring safe water supply, and its protection demands continuous development efforts.

Keywords: Water quality monitoring, raw water acquisition, drinking water treatment processes, backflow prevention, water supply legislation.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	KUNNALLISTEKNIikka	8
3	VESIHUOLLON VELVOITTEET JA LAINSÄÄDÄNTÖ	9
3.1	Talousveden laadun valvonta	9
3.2	Vesilaitosten laatuvastuu	9
3.3	Riskienhallintasuunnitelma	10
3.4	Omavalvontasuunnitelma	10
4	VEDENHANKINTA	12
4.1	Raakaveden lähteet	12
4.2	Raakaveden ominaisuudet	13
4.3	Pintaveden käyttöönotto	13
4.4	Pohjaveden käyttöönotto	15
4.4.1	Kaivotyypit	15
4.4.2	Kunnossapito ja likaantumisriskit	17
4.4.3	Pohjavesialueen suoje-lusuunnitelma	18
4.5	Tekopohjaveden käyttöönotto	18
4.5.1	Allasimeytys	19
4.5.2	Rantaimetyys	20
4.5.3	Kaivoimeytys	20
5	TALOUSVEDEN KÄSITTELY	21
5.1	Välppäys ja siivilöinti	21
5.2	Flokkaus ja pH:n säätö	21
5.3	Sekoitus ja selkeytyy	22
5.4	Suodatus	22
5.5	Veden hajun ja maun parantaminen	23
5.6	Veden pH:n nosto ja desinfiointi	23
5.7	Laatuhäiriöt vesilaitoksella	24
5.8	Toimenpiteet vedenlaadun häiriötilanteessa	25
6	VESIJOHTOVERKOSTOT	26
6.1	Verkoston vaikutus talousveden laatuun	26
6.2	Verkostomateriaalit ja pinnoitteet	26

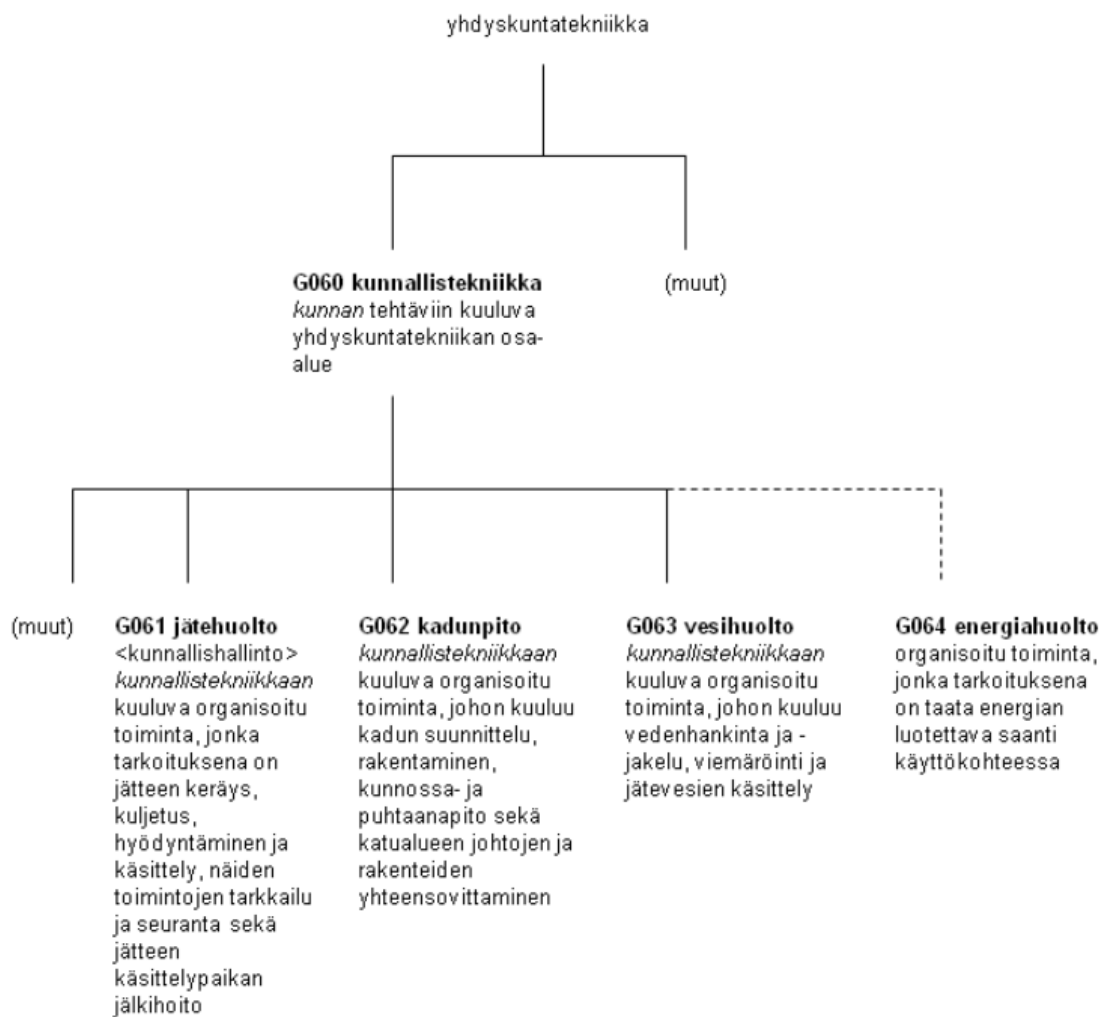
6.3	Kuljetus ja varastointi	27
6.4	Uuden putken käyttöönotto.....	27
7	SAASTUMISELTA SUOJAUTUMINEN	28
7.1	Legionella riski ja turvalliset lämpötilat.....	28
7.2	Verkostoon liitetyt laitteistot	29
7.3	Ilmaväli	30
7.4	Tyhjöntiili.....	31
7.5	Yksisuuntaventtiili.....	31
8	HÄIRIÖTILANTEIDEN HALLINTA JA VARAUTUMINEN VEDENJAKELU- JA VIEMÄRIVERKOSTOISSA.....	33
9	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	23

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee käyttöveden saastumiselta suojautumista. Työssä tarkastellaan vedenjakelun turvaamista häiriötilanteissa, raakaveden hankintaan liittyviä järjestelmiä, vedenkäsittelyprosesseja ja vedenlaadun valvontaan sekä vesihuoltoon liittyvää lainsäädäntöä eri toimijoiden näkökulmasta. Tarkastelun kohteina ovat myös takaisinimusuojauksen periaatteet, vesihuoltoon liittyvät riskienhallinta- ja omavalvontasuunnitelmat sekä pohjaveden mahdollisilta saastumisriskeiltä suojautumiseen liittyviä asioita. Työn tavoitteena on tuoda esille käyttöveden laadun varmistamiseen liittyviä keskeisiä toimenpiteitä.

2 KUNNALLISTEKNIikka

Kunnallistekniikka kattaa infrastruktuurin ja tekniset järjestelmät, jotka liittyvät kaupunkien ja kuntien toimintaan. Se sisältää muun muassa vesihuollon eli vesijohto- ja viemäriverkostot, jätehuollon, katujen ja teiden rakentamisen ja ylläpidon, energiahuollon sekä muiden kaupunkiympäristön perusrakenteiden suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon. Kunnallistekniikkaa saneerataan muuttuvan kaupunkiympäristön tarpeiden mukaan sekä rakennetaan uutta uusia asuinalueita varten. Kuvassa 1 on esitettyä esimerkki kunnallistekniikan rakenteesta. (1.)



KUVA 1. Kunnallistekniikan rakenne (1)

3 VESIHUOLLON VELVOITTEET JA LAINSÄÄDÄNTÖ

Toimiva vesihuolto on yksi yhteiskunnan elintärkeistä perustoiminnoista, sillä sen toimivuus takaa puhtaan veden saannin ja jätevesien asianmukaisen käsittelyn. Maa- ja metsätalousministeriö vastaa vesihuoltolainsäädännön kehittämisestä, jonka keskeisenä tavoitteena on varmistaa riittävä viemärointi ja terveellisen talousveden saatavuus kohtuullisin kustannuksin. (2.)

Kunnan tehtävänä on edistää vesihuollon kehitystä alueellaan ottaen huomioon yhdyskuntakehityksen tavoitteet ja tämän lain määräykset. Tämä tavoite saavutetaan yhteistyössä alueen vesihuoltolaitosten, veden toimittajien, jätevedenkäsittelijöiden sekä muiden kuntien kanssa. Lisäksi kunta osallistuu aktiivisesti vesihuollon alueelliseen yleissuunnitteluun. (3.)

3.1 Talousveden laadun valvonta

Kunnan terveydensuojeluviranomaiset valvovat tarkasti talousveden laatua varmistaakseen sen turvallisuuden ja että se täyttää laatuvaatimukset. Tavoitteena on varmistaa, ettei talousvedessä ole haitallisia aineita tai muitakaan haitallisia eliöitä, kuten viruksia, loisia tai bakteereja sellaisia määriä, jotka voisivat vaarantaa ihmisten terveyden. Laadunvalvonta tehostuu, mitä suurempia vesimääriä toimitetaan tai mitä enemmän vettä käytetään vedenjakelualueella. Mikäli talousvesi ei vastaa laatuvaatimuksia, viranomaiset ryhtyvät toimenpiteisiin sen korjaamiseksi ja antavat tarvittavia ohjeita terveyshaittojen ennaltaehkäisyyn. (4.) Toimenpiteitä ja ohjausta on kuvattu Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 2/2023 momenteissa 17 §, 18 § ja 18 a §, talousveden laatuvaatimukset ja- tavoitteet on kuvattu momentissa 4 § (5).

3.2 Vesilaitosten laatuvastuu

Mikäli vesi toimitetaan rakennuksiin vesilaitokselta kunnan vesijohtoverkoston kautta, ovat vesilaitokset vastuussa toimittamansa veden laadusta ja määrästä käyttäjän liitoskohtaan asti (6). Vesihuoltolaitoksen on varmistettava, että sen toimittama talousvesi täyttää kaikki terveydensuojelulain asettamat laatuvaatimukset (3).

Vesihuoltolaitoksen on oltava tietoinen raakaveden käyttöön ja laatuun liittyvistä riskeistä sekä laitteistonsa kunnosta. Laitoksen tulee jatkuvasti valvoa raakaveden määrää ja laatua, seurata

laitteistonsa kuntoa sekä tarkkailla vesijohto- ja viemäriverkoston mahdollisia vuotoja. Lisäksi verkoston sijaintitiedot on tallennettava sähköiseen muotoon. (3.)

3.3 Riskienhallintasuunnitelma

Riskienhallinta tarkoittaa veden terveydelliseen laatuun liittyvien vaarojen ja vaaratilanteiden tunnistamista. Riskien arvioimista sekä sopivien hallintakeinojen määrittämistä riskien poistamiseksi tai vähentämiseksi. Lisäksi siihen kuuluu hallintakeinojen toteutuksesta vastuussa olevien toimijoiden määrittäminen. Talousvettä toimittavien laitosten on laadittava ja ylläpidettävä ajan tasalla riskienhallintasuunnitelmaa. Suunnitelman on katettava kaikki vedentuotantoketjun riskit sekä sisällettävä tarvittavat tiedot ja menettelyt riskien vähentämiseksi tai poistamiseksi. (7.) Terveysturvallisuuslain (763/1994) 19 a §:ssä tarkoitettuun riskienhallintasuunnitelmaan on sisällytettävä asetuksen 7/2023 momentissa 3 § mainitut tiedot (8).

Jos talousveden käyttökelpoisuus on uhattuna, vaarat ja vaaratilanteet tunnistetaan asetuksen 7/2023 osa-alueilla riskienhallintasuunnitelmaa varten. Talousveden laatua uhkaavien vaarojen ja vaaratilanteiden tunnistaminen on esitettyä liitteessä 1. Lisäksi huomioidaan, että riskienarviointi ja hallinta toteutetaan asetuksen 7/2023 mainittujen pykälien 4 § ja 5 § mukaisesti.

3.4 Omavalvontasuunnitelma

Talousvettä toimittavan laitoksen omavalvonnan tarkoituksena on varmistaa vedenkäsittelyn asianmukaisuus ja käytössä olevien riskienhallintatoimenpiteiden toimivuus, seurata liitteessä 1 mainittuja vedentuotantoketjussa olevia tekijöitä sekä niiden aiheuttamaa riskiä talousveden laadulle. Omavalvonta ennaltaehkäisee vaaratilanteita ja häiriöitä, jotka voivat vaikuttaa talousveden terveydelliseen laatuun sekä tunnistaa uusia laatua uhkaavia vaaroja ja vaaratilanteita.

Talousvettä toimittavan laitoksen on laadittava vedentuotantoketjukohtainen omavalvontasuunnitelma, jossa kuvataan kaikki omavalvontaan liittyvät toimenpiteet. Tämän suunnitelman tulee olla päivitettyä ajan tasalle ja sen tarkistaminen on suoritettava riskienhallintasuunnitelman tarkistamisen yhteydessä. Omavalvonta sisältää laajan valikoiman tarkastuksia ja seurantatoimenpiteitä, jotka liittyvät laitoksen toimintaan, vedenottamoon, käsittelyyn, varastointiin ja jakeluun. Tämä sisältää myös raakaveden ja käsitellyn veden laadun seurannan noudattaen valtioneuvoston asetuksen 7/2023 liitteissä 1–4 ja taulukoissa 1 ja 2 määriteltyjä ohjeita. Laitoksen on säilytettävä

omavalvonnan tarkastustiedot ja seurannan tulokset asianmukaisesti riittävässä laajuudessa ja esitettävä ne kunnan terveydensuojeluviranomaiselle heidän niin pyytäessään. (8.)

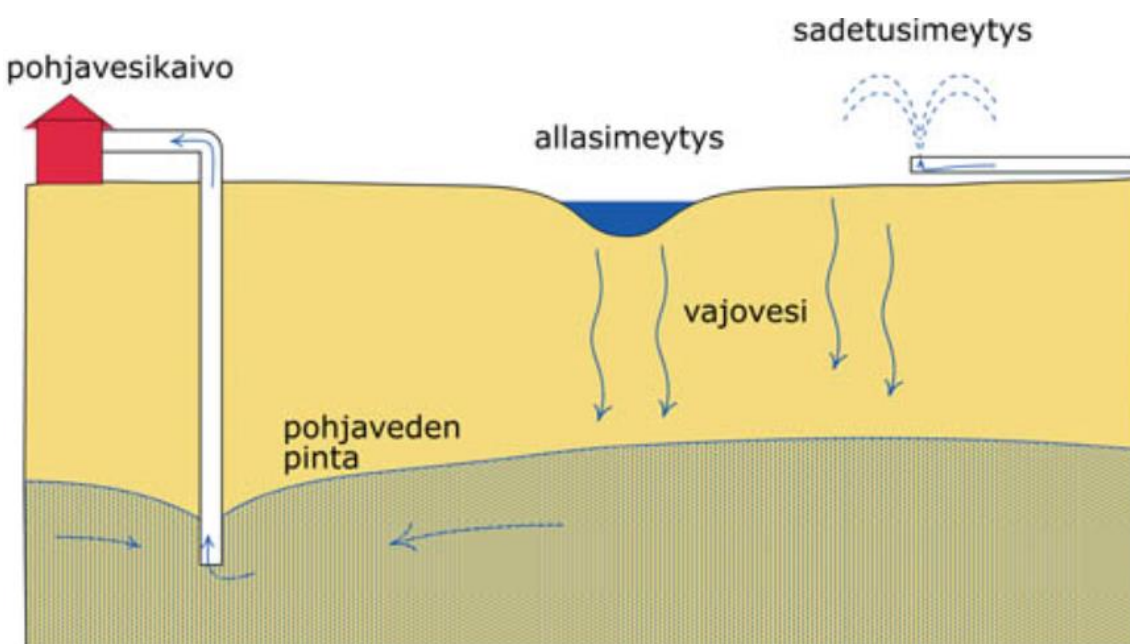
4 VEDENHANKINTA

Laadukas raakavesi on olennaisen tärkeää hyvän talousveden takaamiseksi. Suomessa vesilaitokset pyrkivät käyttämään raakavetenä ensisijaisesti pohjavettä, mutta jopa suurten yhdyskuntien, kuten pääkaupunkiseudun, on usein turvaututtava pintavesiin. Pohjavesi kattaa noin kaksi kolmannesta kulutetusta vedestä, ja sen osuus on kasvussa. (9, s. 172.)

4.1 Raakaveden lähteet

Talousveden lähteenä voi toimia erilaisia vesilähteitä, kuten pohjavettä, pintavesiä, tekopohjavettä tai kalliopohjavettä. Lisäksi talousveden saanti voi perustua myös pohjaveteen yhdistettynä rantaimetymiseen. (10.) Pintavesi on vettä, joka virtaa tai on varastoituneena maanpinnalla. Tyypillisiä pintavesilähteitä ovat järvet, joet, purot ja rannikkovedet. (11.)

Pohjavesi viittaa veteen, joka sijaitsee maanpinnan alapuolella ja täyttää maaperän ontelot ja kallioperän halkeamat. Sitä syntyy, kun sade- tai pintavesi kulkeutuu maakerrosten läpi. (12.) Tekopohjavettä syntyy, kun pohjaveden määrää lisätään keinotekoisesti imeytyskaivosta, altaasta tai sadettamalla esimerkiksi esikäsiteltyä pintavettä maan pinnalle, jolloin vesi suodautuu maakerrosten läpi aivan kuten tavallinen pohjavesi. (13.) Kuvassa 2 on esitetty periaatekuva allas- ja sadetusimeytyksestä.



KUVA 2. Pohjaveden määrän lisäys keinotekoisesti allas ja- sadetusimeytyksellä (17)

4.2 Raakaveden ominaisuudet

Raakaveden ominaisuudet ja laatu vaihtelevat paljon riippuen muun muassa siitä, millaisia ja kuinka suuria määriä epäpuhtauksia raakavedessä on. Tyypillisiä raakavedessä esiintyviä epäpuhtauksia ovat kiinteät epäpuhtaudet, liuenneet kaasut ja suolat, mikro-organismit sekä orgaaninen aines. Lisäksi raakaveden ominaisuuksiin vaikuttavat esimerkiksi sen pH-arvo, alkaliteetti, kovuus sekä sähkönjohtavuus. (14.)

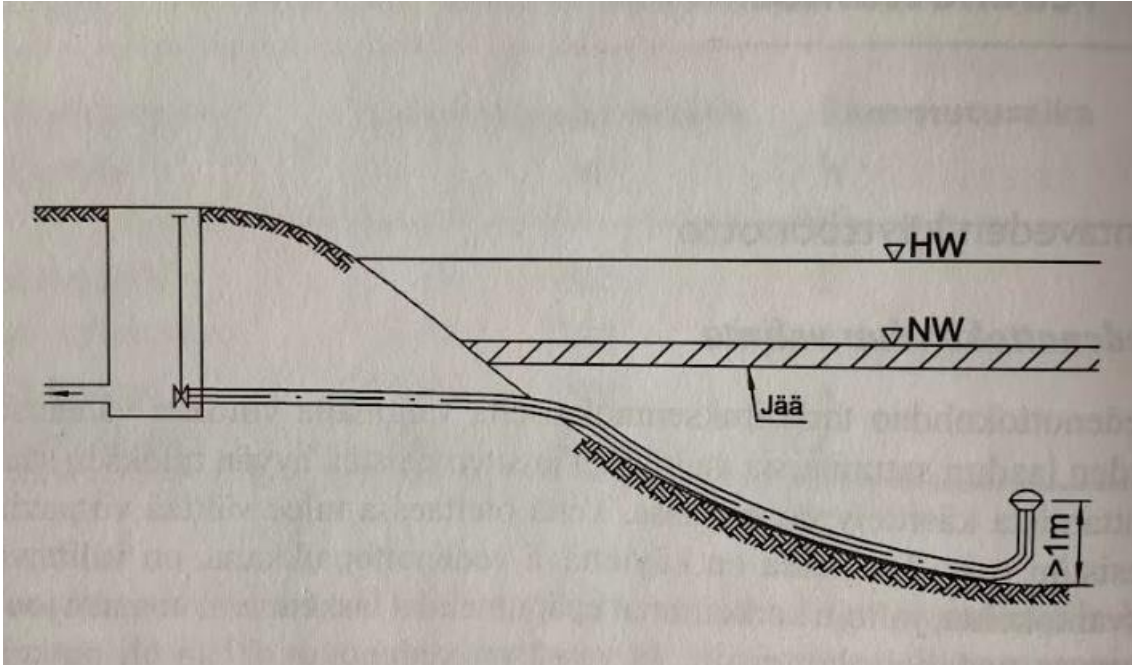
Pohjavesi on yleensä laadultaan parempaa kuin pintavesi, mutta sen laatuun voivat paikallisesti vaikuttaa fluorin, raudan, mangaanin, arseenin ja radonin esiintyminen. Pohjaveden käytön etuna on se, että sitä ei usein tarvitse varsinaisesti puhdistaa. Yleensä riittää happamuuden säätäminen kalkilla ja hygienian varmistaminen esimerkiksi pienellä kloorauksella. Mittavia saostus- ja suodatuslaitteistoja ei tarvita, mikä näkyy edullisempana veden hintana. (9, s. 172.)

Tyypillisesti pintavesilaitosten raakaveden lähteenä on järvi tai joki. Jokiveden laatu vaihtelee usein enemmän ja nopeammin kuin järviveden. Jokiveden laatuun vaikuttavat erityisesti luonnon olosuhteet ja ihmistoiminta ottopaikalta ylävirtaan, kuten puhdistettujen jätevesien purkupisteet ja maatalous. Järvien suuri vesitilavuus tasaa laadunvaihteluita, mikä tekee siitä vakaamman muutoksille. Suomalaisille pintavesille tyypillistä on humuspitoisuus. Humus on maaperästä peräisin olevaa orgaanisen aineksen hajoamistuotetta, joka aiheuttaa veteen ruskeaa väriä. (15, s. 14–15.)

4.3 Pintaveden käyttöönotto

Vedenotto järvestä toteutetaan rakentamalla rantaviivan yläpuolelle rantakaivo, johon vesi johdetaan halutusta vesistön kohdasta esimerkiksi pohjaan lasketun painotetun muoviputken avulla. Putken veteen upotettu pää varustetaan sihdillä, joka on valmistettu syöpymättömästä ja ruostumattomasta materiaalista. Sihdin tulee olla vähintään yhden metrin etäisyydellä järven pohjasta, jotta pohjamuta ja laskeutuvat roskat eivät pääse veden mukana kaivoon. Putken on sijaittava koko pituudeltaan jäätymisrajan alapuolella ja riittävän syvällä, jotta vesiliikenne voi kulkea sen

yli. Kuvassa 3 näkyy periaate toteutuksesta. Putken sijainti on merkittävä vesiliikenneviranomais-
ten määräysten mukaisesti. Putken asentaminen vesistöön on mahdollista sekä kesällä että tal-
vella jään päältä.



KUVA 3. Periaatekuva järven vedenotosta rantakaivoon (16, s. 86)

Rantakaivoon asennetaan betonipohja ja betonikansi. Kaivon on oltava tarpeeksi tilava, jotta pumppujen imuputket ja pohjaventtiilit mahtuvat. Ottoputken pää on pystytävä sulkemaan, lisäksi vedenottojärjestelmä on tarvittaessa pystytävä tyhjentämään laitokseen päin vedenkorkeudesta riippumatta.

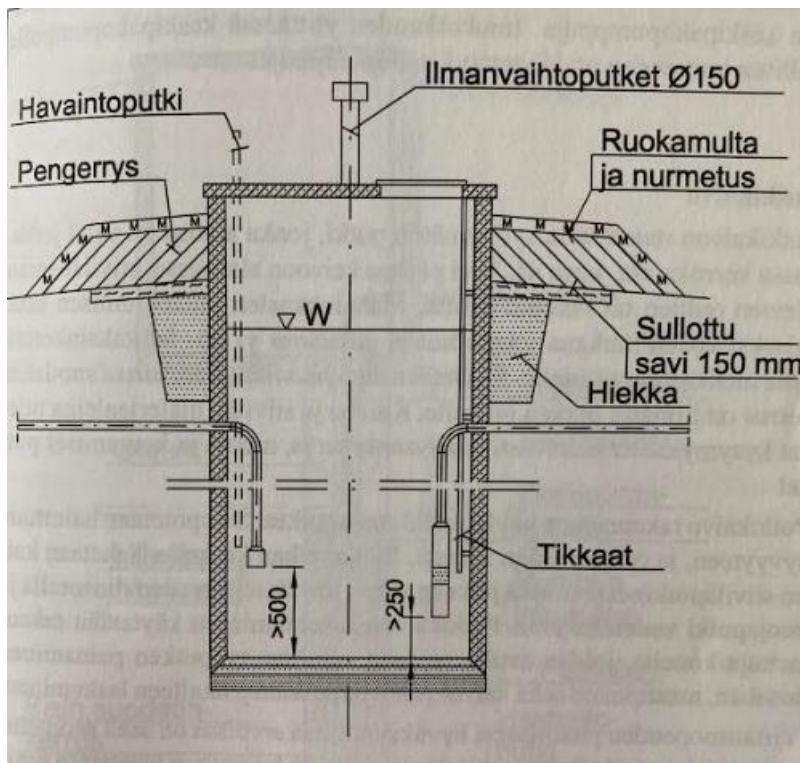
Joen vedenlaatu on yleensä tasainen koko poikkileikkauksen alueella, joten pohjaan upotettavan ottoputken rakentaminen ei ole yleensä tarpeen. Vesi johdetaan rantakaivoon suoraan välillä varustetun aukon kautta. Vedenotto tulee sijoittaa kohtaan, jossa jäiden liike aiheuttaa mahdollisimman vähän häiriöitä. Rakenteet kannattaa usein sijoittaa rantaviivan tuntumaan kaivettuun poukamaan, jonka luiskat on asianmukaisesti vahvistettu. (16, s. 85–88.)

4.4 Pohjaveden käyttöönnotto

4.4.1 Kaivotyypit

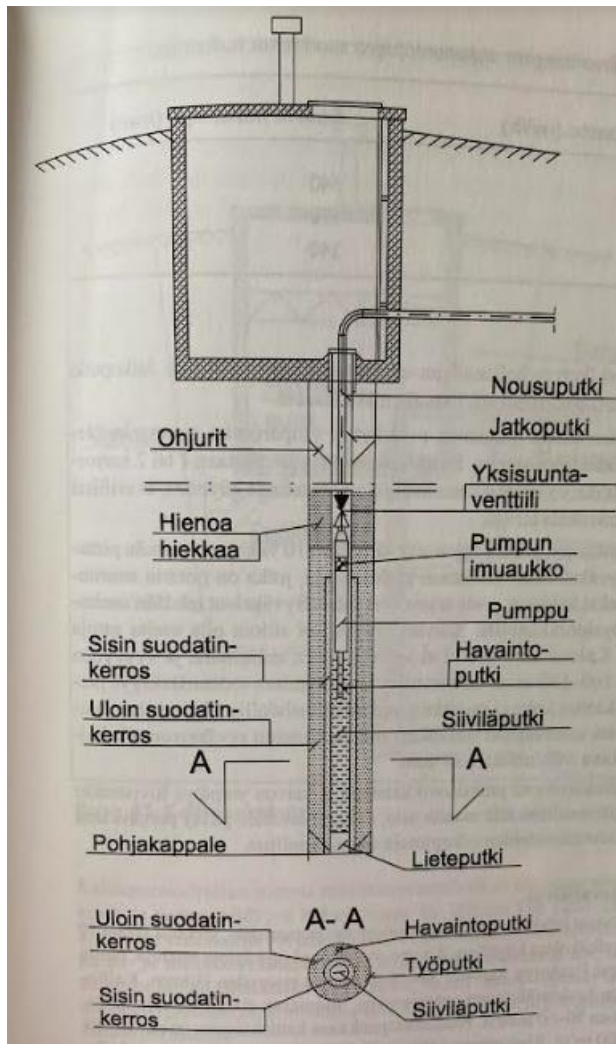
Pohjaveden hankintaan käytetään yleisimmin kolmea kaivotyyppiä: kuilukaivoja, siiviläputkikaivoja ja porakaivoja.

Kuilukaivot rakennetaan joko betonirenkaista tai valetaan paikalleen. Nykyään vesilaitokset tekevät harvoin uusia kuilukaivoja. Betonirenkaista rakennettujen kaivojen saumat ovat vedenlaadun kannalta riskikohtia. Routa tai puiden juuret voivat liikuttaa kaivonrenkaita, mikä voi johtaa saumojen aukeamiseen. Saumojen avautuminen voi johtaa pintavesien, epäpuhtauksien tai pieneläinten pääsyyn kaivoon, mikä heikentää vedenlaatua.



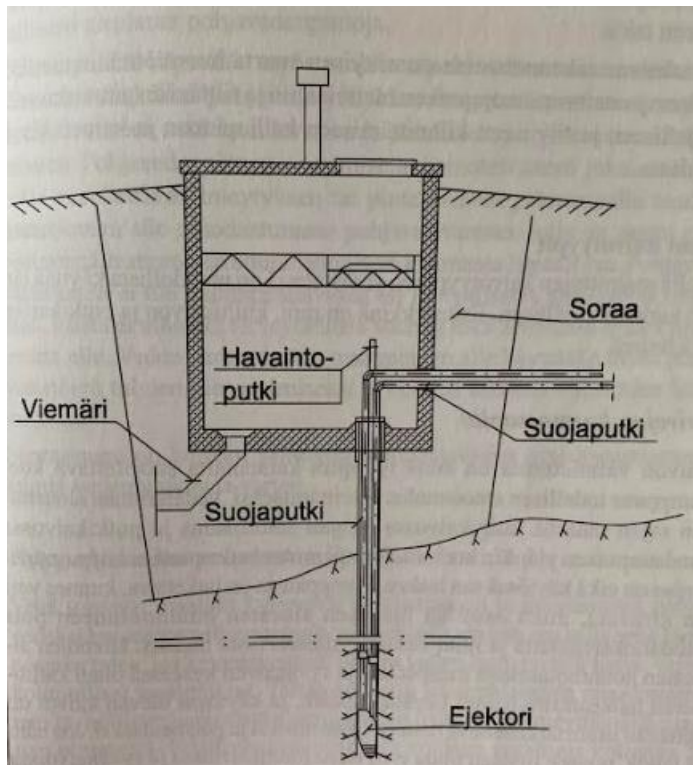
KUVA 4. Valettu kuilukaivo ja sen osat (16, s. 99)

Siiviläputkikaivo on yleisin kaivotyyppi, ja se rakennetaan poraamalla maaperään. Vesi kulkeutuu kaivopumpulle suojaputkessa olevan siivilän kautta, joka pumppaa sen käyttöön. Merkittävimmät vedenlaaturiskit liittyvät sade- ja sulamisvesien mahdolliseen pääsyyn kaivoon suoraan esimerkiksi kuivatusviemäriin kautta tai imeytymällä lyhyen matkan karkean sorakerroksen läpi.



KUVA 5. Siiviläputkikaivo ja sen osat (16, s. 101)

Kallioporakaivo on yleensä pienempien laitojen valinta, sillä sen tuottama vesimäärä ei yleensä ole suuri. Ottokaivoon saattaa kulkeutua sade- ja sulamisvesiä kalliorakojen kautta. Porakaivoissa erityisiä terveysriskejä voivat aiheuttaa arseeni ja radon. (15, s. 12–13.)



KUVA 6. Kallioporakaivo ja sen osat (16, s. 103)

4.4.2 Kunnossapito ja likaantumiseriskit

Kaivojen rakenteet ja sitä ympäröivä alue tulisi säännöllisesti tarkastaa, ja lisäksi tehdään mahdolliset korjaustoimenpiteet. Tarvittaessa kaivon rakenteita tiivistetään, yläpuoliset osat korjataan ja kaivon ympäristö korotetaan niin, että pintavedet valuvat pois kaivolta. Pieneläinverkkojen ja takaisinvirtauksen estävien luukkujen kunto on tarkistettava ja korjattava tarvittaessa. (15, s. 14.)

Pohjavesilaitoksella suurimmat riskit liittyvät sade-, sulamis- ja jätevesien pääsyyn vedenottokaivon. Kokemusten perusteella poikkeuksellisen voimakkaat sateet ja tulvat muodostavat suurimman uhan pohjaveden otolle. Näissä tilanteissa pintavettä voi imeytyä liian lähelle kaivoa tai päästä suoraan kaivon tuoden mukanaan mikrobeja ja heikentäen siten veden laatua. Vesilaitosten tulee seurata alueellaan pohjaveden pinnankorkeutta. Pohjaveden pinnan aleneminen voi johtaa vedenlaadun heikkenemiseen, esimerkiksi rautapitoisuuden nousuun. (15, s. 11–13.)

Riskien ennakoiminen ja torjuminen on ensiarvoisen tärkeää pohjavesien laadun säilyttämiseksi. Yleisin tapa seurata pohjaveden laatua on ottaa näytteitä vedenottokaivosta. Jos kaivovedessä havaitaan likaantumista, tilanne on jo edennyt pitkälle. Saastuneen maaperän puhdistaminen on

yleensä haastavaa ja kallista. Hiekka- ja soramaat, jotka läpäisevät tehokkaasti sekä vettä että lika-aineita, ovat erityisen alttiita pohjaveden likaantumiselle samoin kuin sellaiset alueet, joissa pohjavesi sijaitsee lähellä maanpintaa. (15, s. 11.)

4.4.3 Pohjavesialueen suojelusuunnitelma

Pohjavesialueen toimintoihin ja olosuhteisiin liittyvät riskit arvioidaan pohjaveden suojelusuunnitelmissa. Pohjavesilaitoksen hoitajien tulee säännöllisesti perehtyä omaa laitostaan koskeviin ot-tamoalueiden suojelusuunnitelmiin ja ottaa niissä havaitut riskit huomioon toiminnassaan ja oma-valvonnassaan. Jos pohjavesialueelle, jota vesilaitos käyttää raakavesilähteenä, ei ole laadittu suojelusuunnitelmaa, vesilaitos voi tehdä aloitteen suunnitelman laatimisesta ottamalla yhteyttä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiseen. Vesilaitoksen on tiedotettava pohjavesialueella toimivia tahoja, kuten maataloja, asukkaita ja teollisuuslaitoksia, pohjaveden laatua uhkaavista riskeistä sekä oikeista toimintatavoista niiden ehkäisemiseksi. (15, s. 11.)

Suojelusuunnitelma sisältää yksityiskohtaiset tiedot pohjavesialueen maaperä- ja pohjavesioloista. Suunnitelma laaditaan ensisijaisesti vedenhankintaan käytetyille pohjavesialueille sekä sellaisille alueille, joilla on merkittävää toimintaa, joka voi vaarantaa pohjaveden laadun tai määrän. Pohjaveden suojelua ohjataan vesilaissa (587/2011), ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (1022/2006). (18.)

4.5 Tekopohjaveden käyttöönotto

Kun luonnollinen pohjavesilähde ei tuota riittävästi vettä, valmistetaan tekopohjavettä. Tämä tehdään imeyttämällä pintavettä joko altaan kautta, maahan sadettamalla tai rantaimetyksen avulla. Matkalla vedenottokaivoon vesi puhdistuu maakerrosten läpi lähes luonnon pohjaveden kaltaiseksi.

Maaperään imeytetyn tekopohjaveden viipymä on yleensä 1–2 kuukautta. Tämän ajan kuluessa vesi puhdistuu, ja siitä poistuvat muun muassa haitalliset mikrobit ja suurin osa orgaanisesta humusaineesta. Lisäksi vedestä häviävät levien aiheuttama maku ja haju. (15, s. 18.)

Maaperät, jotka johtavat vettä hyvin, voivat merkittävästi puhdistaa ja muuntaa isompia vesimääriä pohjavedeksi, jota luonnostaan sateena ja lumena muodostuisi. Keinotekoisesti lisätyn veden laadun tulee täyttää kohtuulliset vaatimukset. Pintaveden imeyttäminen maaperään pohjavesi-esiintymän lisäämiseksi voi moninkertaistaa sen antoisuuden jopa 5–10-kertaiseksi. (16, s. 105.) Imeytetty vesi voi olla joko käsittelemätöntä tai esikäsittelyä pintavettä (19). Esikäsittelyssä suurin osa kiintoaineksesta poistetaan. Raakaveden esikäsittelynä voi olla esimerkiksi puhdistus välipäämällä ja hiekkapikasuodattamalla. (17.)

4.5.1 Allasimeytys

Imeyttämismenetelmistä allasimeytys on yleisin ja suositeltavin, imeytysaltaat rakennetaan hyvin vettä läpäisevään maaperään. Pinta-maa poistetaan altaiden kohdalta niin syvältä, että puhtaat hiekka- ja sorakerrokset saavutetaan. Altaiden vesisyvyys vaihtelee 0,6–1,5 metrin välillä. Maaperän tukkeutumisen vähentämiseksi tasoitetulle pohjalle levitetään suodatinhiekkakerros, jonka vahvuus on 0,5–1,0 m. Raekoko valitaan 0,2–1,5 mm väliltä, raekokoon vaikuttavat raakaveden laatu ja imeytysteho. Yleisesti imeytysnopeutena on 0,1–0,2 m/h, imeytysnopeuteen vaikuttavat raakaveden laatu ja maaperän koostumus. Pohja toimii hitaana suotimena ja se on puhdistettava, kun virtausnopeus laskee arvoon 0,25 m/d. Talvikäytön varmistamiseksi vesisyvyyden tulee olla vähintään 0,8 m.

Tehokkainta puhdistuminen on pohjavedenpinnan yläpuolella, jossa maaperän huokokset ovat osittain ilman täyttämiä. Etäisyyden tulisi olla altaiden pohjasta pohjavedenpintaan mitattuna yli 5 metriä. Imeytysaltaan pohja puhdistetaan, kun imeytysvastus on kasvanut merkittävästi. Jotta imeytys voisi keskeytyksettä jatkua, tulisi rakentaa vähintään kaksi allasta, joita voidaan vuorotellen puhdistaa ja kuivata. Usein altaat muokataan suorakaiteen muotoiseksi, mutta ne voidaan rakentaa myös maaston muotoa mukailleen. Altaiden pohjat on syytä kuoria enintään 3–4 kertaa vuodessa, ja suodatinkerros on uusittava noin viiden vuoden välein. Altaat on mitoittettava niin, että keskimääräinen imeytysnopeus on 2–4 m/d. (16, s. 107–108.)

4.5.2 Rantaimeytys

Rantaimeytys on vanhin menetelmä pohjaveden määrän lisäämiseksi. Kokoojakaivoina käytetään yleensä rantaa myötäilevää putkikaivoriviä. Rantaimeytyksen haittapuolia allasimeytykseen verrattuna ovat vesistön pohjan liettyminen, mikä heikentää veden läpäisykykyä, sekä maakerroksen hapettamisvaikeudet. (16, s. 107.)

4.5.3 Kaivoimeytys

Kaivoimeytys on toiminnaltaan epävarmempi ja vaikeammin hoidettava kuin allasimeytys, koska kaivojen ympäröivä maaperä tukkeutuu helposti. Lisäksi hapen saannin varmistaminen on haastavaa, joten veden tulisi olla esikäsiteltyä siten, että siinä on mahdollisimman vähän orgaanista ainesta. Kaivoimeytystä hyödynnetään silloin kun pohjavesiesiintymän päällä on paksu, läpäisemätön maakerros. Imeytyspaikaksi voidaan valita joko kuilu- tai putkikaivo tai näiden ryhmä. (16, s. 108.)

5 TALOUSVEDEN KÄSITTELY

Pintaveden käsittely talousvedeksi sisältää useampia vaiheita, joista osaa käytetään myös pohjavesilaitoksilla, riippuen raakaveden ominaisuuksista. Pintaveden käsittely vaatii aina monivaiheista kemiallista käsittelyä. (9, s. 172.)

Tavallinen pintavesilaitoksen prosessi koostuu seuraavista vaiheista: välppäys ja siivilöinti, saostuskemikaalin ja pH-säätökemikaalin annostelu, pikasekoitus, hämmennys, selkeytys, hiekkasuo-datus, veden hajun ja maun parantaminen, pH:n säätö sekä desinfiointi (15, s. 18).

5.1 Välppäys ja siivilöinti

Veden karkeimmat epäpuhtaudet ja roskat voidaan poistaa suodattamalla vettä kapeiden aukkojen tai rakojen läpi, jolloin aukkoja suuremmat kappaleet jäävät laitteeseen. Välppät ovat laitteita, joissa vesi johdetaan yhdensuuntaisten välppäyssauvojen välistä. Yleisimmin siivilänä käytetään joko jäykälle tukirakenteelle kiinnitettyä tai verkkomaisen metalli- tai nailonkudoksen muodostamaa siivilää. Siivilän silmäkoko voidaan valita tarpeen mukaan. Siivilät luokitellaan mikrosiivilöihin ja makrosiivilöihin niiden aukkojen koon perusteella. Vedenottolaitteissa käytetään välppiä ja siivilöitä estämään lehtien ja muiden karkeiden kiintoaineiden pääsyä pumppuihin vesistöistä. (16, s. 50–51.)

5.2 Flokkaus ja pH:n säätö

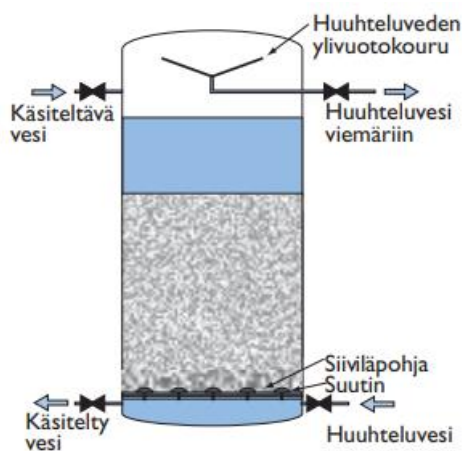
Saostuskemikaalin (sisältää rautaa tai alumiinia) annostelun tavoitteena on kiintoaineen ja hu-muksen saostaminen poistettavaksi sakaksi, jonka mukana poistuu myös huomattava määrä mikro-beja (15, s. 18). Useimmin on siirrytty korvaamaan alumiinisulfaatti ympäristöystävällisemmällä ferrisulfaatilla, ferrisulfaatin tuottama sakka on hyödyllisempää, koska sakassa olevaa rautaa voidaan käyttää uudelleen (9, s. 172). Saostuskemikaali vähentää veden pH-arvoa, minkä vuoksi yleensä tarvitaan alkalointikemikaalia pH:n säätämiseksi, jotta se ei laskisi liian alhaiseksi (15, s. 18). Alkalointikemikaaleina voidaan käyttää lipeää, soodaa tai sammutettua kalkkia (6).

5.3 Sekoitus ja selkeytys

Sekoitus on olennainen ja yleisesti käytetty menetelmä monissa vedenkäsittelyprosesseissa. Tehokas sekoitus on välttämätön esimerkiksi kemikaloinnin ja desinfioinnin onnistumiselle. (16, s. 52–53.) Sekoituksessa muodostunut hienojakoinen sakka muuttuu vedestä erotettaviksi hiutaleiksi (flokeiksi). Selkeytyksessä hiutaleet erotetaan joko laskeuttamalla ne altaan pohjalle tai nostamalla ne flotaation avulla altaan pinnalle (15, s. 18). Pohjaan tai pinnalle muodostuneet hiutaleet poistetaan mekaanisesti (9, s. 172).

5.4 Suodatus

Suodatusaineena voi olla hiekkaa, kivihiilimurskaa, muovirakeita tai näiden yhdistelmää (9, s. 172–173). Suodatustyyppejä on monia, mutta yksinkertaisin on yksikerroshiekkasuodatin, joka koostuu hiekalla täytetystä säiliöstä, johon vesi virtaa ylhäältä alas. Hiekkasuodatusta hyödynnetään pohjavesilaitoksilla yhdessä ilmastuksen kanssa raudan ja mangaanin poistamiseen. Lähes kaikilla pintavesilaitoksilla hiekkasuodatusta käytetään poistamaan kemiallisen saostuksen jälkeen syntyneet ja selkeytyksestä läpimenneet sakat. Pienemmissä laitoksissa käytetään esimerkiksi yhdistettyjä hiekka-kalkkikivisuodattimia. (6.) Hiekkasuodatin puhdistetaan säännöllisesti huuhtelemalla sitä vastavirtaan huuhteluvedellä. Huuhteluiden tarkka ajoitus ja huolellinen suoritus on tärkeää, jotta vältetään suodattimien tukkeutuminen ja huuhtelut eivät aiheuta häiriöitä suodatetun veden laatuun. (15, s. 18.)



KUVA 7. Hiekkapikasuodattimen rakenne (6)

5.5 Veden hajun ja maun parantaminen

Veden hajua ja makua parannetaan usein otsonoinnin avulla tai yhdistämällä se aktiivihiihiisuodatukseseen. Otsonoinnissa bakteerit kuolevat ja orgaaniset yhdisteet hajoavat. Hajua ja makua voidaan parantaa myös käyttämällä hidassuodatusta tai jauhemaista aktiivihiihtä. (15, s. 19.)

5.6 Veden pH:n nosto ja desinfiointi

Veden pH:n nostaminen prosessin lopussa vähentää sen syövyttävyyttä putkistoissa. Neutraalin veden pH-arvo on 7, happaman veden alle 7 ja emäksisen yli 7. Veden hiilidioksidipitoisuus vaikuttaa siihen, kuinka paljon alkalointikemikaalia tarvitaan. Sopivin alkalointimenetelmä määräytyy veden laadun perusteella. Korkea veden kovuus (eli suuri kalsiumpitoisuus) voi aiheuttaa haitallisia kalkkisaostumia lämminvesilaitteisiin. Mitä korkeampi veden kovuus on, sitä matalammalla veden pH:n tulisi pysyä. Yleisesti pH nostetaan 7,5–8,5 välille. (15, s. 19–20.)

Desinfiointimenetelmille asetetaan useita vaatimuksia: Niiden on tehokkaasti tuhottava kaikki patogeeniset organismit vedessä tai jätevedessä kohtuullisessa ajassa ja eri olosuhteissa; veteen lisätyt aineet eivät saa olla myrkyllisiä tai vähentää veden nautittavuutta. Aineiden on oltava edullisia ja helppokäyttöisiä. Aineiden pitoisuudet vedessä on voitava mitata helposti. Aineiden vaikutuksen on säilyttävä riittävän pitkään jakelujärjestelmässä uudelleen saastumisen estämiseksi. (16, s. 65–66.)

Kloori on ylivoimaisesti yleisin desinfiointimenetelmä vedenkäsittelyssä. Se liukenee helposti veteen ja reagoi nopeasti, muodostaen desinfiointin kannalta tärkeitä yhdisteitä. (16, s. 66.) Kloori tuhoaa tehokkaasti pieneliöt vedestä, mutta sen käyttö voi antaa vedelle ei-toivottua makua (9, s. 173).

Ultraviolettisäteilyä (UV) käytetään yleisesti veden desinfiointiin ennen sen johtamista verkostoon. UV-säteily tehoaa hyvin bakteereihin, viruksiin ja alkueläimiin, mutta toisin kuin klooraus, se ei tarjoa pitkäkestoista suojaa verkostossa. Menetelmä soveltuu erinomaisesti esimerkiksi pohjavesilaitoksille veden hygieenisyyden varmistamiseen. UV-laitteessa vesi kulkee kammion läpi, jossa sijaitsee yksi tai useampi UV-lamppu. Laite vaatii vähän huoltoa, ja sen desinfiointikyky riippuu

suoraan säteilymäärästä, jota mitataan laitteessa olevalla intensiteettimittarilla. Sameus voi heikentää UV-säteilyn tehoa, joten tämä on huomioitava mitoituksessa. Laitteen puhtaus on tärkeää, sillä lika suojaputkissa heikentää säteilyä. Lamput on vaihdettava joko intensiteetin laskiessa tai saavutettaessa tietty käyttötuntimäärä. (15, s. 24.)

5.7 Laatuhäiriöt vesilaitoksella

Veden laatuhäiriöt verkostossa voivat johtua joko raakaveden laatuvaihteluista tai käsittelyprosessin ongelmista. Kemikaalien annostusvirheet, kuten liian suuri alkalointikemikaalin määrä, voivat aiheuttaa terveysriskejä, erityisesti jos veden pH nousee lukuun 10,5 tai yli. Lipeä ja kalkki ovat erityisen vaarallisia tässä suhteessa. Korkea pH voidaan havaita pH-mittarilla tai näkyvinä muutoksina, kuten veden sameutena, vaahtoamisena tai liukkautena. Yliannostustilanteessa alkalointikemikaalin syötön virheen katsotaan olevan vaarallinen, jos se on vähintään kaksinkertainen normaaliin verrattuna.

Vesilaitoksilla käytetään myrkyllisiä kemikaaleja, kuten lipeää ja natriumhypokloriittia, jotka ovat oikein käytettynä turvallisia, mutta yliannostus voi muuttaa ne vaarallisiksi. Tavanomaisella annostuksella lipeä reagoi veden kanssa muodostaen leivinsoodaa, mutta yliannostuksen yhteydessä lipeä jää veteen. Yliannostus johtuu yleensä laitevirheistä tai inhimillisistä virheistä, minkä vuoksi on tärkeää, että henkilöstö on asianmukaisesti koulutettu laitteiden ja kemikaalien käsittelyyn sekä riskitekijöihin.

Pintavesilaitoksilla häiriöt ovat usein helpommin havaittavissa kuin pienillä pohjavesilaitoksilla, koska avoaltaissa veden laatua voidaan tarkkailla suoraan ja vedenlaadun seuranta on yleensä tarkempaa. Esimerkiksi saostuskemikaalin liian pieni annostus voi johtaa selkeytysprosessin epäonnistumiseen, mikä ilmenee sameana tai ruskeana vetenä. Selkeytystä voivat heikentää virheellinen hämmennyksen pH, kemikaalien väärä annostelu, puutteellinen pikasekoitus ja huono hämmennys. Heikentynyt selkeytys lisää hiekkasuodatuksen kuormitusta, mikä voi edelleen häiritä prosessin myöhempiä vaiheita, kuten klooridesinfointia. Hiekkasuodattimen puutteellinen huuhtelu tai suuttimien tukkeutuminen voi aiheuttaa häiriöitä, jotka näkyvät esimerkiksi suodatetun veden kohonneena sameutena. (15, s. 25–26.)

5.8 Toimenpiteet vedenlaadun häiriötilanteessa

Häiriötilanteet vesilaitoksella vaativat nopeaa reagointia, erityisesti silloin kun veden laatua koskevia kuluttajavalituksia alkaa tulla tavallista enemmän, kun välttämättömän kemikaalin syöttö keskeytyy tai kun raakaveteen epäillään päässeen haitallisia aineita, joita käsittelyprosessi ei pysty poistamaan. Näissä tilanteissa on tärkeää arvioida häiriön vakavuus ja laajuus, ottaa yhteyttä vastuuhenkilöihin ja tarvittaessa terveydensuojeluviranomaisiin sekä tiedottaa veden käyttäjille mahdollisista rajoituksista, kuten keittämiskehotuksista. Myös tekniset toimenpiteet, kuten kemikaalipumppujen pysäyttäminen, vedenottoaikan vaihtaminen ja vesinäytteiden ottaminen, ovat keskeisiä toimia.

Etukäteen suunniteltu toimintaohjeistus on ratkaisevan tärkeää häiriötilanteista selviytymiseksi. Vesilaitoksella tulisi olla selkeät toimintaohjeet ja toimintakortit, joita voidaan hyödyntää erilaisissa häiriötilanteissa. Häiriön havaitsemisen jälkeen on tärkeää nopeasti selvittää häiriön lähde, vakavuus ja alueellinen vaikutus. Toimenpiteet ja tiedottamisen laajuus riippuvat häiriön luonteesta. Pienillä laitoksilla kemikaalien virheelliset annostukset ovat yleisiä, joten kemikaaliannostuksen varmatoimisuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Laitoksen varautumissuunnitelmassa tulee esittää toimenpiteet erilaisten häiriötilanteiden varalle, ja kaikkien laitoksella työskentelevien tulee ilmoittaa välittömästi poikkeavista tilanteista. Mikäli veden epäillään aiheuttavan terveyshaittaa, tulee aina ottaa yhteyttä kunnan terveydensuojeluviranomaiseen. (15, s. 26–27.)

6 VESIJOHTOVERKOSTOT

6.1 Verkoston vaikutus talousveden laatuun

Verkosto ei saa heikentää talousveden laatua. Mahdollisia ongelmia voivat olla bakteerikasvun aiheuttama haju ja maku sekä raudan lisääntyminen verkostokorroosion seurauksena. Veden klooripitoisuus voi laskea ajan myötä ja kloori saattaa reagoida orgaanisten aineiden kanssa, mikä voi synnyttää epämiellyttäviä hajuja tai makuja. Jos raakavedessä on mangaania tai rautaa, ne voivat kerrostua verkostoon. Saostumat voivat irrota paine- tai virtausvaihteluiden myötä ja värjätä veden mustaksi tai ruskeaksi. Tämän estämiseksi vedenkäsittelyä tulee tehostaa ja verkostoa tulee huuhdella säännöllisesti. Verkoston veden saastuminen voi johtua vesisäiliöiden vuodoista, putkistovaurioista tai verkoston korjaus- ja huoltotöistä. Verkostopaineen aleneminen tai verkoston tyhjeneminen lisää riskiä likaantumiselle. (15, s. 29.)

Talousvesiverkostojen laitekaivoissa, kuten ilmanpoisto- ja tyhjennyskaivoissa, on huolehdittava takaisinvirtauksen estämisestä. Tämä toteutetaan noudattamalla standardin SFS-EN 1717 vaatimuksia. (21.)

6.2 Verkostomateriaalit ja pinnoitteet

Putkien ja liitososien, jotka ovat kosketuksissa juomaveden kanssa, tulee olla juomavesikäyttöön tarkoitettuja. Vesijohtomateriaalien tulee olla sellaisia, ettei niistä irtoa tai liukene terveydelle haitallisia aineita eivätkä ne saa vaikuttaa veden hajuun, makuun tai väriin. Vedenlaadun on pysyttävä vesijohdossa hygieenisenä ja korkealaatuisena. Materiaalien soveltuvuus vesijohtokäyttöön voidaan varmistaa CE-merkinnällä, tyyppihyväksynnällä tai muulla luotettavalla menetelmällä. (15, s. 29.)

Vedenjakelujärjestelmissä hyödynnetään materiaaleja, jotka ovat hyväksytyjä talousvesikäyttöön. Putkien ja muiden komponenttien tulee kestää verkoston paine, joka on tyypillisesti 4–7 baaria. Useimmiten käytettävät putket on suunniteltu kestävänsä jopa 10 baarin paine. Nykyisin vesijohtoverkostoissa käytetään enimmäkseen muoviputkia, kuten PVC-, PEH-, PP- ja PEL-putkia. Valurautaa voidaan käyttää tilanteissa, joissa putkien täytyy olla erityisen kestäviä. (6.)

Putkien kautta voi imeytyä ympäröivästä maaperästä aineita, jotka aiheuttavat juomaveden hajua ja makua. Näitä aineita ovat esimerkiksi öljyt, liuottimet, erilaiset kemikaalit ja mädäntymistuotteet. Riskialueita ovat erityisesti vanhat huoltoasemat, teollisuusalueet, kaatopaikat sekä suot ja mutapohjaiset järvet. Tämä ongelma ilmenee pääasiassa pienissä, alle 100 mm halkaisijan putkissa, joissa veden viipymä on pitkä. Näihin riskeihin on syytä kiinnittää huomiota jo vesijohtoverkoston suunnitteluvaiheessa. (15, s. 29.) Mikäli vesijohto on sijoitettu pilaantuneeseen maaperään tai on olemassa riski maaperän saastumisesta, on tärkeää käyttää putkimateriaalia, joka on diffuusiotiivis (20).

6.3 Kuljetus ja varastointi

Putkien ja tarvikkeiden kuljetuksessa, varastoinnissa ja käsittelyssä noudatetaan valmistajan ohjeita koskien varastoimislämpötilaa, pinoamiskorkeutta ja muita vaatimuksia. Saapuneet tarvikkeet tarkastetaan heti ja vioittuneet tuotteet poistetaan työmaalta. Materiaalit tulee suojata taipumiselta, likaantumiselta ja muilta vaurioilta. Putkien suojatulppien on pysyttävä paikoillaan asennukseen saakka. (21.)

6.4 Uuden putken käyttöönotto

Ennen painekoetta ja desinfiointia uusi johto-osuus huuhdellaan. Painekokeen suorittamista varten putki täytetään vedellä huuhtelun jälkeen. Huuhtelupuhdistusta käytetään putkissa, joiden halkaisija on alle 160 mm, kun taas suuremmissa putkissa käytetään tehokkaampia menetelmiä, kuten vesi-ilmahuuhtelua tai pehmeitä puhdistuselementtejä ("possuja"). Tehokkaan epäorgaanisen aineen poistamisen saavuttamiseksi vesihuuhtelussa tulee pyrkiä virtausnopeuteen 2 m/s. Huuhtelu on tärkeää toteuttaa huolellisesti verkostohäiriöiden minimoimiseksi.

Kaikille johto-osuuksille tehdään tiiviyskoe SFS 3115 -standardin mukaan vesipainekokeena huuhtelun jälkeen ennen desinfiointia. Koe toteutetaan kaivannon täyttämisen jälkeen ja siitä laaditaan pöytäkirja. Rakennettu johto-osuus desinfioidaan painekokeen jälkeen ennen käyttöönottoa. Desinfioinnin tulosten varmistamiseksi otetaan vesinäyte, joka analysoidaan hyväksytyssä vesilaboratoriossa. Laboratorio ilmoittaa desinfioinnin hyväksymisestä tulosten perusteella, tarvittaessa tehdään uusintadesinfiointi laboratorion ohjeiden mukaisesti. (21.)

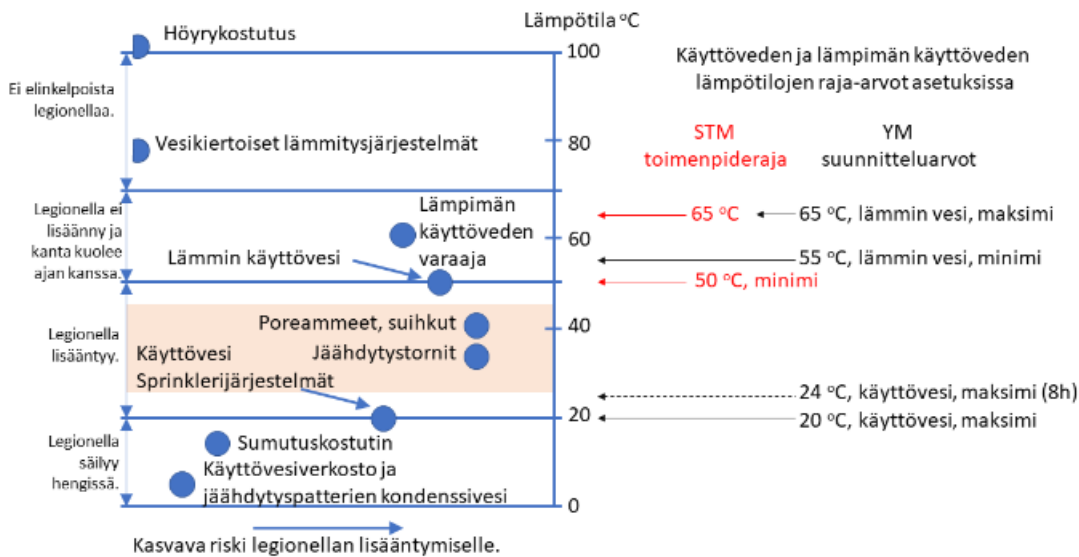
7 SAASTUMISELTA SUOJAUTUMINEN

Vesiturvallisuuden varmistaminen on monivaiheinen prosessi, johon kuuluvat esimerkiksi lämpötilan hallinta sekä erilaiset venttiilit ja suojalaitteet, jotka estävät veden saastumisen. Suomessa käyttövesiverkostojen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan yleisesti ottaen hyvin tiukoja standardeja ja määräyksiä, jotka varmistavat veden laadun ja turvallisuuden. Järjestelmien ja standardien tavoite on suojata vedenjakelujärjestelmää ja siten ihmisten terveyttä. Yksi keskeinen toimenpide on takaisinimusuojauksen käyttö, joka estää käytetyn veden pääsyn takaisin vesijohdotverkkoon. Kiinteistöissä käyttöveden suojaamiseksi käytetään esimerkiksi erilaisia takaisinimusuojauksen menetelmiä, kuten ilmaväliä, automaattivaihdinta, tyhjöventtiiliä tai yksisuuntaventtiilejä, jotka auttavat estämään veden virtausta väärään suuntaan verkostossa ja näin ollen veden saastumisen riskiä. Ohjekortissa RT103743 esitetään vesi- ja viemärikalusteiden asennustavat sekä liitteissä 2/1 & 2/2 vähimmäissuojausmenetelmiä vesikalusteissa ja laitteissa.

7.1 Legionella riski ja turvalliset lämpötilat

Legionellabakteereita löytyy luonnollisesti makeista vesistä ja maaperästä. Ne voivat lisääntyä vesijärjestelmissä ja levitä hengitysilmaan aerosolien kautta, erityisesti suihkujen ja porealtaiden käytön yhteydessä. Tartunnan oireet vaihtelevat oireettomasta vakavaan keuhkokuumeeseen, jota kutsutaan legioonalaistaudiksi. (22.)

Legionellabakteerien kasvu ja eloonjääminen ovat voimakkaasti riippuvaisia veden lämpötilasta. 50–60 °C lämpötiloissa bakteerit tuhoutuvat 90 % muutamassa tunnissa tai muutamassa minuutissa. Legionelat voivat säilyä viileissä veden lämpötiloissa pidempään, alle 20:ssa niiden kasvu yleensä estyy. (22.)



KUVA 8. Legionellarisikin minimointi (22)

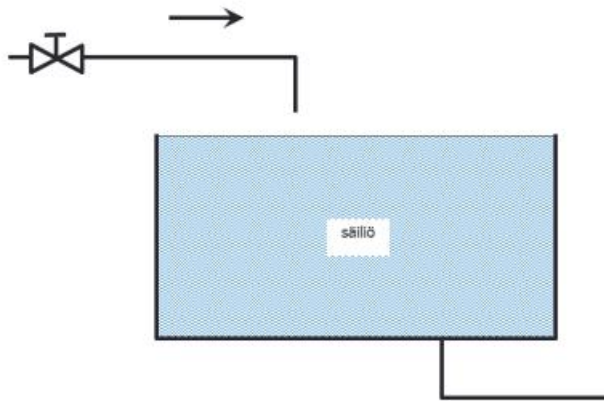
Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan tulee huolehtia siitä, että rakennuksen suunnittelu täyttää sen käyttötarkoituksesta johtuvat vaatimukset. Vesi- ja viemärlaitteistojen on oltava turvallisia, terveellisiä, käyttövarmoja, kestäviä ja energiatehokkaita. Lämminvesilaitteistossa veden lämpötilan on oltava vähintään 55 celsiusastetta, mutta enintään 65 celsiusastetta. Lämminvesikalusteesta veden on oltava saatavilla 20 sekunnin sisällä. Lisäksi vesijärjestelmän suunnittelussa on tärkeää varmistaa, ettei haitallista veden ristiin virtausta lämpimän ja kylmän veden välillä pääse syntymään. Kylmävesijohdon suunnittelussa ja asennuksessa on varmistuttava, ettei kylmävesilaitteistossa saatavan veden lämpötila ylitä 20 celsiusastetta. Mikäli vettä ei käytetä vähintään kahdeksaan tuntiin, sen lämpötila saa olla korkeintaan 24 celsiusastetta. (20.)

7.2 Verkostoon liitetyt laitteistot

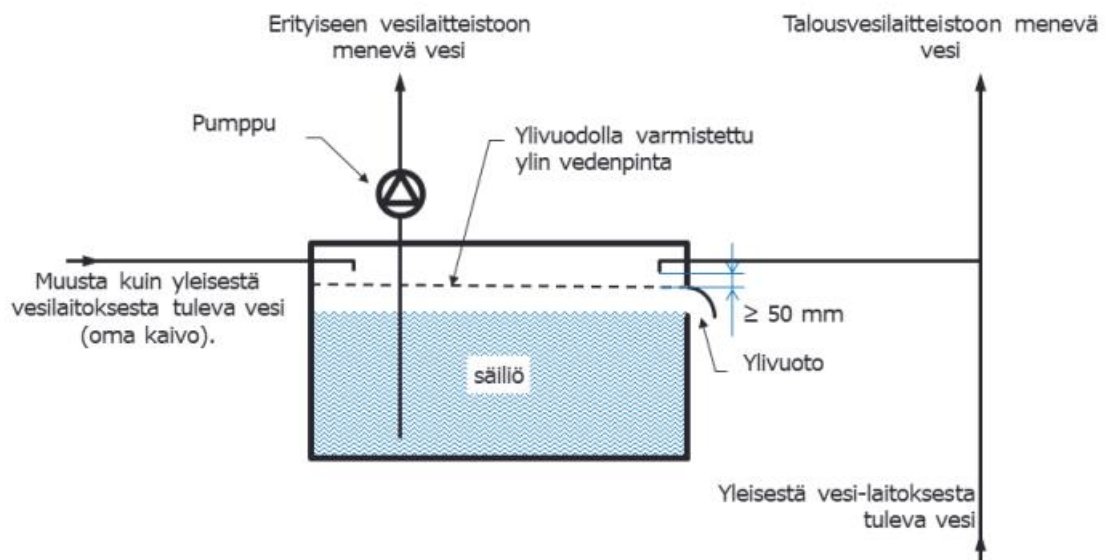
Vesihuoltolaitoksen verkostoon liitetyn vesilaitteiston on oltava eristetty muista vesilähteistä ja viemärijärjestelmistä. Käytettävien materiaalien on oltava soveltuvia talousveden jakeluun. Vesilaitteisto on suunniteltava siten, että se estää veden takaisinimeytymisen ja nesteiden sekä kaasujen tunkeutumisen mikä voisi aiheuttaa veden pilaantumisvaaran. Sammutusvesilaitteiston liittäminen rakennuksen vesilaitteistoon edellyttää vesihuoltolaitoksen lupaa. Laitteisto ei saa aiheuttaa haittaa rakennuksen vesilaitteistolle tai sen toiminnalle. Vesilaitteistoon ei saa liittää sammutusvesilaitteistoa, jossa käytetään terveydelle haitallisia aineita. Lisäksi sammutusvesilaitteistosta ei saa syntyä takaisinvirtausta rakennuksen vesilaitteistoon. (20.)

7.3 Ilmaväli

Ilmaväli on pystysuora etäisyys vesikalusteen juoksuputken ja sen alapuolella olevan säiliön korkeimman vedenpinnan välillä. Se estää saastuneen veden takaisinvirtauksen talousvesijärjestelmään. Ilmaväliä käytetään aina, kun se on teknisesti mahdollista, esimerkiksi pesualtaissa, ammeissa ja uima-altaissa. Sallittu vähimmäisilmaväli on yleensä 20 millimetriä, mutta loiskivissa tai epävakaissa olosuhteissa vaaditaan vähintään 50 millimetrin ilmaväli. Jos säiliössä on ylivuotoaukko, ilmaväli lasketaan sen yläreunaan, mutta jos ylivuoto ei riitä, se lasketaan säiliön yläreunaan. Muuta kuin talousvettä voidaan johtaa tekniseen käyttöön erityisessä vesilaitteistossa vain, jos laitteisto on erotettu talousvesilaitteistosta ilmavälin avulla. AA- ja AB-tyyppiset ratkaisut perustuvat ilmaväliin. (23.)



KUVA 9. AA-tyypin ilmaväli (23)



KUVA 10. AB-tyypin ilmaväli (23)

7.4 Tyhjöventtiili

Tyhjöventtiili estää veden virtaamisen väärään suuntaan putkessa, kun putkeen syntyy alipaine. Venttiili päästää ilmaa sisään, mikä estää veden takaisinvirtauksen, eli lappovaikutuksen. (20.)

Takaisinimusuojana toimivaa tyhjöventtiiliä käytetään esimerkiksi vesikalusteissa, joissa on letku-liitännämahdollisuus, kuten pesu- ja astianpesukoneissa. Jos asuinhuoneiston pesu- tai astianpesukoneessa on SFS-EN 1717 -standardin mukainen takaisinimusuoja, sen voi liittää vesikalusteseen ilman erillistä yksisuunta- tai tyhjöventtiiliä. (24.)



KUVA 11. Pesukoneventtiili tyhjöventtiilillä (25)

7.5 Yksisuuntaventtiili

Yksisuuntaventtiili on laite, joka päästää virtauksen kulkemaan vain yhteen suuntaan. Sitä käytetään usein vesi-, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmissä. Yksisuuntaventtiili toimii paineen avulla. Kun paine on venttiilin yhdellä puolella korkeampi, se avautuu ja vesi pääsee virtaamaan eteenpäin. Jos paine laskee niin, että toisella puolella paine on korkeampi, venttiili sulkeutuu estäen takaisinvirtauksen. Kuvassa 12 esitettynä aputilahana pikaliittimellä, yksisuunta- ja tyhjöventtiilillä.



KUVA 12. Aputilahana (26)



KUVA 13. Yksisuuntaventtiili (27)

8 HÄIRIÖTILANTEIDEN HALLINTA JA VARAUTUMINEN VEDENJAKELU- JA VIEMÄRIVERKOSTOISSA

Tämän opinnäytetyön toteutusosa suoritettiin vesilaitoksille tehtävänä lyhyenä kyselynä. Kysely suoritettiin anonyymisti ja siinä ei tulla kertomaan tarkempia yksityiskohtia yrityksistä. Kyselyn tarkoituksena oli käsitellä muutamia vedenjakeluun ja viemäriverkoston liittyviä aiheita. Kyselyyn osallistui yksi isompi vesilaitos ja yksi pienempi vesiosuuskunta. Laitoksille esitetyt kysymykset löytyvät liitteestä 3.

Kyselyn vastauksista ilmenee, että tyypillisimmin häiriöt syntyvät pääosin putkirikoista jätevesi- tai puhdasvesiverkostoissa. Vuodot pyritään korjaamaan mahdollisimman nopealla aikataululla. Viemäripuolella on lisäksi tukoksia, jotka aiheuttavat suhteellisen paljon häiriöitä. Näissä vasteaika pyritään pitämään lyhyenä eli tukokset pitää saada auki nopeasti suurempien vahinkojen välttämiseksi. Muita häiriötilanteita on syntynyt esim. automaatiojärjestelmässä olleista vioista.

Vesilaitokset ovat varautuneet häiriötilanteisiin varmistamalla kaivinkoneurakoitsijoiden, sähkö- ja automaatiohenkilöiden saatavuuden virka-ajan ulkopuolellakin, lisäksi virka-ajan ulkopuolella on päivystys. Puhdistamolta, vedenottamoilta, alavesisäiliöistä ja vesitornista tulevat hälytykset kriittisistä muutoksista.

Riskienhallinta on osana käytössä olevaa varautumissuunnitelmaa. Vedenottamoiden näytteenotto suoritetaan omavalvontasuunnitelman mukaisesti, puhdistamolla suoritetaan omavalvontaa mm. fosforin, typen, kiintoaineen, laskeuman ja näkösyvyyden osalta. Pohjavesialueen suojelemissuunnitelma ei ole suoranaisesti mukana arkipäivän toiminnoissa mutta huomioidaan, mikäli toteutetaan toimenpiteitä pohjavesialueella.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyö nostaa esille käyttöveden suojaamisen kannalta keskeisiä osa-alueita, kuten vedenkäsittelymenetelmät, takaisinimusuojauksen ratkaisut sekä ennakoivan riskienhallinnan merkityksen. Vesilaitosten varautumissuunnitelmat ja omavalvonta tukevat toimintavarmuutta ja auttavat minimoimaan häiriötilanteiden vaikutuksia. Pohjavesialueiden suojeleminen ja verkoston kunnossapito ovat keskeisiä vesiensuojelutoimenpiteitä. Työssä korostetaan erityisesti suunnitelmallisuuden ja jatkuvan kehityksen tarvetta veden laadun ja turvallisuuden takaamiseksi.

LÄHTEET

1. Valter sanakirja 2013/2021. Kuntasanasto. Hakupäivä 24.4.2024.
[https://valter.sanakirja.fi/all/fi/Kuva:%20Kuntasanasto%20\(2013\),%20G5%20Kunnallistekniikka?linkType=inner-link](https://valter.sanakirja.fi/all/fi/Kuva:%20Kuntasanasto%20(2013),%20G5%20Kunnallistekniikka?linkType=inner-link).
2. Maa- ja metsätalousministeriö. Vesihuolto. Hakupäivä 24.4.2024.
<https://mmm.fi/vesi/vesihuolto>.
3. Vesihuoltolaki 9.2.2001/119. Hakupäivä 26.4.2024.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>.
4. Valvira. Terveysturvallisuus. Talousvesi. Hakupäivä 25.4.2024.
<https://valvira.fi/terveydensuojelu/talousvesi>.
5. Sosiaali- ja terveysministeriön asetustalousoveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista annetun sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen muuttamisesta 2/2023. Hakupäivä 25.4.2024.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230002#Pidm46651395759600>.
6. Isomäki, Eija, Valve, Matti, Kivimäki, Anna-Liisa & Lahti, Kirsti 2007. Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta. Hakupäivä 26.4.2024.
<https://svosk.fi/Materiaalipankki/PientenPohjavesilaitosten.pdf>.
7. Terveysturvallisuuslaki 19.8.1994/763. Hakupäivä 2.5.2024.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763#L5>.
8. Valtioneuvoston asetus talousoveden tuotantoketjun riskienhallinnasta ja omavalvonnasta 7/2023. Hakupäivä 2.5.2024.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230007#Pidm46651396810272>.
9. Ojala, Kari 2000. Kestävän yhdyskunnan käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.

10. Vesi. Aineistopankki. Vesihuoltolaitosten raportteja. Hakupäivä 30.4.2024.
<https://vesi.fi/aineistopankki/vesihuoltolaitosten-raportteja/>.
11. Vesi. Sanasto. Pintavesi. Hakupäivä 8.5.2024.
<https://www.vesi.fi/sanasto/pintavesi/>.
12. Vesi. Pohjavesitilanne. Hakupäivä 8.5.2024.
<https://www.vesi.fi/pohjavesitilanne/>.
13. Vesi. Vesitieto. Pohjavesi ja tekopohjavesi. Hakupäivä 8.5.2024.
<https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesi-ja-tekopohjavesi/>.
14. Harsia, Martta 2022. Raakaveden ominaisuuksien ja valitun puhdistusmenetelmän vaikutukset käyttökustannuksiin. Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto. Ympäristötekniikan kandidaatintyö. Hakupäivä 8.5.2024.
https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/164472/Kandidaatintyo_Harsia_Martta.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
15. Suomen Vesilaitosyhdistys 2017. Vesilaitostekniikka ja hygienia. Helsinki: Copy-Set.
16. Karttunen, Erkki 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Hakapaino.
17. Harjureitti. Luonto. Tekopohjavesihanke. Hakupäivä 15.5.2024.
<https://harjureitti.fi/luonto/pohjavesi/tekopohjavesihanke/>.
18. Vesi 2022. Vesitieto. Pohjaveden käyttö ja pohjavesialueiden suojele. Hakupäivä 29.5.2024.
<https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjaveden-kaytto-ja-pohjavesialueiden-suojelu/>.
19. Turun seudun vesi 2021. Tiedote. Tekopohjavesi veden tuotantoa tuhansiksi vuosiksi eteenpäin. Hakupäivä 30.5.2024.
<https://turunseudunvesi.fi/tiedote/tekopohjavesi-veden-tuotantoa-tuhansiksi-vuosiksi-eteenpain/>.

20. RT 103335. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Suomen säädöskokoelma 1047/2017. Hakupäivä 2.10.2024.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/api/content/26394#page=1>.
21. Rakennustieto. InfraRYL. Vesihuollonjärjestelmät. Vesijohdon materiaalin, laitteiden ja asennustyön kelpoisuuden toteaminen. Hakupäivä 4.10.2024.
https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/InfraRYL/2024_1/31300.html#id31300.5.1.
22. Talotekniikkainfo. Käyttöveden lämpötila ja laatu. Hakupäivä 18.10.2024.
<https://talotekniikkainfo.fi/esimerkit/kayttoveden-lamputila-ja-laatu>.
23. Talotekniikkainfo. Rakennuksen vesilaitteisto. Suojaaminen terveydellisiltä vaaroilta ja muilta haitoilta. Hakupäivä 25.10.2024.
<https://talotekniikkainfo.fi/vesi-ja-viemarilaitteistot-opas/5-suojaaminen-terveydellisilta-vaaroilta-ja-muilta-haitoilta>.
24. RT 103743. Vesi ja viemärikalusteiden asennus. Hakupäivä 30.10.2024.
<https://kortistot.rakennustieto.fi/api/content/27594#page=1>
25. Oras. Tuoteperheet. Pesukoneventtiili. Hakupäivä 8.11.2024
<https://www.oras.com/fi/tuoteperheet/oras/pesukoneventtiili/180>
26. Oras. Tuoteperheet. Aputilahana. Hakupäivä 8.11.2024
<https://www.oras.com/fi/tuoteperheet/oras-safira/aputilahana/1056>
27. Oras. Tuoteperheet. Yksisuuntaventtiili. Hakupäivä 8.11.2024
<https://www.oras.com/fi/tuoteperheet/oras/yksisuuntaventtiili/105302>

TALOUSVEDEN LAATUA UHKAAVIEN VAAROJEN JA VAARATILANTEIDEN TUNNISTAMINEN

LIITE 1/1

Liite 1.

Talousveden laatua uhkaavien vaarojen ja vaaratilanteiden tunnistaminen

Talousveden terveydellistä laatua ja käyttökelpoisuutta uhkaavat vaarat ja vaaratilanteet tunnistetaan riskienhallintasuunnitelmaa varten seuraavilla osa-alueilla:

- 1) vedenottopisteen vedenmuodostumisalue;
- 2) raakaveden laatu;
- 3) veden otto, mukaan luettuna vedenottamon tilat ja vedenottamoalue;
- 4) vedenkäsittely, mukaan luettuna siinä käytetyt kemikaalit ja suodatinaineet sekä vedenkäsittelylaitoksen tilat;
- 5) veden jakelu, mukaan luettuna vedenjakeluverkosto, veden varastointi ja verkostovuodot;
- 6) vedentuotantoketjussa veden kanssa kosketuksissa olevat materiaalit ja tuotteet;
- 7) laitoksen toimintatavat;
- 8) vedenottamoalueella, vedenkäsittelylaitoksella tai vedentuotantoketjun varastointiin käytettävillä rakennelmissa toimivat tai vierailevat henkilöt.

Kunkin osa-alueen kohdalla tunnistetaan sekä laitoksen normaalissa toiminnassa olevat että erilaisista häiriötilanteista, kuten luonnonilmiöistä, ilmastonmuutoksesta tai laiterikoista johtuvat vaarat ja vaaratilanteet.

Ensimmäisen kohdan 1 alakohdassa tarkoitettussa vedenottopisteen vedenmuodostumisalueen vaarojen ja vaaratilanteiden tunnistamisessa voidaan käyttää vesienhoidon järjestämisestä annetun valtioneuvoston asetuksen (1040/2006) 24 ja 25 §:ssä tarkoitettuja tietoja ihmistoiminnan vaikutuksista veden laadulle sekä raakaveden laadun seurannan tuloksia.

Ensimmäisen kohdan 8 alakohtaan olisi sisällytettävä selvitys laitoksella työskentelevien henkilöiden turvallisuusosaamisesta ja sen kehittämisestä sekä laitoksella talousveden terveydellisen laadun turvaamisen kannalta keskeisten toimintojen parissa työskentelevien henkilöiden luotettavuuden varmistamisesta. Henkilöturvallisuusselvityksestä säädetään turvallisuusselvityslaisissa (726/2014).

TALOUSVETTÄ TOIMITTAVAN LAITOKSEN RAAKAVEDEN LAADUN SEURANTA LIITE 1/2

Liite 2.

Talousvettä toimittavan laitoksen raakaveden laadun seuranta

Talousvettä toimittava laitos valitsee riskinarvioinnin tulosten perusteella raakavedestä seurattavat muuttujat seuraavien muuttujien luetteloista:

- 1) terveydensuojelulain 17 §:n nojalla säädettyt talousveden mikrobiologiset ja kemialliset laatuvaatimusmuuttujat;
- 2) liitteen 3 jakson 3.2 ja 3.3 erityisesti seurattavat muuttujat;
- 3) vesienhoidon järjestämisestä annetun valtioneuvoston asetuksen liitteessä 7 olevan taulukon A) pohjavettä pilaavat aineet ja niiden ympäristölaatonormit;
- 4) vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen liitteessä 1 olevan taulukon C 1) vesiympäristölle vaaralliseksi ja haitallisiksi aineiksi yksilöidyt aineet;
- 5) vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen liitteessä 1 olevan taulukon D) kansallisessa menettelyssä määritetyt vesiympäristölle haitalliset aineet;
- 6) muut tämän asetuksen 3 §:n 1 momentin 7 kohdan mukaiseen vaarojen ja vaaratilanteiden tunnistamiseen liittyvät sellaiset muuttujat ja luonnossa esiintyvät aineet, jotka voivat olla peräisin vedenottopisteen vedenmuodostumisalueelta.

Raakaveden laadun seurannassa voidaan käyttää muun lainsäädännön nojalla ympäristönsuojelulain 222 §:ssä tarkoitettuun tietojärjestelmään tallennettuja tutkimustuloksia.

TALOUSVETTÄ TOIMITTAVAN LAITOKSEN OMAVALVONNAN SEURATTAVAT MUUTTUJAT TOIMENPIDERAJAT JA SEURANTA

LIITE 1/3

Liite 3.

Talousvettä toimittavan laitoksen omavalvontaan sisällytettävät erityisesti seurattavat muuttujat, niiden toimenpiderajat ja seuranta

3.1 Sameus

Sameuden toimenpideraja suodatuskäsittelyn jälkeen mitattuna on 0,3 NTU (nefelometrinen sameusyksikkö) 95 %:ssa näytteitä ja 1 NTU yksittäisessä näytteessä. Toimenpiderajaa ei sovelleta pohjaveteen, jossa sameus johtuu raudasta tai mangaanista.

Talousvettä toimittavan laitoksen, jolla vedestä kiintoainetta poistava suodatus kuuluu vedenkäsittelyprosessiin, on seurattava veden sameutta taulukon 1 osoittaman vähimmäistutkimustiheyden mukaisesti.

Taulukko 1. Sameuden vähimmäistutkimustiheys vedenkäsittelylaitokselta vedenjakelualueelle vuorokaudessa toimitettavan tai vedenjakelualueella tuotettavan veden määrän mukaan (m³/vrk).

Veden määrä (m ³ /vrk)	Vähimmäistutkimustiheys
alle 1 000	viikoittain
1 000–10 000	päivittäin
yli 10 000	jatkuvatoimisesti

3.2 Somaattiset kolifaagit

Somaattisten kolifaagien toimenpideraja raakavedessä on 50 plakkia muodostavaa yksikköä (PMY) 100 ml:ssa. Seurantaan voidaan käyttää standardimenetelmiä SFS-EN ISO 10705–2 ja ISO 10705–3.

Talousvettä toimittava laitos seuraa somaattisia kolifaageja raakavedessä, jos se on riskinarvioinnin perusteella aiheellista. Jos somaattisten kolifaagien määrä on suurempi kuin toimenpideraja, niiden määrä tutkitaan vedenkäsittelymenetelmien jälkeen ja arvioidaan logaritmissen poistuman avulla, onko patogeenisten virusten läpipääsyn riski riittävästi hallinnassa.

3.3 Kemialliset muuttujat

Talousvettä toimittava laitos seuraa taulukossa 2 tarkoitettuja muuttujia, jos se on riskinarvioinnin perusteella aiheellista. Seurannassa käytettävän menetelmän määrittämissä rajojen on oltava pienempi kuin muuttujan taulukossa esitetty toimenpideraja.

Muuttujien pitoisuutta seurataan raakavedessä. Jos muuttujan pitoisuus raakavedessä on suurempi kuin taulukossa 2 esitetty toimenpideraja, seuranta on tehtävä myös sen selvittämiseksi, miten laitoksen käytössä olevat vedenkäsittelymenetelmät vähentävät muuttujan pitoisuutta vedessä.

Taulukko 2. Kemialliset muuttujat ja niiden toimenpiderajat.

Muuttuja	Toimenpideraja (ng/l)	Huomautus
17-beeta-estradioli	1	1
Nonyylifenoli	300	2

(1) Muuttujan CAS-numero on 50-28-2 ja sen Euroopan unionin kemikaalilainsäädännön mukainen EU-numero on 200-023-8.

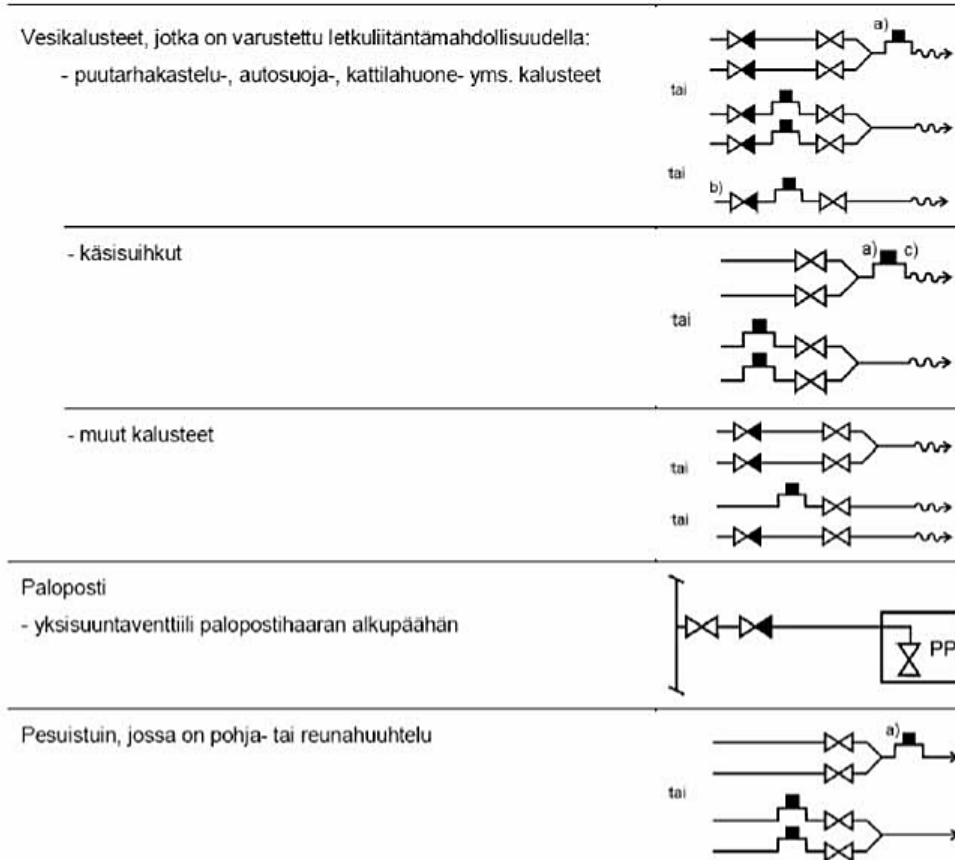
(2) Muuttujan CAS-numero on 84852-15-3 ja sen Euroopan unionin kemikaalilainsäädännön mukainen EU-numero on 284-325-5. Aiemmin muuttujasta on käytetty myös vastaavia numeroita CAS 25154-52-3 ja EU 104-40-5. Muuttujan määrittämiseen voidaan käyttää standardimenetelmää SFS-EN ISO 18857-2.

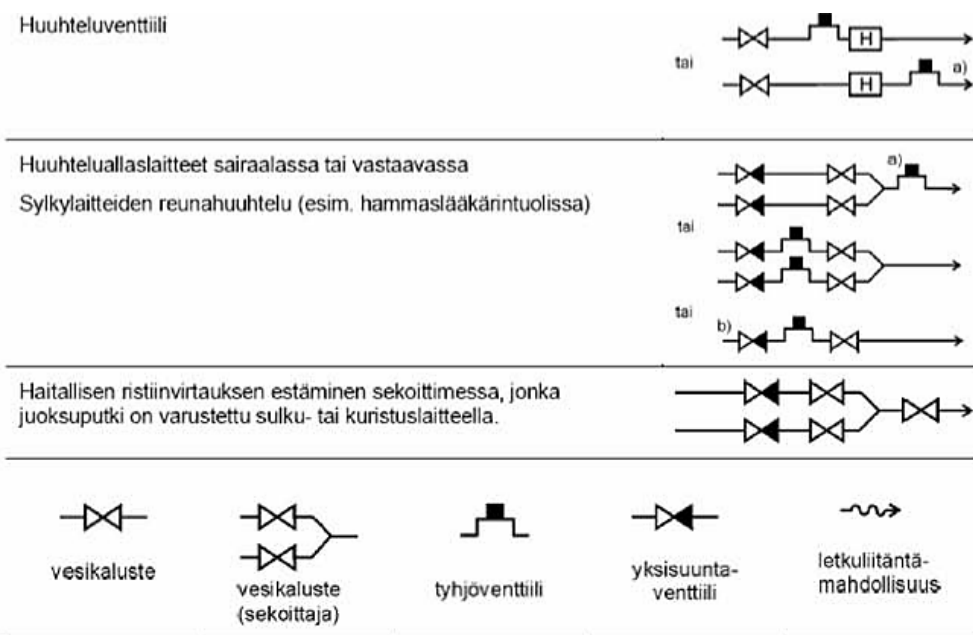
VÄHIMMÄISSUOJAUKSIA TAKAISINIMUUA JA HAITALLISTA SEKOITTUMISTA VASTAAN VESIKALUSTEISSA.

LIITE 2/1

4 Vähimmäissuojaus takaisinimua vastaan vesikalusteissa ja laitteissa

Mikäli takaisinimusuojauksia ei voida toteuttaa ilmavälillä, käytetään kuvissa 2 ja 3 esitettyjä vähimmäissuojauksia.





a) Kalusteen jälkeinen tyhjöntäventtiili ei saa olla helposti irrotettava.

b) Yksisuunta- ja tyhjöntäventtiili voi sijaita myös vesikalusteen toisella puolella, mutta kuvan osoittamassa järjestyksessä virtaussuuntaan nähden.

c) Tyhjöntäventtiili voidaan korvata yksisuuntaventtiilillä.

Kuva 2. Vähimmäissuojauksia takaisinimua ja haitallista sekoittumista vastaan vesikalusteissa.

<p>Pesu- ja astianpesukoneet</p> <p>Asuinhuoneiston pesu- tai astianpesukone, jossa on sisäänrakennettu takaisinimusuojaja, saadaan kytkeä vesikalusteeseen ilman yksisuunta- ja tyhjäventtiiliä. Jos pesukoneventtiilissä on letkuliitantomahdollisuus, käytetään siinä takaisinimusuojaa.</p>	
<p>Vedenkäsittelylaitteet (esim. suodattimet)</p>	
<p>Täyttöjohto lämmitys- tai jäähdytysverkostoon, kylmäkoneiston vesilauhduttimen kytkentäjohto.</p>	
<p>Avoin vedenlämmitin.</p>	
<p>Suljettu vedenlämmitin, matalapainehöyrykehitin ($p \leq 50$ kPa)</p> <p>Korkeapainehöyrykehittä ($p > 50$ kPa) ei saa yhdistää vesilaitteistoon.</p>	

Kuva 3. Vähimmäissuojauksia takaisinimua vastaan laitteissa.

VIITE

1. SFS-EN 1717:en, Talousveden suojaaminen likaantumiselta ja takaisinvirtauksesta johtuvan likaantumisen estävien laitteiden vaatimukset

1. Oletteko kohdanneet häiriötilanteita vedenjakelussa tai viemäriverkostoissa?
 - Jos kyllä, mitä tapahtui ja miten tilanne hoidettiin?
2. Onko laitoksellanne varauduttu mahdollisiin häiriötilanteisiin?
 - Jos on, millaisin toimenpitein?
3. Miten laitoksenne noudattaa seuraavia suunnitelmia:
 - Riskienhallintasuunnitelmaa.
 - Omavalvontasuunnitelmaa.
 - Pohjavesialueen suojeleusuunnitelmaa.