

Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta

**Eija Isomäki, Matti Valve,
Anna-Liisa Kivimäki ja Kirsti Lahti**



YMPÄRISTÖOPAS

Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta

**Eija Isomäki, Matti Valve,
Anna-Liisa Kivimäki ja Kirsti Lahti**

Helsinki 2006

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS



S Y K E

YMPÄRISTÖOPAS

Suomen ympäristökeskus
Asiantuntijapalveluosasto

Taitto: Pirjo Lehtovaara
Kansikuva: Matti Valve
Sisäsivujen kuvat: Matti Valve, Oili Ahola, Eija Isomäki

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Julkaisu on painettu paperille, joka on valmistettu ympäristöä säästäen.
Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007

ISBN 952-11-2530-6 (nid.)
ISBN 952-11-2531-4 (PDF)
ISSN 1238-8602 (pain.)
ISSN 1796-167X (verkkokj.)

ALKUSANAT

Vuonna 2004 käynnistettiin Suomen ympäristökeskuksessa projekti Pienten pohjavesilaitosten ongelmat: suunnittelu, ylläpito ja valvonta (PIPOT). Projektin tavoitteena oli kerätä tietoja Suomen pienistä pohjavesilaitoksista, selvittää laitosten valvonta- ja ylläpitokäytäntöjä sekä suorittaa tutkimuksia veden laadusta.

Jo projektin alussa pohdittiin pienten pohjavesilaitosten hoitajille suunnatun oppaan tarpeellisuutta ja tiedonkeruun tulokset osoittivat, että oppaalle oli tarvetta. Tarvetta oppaalle lisäsi myös vesilaitostyöntekijöiden pätevyystesti (ns. vesihygieniapassi), jota koskeva vaatimus lisättiin terveydensuojelulakiin kesällä 2006. Suomessa ei aiemmin ole laadittu erityistä vesilaitostyöntekijöille suunnattua opasta.

Osana projektia päätettiin laatia opas nimenomaan pienten pohjavesilaitosten hoitajille. Oppaassa on kuvattu pohjaveden muodostumista ja pohjaveden riskejä, talousveden valmistukseen liittyvää lainsäädäntöä, talousveden valmistusta, vesijohdotoverkoston ylläpitotoimia, vesilaitoksen ylläpitoa ja omavalvontaa sekä vesihuollon erityistilanteita. Opas on tarkoitettu perustietolähteeksi ja siinä on useita viittauksia laajempiin ja syvällisempiin teoksiin, joista saa tarkempaa tietoa eri asiakokonaisuuksista.

Oppaan ovat laatineet Eija Isomäki, Anna-Liisa Kivimäki ja Matti Valve Suomen ympäristökeskuksesta sekä Kirsti Lahti Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistyksestä. Lisäksi projektiin ovat osallistuneet maa- ja metsätalousministeriöstä Minna Hanski, sosiaali- ja terveysministeriöstä Jari Keinänen, Kansanterveyslaitoksesta Ilkka Miettinen, Tarja Pitkänen ja Terttu Vartiainen, Helsingin yliopiston Elintarvike- ja ympäristöhygienian laitokselta Marja-Liisa Hänninen, Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksestä Riku Vahala, Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskuksesta Jarkko Rapala sekä Haume Consultingista Esko Haume.

Arvokasta tietoa saatiin myös Hyxo Oy:stä Raija Mäkiseltä ja Watman Oy:stä Hannu Turuselta, Suunnittelukeskus Oy:stä Jorma Pääkköseltä ja Vesi-instituutista Marja Luntamolta.

Projektin vastuullisena johtajana toimi Erkki Santala Suomen ympäristökeskuksesta ja sitä rahoittivat maa- ja metsätalousministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, Vesi- ja viemärlaitosyhdistys, Suomen ympäristökeskus, Kansanterveyslaitos, Helsingin yliopisto sekä Vantaanjoen ja Helsingin seudun vesiensuojeluyhdistys.

SISÄLLYS

Alkusanat	3
1 Pohjaveden muodostuminen	7
2 Talousveden laadunvalvonta	10
2.1 Talousvettä toimittava laitos ja henkilökunnan pätevyys.....	10
2.2 Talousveden viranomaisvalvonta.....	11
2.3 Muut keinot talousveden laadun valvomiseksi	12
3 Veden laatu	14
3.1 Yleistä	14
3.2 Talousveden hygieeninen laatu	16
3.2.1 Indikaattoribakteerit	16
3.2.2 Esimerkkejä taudinaiheuttajista kaivovedessä	16
3.3 Pohjaveden laatua uhkaavia tekijöitä ja toimintoja	18
3.4 Pohjaveden pilaantumisen tutkiminen	22
3.5 Pilaantumisen torjunta ja toimenpiteet pilaantumistapauksissa	23
4 Vesilaitostekniikka	25
4.1 Vedenotto	25
4.2 Talousvesikäyttöön soveltuvat materiaalit.....	27
4.3 Veden käsittely	28
4.3.1 Desinfiointi	30
4.3.2 Alkalointi.....	35
4.3.3 Ilmastus	37
4.3.4 Hiekkasuodatus.....	38
4.3.5 Hidassuodatus	40
4.3.6 Biosuodatus (kuivasuodatus) ja VYR	41
4.3.7 Aktiivihiilisuodatus.....	42
4.3.8 Katalyyttiset suodattimet.....	44
4.3.9 Kalvosuodatus	44
5 Vedenjakelujärjestelmä	47
5.1 Yleistä	47
5.2 Verkostotietojen kerääminen	47
5.3 Verkostojen ylläpito ja saneeraus.....	48
5.4 Vedenjakelujärjestelmän rakentaminen ja käyttöönotto.....	50
5.5 Vesisäiliöt	51

6	Huolto ja ylläpito	53
6.1	Yleistä	53
6.2	Laitoksen asiakirjat	54
6.3	Toimenpiteet laitoksella	55
6.4	Yleinen tiedottaminen	57
7	Käyttötarkkailu	58
7.1	Käyttötarkkailu vesilaitoksilla	58
7.2	Näytteenotto	61
7.2.1	Viralliset näytteet	61
7.2.2	Näyteasiat	62
7.2.3	Näytteenotto	64
7.2.4	Vesinäytteiden säilytys ja kuljetus	65
8	Erityistilanteet pienillä laitoksilla	67
8.1	Vesilaitoksen on varauduttava erityistilanteisiin	67
8.2	Varautuminen erityistilanteisiin	69
8.3	Toiminta erityistilanteissa	70
8.4	Vastuut ongelmatilanteissa	72
8.5	Tiedottaminen erityistilanteissa	73
	Kirjallisuutta	75
	Liite 1. Talousveden laatuvaatimukset ja –suositukset sekä tietoa eräistä yleisimmin mitattavista aineista ja ominaisuuksista	78
	Liite 2. Kaivoveden laatu Suomessa	87
	Liite 3. Vedenkäsittelyn kemikaalit	88
	Liite 4. Mittarit ja analysointorit	95
	Liite 5. Selvitys vesilaitoksesta sekä vesilaitoksen huolto-ohje	99
	Liite 6. Laskukaavoja ja esimerkkejä	106
	Liite 7. Pienen vesihuoltolaitoksen tarkistuslista haavoittuvuuden arvioimiseksi	111
	Liite 8. Pienen vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelman malli (kuvitteellinen esimerkki)	122
	Liite 9. Pätevyytestestissä vaadittavat aihealueet	129
	Kuvailulehti	131
	Presentationsblad	132
	Documentation page	133

1 Pohjaveden muodostuminen

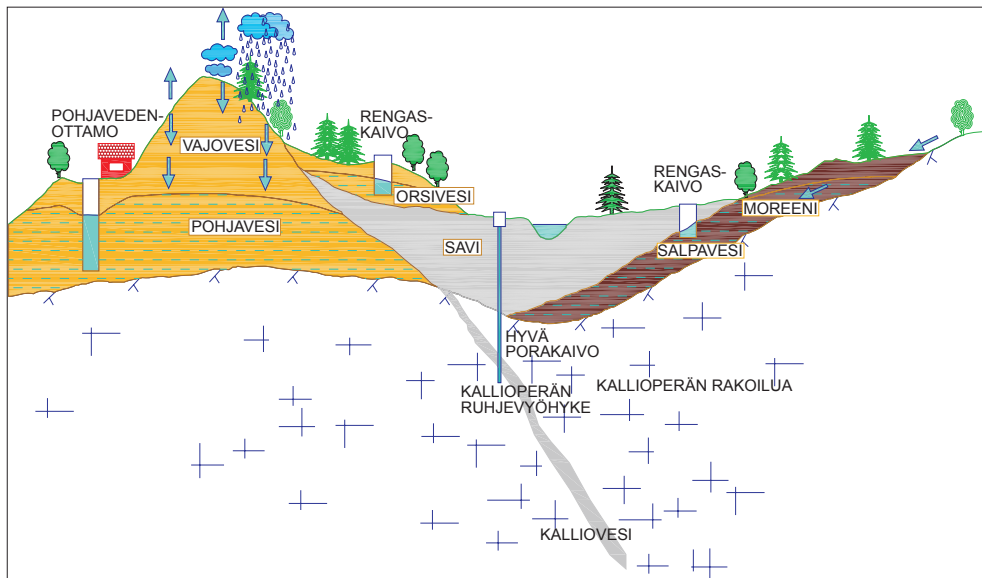
Pohjavettä muodostuu, kun sade- tai sulamisvesi imeytyy maahan ja kulkeutuu maaperään tai rikkonaiseen kallioperään. Vesi suotautuu maakerrosten läpi, jolloin veden koostumus muuttuu: aineita (ja mikrobeja) sitoutuu maaperään ja toisia aineita (kuten suoloja) liukenee veteen. Veden laatu yleensä paranee suotautuessa. Pohjaveden virtausta maaperässä ohjaavat maakerrosten alapuolisen kallion pinnan muodot sekä heikosti vettä läpäisevät kerrokset, kuten savikot. (vrt. kuva 1)

Pohjavesivyöhyke alkaa pohjaveden pinnasta ja päättyy vettä läpäisemättömään kerrokseen. Vyöhykkeessä maaperän huokokset tai kallioperän raot ovat vedellä kylälästyneitä ja toistensa kanssa yhteydessä. Suomessa pohjaveden pinta on yleensä 2 – 4 metrin syvyydellä maanpinnasta, mutta toisinaan jopa yli 30 m syvyydessä, esimerkiksi harjualueilla. Pohjavesivarastosta vesi purkautuu lähteistä maan pinnalle, soistuneille alueille tai vesistöihin. Jos pohjavesivarasto on pieni ja pohjavettä käytetään yli muodostuman antoisuuden, voi varasto ajoittain ehtyä.

Pohjavettä muodostuu lähes kaikkialla, mutta eniten sora- ja hiekka-alueilla. Pohjavesialue on muodostuma, josta vettä voi saada hyötykäyttöön ja jossa pohjaveden muodostumisalue voidaan määrittää. Suomen pohjaesialueet on luokiteltu käyttökelpoisuutensa perusteella kolmeen luokkaan. I-luokkaan kuuluvat vedenhankinnan kannalta tärkeät alueet, II-luokkaan vedenhankintaan soveltuvat alueet ja III-luokkaan muut. Luokiteltuja alueita on noin 6600.

Pohjaveden laatuun vaikuttavat mm.

- sadeveden määrä, koostumus ja liuotuskyky
- pohjaveden varastoituminen, kierto ja viipymä
- kallioperän ja maaperän kivilajikoostumus
- maankamaran luontainen bakteeritoiminta
- maakerroksen laatu ja paksuus
- **ihmisen toiminta.**



Kuva 1. Pohjaveden muodostuminen.

Pohjavesivarasto voi olla (vrt. kuva 1)

- Rajoittamaton, jolloin sen yläpinnan muodostaa vapaa pohjaveden pinta.
- Rajoitettu (salpavesi), jolloin yläpinta rajoittuu vettä läpäisemättömään maakerrokseen. Tätä nimitetään myös paineelliseksi akviferiksi, sillä rajoitetun veden pinnassa paine on korkeampi kuin ilmakehän paine. Mikäli maakerroksen läpi porataan tai siihen syntyy luontainen aukko, vesi pulppuaa voimakkaasti pintaan.
- Orsivettä, jolloin vettä läpäisemättömän kerroksen päälle on muodostunut vesivarasto, jonka alapuolella on erillinen varsinainen pohjavesimuodostuma.

Pintaveden osuus vesilaitosten toimittamasta vedestä on noin 37 %, pohjaveden osuus noin 52 % ja tekopohjaveden osuus noin 11 %.

Pohjavettä käyttää noin kolme miljoonaa suomalaista. Tästä noin puoli miljoonaa ihmistä on haja-asutusalueilla oman tai vesiosuuskunnan kaivon varassa.

Pohjavesimuodostuman antoisuutta voidaan lisätä tekopohjaveden muodostuksella. Tekopohjavesi on pohjavesiesiintymästä kaivojen avulla otettavaa vettä, jonka määrää on lisätty imeyttämällä maaperään pintavettä. Tarvittaessa pintavesi voidaan esikäsitellä ennen imeytystä. Käytetyimpiä imeytysmenetelmiä ovat allasimeytys, sadetus ja kaivoimeytys.

Pohjavesimuodostuman rajoituessa järveen tai jokeen esiintymän antoisuutta voidaan myös lisätä rantaimeyttämällä, mikäli rantavyöhykkeessä aines on hyvin vetäläpäisevää. Pohjavedenpintaa alennetaan pumpaamalla vettä vedenotto-kaivoista. Kun pohjavedenpinnan korkeus laskee järven pinnan korkeuden alapuolelle, pintavettä imeytyy pohjavesiesiintymään ja rantaimeytynyt vesi sekoittuu pohjaveteen.

2 Talousveden laadunvalvonta

2.1

Talousvettä toimittava laitos ja henkilökunnan pätevyys

Talousvettä toimittava laitos voi olla esimerkiksi suuri kunnan vesilaitos tai pieni vesiosuuskunta, joka hoitaa vain muutaman kotitalouden vedenhankinnan. Laitosten toimittaman talousveden laatua valvoo kunnan terveydensuojeluviranomainen.

Talousvettä toimittavan laitoksen on **haettava hyväksymistä** kunnan terveydensuojeluviranomaiselta viimeistään 3 kuukautta ennen laitoksen toiminnan aloittamista. (Lakimuutos hyväksynnästä tuli voimaan 1.3.2006.) Mikäli laitos on ollut toiminnassa ennen lakimuutoksen voimaantuloa ja sen toiminnasta on tehty ilmoitus terveydensuojeluviranomaiselle, ei hyväksyntää tarvitse hakea. Hyväksymistä on haettava, mikäli laitoksen toiminnassa tapahtuu muutoksia, esimerkiksi vedenottoa tai jakelua laajennetaan tai vedenkäsittelyä muutetaan.

Terveydensuojelulain mukaan **kaikkien henkilöiden, joiden työtehtävät talousvettä toimittavalla laitoksella voivat vaikuttaa talousveden laatuun, on todistettava pätevyytensä**. Pätevyys todistetaan suorittamalla Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskuksen (STTV) ylläpitämä osaamistesti. Testejä järjestävät STTV:n hyväksymät testaajat, kuten Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Ammatinedistämislaitos, ammattikorkeakoulut ja muut oppilaitokset. Testipaikat löytyvät STTV:n internetsivuilta ja niistä voi kysyä kunnan terveydensuojeluviranomaiselta. Vuosittain järjestetään useita testitilaisuuksia. Testissä vaadittavat aihealueet on luetteloitu liitteessä 9. Testi on suoritettava 30.6.2008 mennessä. Siihen voi osallistua ilman sitä edeltävää koulutusta.

Tulevaisuudessa vesilaitostyöntekijöiden määrän oletetaan vähenevän samalla kun vesilaitostoinnin hoitaminen vaatii yhä enemmän resursseja. Pienten laitosten onkin usein yksinkertaisempaa siirtyä osaksi suurempaa laitosta tai ostaa laitoksen ylläpito- ja huoltopalvelut ammattilaisilta.

Talousveden viranomaisvalvonta

Talousvesi ei saa sisältää tekijöitä, joista voi aiheutua haittaa ihmisten terveydelle. Tällaisia ovat mm. taudinaiheuttajabakteerit, virukset ja alkueläimet. Terveyshaitan torjumiseksi on lainsäädännössä määritelty talousveden laatuvaatimukset. Lisäksi vesi ei saa aiheuttaa haitallisia saostumia vesijohtoverkoston, eikä vesi saa olla haitallisessa määrin syövyttävää. Tätä varten on määritelty talousveden laatusuositukset. Laatuvaatimukset ja -suositukset on annettu terveydensuojelulain nojalla sosiaali- ja terveysministeriön (STM:n) asetuksina 461/2000 ja 401/2001. (Liite 1)

Talousveden laatua on valvottava säännöllisesti. Mikäli laitos toimittaa vettä vähintään 10 m³ päivässä tai vähintään 50 henkilölle, on sille laadittava **valvontatutkimusohjelma**. Ohjelmassa kuvataan laitoksen säännöllinen valvonta eli mm. laitokselta otettavien valvontanäytteiden määrä. Näytteiden määrä riippuu laitoksen toimittaman veden määrästä. Näytteiden määrän minimivaatimukset on esitetty STM:n asetuksissa (taulukko 1). Laitos tekee valvontatutkimusohjelman yhdessä laitosta valvovan kunnan terveydensuojeluviranomaisen kanssa, joka myös yleensä huolehtii näytteiden otosta. Mikäli laitoshenkilökunta ottaa näytteet, toimitetaan tulokset terveydensuojeluviranomaiselle heti niiden saavuttua. Näytteet otetaan yleensä käyttäjien hanoista.

Taulukko 1.

Talousvesiasetuksen veloitetarkkailu laitoksilla, joilla alle 100 000 käyttäjää.

Laitoskoko vesimäärän tai käyttäjien perusteella		Analyysikertoja vuodessa (analyysiin kuuluu jatkuva ja jaksottainen seuranta)	
Vesimäärä [m ³ /d]	Liittyneet käyttäjät [as]	Jatkuva valvonta [krt/v]	Jaksottainen seuranta [krt/v]
alle 10	< 50	joka kolmas vuosi – 1	
10 - 50	50 - 250	1	joka toinen vuosi
50 - 100	250 - 500	4	1
100 – 1 000	500 – 5 000	6	1
1 000 – 10 000	5 000 – 50 000	6 - 32	1 - 4
10 000 – 20 000	50 000 – 100 000	32 - 64	4

Laitoksen erityispiirteet vaikuttavat siihen, mitä laitoksen pitää valvoa. Laitoksen erityispiirteiden vuoksi kunnan terveydensuojeluviranomainen voi vaatia tehtäväksi myös muita kuin laissa lueteltuja määrittämiä. Erityispiirteet, kuten vedenottamon haavoittuva sijainti, onkin otettava huomioon valvontatutkimusohjelmaa laadittaessa. Mikäli erityispiirteitä ei ole, talousvesinäytteistä määritetään ainakin laatuvaatimusten ja -suositusten mukaiset tekijät. Tekijöiden on täytettävä lainsäädännössä asetetut raja- ja suositusarvot. Näytteet on analysoitava pätevässä laboratoriossa.

Laboratorio on pätevä, jos elintarviketurvallisuusvirasto Evira on hyväksynyt sen. Hyväksytyjen laboratoriodien lista on Eviran verkkosivuilla. Helpointa on kysyä asiasta kunnan terveydensuojeluviranomaiselta.

Valvontatutkimusohjelma on toimitettava tiedoksi lääninhallitukselle ja alueelliselle ympäristökeskukselle. Valvontatutkimusohjelma on päivitettävä vähintään viiden vuoden välein. Jos laitoksella tapahtuu muutoksia, on ohjelma päivitettävä.

2.3

Muut keinot talousveden laadun valvomiseksi

Virallisten valvontanäytteiden lisäksi **laitoksen on valvottava omaa toimintaansa**, toimitetun veden ja raakaveden laatua, sillä laitos on ensisijaisesti vastuussa toimittamansa veden laadusta. Tätä käyttötarkkailua on tehtävä säännöllisesti, paljon useammin kuin virallisia valvontatutkimuksia. Vain kattavalla käyttötarkkailulla voidaan havaita veden laatuvirheet riittävän nopeasti. Käyttötarkkailu on kuvattava valvontatutkimusohjelmassa.

Käyttötarkkailuun sopivat yksinkertaiset tutkimukset ja mittaukset, jotka voidaan tehdä nopeasti vesilaitoksella. Laitoksen käyttämät vedenkäsittelymenetelmät vaikuttavat siihen, mitä tekijöitä käyttötarkkailuun kannattaa sisällyttää.

Pohjavesialuekohtainen suojelusuunnitelma on tärkeä työkalu pohjavesien suojelussa. Suunnitelmia ovat laatineet tai laadittaneet yleensä kunnat ja vedenottajat yhteistyössä alueellisten ympäristökeskusten kanssa. Suojelusuunnitelmassa selvitetään pohjavesialueen hydrogeologiset ominaisuudet ja kartoitetaan veden laatua uhkaavat vaaratekijät ja riskikohteet. Sen avulla laaditaan toimenpidesuositukset alueella oleville riskikohteille, määritetään pohjaveden laadun seurantavelvoitteet ja suunnitellaan toimenpiteet mahdollisissa vahinkotapauksissa. Suojelusuunnitelma ei ole oikeudellisesti sitova, mutta sitä käytetään tausta-aineistona mm. pohjaveden suojelun valvonnassa, maankäytön suunnittelussa sekä ympäristö- ja maa-aineslupien päätösten valmistelussa. Pohjavesien suojelusuunnitelmista saa lisätietoa ympäristöviranomaisilta.

Jokaisen talousvettä toimittavan laitoksen on varauduttava onnettomuuksiin ja muihin normaaleista tilanteista poikkeaviin tapahtumiin laatimalla **erityistilannesuunnitelmat**. Laitoksella olisi hyvä olla täsmällinen suunnitelma siitä, mitä erityistilanteen sattuessa tehdään. Terveydensuojelulain mukaan kunnan terveydensuojeluviranomaisen on yhteistyössä laitoksen ja muiden viranomaisten varauduttava toimimaan erityistilanteiden sattuessa.

- Vesilaitoksen on haettava hyväksymistä toiminnalleen terveydensuojeluviranomaiselta, ellei se ole tehnyt aiemmin ilmoitusta toiminnastaan tai mikäli sen toiminnassa tapahtuu muutoksia.
- Vesilaitoksilla työskentelevien henkilöiden on suoritettava pätevyystesti.
- Talousveden laatua on tutkittava säännöllisesti, vähintään terveydensuojelulain mukaisesti.
- Kunnan terveydensuojeluviranomainen valvoo vesilaitosten toimintaa ja talousveden laatua. Terveydensuojeluviranomainen myös yleensä huolehtii valvontanäytteiden otosta.
- Laitoksen oma käyttötarkkailu on yhtä tärkeätä kuin viralliset valvontatutkimusohjelman mukaiset laatuanalyysit.

Lisätietoja:

Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys. Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000.

Rintala J. Pohjavesialueiden suojelusuunnitelmat.

3 Veden laatu

3.1

Yleistä

Talousvesi on vettä, jota käytetään juomavedeksi, ruoan valmistukseen sekä muihin kotitaloustarkoituksiin. Talousvetenä voidaan käyttää pohjavettä tai puhdistettua pintavettä. Usein myös pohjavettä on käsiteltävä jollain tavalla, jotta se soveltuisi talousvedeksi.

Kallioperän kivilajikoostumus ja maaperän maalajikoostumus vaikuttavat pohjaveden laatuun. Suomessa pohjavesi on yleensä lievästi hapanta ja pehmeää. Kalkkikivialueilla (Lohjalla, Paraisilla ja Lappeenrannassa) pohjaveden kovuus ja pH ovat suurempia kuin Suomen pohjavesissä keskimäärin. Rapakivialueilla (Kaakkois-Suomi, Lounais-Suomi ja Ahvenanmaa) esiintyy suuria fluoridipitoisuuksia. Sulfidipitoisten kivilajialueiden (Tampere-Vammala-Pori ja Laatokka-Perämeri) pohjavesissä on alhainen pH ja suuri sulfaattipitoisuus. Radioaktiivinen radon rajoittaa etenkin kalliopohjaveden käyttöä graniittialueilla. Arseenia saattaa esiintyä mm. Pirkanmaalla, Kittilässä ja Ahvenanmaalla. Rannikkoalueilla muinaiset merelliset sedimentit aiheuttavat suuria kloridi- ja sulfaattipitoisuuksia pohjavesissä. Länsi-Suomen ja Lounais-Suomen rannikkoalueilla on savipeitteisiä pohjavesiesiintymiä, joissa on niukasti happea ja suuria rauta- ja mangaanipitoisuuksia.



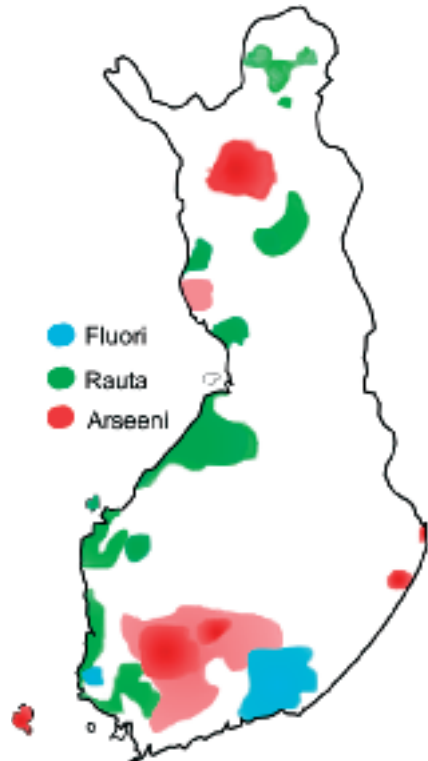
Kuva 2. Vesisäiliön rakenteet ovat syöpyneet, koska veden pH on alhainen.

Veden laatu vaikuttaa niin ihmisten terveyteen kuin vesihuollon toimivuuteen. Heikkolaatuinen vesi voi aiheuttaa ihmisten sairastumista, saostumia verkostoon, laitteistojen syöpymistä tai se voi edistää mikrobikasvustojen muodostumista verkoston eri osiin.

Vedenhankintaa varten tärkeiksi ja soveltuviksi luokitelluilla pohjavesialueilla pohjaveden laatu on yleensä hyvä. Pohjaveden käyttökelpoisuutta heikentävät pilaantumistapaukset ovat usein paikallisia, eikä pilaantuminen välttämättä estä koko pohjavesialueen käyttöä vedenhankintaan. Pohjaveden laatua uhkaavat kuitenkin useat sekä luonnonolosuhteista johtuvat tekijät että ihmistoiminnasta peräisin olevat haitta-aineet. **Tärkeimmät keinot pohjaveden hyvän laadun varmistamiseksi ovat riskitoimintojen vähentäminen ja ennaltaehkäisevät suojelutoimenpiteet pohjavesialueilla sekä pohjaveden laadun säännöllinen seuranta.**

Liitteessä 2 on yhteenveto yksityisten kaivojen veden laadusta. Kaivovesien laatu saattaa poiketa luonnontilaisen pohjaveden laadusta ihmisten toiminnan seurauksena.

Pohjaveden voi pilata mikä tahansa toiminto, jonka yhteydessä pohjavedelle haitallisia aineita käsitellään, varastoidaan, käytetään, kuljetetaan tai tuotetaan pohjavesialueella. Pohjavesialueille on keskittynyt usein monenlaista ihmistoimintaa, minkä seurauksena riskikohteita on paljon ja uhka toimintojen aiheuttamille päästöille on merkittävä. Päästöjä on vaikea havaita ja haitta-aineiden kulkeutumista on vaikea ennustaa. Paksut maakerrokset ja maalajien vaihtelu eri syvyyksissä hidastavat haitta-aineiden kulkeutumista pohjaveteen, minkä vuoksi saattaa kestää vuosia, jopa vuosikymmeniä, ennen kuin päästö havaitaan pohjavedessä. Monesti päästöä ei pystytä havaitsemaan ennen kuin haitta-aine on päässyt vedenottamolle. **Mikrobiologinen laadun heikkeneminen havaitaan valitettavasti usein vasta kunnan terveyskeskuksessa, kun saastunut vesi on jo aiheuttanut vatsatauti-epidemian.**



Kuva 3. Kallioperän ja maaperän kivilajikoostumuksesta aiheutuvat kaivoveden laadun erityisongelmat eri puolilla Suomea. Lähde: GTK:n aineisto.

Talousveden hygieeninen laatu

Indikaattoribakteerit

Talousveden mikrobiologisen laadun tarkkailussa käytetään menetelmiä, joissa määritetään tiettyjen **indikaattoribakteerien** määrä vedessä. Indikaattoribakteereja käytetään ulostesaastutuksen osoittajina, koska varsinaisten taudinaiheuttajien analysoiminen on työlästä ja kallista. Indikaattoribakteerien löytyminen vedestä osoittaa, että vesi on mahdollisesti ulosteiden saastuttamaa ja siinä saattaa silloin olla taudinaiheuttajabakteereja, -viruksia tai -alkueläimiä.

Koliformiset bakteerit ovat yleisimmin käytettyjä talousveden hygieenisen laadun indikaattoreita. *Escherichia coli*- bakteeria lukuun ottamatta ne voivat olla peräisin muualtakin kuin ihmisten ja eläinten ulosteista. Koliformeja esiintyy mm. kasveissa, maassa ja teollisuusjätevesissä ja ne kuvastavatkin usein pintavesien pääsyä kaivoon. Vaikka vesilaitokselta lähtevässä vedessä ei havaittaisikaan koliformisia bakteereita, voivat ne lisääntyä jakeluverkoston saostumisissa ja kiinteistöjen hanoissa, jolloin ne heikentävät verkostoveden laatua.

***E. coli*-bakteeria** pidetään parhaana ulosteperäisen saastutuksen osoittajana, mutta ei yleensä varsinaisena taudinaiheuttajana. Jos talousvedestä löytyy *E. colia*, on vesilaitoksen yhdessä kunnan terveydensuojeluviranomaisen kanssa ryhdyttävä välittömästi toimenpiteisiin saastumisen syyn selvittämiseksi ja veden käyttäjiä uhkaavan terveysvaaran ehkäisemiseksi. Käyttäjille on annettava talousveden keittokehoitus ja veden klooraus on aloitettava (toiminnasta erityistilanteissa kappaleessa 8).

Suolistoperäisten enterokokkien esiintyminen kaivovedessä voi olla merkki ulosteiden aiheuttamasta saastumisesta. Jos niitä on vedessä, on ryhdyttävä välittömiin toimenpiteisiin saastutuksen syyn selvittämiseksi ja terveysvaarojen ehkäisemiseksi. Fekaaliset streptokokit (eli alustavat enterokokit) eivät välttämättä ole suolistoperäisiä vaan ne voivat olla myös ympäristöperäisiä, eivätkä siis suoraan ilmennä ulosteiden aiheuttamaa saastumista.

Esimerkkejä taudinaiheuttajista kaivovedessä

Kampylobakteeri on Suomessa yleisimmin esiintyvä vatsatautia aiheuttava bakteeri. Kampylobakteereita levittävät mm. siipikarja ja lihakarja, joten niitä esiintyy pintavesissä etenkin karja- ja maatalouden vaikutusalueella. Jos kampylobakteereita kulkeutuu pohjavesikaivoon esimerkiksi runsaiden sateiden tai lumen sulamiskauden aikana, ne saattavat säilyä vedessä useita päiviä. Kampylobakteerin aiheuttaman

taudin oireita ovat ripuli, voimakkaat vatsakivut ja kuume. Sairauksia aiheuttavia bakteereita vedessä ovat myös mm. EHEC ja Salmonella.

Norovirukset aiheuttavat eniten vesivälitteisiä epidemioita. Niitä voi saada myös ruuasta (mm. marjat ja osterit). Norovirukset voivat päästä kaivoveteen jätevesivuodon seurauksena tai runsaiden sateiden ja lumen sulamiskauden aikana. Kylmässä vedessä norovirus voi säilyä jopa vuoden. Noroviruksen sairastuttaman potilaan oireita ovat kuume, oksentelu, ripuli ja päänsärky. Jo erittäin pieni määrä norovirusia, alle 10 virusta, aiheuttaa sairastumisen. Myös muut virukset, esimerkiksi rotavirus, voivat aiheuttaa kaivoveden saastumisen.

Alkueläimiä esiintyy pintavesissä ja jätevesissä. Jos niitä kulkeutuu pohjaveteen, niiden kystat saattavat säilyä pitkään pohjavesiympäristössä. Kystat ovat "koteloituneita" alkueläimiä, jotka eräänlaisen suojakerroksen sisällä voivat säilyä pitkään vahingoittumattomina erilaisissa ääriolosuhteissa. Alkueläinten kystat saattavat säilyä vahingoittumattomina myös kloorauskäsittelyssä, joten niiden poistamiseen vedestä tarvitaan erityiset suodattimet ja/tai UV-käsittely. Jo yksi alkueläin voi aiheuttaa sairastumisen. Alkueläinten aiheuttamia oireita ovat ripuli, voimakkaat vatsakivut ja pahoinvointi.

Homesieniä ja sädesieniä esiintyy etenkin maassa ja rehevissä pintavesissä. Kaivoveteen homeet ja sädesienet (nykyään sädebakteerit) voivat kulkeutua tekopohjaveden muodostuksen ja rantameytyksen yhteydessä tai pintavesivalumiin seurauksena. Sädesienet voivat lisääntyä imeytyneen veden kulkeutuessa maakerrosten läpi ja huuhtoutua kaivoon. Myös hiekkasuodattimiin saattaa pesiytyä sädesieniä. Tutkimusten mukaan homeongelmat esiintyvät useimmiten pohjavesilaitosten raakavesissä, kun taas sädesieniä esiintyy enemmän verkostovesissä. Homeet ja sädesienet saattavat aiheuttaa veteen haju- ja makuhaittoja. Esimerkiksi kaivoveden ummehtuneen "maan haju" voivat aiheuttaa homesienet. Lämpimässä ympäristössä viihtyvät homeet ja sädesienet saattavat aiheuttaa myös yskää, hengenahdistusta ja kuumeilua.

Esimerkkejä tilanteista, joissa pohjaveden likaantuminen on johtanut veden käyttäjien sairastumiseen:

- Viemäritukoksen tai putkirikon seurauksena jätevettä on päässyt maahan ja sieltä edelleen kaivon ylivuotoputkea pitkin kaivoveteen.
- Kaivon ylivuotoputkesta on päässyt esim. kevään sulamisvesien aikaan pintavettä kaivoon.
- Kaivon ilmastusputkesta on päässyt pieneläimiä kaivoon tai säiliöön.
- Sakokaivot ovat täytyneet, jolloin jätevesiä on päässyt maaperään ja edelleen hyvin vettä läpäiseviä maakerroksia tai kalliohalkeamia pitkin pohjaveteen.
- Tiivistämättömistä kaivonrenkaista on päässyt pintavettä kaivoon lumien sulamiskautena tai runsaiden sateiden seurauksena.
- Verkostossa on ollut putkirikko, jolloin valumavesiä on päässyt verkostoon, kun paine putkessa on laskenut.

- Pohjaveden määrää on lisätty rantaimetyksellä, ja kun eläinten tai ihmisten ulosteista pääsee taudinaiheuttajia pintaveteen, ne ovat kulkeutuneet rantaimetyksessä pohjaveteen.
- Vesisäiliön rakenteissa on ollut aukkoja, joista vesisäiliön katolla liikkuvien lintujen tai muiden eläinten ulostetta on kulkeutunut sadeveden mukana säiliöön tai jopa pieneläimiä on päässyt säiliöön.
- Talvella vesi on kylmempää ja kloorauksen tehokkuus huonompi, joten taudinaiheuttajat ovat säilyneet vedessä, kun kloorin annostus on riittämätön.
- Jätevesien maahanimeytyksestä on kulkeutunut bakteereita ja viruksia maakerroksiin ja pohjaveteen. Imeytyskentän läheisyydessä on ollut vedenotto-kaivo, jolloin taudinaiheuttajat ovat kulkeutuneet kaivoveteen.

Verkostoon joutuneet bakteerit ja virukset voivat biofilmeihin sitoutuneena säilyä pitkäänkin verkostossa. Näin ne voivat jopa selvitä tehokloorauksesta. Biofilmien muodostumista onkin pyrittävä hillitsemään riittävillä verkoston huuhteluilla. Myös putkiston seinämiin heikosti kiinnittyneet saostumat irtoavat huuhtelulla.

3.3

Pohjaveden laatua uhkaavia tekijöitä ja toimintoja

Rankkasateet ja tulvat

Rankkasateiden, lumen sulamisen ja tulvien seurauksena pohjavedenottamoiden veden mikrobiologinen laatu saattaa heikentyä. Tulvat ovat aiheuttaneet veden laadun ongelmia erityisesti Pohjanmaan tulva-alueilla sijaitsevilla pohjavesilaitoksilla. Pinta- ja valumavesiä tai jätevesiä voi päästä kaivoveteen ja verkostoveteen huonojen kaivorakenteiden tai vedenjakelujärjestelmän vuotokohtien kautta. Saastumisen seurauksena kaivovedestä voi löytyä esimerkiksi erilaisia tautia aiheuttavia mikrobeja.

Kuivuusjaksot ja rantaimetyminen

Poikkeuksellisen pitkät kuivuuskaudet aiheuttavat ongelmia erityisesti pienillä pohjavesimuodostumilla sijaitsevilla vedenottamoilla. Vedenpinnat voivat kuivuuskausina laskea pohjavedenottamoilla jopa 1-5 metriä pitkäaikaiseen keskiarvoon verrattuna. Kuivuus aiheuttaa ongelmia veden riittävyteen ja laatuun. Yleisimpiä kuivuuskausien aiheuttamia pohjaveden laatu muutoksia ovat rauta- ja mangaanipitoisuuden nousu vähähappisissa olosuhteissa. Suuren rautapitoisuuden aiheuttamat haitat kaivovedessä ovat teknisiä ja esteettisiä: rauta synnyttää ruostekerrostumia saniteettikalusteisiin, ruostetahroja vaatteisiin sekä aiheuttaa veteen ruosteen maun.

Hygieenisiä laatuongelmia saattaa kuivana aikana esiintyä, jos pohjaveden pinnan alenemisen seurauksena järviveden imeytyminen pohjavesiesiintymään (rantaimetyminen) lisääntyy ja imeytyneen veden viipymä maaperässä on lyhyt. Ran-

taimeytyslaitoksilla, joilla maaperän puhdistuskykyä on kuormitettu pitkäaikaisella ja mahdollisimman tehokkaalla vedenotolla, on usein ongelmia kaivoveden suuren rautapitoisuuden ja orgaanisen hiilen pitoisuuden kanssa. Pohjaveden lämpötilan mittaaminen on helppo tapa havaita rantaimetyksen lisääntyminen. Pohjaveden lämpötila vaihtelee yleensä +2,3 – +8,9 °C. Lämpötilan suurempi vaihtelu viittaa siihen, että pintavettä kulkeutuu ja sekoittuu pohjaveteen. Rantaimetykseen veden lämpötila rannan läheisyydessä sijaitsevassa kaivossa saattaa vaihdella eri vuodenaikoina välillä +1 – +20 °C.

Rantaimetykslaitosten pohjaveden laadulle saattaa olla uhkana äkillinen haitta-ainepäästö pintaveteen tai kausittain esiintyvien sinilevien tuottamat myrkyt, koska rantaimetyksistä ei voida heti keskeyttää.

Haja-asutuksen jätevedet ja yhdyskuntien viemäriverkot

Pohjaveden hygienistä laatua voivat heikentää sekä kiinteistöjen jätevesikaivot ja -imeyttämöt että yhdyskuntien jätevesien käsittelylaitokset ja huonokuntoinen viemäriverkosto. Jätevesivuodon seurauksena pohjaveteen kulkeutuneet tautia aiheuttavat mikrobit saattavat säilyä elossa ja tartuttamiskykyisinä kuukausia, jopa vuoden. Jätevesipäästö ilmenee pohjavedessä usein myös typpiyhdisteiden, sähkönjohtavuuden sekä kloridipitoisuuden nousuna.

Maatalous

Maatalouden pohjavedelle aiheuttamia riskejä ovat lähinnä lietalannan, lannoitteiden ja torjunta-aineiden käyttö. Yleisin peltoviljelyn ja eläinsuojien aiheuttama pohjaveseihaitta on nitraattipitoisuuden nousu. Myös pohjaveden mikrobiologinen laatu voi vaarantua tai heikentyä maatalouden vaikutuksesta.

Maa-ainesten otto

Maa-ainesten otto ja erityisesti jälkihoitamattomat ottoalueet ovat yleinen riskitekijä hiekka- ja soravaltaisilla pohjavesialueilla. Maa-ainesten ottoalueilla riski veden mikrobiologisen laadun heikentymiselle kasvaa, koska pohjavesiesiintymää suojaavat maakerrokset on kaivettu pois. Myös mm. polttoaineiden käsittely ja varastointi, työkoneiden öljyvuodot, teiden ja toiminta-alueiden suolaus sekä pesuseulonnan lietteet ovat uhka pohjaveden laadulle maa-ainesten ottoalueilla.

Liikenne ja tienpito

Maanteiden kunnossapito aiheuttaa vaaran pohjaveden laadulle. Talvikausien liukkaudentorjunta eli tiesuolaus (natriumkloridilla eli ruokasuolalla) on aiheuttanut teiden läheisyydessä sijaitsevien kaivovesien pilaantumista, kun kloridipitoisuudet ovat nousseet yli makurajan. Pienillä vesilaitoksilla STM:n laatusuosituksen mukainen kloridin enimmäispitoisuus on 100 mg/l. Korroosio-ongelmien välttämiseksi olisi hyvä pyrkiä alle 25 mg/l pitoisuuksiin. Tiesuolan käyttöä on pyritty vähentämään

koko maassa ja pohjavesihaittojen vähentämiseksi on perinteiselle tiesuolalle etsitty vaihtoehtoisia liukkaudentorjuntakemikaaleja (esimerkiksi kaliumformiaatti).

Maanteiden varsien, liikenteenjakkaja-alueiden sekä rautateiden rikkakasvien- ja vesakontorjuntaan on käytetty ennen merkittäviä määriä torjunta-aineita. Torjunta-aineiden tehoaineet hajoavat maaperässä ja pohjavedessä erittäin hitaasti. Vaarallisten aineiden kuljetukset aiheuttavat riskin pohjavedelle mahdollisissa onnettomuustapauksissa.

Huoltamokiinteistöt ja öljysäiliöt

Öljyhiilivedyt ja niiden lisäaineet ovat Suomessa yleisimpiä pohjaveden pilaantumista aiheuttavia haitta-aineita. Huoltamotoiminnasta johtuvat pohjaveden pilaantumistapaukset liittyvät usein onnettomuuksiin tai muihin inhimillisiin erehdyksiin, kuten säiliöiden ylitäyttöihin. Öljyhiilivedyt hajoavat maaperässä ja pohjavedessä melko hitaasti. Osa öljy-yhdisteistä on niin vaikeasti hajoavia, että niitä voidaan pitää lähes pysyvinä.

Vanhat kaatopaikat

Vanhoille kaatopaikoille on sijoitettu kotitalouksien kiinteän jätteen lisäksi lietteitä, teollisuuden kiinteitä jätteitä sekä jätemaita, joista osa voidaan luokitella ongelmajätteiksi. Kaatopaikkajätteet sisältävät yleensä useita erityishaitta-aineita, kuten raskasmetalleja, haihtuvia halogeenihiilivetyjä ja muita orgaanisia yhdisteitä. Vanhojen kaatopaikkojen maaperästä on löydetty korkeita pitoisuuksia mm. PAH- ja PCB-yhdisteitä, lyijyä, sinkkiä, elohopeaa, kuparia, syanidia ja öljy-yhdisteitä. Kaatopaikkojen läpi suotautuvien sadevesien aiheuttama pohjaveden yleinen likaantuminen voi näkyä myös muutoksina veden mikrobiologisessa laadussa.

Sahat ja puunkyllästämöt

Sahoilla on käytetty puun lahoamisen ja sinistymisen estämiseen suojausaineita, joiden sisältämät haitta-aineet ovat päässeet maaperään puumateriaalin kastelun sekä suojauskemikaalien huolimattoman käsittelyn, varastoinnin ja kuljetusten yhteydessä. Yleisimmin käytetyt suojausaineet sisältävät kloorifenolia, mutta saha-alueella on myös todettu maaperän pilaantumista dioksiineilla ja furaaneilla. Suomessa laajalti vuoteen 1988 asti käytetty sinistykseenestoaine Ky5 sisältää -kloorifenoleita ja se on nykyään luokiteltu I-luokan myrkyksi.

Pesulat

Pesuloissa käytetään kloorattuja liuottimia: tetrakloorieteeniä ja trikloorieteeniä. Mikäli näitä vettä raskaampia kloorattuja liuottimia pääsee valumaan maaperään, niitä voi liueta pohjaveteen jopa vuosikymmenien ajan. Kloorattujen liuottimien biohajoaminen on erittäin hidasta, ja lisäksi epätäydellisessä hajoamisessa saattaa syntyä välituotteena syöpävaarallista vinyylidikloridia.

Taimi- ja kauppapuutarhat

Taimi- ja kauppapuutarhoilla varastoidaan ja käytetään lannoitteita ja torjunta-aineita, jotka saattavat huuhtoutua pohjaveteen. Pinta-alayksikköä kohden kasvihuone-tuotannon aiheuttama kuormitus on moninkertainen verrattuna tavalliseen peltovil-jelyyn. Toimintansa lopettaneiden puutarhojen maaperästä on todettu ohjearvotasoja korkeampia pitoisuuksia mm. torjunta-aineita, metalleja, arseenia ja öljyä.

Ampumaradat

Ampumarata-alueilla ympäristöön joutuu pääasiassa lyijyä. Muita hauleista tai luo-deista peräisin olevia aineita ovat antimoni, arseeni, kupari, sinkki ja nikkeli. Hau-likkoradoilla joutuu metallien ohella maaperään savikiekkosten sisältämiä PAH-yh-disteitä.

Golfkentät

Nurmetuksen ja viheriöiden hoitoon golfkentillä käytetään lannoitteita ja torjunta-aineita, jotka saattavat huuhtoutua pohjaveteen. Golfkenttään liittyvät muut toiminnot kuten tiet, pysäköimispaikat, haitallisten aineiden varastointi sekä jätevesien käsittely ja johtaminen saattavat myös aiheuttaa riskin pohjaveden laadulle.

Kaivostoiminta

Kaivostoiminta aiheuttaa ympäristövaikutuksia perustamis- ja toimintavaiheessa. Jälkihoitamattomilla kaivoksilla ympäristövaikutukset voivat jatkua vuosikymmeniä toiminnan päättymisen jälkeen. Suurimmat haitalliset ympäristövaikutukset liittyvät sulfidimalmien louhintaan ja käsittelyyn sekä rikastushiekan ja sivukiven varastointiin. Sulfidien hapettumisen seurauksena happamia valumavesiä, joissa on korkeita sulfaatti- ja metallipitoisuuksia, voi kulkeutua pohjavesiin. Myös pohjaveden pH voi laskea poikkeuksellisen alhaiseksi.

Kaivostoiminnan aikana myös jäteöljyjen ja rikastuskemikaalien varastointi, kai-voksella käytettävien räjähdysaineiden jäämät sekä louhinnassa käytettävien konei-den huolto- ja korjaustyöt saattavat aiheuttaa riskin pohjaveden laadulle.

Taulukko 2.

Pienille pohjavesilaitoksille suunnatun kyselyn tuloksia. Niiden vesilaitosten määrät (245 laitoksesta), joilla mainittuja vaaratekijöitä oli alle 50 tai 100 metrin etäisyydellä ottamosta.

Vaaratekijät \ Etäisyydet	Enintään 50 m etäisyydellä	50-100 m
Kiinteistön sakokaivo	7	29
Kiinteistön umpikaivo	4	8
Maasuodatin	2	9
Jäteveden puhdistamo	1	5
Jäteveden pumpppaamo	2	7
Viemäriputki	7	10
Kaatoaikka	0	0
Karjatila	1	3
Viljelty pelto	46	30
Suolattava tie	20	16
Joki/järvi	24	12
Öljysäiliö	4	14
Oja	54	23
Maa-aineksen ottoalue	33	11

3.4

Pohjaveden pilaantumisen tutkiminen

Pohjaveden pilaantumisen aiheuttaja vastaa pilaantumisen laajuuden selvittämisestä ja pilaantuneen maaperän ja pohjaveden kunnostamisesta. Pilaantuneella alueella tehtävillä tutkimuksilla selvitetään haitta-ainepäästön suuruus ja levinneisyys, pohjaveden virtausolosuhteet ja mahdolliset kunnostustoimenpiteitä rajoittavat tekijät. Pilaantuneisuustutkimusten päävaiheet ovat:

1. Aikaisempien geologisten kartoitustietojen, pohjavesitutkimusten ja veden laatutietojen kokoaminen ja arviointi.
2. Maakerrosten paksuuksien, maaperän kerrosjärjestyksen ja vettä johtavien kerrosten selvittäminen maaperäkairauksilla ja geofysikaalisilla tutkimuksilla.
3. Kallioperän rikkonaisuuden selvittäminen.
4. Pohjaveden havaintoputkien asennus.
5. Pohjavesinäytteiden otto, pohjaveden pinnankorkeuden mittaukset sekä veden laadun mittaukset havaintoputkista.

Pohjaveden pilaantumisen alkuperän ja laajuuden selvittäminen on usein aikaa vievää ja kallista. Tutkimusten toteutuksessa tarvitaan monipuolista asiantuntemusta. Mikäli pohjaveteen on kulkeutunut haitta-aineita, jotka eivät kuulu vesilaitosten rutiiniseurantaan voi kestää vuosia ennen kuin pilaantumista edes havaitaan. Eri

haitta-aineet käyttäytyvät erilailla maaperässä ja pohjavedessä. Suuri osa tutkittavista haitta-aineista kulkeutuu veteen liuenneena vajoveden ja pohjaveden virtauksen mukana, mutta jotkut pidättyvät hienorakeisiin maakerroksiin, josta ne myöhemmin liukenevat hitaasti pohjaveteen (esimerkiksi liuottimet). Osa öljy-yhdisteistä on puolestaan omana kerroksenaan pohjavesikerroksen pinnalla ja monet taudinaiheuttajamikrobit kulkeutuvat pohjavesiesiintymässä kiintoainekseen, kuten pieniin savihiukkasiin, sitoutuneena.

3.5

Pilaantumisen torjunta ja toimenpiteet pilaantumistapauksissa

Pohjaveden pilaantumista voidaan ehkäistä maankäytön suunnittelulla, huolellisilla suojelutoimenpiteillä (kts. pohjaveden suojelusuunnitelmat s. 12) ja pohjaveden laadun valvonnalla. On ensisijaisen tärkeää tiedottaa alueen asukkaille pohjavettä uhkaavista toiminnoista sekä riskejä rajoittavista suojelutoimenpiteistä.

Jokaisen pohjavesilaitoksen on varauduttava erityistilanteisiin. Pohjavesivahinkojen torjunnan kannalta oleellisia tietoja ovat (ja taho, jolta kyseinen tieto on mahdollista saada):

- pohjavesialueen hydrogeologiset kartat (kunnan ympäristöviranomaiset ja alueelliset ympäristökeskukset)
- tiedot pohjavesialueella sijaitsevista pilaantumisriskiä aiheuttavista tehtaista, laitoksista ja muista mahdollisista toiminnoista (kunnan ympäristöviranomaiset ja alueelliset ympäristökeskukset)
- liukkaudentorjuntakemikaalien käyttö alueen tiestöllä (tiehallinto)
- öljysäiliöt ja niiden kunto (pelastuslaitos)
- olemassa olevat pohjavesitutkimustiedot ja suojelusuunnitelmat (alueelliset ympäristökeskukset, suunnittelijat).

Lisäksi vesilaitoksella pitää mitata säännöllisesti, vähintään kerran kuukaudessa, **pohjaveden pinnan korkeus** kaivoista ja alueella sijaitsevista havaintoputkista. Pohjaveden virtausolosuhteiden selvittämiseksi on mitattava pohjaveden pinnan korkeuksien vaihtelua vähintään kolmesta havaintopisteestä, mutta laajoissa ja maakerrosrakenteeltaan monimutkaisissa muodostumissa tarvitaan 6-9 havaintoputkea.

Pohjaveden pilaantumistapaus voi käydä ilmi onnettomuuden tai vahingon yhteydessä, pohjaveden laadun seurannassa, pilaantuneeksi epäiltyjen maa-alueiden selvityksissä, vedenhankintaa varten tehtävissä tutkimuksissa tai veden käyttäjien sairastuttua tai kun vedessä havaitaan erityistä hajua tai makua. Havaitusta pohjaveden pilaantumisesta on ilmoitettava kunnan terveydensuojeluviranomaisille.

Mikäli kaivovedessä havaitaan ulosteperäisiä taudinaiheuttajabakteereita, on heti ryhdyttävä toimenpiteisiin ulostesaastutuksen syyn ja laajuuden selvittämiseksi sekä terveysvaarojen ehkäisemiseksi. Tarvittavat toimenpiteet kuvataan tarkemmin kappaleessa 8 "Erytistilanteet pienillä laitoksilla".

- **Vesilaitoksen käyttämän pohjavesialueen rajauksesta ja ominaispiirteistä saa lisätietoa alueellisesta ympäristökeskuksesta.**
- **Pohjavesialueella sijaitsevat riskitekijät on syytä kartoittaa ja suunnitella veden laadun tarkkailu riskitekijät huomioonottaen.**
- **Alueella voi olla useita mahdollisia riskitekijöitä. Toimintojen pohjavesialueella onkin oltava hallittuja ja turvattuja.**
- **Tärkeimmät keinot pohjaveden hyvän laadun varmistamiseksi ovat riskitoimintojen vähentäminen ja ennaltaehkäisevät suojelutoimenpiteet pohjavesialueilla sekä pohjaveden laadun säännöllinen seuranta.**
- **Veden hygieenistä laatua seurataan indikaattoribakteerien avulla.**
- **Jo yksikin taudinaiheuttajamikrobi voi aiheuttaa sairastumisen.**

Lisätietoja mm.:

Kinnunen, T (toim.). Pohjavesitutkimusopas: Käytännön ohjeita.

Korkka-Niemi K., Salonen V. Maanalaiset vedet: pohjavesigeologian perusteet.

4 Vesilaitostekniikka

4.1

Vedenotto

Vedenottoon voidaan käyttää kuilukaivoja, siiviläputkikaivoja ja kallioporakaivoja.

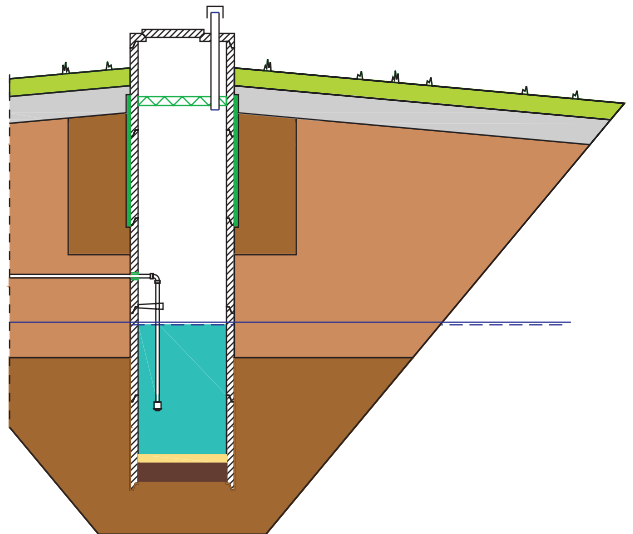
Kuilukaivoissa vesi tulee kaivon pohjasta, joka on täytetty suodatinhiekkalla. Hiekan tarkoituksena on pitää pienet maa-ainepartikkelit poissa kaivosta. Kaivon pohjan ala, eli ala jolta vettä tulee, suhteutetaan tarvittavaan vesimäärään. Kuilukaivot rakennetaan betonirenkaista tai valetaan paikanpäällä. Kaivon syvyys on 5–20 metriä. Sen paras sijoituspaikka on hiekka- tai soramaassa.

Kallioporakaivoja porataan syvään kalliioon. Niitä käytetään alueilla, joilla veden saanti muuten olisi hankalaa, kuten saaristossa. Kaivon syvyys on 20–150 metriä. Ongelmana on, että veden laatua ja saatavuutta ei voida taata ennen porausta. Pora-kaivojen vesissä on usein liuenneita aineita (kuten fluoridia, natriumia, kloridia ja radonia) enemmän kuin maaperään kaivettujen kaivojen vesissä.

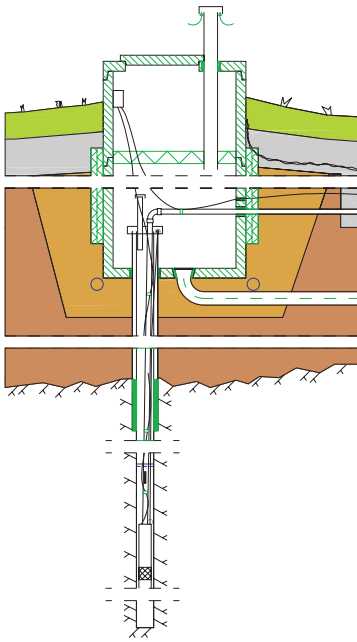
Suuremman mittakaavan vedenhankintaan tehdään **siiviläputkikaivoja**. Niissä osa kaivon putkesta on rei'illä varustettua siivilää. Kaivon syvyys on 5–50 metriä.

Suomessa on myös **lähdekaivoja**, joissa on käytetty hyväksi luontaista lähdeettä. Lähdekaivojen tekniikat vaihtelevat runsaasti. Nykyisin luonnontilaisten lähteiden rakentaminen on kielletty.

Kaivon kunnosta on huolehdittava. Esimerkiksi kaivon renkaiden



Kuva 4. Kuilukaivo



Kuva 5. Kallioporakaivo

väljen on oltava tiiviit ja ehjät, niin että vesi tulee kaivoon rengaskaivon pohjasta. Vedenottamon läheisyydessä ei saisi olla sellaisia vaaratekijöitä, jotka voivat aiheuttaa veden pilaantumisen. Mikäli veden laatua vaarantavia toimintoja on vedenottamon lähistöllä, niitä on valvottava ja vedestä on tutkittava säännöllisesti haitta-aineita, joita toiminnoista voi päästä pohjaveteen. (lisää kappaleissa 7 Käyttötarkkailu ja 3 Pohjaveden laatu)

Kaivon kannen on oltava tiivis. Sen on estettävä roskien, eläinten ja pintavesien pääsy kaivoon. Kannessa on oltava tiivis huoltoluukku tai kannen on oltava sellainen, että kaivosta voidaan ottaa vesinäyte. Kannessa on oltava myös tuuletusputki, jonka päässä on ritilä. Ritilä estää roskien ja pieneläinten pääsyn kaivoon. Kaivon tulisi sijaita siten, että sinne ei pääse pintavaluntaa. Muita tärkeitä seikkoja ovat kaivojen lämpöeristys ja kaivon sisäosien huollon mahdollistaminen. Liitteessä 7 on tarkistuslista pienten vesilaitosten haavoittuvuuden tarkistamiseksi. Lista on hyvä käydä läpi vuosittain.

Jos kaivo on huonossa kunnossa, on se kunnostettava tai on rakennettava uusi kaivo. Helpoin vaihtoehto voi olla liittyminen suurempaan vesilaitokseen. Kaivon kunnostaminen kannattaa, jos se sijaitsee kaukana vaaratekijöistä, kaivon renkaat ovat hyväkuntoiset, **pintavedet eivät pääse kaivoon** ja veden laatu on hyvä. Suomessa on muutamia kaivonkunnostukseen erikoistuneita yrityksiä, joista kannattaa kysyä erimerkiksi alueelliselta ympäristökeskukselta.



Kuva 6. Kaivo on rakennettu virheellisesti: kaivon ympäristön pitää olla siisti; kaivon rakenteiden on ulotuttava reilusti maanpinnan yläpuolelle ja kaivossa on oltava ilmanvaihto järjestetty.

- **Kaivon rakenteiden on oltava tiiviitä ja ehjiä.**
- **Kaivoa on huollettava säännöllisesti.**
- **Kaivon kuntoa on tarkkailtava säännöllisesti.**

Lisätietoja:

Lapinlampi ym. Kysymyksiä kaivoista.

Hyvä kaivo -esite

4.2

Talousvesikäyttöön soveltuvat materiaalit

Talousveden käsittelyssä ja jakelussa käytettävät materiaalit on valittava erityisellä huolella. Tuotteiden, joita käytetään, on oltava talousvesikäyttöön soveltuvia. Materiaaleja hankittaessa on soveltuvuus talousvesikäyttöön varmistettava. Talousveden käsittelyssä käytetyistä aineista tai materiaaleista ei saa joutua veteen haitallisia määriä epäpuhtauksia.

Verkostomateriaalien laatu ja soveltuvuus on harkittava tarkkaan. Esimerkiksi joidenkin muovilaatujen läpi voi kulkeutua veteen mm. liuottimia, mikäli vesijohdotverkosto sijaitsee pilaantuneella maa-alueella. Verkoston pinnoitteet (esimerkiksi bitumi) voivat myös aiheuttaa veteen hajua ja makua. Käsittelemätön pohjavesi on myös luonnostaan metalliputkia syövyttävää. On siis mahdollista, että metalleja kuten kuparia ja sinkkiä, liukenee putkista veteen. Myös betoniputket ja betonipinnoitteet voivat vaikuttaa veden laatuun aiheuttaen lähinnä veden pH:n nousua.

Vedenottamoilla pitää huolehtia myös kuiva-asennettujen metallisten osien suojaamisesta. Metalliosat ruostuvat helposti, mikäli ilma ottamolla on lämmin ja kostea. Laitteet ja materiaalit kestävät kauemmin, kun ne on valittu oikein ja suojattu hyvin. Laitoksen ilmanvaihdosta on huolehdittava ja lämpötila on pyrittävä pitämään taseisena.

Talousvesihuollossa käytettyjä materiaaleja ovat esimerkiksi

- *Metallit: kupari, messinki, valurauta, teräs*
- *Orgaaniset materiaalit: muovit, kumit, orgaaniset pinnoitteet*
- *Sementtipohjaiset materiaalit: betonit, laastit ja asbestisementti (jota ei kuitenkaan enää käytetä uusissa kohteissa).*

EU:n rakennustuote- ja juomavesidirektiiveihin liittyen työstetään yhtenäistä tuotehyväksyntämenettelyä, European Acceptance Scheme (EAS), talousveden kanssa kosketuksiin joutuville rakennustuotteille. EAS on tarkoitus tulla voimaan vuonna 2010. Koska materiaalit ja tuotteet eivät saa heikentää talousveden laatua, suunnitellaan, että tuotteiden turvallisuus ja soveltuvuus juomavesijärjestelmiin tutkitaan tulevaisuudessa samoilla standardisoiduilla menetelmillä kaikissa EU-maissa.

Monet talousvesihuoltoon käytettävät materiaalit on hyvä desinfioida ennen kuin ne otetaan käyttöön. Jos esimerkiksi pumppu nostetaan kaivosta tarkastusta varten, on veden kanssa kosketuksissa olevat osat hyvä desinfioida ennen kuin pumppu asennetaan takaisin paikalleen. (s. 21)

Talousveden käsittelyssä käytettävien aineiden on täytettävä vähintään SFS-EN-standardien mukaiset vaatimukset. Aineissa ei saa olla epäpuhtautena terveydelle haitallisia yhdisteitä. Kemikaalien hyväksyttävyyys on syytä varmistaa kemikaalitoimittajalta. Esimerkiksi mitä tahansa kalkkia ei voida käyttää veden alkalointiin, vaan kalkin on oltava talousveden käsittelyyn tarkoitettua. Vedenkäsittelykemikaaleista ja niiden käytöstä on kerrottu liitteessä 3.

- **Talousvesihuollossa käytettyjen materiaalien on oltava talousvesikäyttöön soveltuvia.**
- **Aina hankittaessa uusia tuotteita ja materiaaleja vesilaitokselle on niiden soveltuvuus talousvesikäyttöön varmistettava, mikäli tuote tai materiaali on kosketuksissa veden kanssa.**

Lisätietoja:

Talousvesiasetus (461/2000)

Vesi- ja viemärilaitosyhdistys. Soveltamisopas talousvesiasetukseen 461/2000.

4.3

Veden käsittely

Mikäli pohjaveden laatu ei sellaisenaan vastaa talousvesiasetuksessa 461/2000 tai 401/2001 asetettuja raja-arvoja on olemassa neljä vaihtoehtoa: liittyminen suurempaan vesilaitokseen, uuden kaivon rakentaminen, veden käsittely tai veden käsittelyn tehostaminen. Vedenkäsittely on myös tarpeen, mikäli vedessä on muita kuin asetuksessa lueteltuja haitta-aineita, joista saattaa aiheutua haittaa vedenkäyttäjille.

Taulukko 3.

Pienten pohjavesilaitosten veden laatuongelmien poistoon soveltuvia menetelmiä.

Poistettava aine tai eliö	Käsittelymenetelmä																		
	hiekkasuodatus	hidassuodatus	bio-suodatus (kuiva-suodatus)	VYR	katalyyttiset massat	rakeistettu rautahydroksidi	aktiivihili	nanosuodatus	käänteisosmoosi	anionimassa	kationimassa	sekamassa	ilmastus ¹	happi (ilma)	kalium-permanganaatti	klooraus	UV-säteily	alkaloivat massat	lipeä, sooda, kalkki
Mikrobit																**	**		
Arseeni						**													
Ammonium		**							**				**						
Fluoridi								**	**										
Haju ja maku		*			*		**						*	*					
Happamuus												**						**	**
Humus ja väri		*		*	**			**				**							
Kloridi									**										
Kovuus											**								
Mangaani	**	**	**	**	**									*	**				
Nikkeli								**	**		**	**							
Nitriitti, nitraatti									**	**									
Radon							**						**						
Rauta		**	**	**	**								*	**	**				
Rikkivety		*			**							*	**						
Torjunta-aineet							**	*	*										
Uraani										**									

** käytetään yleisesti tämän yhdisteen poistamiseksi tai ominaisuuden parantamiseksi

* soveltuu tämän yhdisteen poistamiseksi tai ominaisuuden parantamiseksi, mutta ei ensisijaisena menetelmänä

¹ yhdessä suodatuksen kanssa

Vaikeissa tapauksissa voidaan pienilläkin laitoksilla joutua puhdistamaan vesi kemiallisella saostuksella ja sitä seuraavalla suodatuksella. Mitä monimutkaisemman käsittelyn vesi vaatii, sitä tärkeämpää on hankkia suunnitteluun asiantuntija-apua ja sitä enemmän myös laitoksen hoitajalta vaaditaan osaamista.

Lisätietoja mm.:

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Pohjavesilaitosten kehittäminen

Karttunen.Vesihuolto I ja II.

4.3.1

Desinfiointi

Desinfiointin tarkoituksena on eliminoida mahdolliset taudinaiheuttajat vedessä. Pienillä laitoksilla se tehdään klooraamalla ja/tai UV-säteilytyksellä. Klooraus toteutetaan prosessin viimeisenä toimenpiteenä juuri ennen veden syöttämistä verkostoon.

4.3.1.1

Klooraus

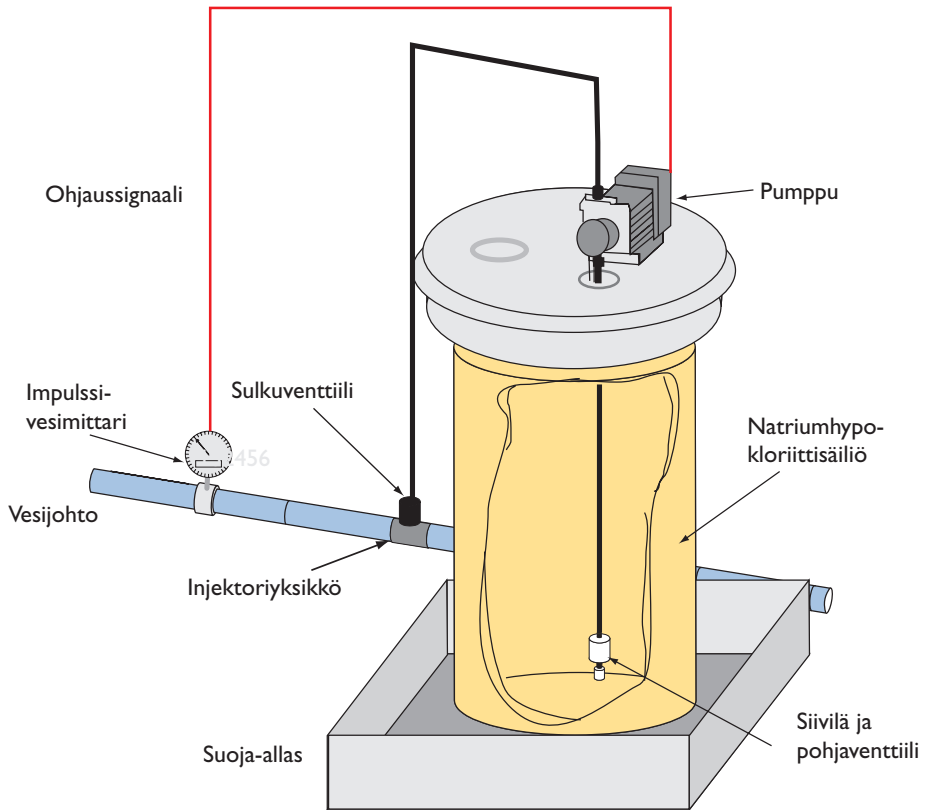
Klooraus suoritetaan lisäämällä veteen kloorikemikaalia, pienillä vesilaitoksilla yleensä **natriumhypokloriittia**. Säiliöiden ja putkien pesukloorausta (shokkikloorausta) varten voidaan käyttää myös vesilaitoksille soveltuvaa kalsiumhypokloriittijauhetta.

Kloorin annostelu tapahtuu yksinkertaisella kalvo- tai mäntäpumpulla esimerkiksi suoraan natriumhypokloriitin kuljetussäiliöstä. Pumppumateriaaliksi soveltuu polypropyleeni (PP) tai Teflon (PTFE). Esimerkkikaavio kloorauksen järjestelystä natriumhypokloriitilla on kuvassa 7.

Mikäli natriumhypokloriitin tarve on pieni, kannattaa liuos laimentaa ennen syöttöä esimerkiksi yksiprosenttiseksi, jotta annostus saadaan riittävän tarkaksi. Kloorin syöttöpiste sijoitetaan ennen painesäiliötä tai varastoallasta, jotta myös säiliö tai allas saadaan suojattua sekä kloorin vaikutusaikaa ennen verkostoon johtamista pidennettyä.

Kloorauksen huolto ja ylläpito

Hypokloriittikloorauksessa syntyy sakkoja putkilinjaan ja pumppuun. Nämä on poistettava säännöllisellä huuhtelulla ja pumpun pään puhdistuksella. Erityisesti on tarkkailtava venttiileitä ja niiden toimivuutta. Myös hypokloriittiastiassa oleva pohjaventtiili ja siivilä on tarkastettava ja puhdistettava säännöllisesti.



Kuva 7. Esimerkki hypokloriittikloorauksen toteutuksesta.

Hypokloriittiasia on syytä sijoittaa suoja-altaaseen vuotojen varalle. Suoja-altaaseen vuotanutta hypokloriittiliuosta ei saa laskea suoraan viemäriin tai ympäristöön, vaan liuos on joko pumpattava takaisin kloorinsyöttöastiaan tai deklorattava eli kloori on hajotettava. Deklooraus voidaan suorittaa natriumbisulfiitilla tai natriummetabisulfiitilla. Kummatkin yhdisteet voidaan syöttää kalvopumpuilla. Dekloorausreaktio on nopea. Dekloorauksessa voidaan myös käyttää natriumtiosulfaattia, mutta se reagoi varsin hitaasti kloorin kanssa. Jätevesilaitoksen suostumuksella voidaan pienet määrät klooria laskea viemäriin.

Ennen kloorauksen aloittamista on tarvittava kloorin annostus määritettävä joko laboratoriossa tai, mikäli vesilaitoksella on tarvittava varustus, paikan päällä. Kloorin annostus tarkistetaan vapaan jäännösklooripitoisuuden perusteella ja se tehdään vähintään 1–3 kertaa viikossa.

Kloorauksessa kloorin annostus saa enimmillään olla 5 mg/l. Ylitys voi aiheuttaa epämiellyttävää hajua ja makua sekä ärsytysreaktioita veden käyttäjille. Kloorauksen jälkeen jäännösklooripitoisuus verkoston äärilaidoilla on oltava vähintään 0,05 mg/l, jotta kloorin desinfiointivaikutus on riittävä. Yleensä sidotun jäännöskloorin pitoisuudeksi laitokselta lähtevässä vedessä pyritään asettamaan 0,5–0,7 mg/l. Viipymän tulisi olla ennen ensimmäistä kulutus pistettä vähintään 30 minuuttia, jotta kloori ehtii reagoimaan vedessä ja toivottu desinfioimisvaikutus tapahtuu. Jotta klooraus olisi tehokas, on veden pH-arvon oltava 6,5–7,5. pH:n säätö on kuvattu kappaleessa 4.3.2 Alkalointi. On muistettava, että klooraus ei tuhoa vedestä kaikkia taudinaiheuttajia (esimerkiksi eräitä viruksia ja alkueläimiä).

Natriumhypokloriitti on varastoitava viileässä ja suojassa valolta, jotta se säilyisi käyttökelpoisena mahdollisimman pitkään. Natriumhypokloriitti kiteytyy –30 asteissa ja laimennetut liuokset jo vähemmissä pakkasasteissa. Suojausrakenteilla on estettävä kemikaalien pääsy maaperään ja pohjaveteen.

Veden käyttäjät eivät aina hyväksy veden kloorausta, koska se saattaa aiheuttaa hajua ja makua. Klooria kuitenkin käytetään hyvin yleisesti ja se on ainoa desinfiointimenetelmä, joka takaa desinfiointivaikutuksen myös verkostossa.

Kloorikemikaalien käytössä on noudatettava ehdotonta huolellisuutta. Kloori mm. ärsyttää ja syövyttää silmiä ja limakalvoja sekä aiheuttaa iholla punotusta, kipua ja rakkoja. Kemikaalien käyttöturvallisuusohjeet on luettava ja niiden ohjeita noudatettava. Natriumhypokloriittisumu ärsyttää nenää ja kurkkua. Yli viisiprosenttinen liuos voi aiheuttaa syöpymisvammoja iholle.

Shokkiklooraus

Vesijohtoverkostoille, säiliöille tai kaivoille voidaan joutua suorittamaan pesuklooraus (shokkiklooraus) esimerkiksi tilanteessa, kun vedestä todetaan indikaattori-bakteereja. Tällöin kohde ensin huuhdellaan huolellisesti. Suurissa vesijohdoissa voidaan joutua käyttämään ”possutusta” (pehmeitä puhdistuselementtejä). Kaivo tai vesisäiliö voidaan joutua joissain tilanteissa pesemään. Pesua varten on vuokratavissa pesulaitteita. Huuhtelun jälkeen kohde täytetään vesijohtoverkon vedellä ja kloorikemikaalin (kalsiumhypokloriitti tabletit / rakeet tai nestemäinen natriumhypokloriitti) annostus järjestetään niin, että veden klooripitoisuus on 10-50 mg/l. Klooriliuoksen annetaan vaikuttaa 1-3 vuorokauden ajan. Tämän jälkeen veden pitäisi sisältää vähintään 5-25 mg/l vapaata klooria. Kun kloori on huuhdeltu pois, otetaan näyte desinfiointituloksen varmentamiseksi. Näyte tutkitaan hyväksytyssä vesilaboratoriossa, joka ilmoittaa vesinäytteen analyysitulosten perusteella desinfioinnin onnistumisesta. Mahdollinen uusintadesinfiointi tehdään vesilaboratorion antamia erityisohjeita noudattaen.

Myös erilaisia laitteita voidaan desinfioida tarpeen mukaan. Esimerkiksi pumpu voidaan huollon jälkeen desinfioida ennen paikalleen asettamista. Desinfiointi suoritetaan upottamalla pumpu puoleksi tunniksi vesiliuokseen, jossa on klooria noin 10 mg/l.

4.3.1.2

UV-desinfiointi

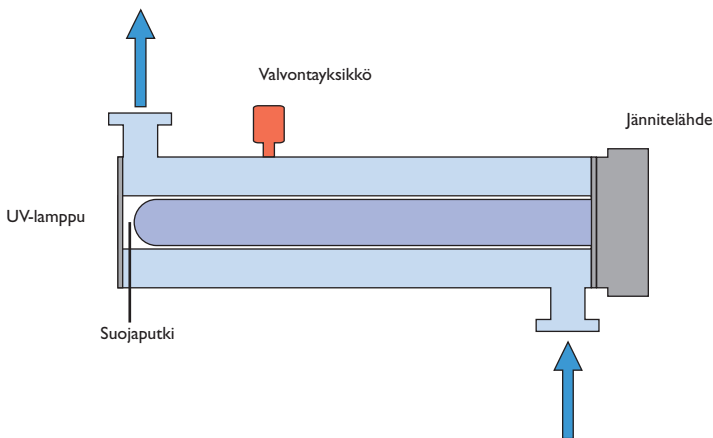
UV-desinfiointi tapahtuu säteilyttämällä vettä ultraviolettivalolla. UV-laitteessa vesi virtaa putkimaisen kammion läpi. Kammiossa on yksi tai useampi pitkittäissuuntaisen UV-lamppu (Kuvat 8 ja 9).

UV-desinfiointi on oikein hoidettuna ja oikeissa olosuhteissa erittäin tehokas desinfiointitapa, mutta se ei suojaa vettä myöhemmin tapahtuvalta likaantumiselta. Jos halutaan varmistaa veden hygieenisuus verkostossa, on siihen vielä lisättävä pieni määrä klooria tai kloramiinia.

Taulukko 4.

UV-käsittelyn tehoon vaikuttavat tekijät.

Säteilylähteen teho ja aallonpituus	Paras aallonpituus on 240–280 nm, vaadittava pienin säteilytysteho on 400 J/m ² .
Vesikerroksen paksuus	Mitä paksumpi vesikerros on, sen huonompi on tulos.
Veden väri ja sameus	Veden väri ja sameus heikentävät UV:n tehoa erittäin voimakkaasti. Rauta ja kalsium saostuvat suojaputken pintaan.
Sekoitusolosuhteet	Liian heikko sekoitus, joka esimerkiksi johtuu liian pienestä virtaamasta, heikentää tehoa.
Viipymä	Yleensä reaktioaika muutamasta sekunnista korkeintaan minuuttiin riittää.
UV-lampun ikä	Lampun teho pienenee sen vanhetessa. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että vuoden jatkuvan käytön jälkeen säteilyteho laskee puoleen.

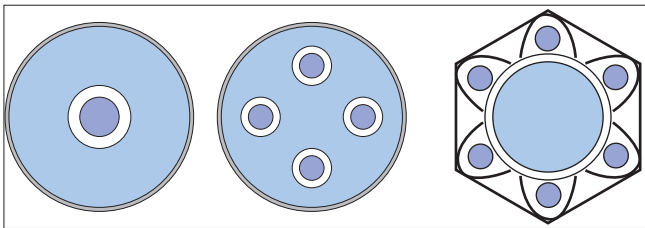


Kuva 8. Kaavio UV-säteilylaitteesta.

UV-laitteiston ylläpito

UV-laitteisto on helppo ylläpitää, mutta se vaatii muutamia ylläpitotoimenpiteitä:

- Käyttötuntilaskuri on luettava viikoittain.
- Säteilyteho on luettava viikoittain. Mikäli laitteistoa ei ole kytketty automaattiseen varoitusjärjestelmään, on se luettava päivittäin.
- Säteilytehon laskiessa, on suojaputki puhdistettava. Joissakin malleissa se on automaattista, mutta yksinkertaisimmissa malleissa se on tehtävä käsin. Jos vesi sisältää runsaasti likaavia aineita, on koko säteilytysyksikkö puhdistettava. Säteilykammio on yleensä puhdistettava neljännesvuosittain. Sisäänrakennetut puhdistuslaitteet on puhdistettava puolivuositain. Mikäli joudutaan käyttämään puhdistuskemikaaleja, on laitteet huuhdeltava huolellisesti ennen verkostoon kytkemistä.
- Lamppu on vaihdettava tietyn käyntituntimäärän jälkeen laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti tai kun sen teho on pysyvästi pienentynyt 50 %:iin alkuperäisestä.
- Säteilymittari on tarkistettava vuosittain.



Kuva 9. UV-lamppuja voidaan asettaa säteilykammioon eri tavoin.

Ylläpitoa varten pitää laitoksella olla seuraavat varaosat:

- UV-lamppu
- suojaputki tiivisteineen
- rele UV-lamppua varten
- varoituslamppu/polttimo
- varaosia mitta- ja varoitusjärjestelmää varten.

Laitoksella, jolla on UV-desinfiointi laitteisto, olisi hyvä käydä päivittäin, mutta kuitenkin vähintään viikon välein.

Huollon yhteydessä on varottava katsomasta palavaa UV-lamppua. UV-säteilyn vaikutukset näkyvät ja tuntevat vasta muutaman tunnin päästä. Oireita ovat "hiekkaa silmissä" ja pahimmillaan väliaikainen tai jopa täydellinen sokeus.

- **Kaikilla vesilaitoksilla on varauduttava desinfiointiin.**
- **Suosittelavaa on, että vesi desinfioidisiin kaikilla laitoksilla. Pienillä laitoksilla sopivia menetelmiä ovat UV-desinfiointi sekä klooraus natriumhypokloriitilla.**
- **Natriumhypokloriitti annostellaan yksinkertaisella pumpulla suoraan veteen. Laitteiston toimivuutta ja klooripitoisuuksia on kuitenkin tarkkailtava säännöllisesti.**
- **UV-desinfiointi on erittäin yksinkertainen ja vaivaton desinfiointikeino. Toimintaedellytyksenä on kuitenkin, että vesi on täysin kirkasta ja että laitteisto huolletaan säännöllisesti.**

Lisätietoja:

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Talousveden desinfiointi ultravioletivalolla.

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys Talousveden klooraus.

4.3.2

Alkalointi

Alkaloinnin tarkoituksena on alentaa veden happamuutta eli nostaa pH-arvoa. Usein sillä myös nostetaan veden puskurikapasiteettia (kykyä vastustaa pH-muutosta). Alkaloinnilla sidotaan vedessä oleva vapaa syövyttävä hiilidioksidi.

Alkaloinnilla veden pH-arvo pyritään säätämään sellaiseksi, ettei vesi aiheuta haitallista syöpymistä, esimerkiksi putkistoissa. Yleensä pH-arvo asetetaan välille 7,5–8,5 veden kovuudesta riippuen. Mitä kovempi vesi on, sitä lähemmäksi pH-arvoa 7,5 pyritään, jotta kalkki ei saostuisi lämminvesijärjestelmässä.

Alkalointikemikaaleina käytetään:

- lipeää eli natriumhydroksidia (NaOH)
- soodaa eli natriumkarbonaattia (Na_2CO_3) sekä
- sammutettua kalkkia eli kalsiumhydroksidia (Ca(OH)_2).

Alkaloivina massoina käytetään:

- kalkkiveä, joka on kalsiumkarbonaattia (CaCO_3) sekä
 - dolomiittia, joka on kalsium- ja magnesiumkarbonaattia ($\text{CaMg(CO}_3)_2$).
- (Tietoa kemikaalien ominaisuuksista liitteessä 3)

Lipeä ja sooda syötetään veteen liuoksena käyttäen kalvopumppua. Kalkki voidaan syöttää joko kalkkimaitona, jossa kalkkihiukkaset eivät ole liuennet tai kalkkive-tenä, joka on kyllästetty kalkkiliuos. Pienillä vesilaitoksilla kalkkia käytetään harvoin, koska sitä on hankala käsitellä. Annostusta ohjataan joko virtaaman perusteella tai se säädetään pH-arvon perusteella käyttämällä jatkuvatoimista pH-mittaria. Virtaama-ohjaus voi perustua joko pumppujen käyntiin tai virtaamamittaukseen.

Alkaloivat massat ovat teknisesti hyvin helppo tapa toteuttaa alkalointi. Avoimessa suodattimessa vesi pumpataan massan yläpinnalle ja suljetussa painesuodat- timessa virtaussuunta voi olla joko ylhäältä alas tai päinvastoin. Alkalointimassa kuluu hiilidioksidin neutraloinnissa, joten sitä on ajoittain lisättävä suodattimeen. Vedessä oleva kiintoainne ja rauta voivat tukkia suodattimen. Rauta saostuu suodat- timen pinnalle ja estää näin suodattimen toimimisen. Mikäli vedessä on rautaa, se on ensin poistettava.

Käytettäessä alkaloivia massoja on otettava huomioon massojen esihuuhtelu. Kul- jetusten aikana massat yleensä ainakin jossain määrin murenevat, joten ne on huuh- deltava ennen käyttöönnottoa.

Mikäli vesi on pehmeätä, kannattaa alkalointiin käyttää kalsiumpitoisia aineita, jolloin samalla veden kovuus lisääntyy. Kovuuden ja pH-arvon liiallinen nostaminen saattaa kuitenkin aiheuttaa haitallisia saostumia lämminvesijärjestelmissä.

Oikean annostuksen laskeminen sillä tavoin, että vesi ei ole haitallisessa määrin syövyttävää eikä kalkkia saostu lämminvesijärjestelmässä on varsin vaativaa ja kannattaakin antaa asiantuntijan tehtäväksi. Etenkin lipeän, mutta myös soodan yliannostus on terveydelle vaarallista.

- **Alkaloinnilla alennetaan veden happamuutta eli nostetaan veden pH-ar-voa. Se on yleisin veden käsittelymuoto pienillä laitoksilla.**
- **Alkaloinnissa syötetään alkaloivaa kemikaalia veteen tai johdatetaan vesi alkaloivan suodattimen läpi.**
- **Koska pohjavesi on Suomessa yleensä hapanta, on alkalointi suositeltavaa lähes kaikilla laitoksilla.**
- **Oikean alkalointikemikaalin valinta riippuu veden laadusta.**
- **pH-mittari tulee olla jokaisella laitoksella ja se on kalibroitava säännöllisesti.**

Lisätietoja:

Vesi- ja viemäriulaitosyhdistys. Kalkkikivialkalointi - opas veden syövyttävyyden vähen- tämiseksi.

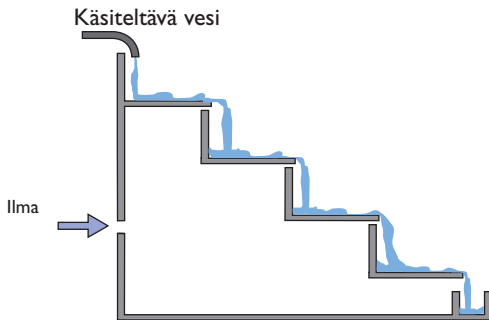
Ilmastus

Ilmastuksessa veteen syötetään ilmaa. Sen tarkoituksena on joko hapettaa jokin yhdiste ilman sisältämällä hapella tai poistaa vedestä liuenneita kaasuja, kuten hiilidioksidia, radonia ja rikkivetyä. Myös jotkut haihtuvat, hajua ja makua aiheuttavat yhdisteet voidaan poistaa ilmastamalla.

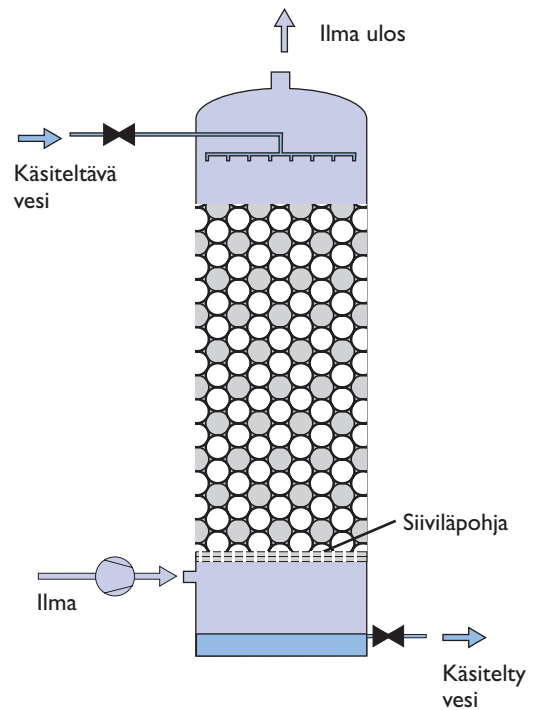
Ilmastus voidaan toteuttaa joko hajottamalla vesi pisaroiksi ja johtamalla vesi ilmavirtaan tai kuplittamalla ilmaa vesipatjan läpi. Lisäksi on käytettävissä erilaisia valutusmenetelmiä, joissa vesi johdetaan ohuena kerroksena erilaisia materiaaleja pitkin joko suljetuissa torneissa tai avonaisissa altaissa. Yksinkertaisimmat ovat sepelillä täytettyjä kaltevia altaita, muita tyyppejä ovat ns. kaskadi-ilmastimet, jotka voivat olla joko porrasmaisia tai torneja (Kuvat 10a ja 10b). Myös erilaisilla puhaltimilla ja ejektoreilla voidaan saada aikaan ilmastusta.

Tärkein käyttöparametri ilmastimille on ilma-vesisuhde eli paljonko ilmaa tarvitaan käsiteltyä vesimäärää kohti. Tämä taas riippuu siitä, mihin ilmastusta on tarkoitus käyttää ja minkä tyyppinen ilmastinlaite on kyseessä. Laitetoimittajalta saa tiedot asetusarvoista.

Kaikille ilmastinlaitteille on ominaista, että ne limoittuvat ajan mittaan. Niiden pinnoille muodostuu bakteerikasvusto, joka saattaa aiheuttaa makuhäiriöitä sekä irrotessaan ajoittaista sameutta veteen. Myös



Kuva 10a. Porrasilmastus (kaskadi).



Kuva 10b. Täytekappaleilla varustettu ilmastintorni.

rauta- ja mangaanipitoisia sakkoja saattaa kertyä ilmastimiin, jolloin ilmastinsuuttimet, täytekappaleet ja muut osat tukkeutuvat ja ilmastusteho pienenee. Suuttimet, ilmastusportaat ja muut osat on ajoittain pestävä ja tarvittaessa desinfioitava joko pesukloorauksella tai vetyperoksidilla. Pesuväli määräytyy käsiteltävän veden laadun perusteella ja voi vaihdella kuukaudesta vuoteen.

- **Ilmastuksessa vesi saatetaan kosketuksiin ilman kanssa niin, että hapettuvat yhdisteet hapettuvat saostuvaan tai haitattomaan muotoon ja veteen liuenneet kaasut saadaan poistetuksi.**

4.3.4

Hiekkasuodatus

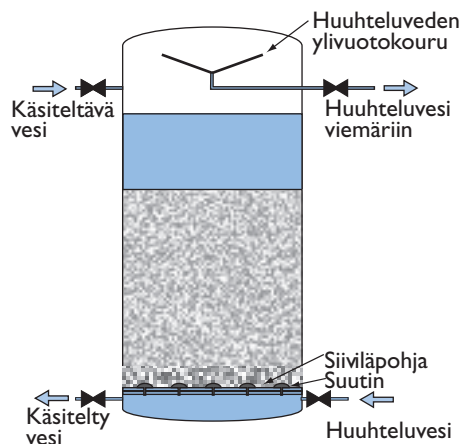
Hiekkasuodatusta käytetään pohjavesilaitoksilla yhdessä ilmastuksen kanssa poistamaan rautaa ja mangaania. Hiekkasuodatusta käytetään lähes kaikilla pintavesilaitoksilla poistamaan kemiallisessa saostuksessa syntyneet ja selkeytyksessä läpimenneet saostumat. Pienillä laitoksilla käytetään mm. yhdistettyjä hiekkakalkkikivisuodattimia.

Yksinkertaisin suodatin on yksikerroshiekkasuodatin, joka on hiekillä täytetty säiliö ja johon vesi virtaa ylhäältä alas. Hiekkakerroksen paksuus on 0,5–2 metriä ja hiekan raekoko 0,5–1,5 mm. Suodattimen alaosassa on kantava suutinpohja, jossa sijaitsevat suuttimet, joiden läpi vesi virtaa. Suodatinhiekan ja suutinpohjan välissä voi olla kerros karkeampaa hiekkää tai soraa, joka tasaa virtausta ja estää hienointa hiekkää tukkimasta suuttimia.

Muita käytettyjä suodatintyyppöjä ovat monikerrossuodatin ja käänteissuodatin. Suodatin voi olla joko avoin, jolloin virtaus tapahtuu painovoiman avulla tai suljettu paineellinen, jolloin suodattimen virtaus toimii pumpun aiheuttaman paineen voimalla. Periaatekuvat on esitetty kuvissa 11 ja 12.

Suodattimeen keräytyvät saostumat poistetaan ajoittain huuhtelemalla vastavirtapesulla. Suodattimien käyttöä ohjaavat suodatusnopeus, painehäviö, huuhteluväli, huuhtelutapa ja huuhteluveden virtaus. Suodattimien toiminnan tehokkuutta voidaan seurata painehäviön mittauksella, jatkuvatoimisella sameusmittarilla sekä laboratoriossa suoritettavalla kiintoainemittauksella.

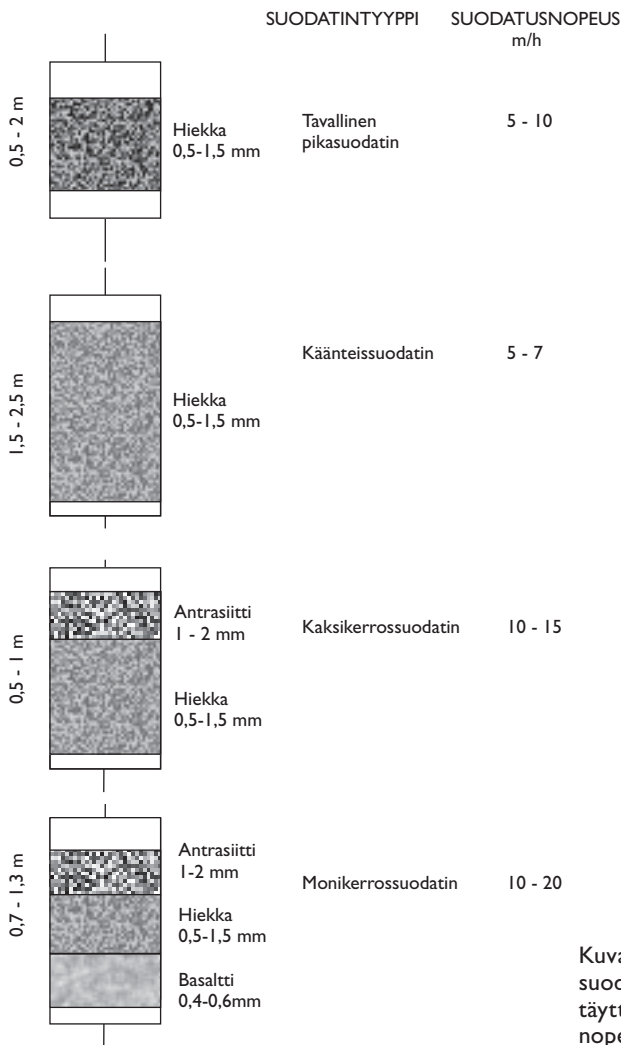
Suodattimien toiminta on usein automaattista siten, että huuhteluvaihe käynn-



Kuva 11. Tavallisen hiekkapikasuodattimen rakenne.

nistyy painehäviön kasvaessa tietyn suuruiseksi. Pienimmillä laitoksilla huuhteluväli voidaan kytkeä joko käsittelyn veden määrään tai kiinteään aikaväliin. Suuremmilla laitoksilla myös jatkuvatoiminen sameusmittaus voi ohjata huuhtelua painehäviön ohella.

Kun puhdas suodatin käynnistetään, siitä menee jonkin verran kiintoainetta läpi, mutta vähän ajan kuluttua se saavuttaa parhaan tehonsa. Ajan myötä suodattimeen kertyy yhä enemmän kiintoainetta ja samalla suodatusvastus kasvaa eli suodattuminen hidastuu. Jossakin vaiheessa saavutetaan suodattimen kyllästymispiste, jolloin kiintoainetta lähtee karkuun. Yleensä suodatusvastus on sitä ennen kasvanut niin suureksi, että vastavirtahuuhtelu käynnistyy (tai on käynnistettävä). Painesuodat-



Kuva 12. Erityyppisten hiekkapika-suodattimien periaatteellinen rakenne, täyttömateriaalin raekoko ja suodatusnopeus.

timissa huuhtelu käynnistetään painehäviön ollessa 15–25 kPa. Avoimissa suodattimissa painehäviö näkyy yleensä suodatusnopeuden laskuna. Suljetuissa suodattimissa havaitaan paineen kohoaminen ja suodatusnopeuden lasku. Suodatusnopeus yksikerrossuodattimissa on yleensä 5–10 m/h, monikerrossuodattimissa 10–20 m/h (kuvat 11 ja 12). Vaikkei painehäviötä syntyisikään, on suodatin huuhdeltava säännöllisesti, yleensä valmistajan ohjeiden mukaan.

Suodatusnopeus ilmaistuna [m/h] saadaan jakamalla virtaama [m³/h] suodattimen poikkipinta-alalla [m²].

Vastavirtahuuhtelu (vastavirtapesu) tapahtuu alhaalta ylöspäin joko pelkällä vedellä tai yhdistämällä vesihuuhdeltu ja ilmahuuhdeltu (vain yksikerrossuodattimet) tietyn ohjelman mukaisesti. Tarkoituksena on saada aikaan sekoittumista suodatinpedissä niin, että hankaavat voimat irrottavat suodattimeen tarttuneen kiintoaineen ja se huuhtoutuu pois. Huuhtelun aikana suodatinpedin paksuus kasvaa jopa 30–50 prosenttia. Huuhteluveden virtaama ei saa olla niin suuri, että suodatinmateriaali karkaa. Erityisen tarkkana on oltava monikerrossuodattimien huuhtelussa, jotta kerrokset eivät sekoitu. Huuhtelun jälkeen on hyvä laskea suodatettua vettä hetken aikaa viemäriin, jotta varmistetaan suodatetun veden puhtaus.

Monikerrossuodattimien materiaali on valittu siten että ylimpänä on karkea, mutta kevyt aines (antrasiitti) ja alimpana hienoin ja raskain aines, jolloin ne lajittuvat siististi kerroksittain huuhtelun päätyttyä. Koska huuhtelu tehdään puhdistetulla vedellä, on laitoksella oltava tähän tarkoitukseen varattu puhdasvesisäiliö. Jos yksikerrossuodattimen huuhtelun apuna käytetään ilmahuuhdeltua, voidaan huuhteluveden tarvetta oleellisesti vähentää. Poikkeustapauksissa, esimerkiksi jos laitoksella ei ole vesisäiliötä, huuhtelu voidaan tehdä myös tulevalla vedellä.

Markkinoilla on myös jatkuvalla huuhtelulla tapahtuvia suodattimia (esimerkiksi Dynasand®). Tässä menetelmässä hiekkapeti liikkuu alaspäin vesivirtaa vastaan ja pieni määrä hiekkaa otetaan jatkuvasti mammutpumpulla erilliseen pesukiertoon, jonka jälkeen se palautetaan suodattimeen takaisin. Suodattimen etuina ovat kompakti rakenne, jatkuva toiminta eikä siinä ole liikkuvia osia. Suodattimen toimintaa säädellään käsiteltävän veden määrän sekä mammutpumpun tehon avulla.

- **Hiekkasuodatuksella ja ilmastuksella poistetaan vedestä rautaa ja mangaania pohjavesilaitoksilla.**
- **Hiekkasuodattimia on erilaisia. Yleensä niiden huoltotoimiin kuuluu säännöllinen vastavirtapesu.**

4.3.5

Hidassuodatus

Hidassuodatus muistuttaa tavallista hiekkasuodatusta, mutta puhdistusprosessi on etupäässä biologinen eikä fysikaalinen. Hidassuodatuksen suodatusnopeus on yleensä korkeintaan 0,15 m/h. **Hidassuodatuksella voidaan poistaa useita veden**

sisältämiä epäpuhtauksia, kuten hajua- ja makua aiheuttavia yhdisteitä, ammoniumia, rautaa ja mangaania ja osittain esimerkiksi rantaimetyksestä pohjaveteen joutunutta humusta.

Suodattimen täytemateriaalina on hiekka ja suodatinkerroksen paksuus on noin yksi metri. **Suodattimen pinnalle muodostuu vähitellen biologisesti aktiivinen kasvusto, jossa suurin osa puhdistumisesta tapahtuu.** Suodatinta ei yleensä huuhdella, vaan pinta kuoritaan ajoittain puhtaaksi. Kun suodatinpedin paksuus on pienentynyt noin 30 prosenttia, lisätään uutta suodatinhiekkää.

Suodattimen on annettava "kypsyä" suodatinpedin pinnan puhdistamisen jälkeen. Biofilmin muodostuminen suodattimen pintaan saattaa kestää muutamasta päivästä muutamaan viikkoon. Mangaania hapettavan biofilmin muodostuminen voi kestää jopa kuukausia. Tämän vuoksi suodattimia pitäisi olla vähintään kaksi rinnakkain, jotta veden tuotto olisi jatkuvaa. Katkokset kuivattavat biofilmin. Suodattimen puhdistusväli riippuu veden pitoisuuksista ja kuormituksista. Se on yleensä 6-12 kk.

Suodattimet olisi hyvä kattaa. Katteella estetään liallinen leväkasvusto, lintujen ja muiden eläinten pääsy suodattimelle sekä helpotetaan hoitoa talvella. Hidassuodatuksen jälkeen vesi on aina syytä desinfioida.

- **Hidassuodatuksessa suurissa (katetuissa) altaissa hiekan pintakerrokseen muodostunut biologinen kasvusto poistaa vedestä orgaanisia yhdisteitä, hajua ja makua. Suodattimien pinta kuoritaan ajoittain sekä tarpeen mukaan hiekkaa lisätään.**
- **Hidassuodatusta seuraa aina desinfiointi.**

4.3.6

Biosuodatus (kuivasuodatus) ja VYR

Bio- tai kuivasuodatuksella poistetaan rautaa ja mangaania sekä osittain myös humusta pohjavedestä. Suodattimen täytemateriaalin pinnalla on etupäässä rauta- ja mangaanibakteereista muodostunut biofilmi. Suodatin on rakenteeltaan samantapainen kuin hiekkapikasuodatin, mutta siihen johdetaan ilmaa. Rautabakteerit ja mangaanibakteerit hapettavat pelkistyneen raudan ja mangaanin, joka sitten saostuu suodattimeen. Suodatin on pestävä ajoittain.

VYR-menetelmässä biologinen toiminta tapahtuu maaperässä. Käsiteltävä vesi pumpataan ylös, ilmastetaan ja imeytetään takaisin maaperään imeytyskaivojen kautta. Maaperässä tapahtuu hapettuminen ja raudan ja mangaanin saostuminen ja käsitelty vesi pumpataan keräilykaivosta edelleen käsiteltäväksi.

Aktiivihiihliisuodatus

Aktiivihiihliisuodatuksella poistetaan vedestä hajua ja makua aiheuttavia yhdisteitä sekä esimerkiksi torjunta-aineita. Erikoistapauksena aktiivihiihliellä voi myös poistaa radonia.

Aktiivihiihliä käytetään vedenkäsittelyyn joko jauhemaisena tai rakeisena. Jauhemaista aktiivihiihliä käytetään lähinnä pintavesilaitoksilla torjumaan kausittaisia maku- ja hajuhaittoja. Jauhetta lisätään käsiteltävään veteen ja sen pääsy verkostoon estetään suodatuksella. Poikkeustapauksessa menetelmää olisi mahdollista käyttää pohjavesilaitoksella esimerkiksi tilanteessa, kun yllättäen havaitaan vedessä merkittäviä määriä torjunta-aineita.

Jatkossa käsitellään aktiivihiihliisuodatusta vain rakeisen aktiivihiihlien osalta. Suodatus rakeisella aktiivihiihliellä tapahtuu avonaisissa suodatinlaitteissa tai suljetuissa suodattimissa joko paineellisesti tai painovoiman avulla.

Esikäsitteilyvaatimukset ja menetelmän soveltuvuus

Aktiivihiihliisuodatusyksikkö tulisi sijoittaa vedenkäsittelyprosessissa mahdollisen raudan- ja mangaanin- ja uraaninpoiston jälkeen, mutta ennen desinfiointia. Raudan- ja mangaaninpoisto ennen aktiivihiihliisuodatusta voi jopa kaksinkertaistaa hiilen käyttöiän.

Aktiivihiihliisuodattimen kykyyn poistaa haitta-aineita vedestä vaikuttaa suuresti hiilen laatu. Hiili on aina valittava tapauskohtaisesti raakaveden laadun mukaan. Hiilen toimittajalta tulee pyytää testituloksia hiililaadun soveltuvuudesta laitoksen vedelle ja vedestä todettujen aineiden poistamiselle. Lisäksi hiilen toimittajan kanssa solmittavaan ostosopimukseen on kirjattava suodattimen toimivuustakuu. **Mikäli aktiivihiihliä käytetään radonin poistoon, on suodatin eristettävä säteilyn varalta tai mieluiten sijoitettava erilliseen rakennukseen**

Tavallisesti käytetty viipymä suodattimessa on 5–20 min. Aineen poistuma paranee, jos viipymää lisätään. Suodatusta ei ole aina tarpeen mitoittaa ottamon tuottoa vastaavaksi. Jos raakaveden sisältämän haitta-aineen pitoisuus on riittävän pieni, voi riittää, että vain osa vedestä suodatetaan ja sekoitetaan suodattamattomaan veteen.

Suodattimien käyttö ja huolto

Yleensä aktiivihiihliisuodatinta on huuhdeltava ajoittain kiintoaineen poistamiseksi, suodattimen hydraulikan toimivuuden takaamiseksi sekä mahdollisen mikrobikasvuston hallitsemiseksi. Huuhtelutarve havaitaan yleensä paineen nousuna suodattimen huokosten tukkeutuessa. Huuhtelua ei saa suorittaa turhan usein, sillä se saattaa heikentää hiilen kapasiteettia. Toisaalta huuhtelematon suodatin saattaa muodostua mikrobien kasvualustaksi ja siitä voi irrota saostumia veteen. Huuhtelutarve riippuu raakaveden ja hiilen laadusta sekä veden esikäsitteilystä. Huuhtelutarpeesta on hy-

vä keskustella hiilen toimittajan kanssa. Joillakin laitoksilla ei tarvetta huuhteluun ilmene lainkaan.

Suodatuksen toimivuutta on tarkkailtava säännöllisesti, jottei hiilen kapasiteetti pääse ylittymään. Kapasiteetin ylittyessä hiilen huokosiin rikastuneet yhdisteet voivat irrota hiilestä lähtevään veteen, jolloin lähtevän veden pitoisuus voi nousta jopa raakaveden pitoisuutta suuremmaksi. On suositeltavaa, että haitta-ainemääryityksiä teetetäisiin aluksi esimerkiksi kuukausittain, kunnes hiilen kapasiteetti on saatu varmennettua eli tiedetään, kuinka usein hiili on vaihdettava. Jatkossa voi olla aiheellista tihentää haitta-ainemääryityksiä hiilen käyttöään lähetessä loppuaan. Hiililaatua vaihdettaessa on uuden laadun kapasiteetti myös tutkittava. Myös poikkeuksellinen veden laatu voi vaikuttaa suodattimeen, eli esimerkiksi pH:n yllättävä nousu voi irrottaa haitta-aineita suodattimesta.

Suodattimen käyttöikä voidaan kasvattaa suodatintilavuutta nostamalla ja virtausnopeutta laskemalla. Suomessa vesilaitoksilla, joilla poistetaan torjunta-aineita aktiivihieillä, vaihdetaan hiili yleensä noin vuoden välein. Käytetty hiili on mahdollista reaktivoida, jolloin hiilen huokosia tukkivat haitta-aineet poistetaan polttamalla. Suomessa toimii ainakin yksi aktiivihieiden reaktiivointia harjoittava laitos (Silcarbon Finland Oy). Suuremmat vesilaitokset ovat toimittaneet hiiltä myös ulkomaille reaktivoitavaksi. Jos hiiltä ei toimiteta reaktivoitavaksi, hankitaan suodattimeen lisättäväksi uutta hiiltä ja vanha hiili kuljetetaan kaatopaikalle. Vaikka aktiivihieisuodatuksessa poistuvat haitta-aineet kerääntyvät hiileen, käytettyä aktiivihieiltä ei ole luokiteltu ongelmajätteeksi. Käytetyn aktiivihieiden käsittelytarve harkitaan kuitenkin aina tapauskohtaisesti. Mikäli aktiivihieillä poistetaan radonia, on loppuun kulunut suodatin varastoitava kolme viikkoa ennen kuin se viedään kaatopaikalle, jotta siinä oleva jäännössiiteily ehtii hävitä.

Aktiivihieisuodatuksen jälkeen tulee aina olla desinfiointi. Itse aktiivihieisuodatin voidaan desinfioida kuumentamalla esimerkiksi vesihöyryn avulla.

- **Aktiivihieisuodatuksella poistetaan vedestä hajua ja makua aiheuttavia yhdisteitä sekä torjunta-aineita ja radonia.**
- **Aktiivihieili on ajoittain huuhdeltava ja vaihdettava säännöllisesti.**
- **Aktiivihieisuodatus vaatii aina jälkikäsittelynä desinfiointin.**

Lisätietoja:

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Torjunta-aineet pohjavesissä.

Katalyyttiset suodattimet

Katalyyttiset suodattimet ovat erityisesti raudan ja mangaanin poistoon käytettäviä suodattimia, joissa täyteenä on jokin erityisillä ominaisuuksilla varustettu massa. Niillä voidaan poistaa myös rikkivetyä.

Kun raudan poisto tapahtuu yleensä ilmastamalla ja hiekkasuodatuksella, ei katalyyttinen suodatin vaadi erillistä ilmastusta. Raudan (ja mangaanin) hapettamisen-saostuminen-suodattuminen tapahtuu katalyyttisen massan pinnalla yhdessä yksikössä. Massa voidaan aktivoida joko jatkuvalla kemikaalin syötöllä (esimerkiksi magnomassa kaliumpermanganaatilla) tai panoksittain. Eräillä massoilla aktivointiin riittää, että käsiteltävä vesi sisältää jonkin verran happea. Katalyyttisillä massoilla raudan ja mangaanin hapettuminen tapahtuu 10-100 kertaa nopeammin kuin ilmalla. Erityisesti mangaanin hapettuminen on tehokasta, koska katalyyttisillä massoilla se tapahtuu pH-arvolla 7,8–8,3, kun hiekkasuodattimissa se vaatii pH-arvon 9-11. Katalyyttisiä suodattimia voidaankin käyttää 2–4 kertaa suuremmilla nopeuksilla kuin hiekkapikasuodattimia, jopa 20 m/h.

Teknisesti katalyyttiset suodattimet toimivat kuten hiekka- ja monikerrossuodattimet. Valmistaja mitoittaa suodattimet vastaamaan asiakkaan tarpeita.

- **Katalyyttiset massat ovat erittäin yksinkertainen menetelmä lähinnä raudan ja mangaanin poistoon.**

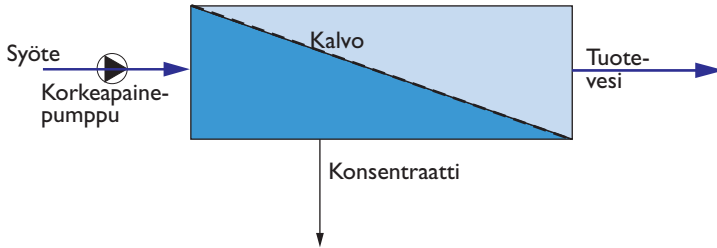
Kalvosuodatus

Kalvosuodatuksella tarkoitetaan menetelmiä, joissa **vesi puristetaan ohuen kalvon läpi**. Kalvon huokosten koon perusteella kalvosuodatus voidaan jakaa mikro-, ultra- ja nanosuodatuksen sekä käänteisosmoosiin. Kukin suodatintyyppi pystyy siten poistamaan erikokoisia hiukkasia tai jopa molekyyliä ja ioneja.

Pienille pohjavesilaitoksille soveltuvat lähinnä nanosuodatus ja käänteisosmoosi, joita käytetään kloridin ja fluoridin (sekä arseenin) poistamiseen ja joita voidaan käyttää myös torjunta-aineiden poistamiseen. Erot nanosuodatuksen ja käänteisosmoosin välillä ovat:

- Käänteisosmoosissa käytetään korkeampia paineita. Käänteisosmoosissa paine voi olla 2 000–8 800 kPa ja nanosuodatuksessa 500–2 000 kPa.
- Käänteisosmoosi poistaa pienempiä yhdisteitä kuin nanosuodatus. Ero näkyy erityisesti kloridin ja natriumin poistossa.

Talousveden käsittelyyn käytetyt kalvosuodatusyksiköt ovat tavallisesti rullalle kierrettyjä spiraalimoduuleja. Jonkin verran käytetään myös onttokuitumoduuleja. Vain osa kalvolle syötetystä vedestä läpäisee kalvon. Käsiteltyä, kalvon läpäissyttä



Kuva 13. Kalvosuodatuksen periaate.

vettä kutsutaan tuotevedeksi (permeaatti) ja kalvoa läpäisemätöntä vettä konsentraatiksi tai rejektiksi. Saanto, eli puhtaan veden ja syötetyn veden määrien välinen suhde, on käänteisosmoosilla ja nanosuodatuksella 65–75 %. Ultra- ja mikrosuodatuksessa saanto on 95 %.

Esikäsitely ja vaatimukset raakaveden laadulle

Pohjaveden käsittelyssä nanosuodatus ei välttämättä tarvitse esikäsitelyä. Suodatettava vesi esikäsitellään yleensä kuitenkin kalvojen turhan nopean tukkeutumisen, likaantumisen ja kulumisen estämiseksi. Yksinkertaisemmillaan esikäsitelyksi voi riittää suodatus joko mikroni-kokoluokan patruunasuodattimella tai suurihuokoisemmalla kalvolla (mikrosuodatus). Raakaveden laadusta riippuen voidaan tarvita myös esimerkiksi pH:n säätöä tai raudan ja mangaanin poistoa. Rauta ja mangaani voidaan poistaa kalvosuodatuksella edellyttäen, että ne ovat pelkistyneessä, liukoisessa muodossa.

Suodattimien käyttö ja huolto

Kalvoja on pestävä ajoittain joko mekaanisesti tai kemiallisesti. Yksiköt varustetaankin aina kiinteällä tai siirrettävällä pesulaitteistolla. Mekaanisessa pesussa kalvot huuhdellaan suurella vesimäärällä ja pienellä paineella. Mikäli mekaaninen pesu ei riitä poistamaan tukkeutumia, on kalvo pestävä kemiallisesti käyttämällä pesuliuosta mekaanisen pesun yhteydessä. Käytetyt pesuvälit vaihtelevat kuukaudesta vuoteen raakaveden laadusta ja esikäsitelystä riippuen. Yleensä kalvot pestään, kun kalvon tuotto on vähentynyt 10–15 % tai paine on noussut saman verran.

Tukkeutumisen vuoksi kalvot on yleensä vaihdettava uusiin 3–5 vuoden välein, mutta parhaimmillaan niiden käyttöikä voi olla jopa 10 vuotta. Kalvojen vaihtoväli riippuu niin ikään käsiteltävän veden laadusta ja mahdollisesta esikäsitelystä. Automaattisen sähkönjohtavuusmittauksen avulla voidaan seurata veden ionipitoisuutta. Sähkönjohtavuuden poikkeuksellinen kasvu kertoo suodattimen toimintahäiriöstä, esimerkiksi kalvon rikkoutumisesta.

Kalvoa läpäisemätön vesi (konsentraatti) muodostaa kalvosuodatuslaitoksilla ongelman. Konsentraatin osuus pumpatun raakaveden määrästä on noin 5 % mikro- ja ultrasuodatuksessa ja 25–35 % käänteisosmoosisa ja nanosuodatuksessa. Se sisältää vedestä poistetut aineet moninkertaisina pitoisuuksina. Konsentraatin käsittelyä ei ole selkeitä käytäntöjä. Harkittaessa sen käsittelyä tai päästämistä viemäriin tai vesistöön on arvioitava aineiden vaikutuksia. Viime kädessä lupaviranomainen päättää valitun vaihtoehdon hyväksyttävyydestä. Pesuvesien pH voi olla 1–13 ja ne sisältävät suuria pitoisuuksia eloperäistä ainesta eli ne on mahdollisesti neutraloitava ja johdettava viemäriin.

Jälkikäsittely

Kalvosuodatus poistaa vedestä käytännössä kaikki kalvon huokoskokoa suuremmat hiukkaset. Poikkeuksena ovat kaasut, kuten hiilidioksidi. Koska käsittely poistaa tehokkaasti myös veden kovuutta aiheuttavia suoloja (käänteisosmoosi 99 %, nanosuodatus 90–98 %), on yleensä jälkikäsittelynä säädettävä veden kovuus ja alkaliteetti. Kalvosuodatettua vettä voidaan myös sekoittaa suodattamattomaan veteen, jolloin säästetään kovuudensäätökemikaalien kustannuksissa. Nanosuodatus ja käänteisosmoosi poistavat yleensä vedestä kaikki tautia aiheuttavat mikrobit, jolloin veden ehdotonta desinfiointitarvetta ei ole. Tiivisteissä saattaa kuitenkin esiintyä vuotoja, joten tarkkailu ja varautuminen desinfiointiin ovat paikallaan. Mikäli vain osa vedestä suodatetaan, on vesi desinfioitava. Myös verkoston kunto vaikuttaa desinfiointitarpeeseen.

- **Kalvosuodatuksessa vesi puristetaan kalvon läpi. Erilaisista kalvoista pienille pohjavesilaitoksille soveltuvat lähinnä nanosuodatus ja käänteisosmoosi, joita käytetään suolan ja fluoridin sekä mahdollisesti torjunta-aineiden poistoon. Kalvosuodatus vaatii yleensä esikäsittelyn ja jälkikäsittelyn. Kalvoja on myös pestävä säännöllisesti ja niiden eheyttä on tarkkailtava.**

Lisätietoja:

Härmä. Nanosuodatus talousveden valmistuksen viimeistelevänä käsittelynä.

5 Vedenjakelujärjestelmä

5.1

Yleistä

Vedenjakelujärjestelmä muodostuu päävesijohdoista, jakelujohdoista (sekä niihin kuuluvista osista, kuten venttiilit, palovesiasemat ja -postit), tonttijohdoista, vesisäiliöistä ja paineenkorotusasemista. **Vesihuoltolaitoksen on ylläpidettävä verkostoa. Ylläpitoon kuuluu järjestelmän käyttö, kunnossapito, vaurioiden korjaus, huolto, puhdistus ja koekäyttö.**

5.2

Verkostotietojen kerääminen

Laitoksella on oltava vesijohtoverkostosta ja kaikista siihen liittyvistä osista kattavat kartat liitetietoineen. Jos osia tai laitteita vaihdetaan tai korjataan, on tiedot tallennettava. Verkostojen osalta käyttöpäiväkirjan (kts s. 54) oheen tulisi tallentaa seuraavat tiedot:

- vesiputkien materiaalit ja pinnoitteet
- mitoitus
- sijainti ja asennussyvyys
- asennusajankohta
- korjaukset
- vuotokohtien sijainnit
- venttiilien, palovesiasemien ja palopostien sijainnit
- paineenmittauspisteet.

Vesilaitoksella on ylläpidettävä tarkkoja karttatietoja vesijohtoverkostosta.

Verkostojen sijaintitiedot on hyvä merkitä myös tarvittavassa määrin maastoon.

Vaikka vesilaitos ei laskuttaisikaan liittyjiä veden käytön mukaan, vesimittari on hyvä asentaa kaikille kiinteistöille. Käyttäjien vesimittarin lukema on hyödyllistä tarkistaa vuoden välein. Näin voidaan verrata vesilaitokselta lähtevän veden määrää kiinteistöjen mittareiden yhteislukemaan ja havaitaan mahdolliset verkostovuodot. Hukkavesimäärä voi olla joillain laitoksilla merkittävä. Vuotovesi voi aiheuttaa esimerkiksi vesivaurioita kiinteistöissä tai sortumia kulkuväylillä.

Tiedot vesijohdon rikkoontumisen syistä on aina selvitettävä ja kirjattava. Rakentamisen, huollon ja vesijohdon korjauksen yhteydessä saadaan valokuvaamalla tallennettua hyödyllistä tietoa maanalaisesta verkostosta.



Kuva 14. Verkostotyöt käynnissä.

5.3

Verkostojen ylläpito ja saneeraus

Vanhoja vesijohtoja sekä muita vedenjakelujärjestelmän yksiköitä on tarpeen mukaan saneerattava. Saneeraus sisältää jakelujärjestelmän uusimisen sekä peruskorjaukset ja –parannukset. Yli 50 vuotta vanhat vesijohtoverkostot ovat harvoin hyväkuntoisia. **Vesijohtojen kunto vaikuttaa veden laatuun, laitoksen kustannuksiin ja jakeluvarmuuteen.** Vesijohtojen kuntoa ja veden laatua heikentää mm. veden seisominen putkissa, verkostoon muodostuvat mikrobikasvustot, likaantuneet säiliöt, heikot ja vanhat putkimateriaalit ja asennuksessa putkiin jääneet epäpuhtaudet. Verkostojen huoltotöihin kuuluvat myös mm. jäätyneiden johtojen sulatus sekä verkostohuuhtelut. Harvoin käytettäviä johto-osuuksia on huuhdeltava säännöllisesti, jotta estetään saostumien muodostumista, mikrobikasvustojen (biofilmien) kehittymistä sekä putkien tukkeutumista. Putkistossa pitkään seissyt vesi haisee ja maistuu pahalle.

Vesijohtojen saneeraustarpeen syntymiselle on useita syitä. Tällaisia ovat mm.

- putkien raaka-aineiden ja rakenteiden heikkeneminen: rappeutuneet tiivisteet, painumat, siirtymät, korrosio sekä huolimattomasti tehty putkiliitos
- muuttunut veden käyttö: verkoston ali- ja ylikuormitukset

- vanhojen putkien laadun ja asennustöiden virheellisyys
- muut tekijät, kuten rakennustoiminta ja maankäytön muutokset.

Välittömän saneeraustarpeen aiheuttavat mm. toimintahäiriöt, sortumavaara, kapasiteetin vajuus sekä verkostosta johtuva veden laadun heikkeneminen.

Verkostot voidaan uusida useilla tekniikoilla (taulukko 5). Menetelmän valintaan vaikuttavat mm. tekniset ja taloudelliset tekijät sekä töistä aiheutuvat haitat.

Verkostojen saneerauksen sekä rakentamisen yhteydessä on soveltuvilta osin huolehdittava:

- tutkimuksien ja selostusten laatimisesta ja tallennuksesta sekä töiden dokumentaatiosta
- kaapeleiden ym. paikannuksista ja tarvittavista siirroista
- tarvittavien muiden lupien hankkimisesta (yksityiset ja yritysten alueet, maanteiden alitukset, rautatiealueet, vesistöalueet)
- työaikaisten liikennejärjestelyiden tarpeesta sekä työnaikaisesta vedenjakelusta
- tiedottamisesta muille asianomaisille sekä käyttäjille
- kaivuutöistä sekä varsinaisista vesihuoltotöistä
- suunnitelmien asianmukaisuudesta, hyväksyttämisestä sekä laadunvalvonnasta
- viimeistelystä
- lopullisten tietojen viemisestä kartalle tai verkostojärjestelmään.

Taulukko 5.
Yleisimpiä vesijohtojen saneerausmenetelmiä.

Kaivamalla	Vanha vesijohto kaivetaan esiin. Uusi vesijohto ja liitokset rakennetaan uudelleen vanhan paikalle tai kaivanto tehdään vanhan viereen, jolloin vanhat putket jätetään maahan.
Pitkäsujutus	Saneerattavaan putkeen vedetään uusi putki työkaivannosta.
Pakkosujutus	Saneerattavaan putkeen vedetään uusi putki putkimurskaimella. Vanha putki rikkoutuu.
Puristussujutus	Sujutusputken halkaisija pienennetään työn ajaksi eli muoviputki vedetään puristimen läpi tai taivutetaan u-muotoon. Putki vedetään saneerattavan putken sisään. Se palautuu muotoonsa ja puristuu vanhan putken seinämiin.
Letkusujutus	Saneerattavan putken sisään vedetään muoviletku. Vanha putki toimii suoja-putkenä maan paineelle.
Pinnoitus	Metalliset vesijohdot voidaan pinnoittaa ruiskutettavalla aineella (esimerkiksi betoni). Ennen pinnoitusta putket on puhdistettava huolellisesti.

Vedenjakelujärjestelmän rakentaminen ja käyttöönotto

Vedenjakelujärjestelmissä käytetään talousvesitarkoitukseen hyväksytyjä materiaaleja. Putkien ja muiden materiaalien on kestävä verkoston painetta (4–7 bar). Yleensä käytetään putkia, jotka kestävät 10 bar. Putkimateriaaleina käytetään nykyään lähinnä muoveja (PVC, PEH, PP ja PEL). Myös valurautaa käytetään, mikäli putkelta edellytetään erityistä kestävyyttä. Esijännitetyjä teräsbetoniputkia käytetään suuriläpimittaisissa vesijohdoissa.

Vesijohtojen asennuksesta on laadittu kattavat ohjeet. Ohjeet on koonnut Rakennustietosäätiö.

Uusi vesijohtoverkosto on huuhdeltava ennen käyttöönottoa. Huuhdellun vesijohdon paineenkestokyky testataan, jotta varmistutaan siitä, että putki on tiivis. Muovisten vesijohtojen tiiviyys testataan painekokeella standardin SFS 3115 mukaan.

Putkia valittaessa on otettava huomioon mm. putken arvioitu käyttöikä, putken läpimitta, paineen ja paineiskujen vaatima lujuus, korroosiokestävyys, asennusalueen maalajikoostumus sekä liikennekuormien vaatima kestävyys.

On suositeltavaa desinfioida uudet vesijohtoputket aina ennen käyttöönottoa. Verkoston puhtaus varmistetaan ottamalla vesinäytteet verkostovedestä ja analysoimalla indikaattoribakteerit. Pesukloorauksen eli shokkikloorauksen ohjeet on s. 32. Pesuklooraukseen käytetty klooripitoinen vesi deklorataan (s. 31).

Tonttivesijohdot ja sammutusvedenottolaitteet on varustettava aina sulkuventtiilein. Yksisuuntaisventtiilit estävät veden takaisinvirtauksen. Sulkuventtiileitä on syytä asentaa riittävästi koko verkostoon korjaustöiden helpottamiseksi ja jottei vedenjakelua jouduta vuototapauksissa sulkemaan laajalta alueelta. Poikkeuksellisen korkealla sijaitseviin käyttöpisteisiin voidaan edellyttää omaa paineenkorotusta.

Verkostotöissä, kuten muissakin vesihuoltotöissä on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta hygieniaan. Vesijohtoihin ei saa päästä maa-ainesta. Vesijohtojen päät on tulpattava vesijohtoja varastoitaessa sekä vesihuoltotöiden ajaksi. Vesijohdot huuhdellaan ennen käyttöönottoa ja usein myös desinfioidaan. Jos verkostotöiden yhteydessä tapahtuu jotakin, joka voi vaikuttaa oleellisesti verkostoveden laatuun, on tapahtuneesta ilmoitettava terveysvalvonnalle.

Kunnossapidon ja saneerauksen ohella vesilaitoksen on pidettävä huolta karttojen laadinnasta, vuotovesiselvityksistä, verkoston kunnan seurannasta ja vaurioiden syiden selvityksestä, verkoston laitteiden toimivuuden tarkastuksista sekä verkoston paineolojen seurannasta (paineet on pidettävä mahdollisimman vakaina ja riittävinä).

5.5

Vesisäiliöt

Vesisäiliöt ovat olennainen osa vedenjakelujärjestelmää. Erityyppisiä vesisäiliöitä ovat ylävesisäiliöt, alavesisäiliöt ja painesäiliöt. Vesisäiliöiden tehtäviä ovat:

- Toimia varastoaltaina tasaamassa vedenkäytön vaihtelua.
- Antaa riittävä ja tasainen hydraulinen paine veden johtamiseksi käyttäjille saakka.
- Toimia myös varastotilana käyttöhäiriöiden aikana (esimerkiksi pumppauksen sähkökatko tai suuret hetkelliset käyttöhuiput vuototapauksissa).
- Taata riittävä viipymä kloorauksessa (vain alasäiliöt).

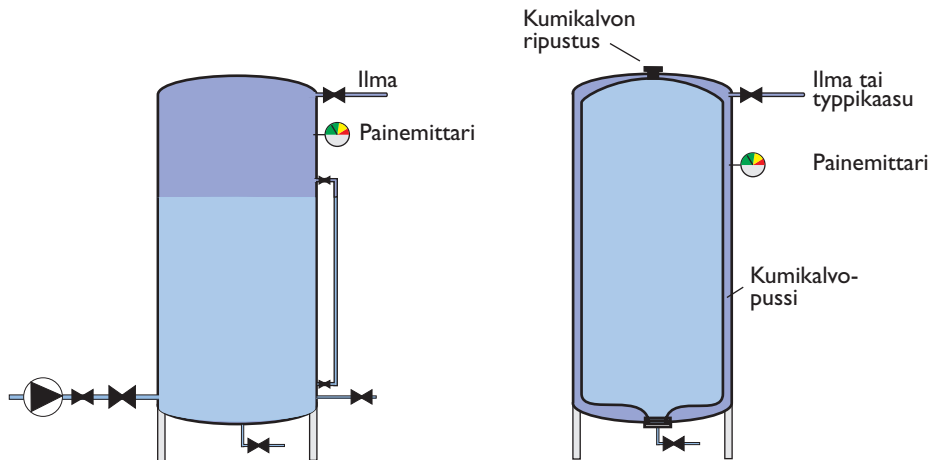
Pienillä vesilaitoksilla vesisäiliöt ovat yleensä alavesisäiliöitä eli sijaitsevat suurin piirtein samassa tasossa kuin vedenkäsittelylaitos. Alavesisäiliö (alasäiliö) voi samalla myös toimia huuhteluvesisäiliönä.

Ylävesisäiliöitä (yläsäiliöitä) on erityisesti suurten vesilaitosten yhteydessä, mutta niitä on myös pienillä laitoksilla. Yläsäiliö rakennetaan niin korkealle, että korkeusasema riittää takaamaan paineen koko jakelualueelle.

Ero alavesisäiliön ja ylävesisäiliön välillä on siinä, että alavesisäiliöstä vesi aina pumpataan verkostoon, ylävesisäiliöstä vesipaine syntyy korkeuserosta käyttöpisteen ja vesisäiliön välillä.

Rakenteeltaan vesisäiliö voi olla betonia, terästä, muovia tai lasikuitua.

Painevesisäiliöitä käytetään pienillä vesilaitoksilla. Painevesisäiliössä on ilmatila, joka voi olla erotettu vesitilasta kumikalvolla (kalvopainesäiliö). Tällä tavoin estetään ilman liukeneminen veteen eikä ilmaa tarvitse lisätä säiliöön niin usein, kuin kalvottomissa säiliöissä. Kalvopainesäiliössä myös veden laatu pysyy parempana. Rakenteeltaan painevesisäiliö on joko terästä tai lasikuitua. Painesäiliöitä käytetään tasaamaan virtausta ja veden painetta verkostossa. Se toimii pienessä mittakaavassa varastona jaksottaen pumppausta. Pumppaus voi olla keskeytyksissä, kun vedenkäyttöä ei ole tai vedenkäyttö on vähäistä esimerkiksi yöaikana. Painesäiliö siis jaksottaa pumppujen käyttöä. Lisäksi painesäiliöt tasaavat painetta ja toimivat pumppujen pysäytys- ja käynnistysvaiheiden tai käytön vaihteluista aiheutuvien paineiskujen tasaajina (ilmatyyny, iskunvaimennus) (kuva 15). Painevesisäiliöitä koskevat painesäiliöiden tarkastus- ja hyväksymismenettelyt.



Kuva 15. Periaatekuva tavallisesta painesäiliöstä ja kumikalvosäiliöstä.

Ala- ja ylävesisäiliöiden osalta on huolehdittava seuraavista seikoista:

- Tuuletuksen on oltava kunnossa.
- Tuuletusaukot on suojattava ritilöillä tai verkoilla, jotta estetään eläinten pääsy vesitilaan. Kunnollinen pölysuodatus pitää veden laadun parempana.
- Säiliön tiiviys on tarkastettava, jotta estetään turhat vuodot ulos samoin kuin sade- ja pintavesien sekä eliöiden pääsy vesitilaan.
- Säiliöt limoittuvat ja vaativat ajoittain pesun sekä desinfiointin. Veden laadusta riippuen pesuväli voi olla yhdestä vuodesta muutamaan vuoteen.
- Säiliöt on suojattava ilkivaltaa vastaan.

Jos säiliö on veden käyttöön nähden suuri eli veden viipymä on pitkä (useita vuorokausia), on veden vaihtuvuus taattava. Se voidaan tehdä säätämällä pumppaus sellaiseksi, että säiliö tyhjenee riittävästi. Varaveden määrä on kuitenkin oltava riittävä.

- **Vesijohtojen kunto vaikuttaa mm. veden laatuun, laitoksen kustannuksiin ja jakeluvarmuuteen. Vesijohtojen rakentaminen ja kunnostaminen on suoritettava ohjeiden mukaan, jotta ne myös pysyvät kunnossa ja veden laatu pysyy hyvänä.**

Lisätietoja:

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteet.

Karttunen E. Vesihuolto I ja II. RIL

Rakennusalan yleiset laatuvaatimukset <http://www.rts.fi/infraryl/>

6 Huolto ja ylläpito

6.1

Yleistä

Vesilaitoksen kunnossapito on tärkeää niin laitoksen kuin asiakkaidenkin kannalta. Kun laitoksesta pidetään hyvää huolta, laitoksen jakama vesi on moitteetonta ja vältetään isoilta ennenaikaisilta korjauksilta. Ennaltaehkäisy on yleensä huomattavasti edullisempaa kuin vaurioiden korjaus.

Talousvettä toimittavaa laitosta on hoidettava niin, että toimitettu vesi on terveydelle haitatonta ja muutenkin käyttötarkoitukseensa soveltuvaa. Huolellisella huollolla ehkäistään vaurioita ja ongelmatilanteita. **Järjestelmällinen kunnossapito parantaa laitteistojen toimintavarmuutta ja kuntoa, pienentää korjaustöistä aiheutuvia kustannuksia sekä vähentää vaurioiden määrää.** Laitosta on tarkkailtava säännöllisesti (mielellään viikoittain tai päivittäin ja sitä useammin, mitä monimutkaisempi prosessi on käytössä ja mitä enemmän vedenkäyttäjiä laitoksella on). Laitoksen toiminnasta ja toimivuudesta on huolehdittava sekä laitteistojen kuntoa on ylläpidettävä. Ylläpito- ja huolto-ohjeiden laatiminen on erityisen tärkeää pienillä laitoksilla, joilla tärkeät tiedot ovat usein vain yhden vesilaitoshoitajan varassa.

Laitoksen toimivuuden arviointi on osa ylläpitoa. Vesilaitos koostuu vedenotto- moista, käsittelyjärjestelmästä, jakeluvarastoista ja –järjestelmästä, mutta kokonaisuuteen kuuluvat myös pohjaveden muodostumisalue sekä käyttäjät. Nämä ovat kytköksissä toisiinsa ja niitä on hallittava ja arvioitava yhtenäisesti. Veden laatuun, järjestelmän toimivuuteen ja veden käyttäjien terveyteen voidaan vaikuttaa jokaisen osatekijän kautta. Vesilaitos on vastuussa vedestä käyttäjän liitoskohtaan asti. Sen on myös huolehdittava tiedottamisesta mm. veden laadun osalta.

Vesilaitokselle nimetään yleensä yksi **päävastuullinen: laitoksen vastaava hoitaja**. Hänen tehtävänsä on huolehtia laitoksen hoidon asiallisuudesta ja laitoksen riittävä-

Vesilaitoksen kokonaisuutta voidaan havainnollistaa seuraavalla kaaviolla:
pohjavesialue (tekijät alueella) ↔ kaivo ↔ käsittelyjärjestelmä ↔ jakelujärjestelmä ↔ käyttäjät

tä tarkkailusta. Hoitajalla on oltava kattavat tiedot vesihuoltolaitoksesta sekä taidot laitoksen hoitamiseen. Terveysturvallisuuden mukaan vesilaitoshoitajan on todistettava pätevyytensä. (kts. s. 10) Myös hoitajan varahenkilöllä on oltava riittävät tiedot vesihuollosta. Varahenkilöstä voidaan sopia myös esimerkiksi yhteistyössä toisen vesilaitoksen kanssa tai ostopalveluna.

Vastaavan hoitajan ja hänen varahenkilönsä yhteystiedot on oltava kaikilla vedenkäyttäjillä. Näin käyttäjät saavat yhteyden laitoksen hoitajaan, mikäli vesihuollossa on ongelmia.

Laitos voi myös solmia **huoltosopimuksen ulkopuolisen tahon** (esimerkiksi huoltoyhtiön) **kanssa**. Ulkopuolisella taholla on tällöin oltava pätevyystesti suoritettuna. Huoltosopimukseen on hyvä kirjata kaikki tehtävät työt ja huoltomaksut.

6.2

Laitoksen asiakirjat

Laitoksella on hyvä olla seuraavat tiedot omina kansioinaan:

- Laitoksen perustiedot
 - järjestelmän tiedot (mm. pohjavesialueen, vedenottamon ja käsittelyjärjestelmän tiedot, kartat verkostosta sekä putkien koot)
 - työturvallisuussuunnitelma
 - varaston materiaali- ja tarviketiedot
 - käyttöturvallisuustiedotteet kemikaaleille
 - laitekortit ja käyttöoppaat
 - huoltosuunnitelma
 - annosteluohjeet ja muut prosessin ohjaus- ja säätöohjeet
- Käyttötiedot
 - käyttöpäiväkirja
 - * virtaamat
 - * eri prosessiyksiköiden käyttötiedot
 - * kemikaalikulutus
 - * energian käyttö
 - * pumppujen käyntituntilaskurien lukemat
 - * mittarien lukemat ja kalibroinnit
 - * muut käyttötarkkailun havainnot ja analyysitulokset

- vesimittareiden lukemat niin käyttäjien kuin laitoksen mittareissa
- suoritettavat huollot ja muut ylläpitotehtävät
- vesilähteen tiedot: pohjavedenpinnan korkeudet, pumpatun veden määrät, veden virtaamat, paineenmittauspisteiden tiedot
- verkoston huoltotoimenpiteet (huuhtelut, puhdistukset, pinnoitukset, vuototutkimukset)
- tiedot vuotojen korjauksista (aika ja paikka sekä mahdollinen syy-selvitys)
- Valvontatiedot
 - virallisten valvontatutkimusten tulokset: veden laadun valvontatutkimuspaikat ja valvontatulokset, joissa on otettu huomioon arvojen ylitykset
 - asiakaspalautteet: laitokselle tulleet huomautukset, huomautusten syyt, niiden perusteella tehdyt selvitykset ja suoritettavat toimenpiteet.

Käyttöpäiväkirjaan merkitään kaikki tiedot, joista on hyötyä laitoksen hoitajalle, hänen varahenkilölleen ja seuraajalle. Käyttöpäiväkirjasta on oltava hyötyä myös mahdollisten vahinkojen ja poikkeavuuksien arvioinnissa.

6.3

Toimenpiteet laitoksella

Laitoksen hyvä ylläpito vaatii asiantuntemusta. Tähän ei aina riitä laitoksen käyttäjien kokemus, vaan toisinaan on syytä kääntyä asiantuntijapalveluiden puoleen. Onkin hyvä pitää huolta siitä, että laitoksesta vastuullisilla on listaus asiantuntevista yhteistyötahoista (liite 5):

- sähköasiantuntija
- putki- ja LVI-asiantuntija
- elektroniikka- ja säätöasiantuntija
- laiteasiantuntija ja verkostoasiantuntija
- viranomaiset, kuten terveysvalvonta, ympäristöviranomaiset, pelastuslaitos.

Laatimalla ja noudattamalla perusteellista **huolto-ohjelmaa** voidaan säästyä ylläpitämisestä käyttökatoilta, ylimääräisiltä korjauksilta sekä pidentää järjestelmän käyttöikää. Huolto-ohjelmaan kirjataan laitoksella suoritettavat tehtävät ja niiden ajankohdat. Huolto-ohjelmaan sisällytetään koko laitos: pohjavesialueelta kiinteistöihin kaikkine yksikköineen ja laitteineen. Huolto-ohjelmassa on otettava huomioon mahdolliset vedenottamon lupaan sisällytetyt velvoitteet. Esimerkkejä huolto-oh-

jelmaan sisällytettävistä toimista on liitteessä 5. Huoltotoimenpiteet ovat kuitenkin laitoskohtaisia ja tämä on otettava huomioon huolto-ohjelmaa laadittaessa.

Kaikki tehdyt huollot kirjataan. Se helpottaa ylläpitoa esimerkiksi silloin, kun sijainen huolehtii laitoksesta. Asiakirjoista voi olla myös hyötyä tulevaisuudessa ongelmatilanteita ratkottaessa. Huolto-ohjelman tulisi sisältää:

- toiminnalliset ohjeistukset eli mitä laitoksella tehdään ja kuinka usein (esimerkkejä liitteessä 5)
- laitteistojen ylläpitotilastot, mm. valvontalaitteistojen kalibroinnit
- aikataulut
- vastuut ja vastaavat henkilöt
- toiminnalliset muuttujat eli arvot, joiden avulla laitoksen toimintaa ohjataan (esimerkiksi pH)
- tiedot työtiloista ja työvälineistä.

Ottamon ja koko vesilaitoksen laitteistot on tarkistettava ja huollettava säännöllisesti. Laitteiden mukana tulevat laitevalmistajien ohjeet ovat ensisijainen tietolähde. Varsinkin suuremmilla laitoksilla ja monimutkaisemmissa järjestelmissä **laitekortit** ovat sopiva väline laitteistojen pitämiseen ajan tasalla. Huolto-ohjeiden yhteenvetona laadittu muistiokalenteri helpottaa laitteiden ja koneiden huoltotoimia. Joka tapauksessa on syytä merkitä muistiin (esimerkiksi laitekortteihin, laitteen käyttöohjeen yhteyteen tai erilliseen muistioon), milloin kone on hankittu, milloin ja miten sitä on huollettu ja koska se olisi tarkistettava seuraavan kerran sekä laitteen varaosien hankintapaikat ja varaosien varastointitiedot. Laitteiden hankinnan yhteydessä on syytä sopia laitteiden käytön ja huollon neuvonnasta. Epäsäännöllinen käyttö voi toisinaan edellyttää, että laitteita huolletaan suosituksia useammin.

Muita laitoksen ylläpidossa huomioonotettavia asioita

Kemikaalien säilytyspaikan on oltava varastointiin soveltuva ja turvallinen. Säilytystilan on oltava kuiva ja turvallisesti lukittu. Lattian tai säilytystason on oltava sileä ja helposti siivottavissa. Useilla kemikaaleilla on omia vaatimuksiaan säilytykselle, kuten suoja-altaan tarve, ilmastointivaatimukset tai vastaavat. Esimerkiksi kalkkivarasto erotetaan yleensä muista tiloista seinillä pölyämisen takia. Kemikaaleja ei tule varastoida huoltokaivoon. Kemikaaleja hankittaessa on selvitettävä kemikaalin turvalliset säilytystavat ja muistettava niiden varastointiaikojen rajoitukset. Kosteus aiheuttaa ongelmia useille kemikaaleille (kalkki esimerkiksi paakkuuntuu) sekä jopa vaaratilanteita (reaktiot kloorin kanssa).

Kemikaaleja ei saa annostella liikaa eikä liian vähän. Mikäli esimerkiksi klooria syötetään liian vähän, jäävät terveydelle haitalliset mikrobit eloon. Jos sitä syötetään liikaa, voi vesi muuttua käyttäjille epämiellyttäväksi ja jopa terveydelle haitalliseksi.

Talousvesipumppujen käytössä on noudatettava valmistajan ohjeita. Kaikille pumppuille yleisenä ohjeena on, että niiden toimintaa on seurattava ja lukemat kirjattava

säännöllisesti. Pumppujen puhtaudesta on myös pidettävä huolta, sillä se lisää pumpun käyttöikä ja toimintavarmuutta. Kaikki epätavallinen on huomioitava: epätavalliset äänet laitteistoissa, pumpun pysähtyminen sähkökatkokkien aikana jne. Vaikka pumpun toiminnassa havaittu poikkeava ilmiö ei vaikuttaisi vaativan välittömiä toimia, kaikki poikkeava on kuitenkin hyvä kirjata. (Katso myös liite 5.)

Veden laatu voidaan taata sitä paremmin, mitä tehokkaammin talousveden valmistusketjun osat ovat hallinnassa. Ketjuun kuuluvat puhtaan vesilähteen valitsemisen, vesilähteen suojaaminen saastumiselta, soveltuvan käsittelymenetelmän valinta, veden desinfiointi, vedenjakeluverkoston jatkuva kunnostus, veden laadun valvonta, työntekijöiden koulutus ja erityistilanteisiin varautuminen.

6.4

Yleinen tiedottaminen

Vesihuoltolaitoksen on tiedotettava riittävästi laitoksen toimittaman talousveden laadusta sekä siitä, miten vesihuollosta perittävät maksut muodostuvat.

Valvontatutkimusten tulokset on toimitettava kunnan terveydensuojeluviranomaiselle. Sen lisäksi vesilaitoksen on kerrottava veden käyttäjille, minkälainen veden laatu on. Tiedottamisen voi hoitaa esimerkiksi Internetin välityksellä tai koteihin jaettavilla tiedotteilla, jotka voi lähettää esimerkiksi laskujen yhteydessä. Veden laadusta olisi hyvä tiedottaa asiakkaille vähintään kerran vuodessa. Jos veden laatu heikkenee, on laitoksen tiedotettava tilanteesta heti. Vakavista veden laatuun vaikuttavista muutoksista on tiedotettava heti kunnan terveydensuojeluviranomaiselle. (Katso myös kohta 8.5 Tiedottaminen erityistilanteissa)

- **Vesilaitoksen perusteellinen ylläpito ja tehokas käyttötarkkailu edistävät vesilaitoksen toimivuutta ja veden terveydellistä laatua.**
- **Laitoksen hoitajan asiantuntemus on ylläpidon avainsana.**
- **Laitoksella pitäisi olla käyttöpäiväkirja, huolto-ohjelma, valvontatutkimusohjelma sekä mahdollisesti laitekortit.**
- **Vesilaitoksen ylläpito tarkoittaa koko järjestelmän ylläpitoa: pohjavesialue, kaivot, vedenpuhdistusjärjestelmä ja verkostot.**

7 Käyttötarkkailu

7.1

Käyttötarkkailu vesilaitoksilla

Käyttötarkkailulla tarkoitetaan vesilaitostoiminnan ja veden laadun vaaratekijöiden tunnistamista sekä jatkuvaa veden laadun seurantaa, jonka vesilaitos tekee itse.

Vesihuoltolaitoksen on tarkkailtava käyttämänsä raakaveden määrää ja laatua sekä veden hävikkiä laitoksen verkostossa. Kattava käyttötarkkailu - laitoksella suoritettu ”omavalvonta” - on olennainen osa vesilaitoksen toimintaa. Vain säännöllisellä ja kattavalla käyttötarkkailulla voidaan merkittävässä määrin turvata jaettavan veden laatu. Lainsäädännön mukaan kaikilla laitoksilla on suoritettava käyttötarkkailua. **Käyttötarkkailuun pitää sisällyttää riittävä määrä tutkimuksia raakaveden laadusta, jotta laitos voi arvioida vedenkäsittelyn tarvetta ja toimivuutta sekä veden laadun muuttumista verkostossa.** Käyttötarkkailunäytteiden määrää ei ole mainittu lainsäädännössä. Kuitenkin suositellaan, että raakavesi tutkittaisiin vähintään neljä kertaa vuodessa sellaisten tekijöiden suhteen, joilla on suuri merkitys veden laadulle. Pohjavesilaitoksilla raakavesinäytteet otetaan laitokseen tulevasta vedestä.

Laitoksen käyttötarkkailuun kuuluu:

- Toiminnallinen tarkkailu – laitteiden ja prosessin toimivuuden valvonta, joka sisältää tiedonkeruun prosessin ohjausta ja säätöä varten.
- Veden laadun valvonta – veden mikrobiologisen ja fysikaaliskemiallisen laadun seuranta veden käyttökelpoisuuden varmistamiseksi.
- Käyttäjien tyytyväisyyden arviointi – käyttäjien kommenttien ja valitusten tallentaminen, jotta ongelmat havaitaan mahdollisimman nopeasti.
- Muu tutkimus ja tarkkailu – mahdollisten ongelmien tunnistaminen ja riskinhallinta.

Käyttötarkkailulla tarkoitetaan, että **laitos toteuttaa itsenäisesti talousveden laadunvarmistusta**. Siihen ei lueta mukaan lain velvoittamia veden laatuanalyysijä. Käyttötarkkailua on kuitenkin jo se, että laitokselta lähtevän veden määrä, eli päävesimittarin lukema, luetaan kerran viikossa ja lukema kirjataan. Kun lukemat pysyvät tasaisina ja täsmäävät vuosittaisissa tarkastuksissa asiakkaille myydyn veden kanssa, voidaan todeta, että merkittäviä vuotoja verkostossa ei ole.

Talousvesiasetuksessa on ilmoitettu vähimmäismäärä niistä määrytyksistä, jotka kunnan terveydensuojeluviranomaisen (viranomaisnäytteet) on tehtävä. Tästä on enemmän kappaleessa 2. Vesilaitoksen käyttötarkkailuun puolestaan kuuluu se, että vesianalyysien tulokset tarkistetaan niiden saapuessa. Tuloksia on verrattava edellisiin tuloksiin, jotta mahdolliset muutokset voidaan havaita. Tuloksia verrataan myös talousvesiasetuksen raja- ja suositusarvoihin. (liite 1)

Käyttötarkkailuun kuuluu vesilaitoksen käsittelymenetelmien valvonta, kuten klooripitoisuuden säännöllinen mittaus, mikäli verkostoon syötetään klooria. Säännölliseen tarkkailuun voidaan sisällyttää erilaisia vesimääriä ja veden laatua kuvaavia mittauksia laitoksella, kuten

- verkostoon pumpatun veden määrä
- pohjaveden pinnan korkeus kaivossa ja vedenoton vaikutusalueella sijaitsevissa havaintoputkissa
- indikaattoribakteerien (esimerkiksi koliformiset bakteerit ja *E.coli*) analysointi pikatesteillä tai laboratoriossa
- laitokselle tulevan vedenlaadun seuranta kenttämittareilla: lämpötila, pH, sähkönjohtokyky, sameus, liunneen hapen pitoisuus, väri, kovuus, alkaliteetti tai vedenlaadun seuranta laboratoriossa.

Erilaisia analysointireitoja, **kenttämittareita** ja mitta-antureita on markkinoilla jo lukuisia, mutta tärkeää on myös seurata veden laatua **aistinvaraisesti** (veden haju, maku, väri ja sameus). **Tarkastuskierrokset** ottamon ympäristössä sekä ottamalla (erityisesti kemikaalien syöttö ja pumppujen toiminta) ovat myös merkittävä osa käyttötarkkailua.

Jokaiselle laitokselle on hyvä hankkia pH-mittari, jolloin laitoksen hoitaja voi mitata ja merkitä muistiin veden pH:n aina laitoksella käydessään. Mikäli vesilaitoksen vettä ei käsitellä, voidaan pH-arvosta arvioida veden laadun muuttumattomuutta ja ongelmattomuutta. Mikäli vettä käsitellään, on veden pH-arvon säätäminen käsittelymenetelmään sopivaksi (tai päinvastoin) tarpeen useissa käsittelymenetelmissä. pH-mittari voi olla esimerkiksi jatkuvatoiminen mittari, jonka anturi sijoitetaan vesilinjaan tai erillinen yksikkö, johon johdetaan vesi prosessin eri pisteistä, jolloin yhdellä mittarilla voidaan tarkkailla useita kohtia. Käyttötarkkailun merkitys korostuu, mikäli riskitekijät ovat huomattavia. Erityisen tärkeää on kirjata kaikki selkeästi muistiin. Jotta mittarien (esimerkiksi pH-mittarin) tulokset olisivat luotettavia, on **mittari kalibroitava ja huollettava ohjeiden mukaisesti**. Kloorimittarin saatavuus on selvitettävä sellaisten tapauksien varalle, jolloin vesilaitoksen täytyy aloittaa juo-

maveden klooraus. Vettä on erityisesti syytä tarkkailla tilanteissa, joissa pohjaveden pinnat ovat poikkeuksellisen korkealla voimakkaiden sateiden jälkeen tai poikkeuksellisen matalalla kuivana aikana.

Käyttötarkkailua ja riskien hallintaa suunniteltaessa on pohdittava ainakin seuraavia asioita:

- Ovatko veden todennäköisimmät ongelmat bakteeriperäisiä vai kemiallisia?
- Mitä veden laatua uhkaavia vaaratekijöitä on vedenottamon läheisyydessä?
- Voiko veden käsittelykemikaaleista aiheutua jotakin vaaraa?
- Kuinka laitteistoja valvotaan, jotta oltaisiin varmoja niiden toimivuudesta?
- Mistä vesinäytteet otetaan ja kuinka usein?
- Missä näytteet analysoidaan?
- Kuinka valvonta-aineisto auttaa pienentämään riskejä ja turvaa käyttäjien terveyden?

Mitä monimutkaisempi veden puhdistusjärjestelmä on, sitä tarkemmin sitä on valvottava. Järjestelmän valvontaa helpottavat mm. jatkuvatoimiset mittauslaitteet, automaattiset säätimet, valvontajärjestelmät ja automaattihälytykset, varajärjestelmät, muuttujien valvonta kemikaalien annostuksissa sekä toimivat sekoitusjärjestelmät.

Mikäli käyttötarkkailussa havaitaan vesilaitoksen vedessä raja- tai suositusarvojen ylittäviä pitoisuuksia haitta-aineita, on otettava välittömästi yhteys kunnan terveydensuojeluviranomaiseen. Mikäli ulosteperäisten indikaattoribakteerianalyyysien tulokset ylittävät raja-arvot, on myös käyttäjille ilmoitettava asiasta ja ryhdyttävä toimenpiteisiin tilanteen korjaamiseksi. Tällöin on otettava myös uusintänäytteet.

Mikäli pohjavettä ei käsitellä, riittää yleensä **verkostonäytteiden** lisäksi **raakaveden analysointi**. Raakavesinäyte otetaan pohjavesilaitoksella ensisijaisesti laitoksen tai pumppaamon tulevasta vedestä. Mikäli tämä ei ole mahdollista, voidaan näytteenottoon kaivosta käyttää mm. erilaisia noutimia ja pumppuja. Mikäli käsittely on yksinkertainen (kuten pelkkä alkalointi) riittää raakaveden ja **lähtevän veden analysointi** antamaan kattavan kuvan veden laadusta. Lähtevän veden näyte esittää myös puhdistustehokkuuden ja prosessin osatekijöiden yhteisvaikutuksen. Mikäli käsittelyyn kuitenkin kuuluu useampia vaiheita tai kemikaaleja, on kunkin prosessiyksikön toimintaa hyvä seurata erikseen ainakin soveltuvien suureiden osalta. **Käsittelyprosessista otettujen näytteiden** on annettava kattava kuva käsittelyjärjestelmän toimivuudesta. Viralliset valvontatutkimusohjelman mukaiset näytteet otetaan **verkostovedestä**, yleensä käyttäjien hanoista. Laitos voi ottaa myös omia lisänäytteitä verkostovedestä. Verkostoveden näytteenottopisteet valitaan niin, että ne kuvaavat mahdollisimman hyvin järjestelmän olosuhteita. Näytteenottopaikoista sovitaan yleensä kunnan terveydensuojeluviranomaisen kanssa. Mikäli verkostoa rakennetaan lisää, on syytä tarkistaa näytteenottopaikkojen riittävyys ja valvontatutkimusohjelman kattavuus.

Näytteenotto

Viralliset näytteet

Virallisia valvontanäytteitä varten on käytettävä hyväksytyjä, standardien mukaisia näytteenottomenetelmiä. Sellaisia näytteitä ottavat terveystarkastajat tai sertifioidut ympäristönäytteenottajat. Tässä oppaassa esitetyt ohjeet soveltuvat etupäässä vesilaitoksen omaan käyttötarkkailuun. Ensisijaisesti on noudatettava aina laboratorion antamia ohjeita. Säännöllisen näytteenoton osalta vesilaitoksen kannattaa aina sopia siitä, että näytteen käy ottamassa kunnan terveystarkastaja tai joku muu näytteenottoon koulutuksen saanut henkilö, esimerkiksi laboratorion näytteenottaja. Nopeita toimenpiteitä vaativissa tilanteissa, esimerkiksi jos epäillään, että vesi on saastunutta ja että se voi aiheuttaa terveysvaaran veden käyttäjille, on vesilaitoksen kuitenkin osattava ottaa näyte myös itse.

Väärin otettu näyte, väärästä paikasta otettu näyte, väärään astiaan otettu näyte tai väärin säilytetty näyte antaa väärän tuloksen.

Näytteenotossa on muistettava:

- Selvittää se, mihin kysymyksiin näytteenotolla halutaan vastaus. Tarkoituksena voi olla selvittää raakaveden laatu, veden soveltuvuus talousvedeksi, veden terveydellinen laatu tai vedenkäsittelyn toimivuuden arviointi.
- Tutkimuksen tarkoituksen perusteella valitaan ne tutkimukset, joita vedestä tehdään. Näytteen määrä riippuu tutkimustarkoituksesta.
- Kaikkia mittauksia varten näyte ei säily niin kauan, että se voidaan tutkia laboratoriossa. Siksi osa määrittelyistä on tehtävä heti samalla, kun näyte otetaan. Joihinkin näytteisiin on lisättävä kestäväintiainetta, jotta ne säilyvät edustavina laboratorioon. Näytteenottajan on tiedettävä, mitkä määrittelyt on tehtävä heti, mitkä näytteet on kestäväitävä ja mitkä näytteet voidaan lähettää laboratorioon sellaisenaan. (taulukko 6)
- Ottaa mukaan oikeat näytteenottovälineet, esimerkiksi oikeat näytepullot. Mikrobiologisia tutkimuksia varten tarvitaan erittäin puhtaat, steriloidut näytepullot. Kemiallisia määrittelyjä varten tarvitaan määrittelyksestä riippuen joko muovisia tai lasisia pulloja. Oikeanlaiset näyteastiat kannattaa aina pyytää laboratoriosta, jonne näytteet lähetetään.
- Osan määrittelyistä voi tehdä mittareilla, joita voi käyttää paikan päällä. Mittareiden käyttö pitää opetella etukäteen, ei vasta siinä vaiheessa, kun on ottamassa näytettä.
- Näytteenottopaikan ja tavan, jolla näyte otetaan, pitää olla oikeat. Jos otetaan näyte esimerkiksi kaivosta, ei näytettä saa ottaa kaivon pinnalta.

- Ensin otetaan näytteet veden bakteeritutkimuksia varten. Muut näytteet otetaan vasta tämän jälkeen.
- Näytettä otettaessa on tehtävä huolelliset muistiinpanot näytteenotosta näytteenottopäiväkirjaan. Päiväkirjaan kirjataan myös kaikkien näytteenottopäivällä tehtyjen mittausten tulokset.
- Näytteet on säilytettävä oikein. Ne on pidettävä viileinä (2–8°C), mutta ne eivät saa jäätyä. Yleensä näytteet voi säilyttää jääkaapissa tai kylmävaraajilla täytetyssä kylmälaukussa.
- Laboratorioon toimitettavat näytteet on lähetettävä heti. Näytteiden viileänä pysyminen on varmistettava myös lähetyksen aikana. Laboratoriolle lähetetään näytteiden mukana myös tiedot näytteenottopäiväkirjasta.

7.2.2

Näyteastiat

Näyteastia riippuu siitä, mitä tutkimuksia näytteestä tehdään. Siksi on käytettävä monenlaisia ja eri tavoin käsiteltyjä astioita. Erityyppiset näytteet on otettava omiin pulloihinsa.

Kaikkein varminta on pyytää laboratoriolta tarvittavat pullo. Erityisesti mikrobiologisia näytteitä varten tarvittavat steriilit pullo on syytä pyytää laboratorion.

Ellei laboratorion ole saatavissa pulloja voi käyttää seuraavia ohjeita:

- Lasipulloja on käytettävä aina, kun tutkitaan esimerkiksi veteen liuenneita kaasuja ja orgaanisia yhdisteitä. Taulukossa 6 on ilmoitettu, milloin on käytettävä lasipulloa.
- Fysikaalis-kemiallista analyysiä varten näyte voidaan yleensä ottaa polyeteenipulloon, jossa kierretulpan tulisi olla väritön tai siinä teflonttiiviste.
- Metallinäytteiden (esimerkiksi rauta ja mangaani) astioina tulisi käyttää ns. nalgene-pulloja, jotka valmistetaan mm. polykarbonaatista ja polypropyleenistä.

Näyteastioiden pitää olla puhtaita. Fysikaalisia ja kemiallisia määrittämiä varten astiat pestään harjalla ja pesuaineella. Astiat pitää huuhdella ainakin viisi kertaa vesijohtovedellä ja sen jälkeen pari kertaa tislattulla vedellä. Taulukkoon 6 on merkitty, tarvitseeko näytepullo erityistä puhdistamista, kuten pesemistä hapolla.

Taulukko 6.

Vesinäytteiden säilyvyys, tarvittavat näytemäärät ja kestäväointi.

Määrittäminen	Näytemäärä, ml	Kestäväointi K = kentällä L = laboratoriossa	Säilyvyys	Huomautuksia	K, M
Alkaliteetti	100		1 d	Näytepullo täytettävä kokonaan	K, M
Bakteerit	250		huono, 8-18 h	Steriloitu lasipullo	M
KMnO ₄ -kulutus	100	1 ml 4 M rikkihappoa/100 ml (L)	5 d		
Happi	100	1 ml MnSO ₄ ja 1 ml Naj / 100 ml (L)	1 d	Hiostulpallinen lasipullo, titrausmenetelmä	K
Kalsium, kovuus	100		7 d		M
Kloori	2*100		huono	Hiostulpallinen lasipullo. Pullo täytetään kokonaan vedellä. Määrittäminen tehtävä heti	K, M
Kloridi	100		7 d		
pH-arvo	100		huono	Lasipullo täytetään kokonaan vedellä. Määrittäminen kentällä tai nopeasti laboratoriossa	K
Kokonaisrauta	100	1 ml 4 M rikkihappoa / 100 ml (L)	6 kk	Happopesty näytepullo	M
Rauta, pelkistynyt	100	1 ml 4 M rikkihappoa / 100 ml (K)	Huono	Hiostulpallinen lasipullo. Määrittäminen kentällä tai heti laboratorioon tultua	K, M
Sameus	100		1 d	Lasipullo	M
Sähkönjohtavuus	100		1 d	Polyeteenipullo	K, M
TOC	250		1 d	Hiostulpallinen lasipullo. Pullo täytetään kokonaan vedellä	
Ammonium	100		Huono	Pyrittävä määrittämään heti	
Nitriitti	100		5 h	Määrittäminen heti	M
Nitraatti	100	1 ml 4 M rikkihappoa/100 ml (L)	7 d		M
väri	100		1 d		M
Hiilidioksidi (hiilihappo)			Huono	Hiostulpallinen pullo	
Radon			1 d	Laboratoriosta nestetuikepullo	
Fluoridi	100		7 d	Polyeteenipullo	
Mangaani	100	1 ml 4 M rikkihappoa / 100 ml (L)	6 kk	Happopesty näytepullo	
Uraani	100		7 d		
Arseeni	100		7 d		

KM-sarake: K analysoidaan mielellään suoraan kentällä ja M voidaan tehdä itse yksinkertaisilla pikamenetelmillä tai laboratoriossa. Muut laboratoriossa. Katso myös Liite 4. Mittarit ja analysaattorit

Mikrobiologista tutkimusta varten näytepullojen pitää olla steriilejä. Steriilejä pulloja saa laboratorion lämpötilasta. Mikäli tämä ei ole mahdollista, steriloinnin voi suorittaa myös keittämällä puhdasta pulloa avonaisena puoli tuntia. Keittämisen jälkeen pullo tyhjennetään ja suljetaan heti keitettyllä tiiviillä tulpalla. Pullo kääritään puhtaaseen paperiin ja annetaan jäähtyä. Pulloa voi myös pitää uunissa 165 asteessa 60 minuutin ajan.

Jos näyte otetaan klooratusta vedestä, mikrobiologinen näyte on otettava pulloon, johon on lisätty ennen sterilointia natriumtiosulfaattiliuosta ($35 \text{ g Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ litraan vettä) 1 ml näyteliitraa kohden. Natriumtiosulfaatti estää sen, että kloori ei haittaa bakteerimääritystä.

Taulukossa 6 on ilmoitettu tarvittavat näytemäärät, pullojen täyttötapa, milloin niitä ei jätetä vajaiksi, näytteen kestäväintitapa sekä säilyvyysaikoja eri määrytyksiä silmällä pitäen.

7.2.3

Näytteenotto

Mikrobiologista tutkimusta varten näyte on otettava kädet huolellisesti pestyinä tai kertakäyttökäsineitä käyttäen. Mikrobiologinen näyte otetaan aina ensimmäiseksi, ennen muita näytteitä.

Vesijohdosta näyte otetaan juoksuttamalla vettä hanasta 3-5 minuutin ajan kohtuullisella nopeudella. Näytepullon sisäosia ja näytteen kanssa kosketuksiin joutuvaa korkin osaa ei saa saastuttaa. Niihin ei saa koskettaa käsillä, eivätkä ne saa koskettaa esimerkiksi vesihanaan. Pulloa ei täytetä täyteen, ja se suljetaan tiiviisti.

Kaivosta vesinäyte voidaan ottaa pullonoutimella tai astialla, jota normaalisti käytetään vedennostoon.

Pumppukaivosta näyte voidaan ottaa kuten vesijohdosta.

Jos käytetään pullonoudinta, pullonpidin on liekitettävä heti ennen käyttöä eli se on kuumentettava esimerkiksi puhalluslampulla. Pullo upotetaan suu alaspäin nopeasti 20-30 cm vedenpinnan alapuolelle. Pulloa ei täytetä täyteen.

Näytteenoton aikana tehdään tarvittavat kenttämääritykset, kuten veden lämpötila, pH, sähkönjohtokyky, happi, rautaa, näytteen ulkonäön arviointi ja haju. Havainnot on koottava kenttämuistioon.

Taulukossa 7 on yhteenveto näytteenottomenetelmistä eri tilanteissa.

Taulukko 7.

Miten vesinäyte otetaan eri tilanteissa?

Vesi-näytteen ottokohde	Miten vesinäyte otetaan	Juoksetaanko vettä ennen näytteenottoa	Onko tarve irrottaa suuttimet ja sekoittimet	Onko tarve desinfioida mikrobiologisia tutkimuksia varten
Pohjavesi	Pumpulla (uppopumpu, peristalttipumpu, inertiapumpu) havaintoputkesta tai desinfioidulla noutimella lähteestä.	Kyllä; vettä pumpataan ennen näytteenottoa, kunnes lämpötila ja sähkönjohtavuus tasoittuneet; vähintään kolme kertaa havaintoputken vesitilavuuden verran.	Kyllä, jos näytteenottoletkuihin on liitetty suuttimia.	Uppopumpu desinfioidaan upottamalla 30 minuutiksi 10 mg Cl ₂ /l hypokloriittiliuokseen; Letkuosat ja noudin huuhdellaan hypokloriittiliuoksella.
Kaivovesi	Kaivon asennetulla pumpulla tai suoraan näytepulloon (mikrobiologiseen tutkimukseen steriloitu pullo, steriileillä käsineillä) tai desinfioidulla noutimella.	Ei juoksetusta tai vain pumpussa olevan veden vaihtamisen verran.	Kyllä, kaivon hanan suuttimet on irrotettava.	Kyllä, kaivopumpun hana on liekitettävä. (70 % etanoli- tai hypokloriittiliuos, kun hana ei kestä liekitystä)
Vesisäiliö	Hanasta tai suoraan pulloon (mikrobiologiseen tutkimukseen steriloitu pullo, steriileillä käsineillä).	Jos vesisäiliössä on hana, lyhyt juoksetus, jotta varmasti säiliön vettä näytteessä.	Kyllä, vesisäiliön hanan suuttimet on irrotettava.	Kyllä, vesisäiliön hana on liekitettävä.
Verkosto-vesi	Näytteenottohanoista.	Kyllä; vettä juoksetaan kunnes lämpötila on tasoittunut. Juoksetus ei saa olla liian voimakasta (hana vain puoliksi auki).	Kyllä.	Kyllä, näytteenottohanat on liekitettävä.
Käyttäjien hanavesi	Kiinteistöjen hanoista.	Ei ollenkaan tai 5-10 sekuntia.	Ei	Ei

7.2.4

Vesinäytteiden säilytys ja kuljetus

Vesinäytteet on toimitettava mahdollisimman pian laboratorioon, sillä säilytys muuttaa useita veden laatutekijöitä. Kuljetuksen ajan näytteet on säilytettävä pimeässä ja 2-8 °C lämpötilassa, esimerkiksi kylmälaukussa. Kesällä kylmälaukkuun on laitettava useita kylmävaraajia. Talvella näytteet pitää eristää pakkaselta, sillä näytteet eivät saa jäätyä. Näytteiden mukana olevaan läheteeseen kirjataan näytteenottajan nimi, näytteenottoaika ja -aika, näytteenottomenetelmä ja selvitys mitä, näytteistä halutaan tutkittavan. Myös mahdolliset aistinvaraiset havainnot (haju, väri, sameus) kirjataan mahdollisimman tarkkaan. Mikäli näytteitä joudutaan säilyttämään yön yli

ennen laboratorioon toimittamista, kirjataan läheteeseen säilytyslämpötila. Likaantuneita ja puhtaita näytteitä ei saa säilyttää samassa tilassa kuljetuksen aikana.

- **Käyttötarkkailu on laitoksen omaa valvontaa, jota on erittäin tärkeä toteuttaa virallisen valvontatutkimusohjelman tarkkailun ohella.**
- **Käyttötarkkailua voidaan toteuttaa erilaisten mittareiden ja analysointimenetelmien avulla sekä myös tarkistuskierrosten ja aistinvaraisten havaintojen avulla. Käyttötarkkailuhavainnot kirjataan ylös.**
- **Laitoksen hoitajan on hyvä tietää, miten vesinäyte otetaan ja miten sen voi toimittaa tutkittavaksi.**

Lisätietoja:

Mäkelä ym. Vesitutkimusten näytteenottomenetelmät.

8 Erityistilanteet pienillä laitoksilla

8.1

Vesilaitoksen on varauduttava erityistilanteisiin

Vesihuoltolain mukaan vesihuoltolaitoksen tulee huolehtia siitä, että talousvesi täyttää veden laatuvaatimukset.

Se, miten vesihuoltolaitos toimii erityistilanteissa, on otettava huomioon laitoksen ja asiakkaan välisessä sopimuksessa. Terveysturvallisuuden perusteella laitoksen on yhdessä kunnan terveys- ja ympäristöviranomaisen kanssa varauduttava ennakoituihin erityistilanteiden aiheuttamiin terveyshaittojen ehkäisemiseksi, selvittämiseksi ja poistamiseksi.

Vesilaitoksella voi olla useita erilaisia ongelmatilanteita. On tärkeää, että niihin on varauduttu etukäteen. Häiriö vesilaitoksella saattaa aiheutua esimerkiksi vahingosta, onnettomuudesta, ilkeistä, virheellisestä toiminnasta, teknisestä viasta, poikkeuksellisista sääoloista tai luonnonvaarasta. Varautuminen aloitetaan todennäköisimpien riskien kartoittamisella. Näin voidaan käynnistää varsinaiset **toimet ongelmatilanteiden todennäköisyyden pienentämiseksi ja jopa ongelmatilanteiden välttämiseksi**. Kaikkia häiriöitä ei kuitenkaan voida välttää etukäteistoimilla. Todennäköisimpien ongelmien osalta **voidaan suunnitella, miten toimitaan ongelman ilmetessä**.

Vesilaitoksella ilmenneen häiriön vakavuus riippuu monista tekijöistä. Esimerkiksi kaivoveden pilaantumisen todennäköisyys ja voimakkuus vaihtelee mm. maaperän ominaisuuksien, kaivon sijainnin ja kunnon, sääolojen, haitta-aineiden sekä raakaveden muodostumisalueella sijaitsevien pilaavien toimintojen perusteella.

Paras tapa välttää ongelmatilanteita on vesilaitoksen hyvä ja huolellinen ylläpito.

Taulukko 8.

Vesihuollon riskit ja niiden ennaltaehkäisy (Arosilta 2005, kirjoittajan muokkaama).

RISKIT	ENNALTAEHKÄISY JA HALLINTA
Luonnonilmiöt	
Kuivuus	<ul style="list-style-type: none"> • Kaivot tulee sijoittaa ja rakentaa oikein. • On suunniteltava etukäteen, mistä vettä saadaan, mikäli käytetty kaivo kuivuu. • Pidempiaikainen kuivuus voi vaikuttaa myös vedenlaatuun, jolloin vesi voi vaatia käsittelyä tai kuivuus voi aiheuttaa kaivon pohjan murtuman vaaran.
Tulvat ja rankkasateet	<ul style="list-style-type: none"> • Kaivon rakenteiden on oltava kunnossa, kaivon maanpäällisten rakenteiden on ulotuttava riittävän korkealle ja kaivoa ympäröivä maa on luiskattava. • Kaivo on sijoitettava niin, ettei vesistön pinta nouse kaivolle edes tulva-aikana.
Pakkanen ja routa	<ul style="list-style-type: none"> • Kaivo, vesijohdot ja pumpput on suojattava pakkaselta. • Mikäli routa rikkoo kaivon tai vesijohdon, on korjaustöihin ryhdyttävä heti. Rikkinäisestä kohdasta mikrobit voivat päästä veteen, etenkin, jos samassa kaivannossa oleva jätevesilinja myös vaurioituu.
Tekniset vaarat	
Maankäyttö	<ul style="list-style-type: none"> • Pohjavesialueen maankäytön suunnittelussa on huolehdittava siitä, ettei pohjavesi pilaannu. • Rakennustöissä on otettava huomioon alueen vesi- ja viemärijohdot.
Tulipalot	<ul style="list-style-type: none"> • Rakennuksien palot ja metsäpalot voivat vahingoittaa pohjavettä (erityisesti sammutuksessa käytetyt kemikaalit voivat vaikuttaa pohjaveden laatuun). • Vesihuoltoon kuuluvat yksiköt, kuten ylävesisäiliöt on suojattava paloilta. • Laitoksilla on hyvä olla palovarointimet ja mikäli mahdollista, kaukokäyttöisinä.
Sähkön jakelu	<ul style="list-style-type: none"> • Myrskyt ja tuulet voivat katkoa sähkönjakeluyhteyksiä. • Sähkönjakelun katkeamista varten olisi laitoksella hyvä olla varavoimalähde. • Pumpun uudelleen käynnistyminen lyhyen sähkökatkoksen jälkeen on myös hyvä varmistaa esimerkiksi taajuusmuuttajan avulla. • Mikäli vettä käytetään pumppauksen katkettua, voi paineen laskun takia mikrobeja imeytyä vedenjakelujärjestelmään tai likaista vettä päästä verkostoon korkeimmilla paikoilla sijaitsevista kiinteistöistä. Venttiilikaivossa olevaa pintavettä voi päästä verkostoon kaksitoimisista ilmanpoistiventtiileistä.
Maa- ja metsätalous	<ul style="list-style-type: none"> • Maatalousalueella olisi varmistettava, etteivät peltojen lannoitukset tai eläinten lanta pääse likaamaan pohjavettä. • On pyrittävä selvittämään, onko pohjaveden muodostumisalueella käytetty torjunta-aineita.
Yritystoiminta	<ul style="list-style-type: none"> • Teollisuuden laiminlyönnit ovat pilanneet pohjavesiä. Nykyisin teollisuuslaitosten lupamääräykset ohjaavat voimakkaasti toimintaa. Teollisuuslaitos on kuitenkin usein mahdollinen riski pohjavesialueella.
Asuinkiinteistöt	<ul style="list-style-type: none"> • Kiinteistökohtaiset jätevesienkäsittelyjärjestelmät ovat merkittävä riski pohjavesialueella. Myös kiinteistöillä säilytettävät jätteet, öljyt, lannoitteet ja huonosti hoidetut käymälät ja kompostit voivat olla vaarana pohjavedelle. • Huollon laiminlyönti aiheuttaa riskin pohjavedelle.
Säteily	<ul style="list-style-type: none"> • Kaivojen tiiviillä rakenteilla voidaan estää myös radioaktiivisen laskeuman pääsy kaivoveteen. Pohjavesi on pintavettä paremmin suojassa laskeumalta.

RISKIT		ENNALTAEHKÄISY JA HALLINTA
Sosiaaliset tekijät		
Ylläpito - huollon puutteet	<ul style="list-style-type: none"> • Hyvä ylläpito on merkittävin riskien ehkäisykeino vesihuollossa. • Ylläpidon puutteiden korjaustoimenpiteet ovat yleensä huomattavasti kalliimpia kuin varsinaiset ylläpitoimet olisivat olleet. 	
Saatavuus-ongelmat	<ul style="list-style-type: none"> • Kemikaalien, varaosien tai asiantuntijapalveluiden saatavuudessa voi ilmetä ongelmia esimerkiksi lakon tai jopa laitoksen syrjäisen sijainnin vuoksi. • Ongelmien välttämiseksi on oltava jatkuvasti tietoisia, mistä kyseisiä palveluja tarvittaessa saadaan ja kuinka nopeasti. • Tärkeimpien kemikaalien (erityisesti desinfiointikemikaalien) varmuusvarastoinnista kannattaa sopia kemikaalitoimittajan kanssa. 	
Ilkivalta ja rikollinen toiminta	<ul style="list-style-type: none"> • Kaivojen tuuletusluukut varustetaan ritilöillä. Veden käsittelylaitoksen, kaivojen, säiliöiden ja kemikaalivarastojen on oltava lukittuja. • Luvaton tunkeutuminen ehkäisee laitosalueen tehokas valaistus (esimerkiksi liiketunnistimella toimiva). Liika kasvillisuus on poistettava laitosalueelta. • Kiristys on Suomessa melko epätodennäköistä. • Terrorismi on Suomessa melko epätodennäköistä. 	
Muutokset veden tarpeessa	<ul style="list-style-type: none"> • Väkiluvun lisääntyminen, asuntojen varustetason nouseminen ja elinkeinon muutokset saattavat aiheuttaa ongelmia veden riittävyydelle. Vedenkulutuksen vähentyminen saattaa aiheuttaa taloudellisia tai teknisiä ongelmia laitokselle. 	

8.2

Varautuminen erityistilanteisiin

Kaikkia ongelmatilanteita ei voida estää, mutta kaikkiin tilanteisiin voidaan jossain määrin varautua. **Varautumissuunnitelma** on tehtävä kirjallisena. Se on sijoitettava niin, että se on kaikkien sitä tarvitsevien henkilöiden saatavilla. Se on kuitenkin suojattava ulkopuolisilta, sillä se ei ole julkinen asiakirja. Vesilaitoksella on oltava useampi kuin yksi ihminen tietoisena laitoksen yleisistä asioista sekä erityisesti varautumissuunnitelmasta. Varautumissuunnitelmat kannattaa laatia yhteistyössä terveydensuojeluviranomaisen kanssa tai terveydensuojeluviranomaiselle on ainakin toimitettava kopio.

Varautumissuunnitelmassa huomioon otettavista asioista voidaan tässä esitellä vain esimerkkejä. Paikalliset olosuhteet (vedenhankinta, veden käsittelymenetelmä, henkilöstö, sijainti...) vaikuttavat merkittävässä määrin lopullisen varautumissuunnitelman muodostumiseen. Suunnitelman on oltava selkeä ja yksiselitteinen. Siinä on otettava huomioon nimenomaan paikalliset olosuhteet sekä kaikki oleelliset yhteistyötahot. Suunnitelman päivittämisestä on huolehdittava ja suunnitelma on tarkistettava vuosittain. Suunnitelmaan aiheuttaa muutoksia esimerkiksi vedenkäsittelyn muuttuminen, toiminta-alueen muuttuminen tai henkilöstömuutokset.

Erityistilanteita varten laadittavaan suunnitelmaan on sisällytettävä ainakin seuraavat tiedot (malli liitteessä 8)

- laitoskuvaus: vedenotto, vedenkäsittely ja vedenjakelu
- todennäköisimmät uhkatekijät laitoksilla: niiden aiheuttamat haitat käyttäjille ja laitokselle sekä miten niitä on pyritty ehkäisemään ennalta ja mikä on erityistilanteen todennäköisyys
- toimenpiteet erityistilanteen sattuessa: välittömät toimenpiteet (veden jakelun keskeyttäminen, veden analysointi...) sekä jatkotoimenpiteet (klooraus, korjaukset laitoksilla...) sekä raportointi
- tiedottaminen erityistilanteissa (tärkeät yhteystiedot)
- henkilöstön roolit erityistilanteissa ja heidän yhteystietonsa.

Pienemmillä laitoksilla ei välttämättä ole voimavaroja kattavan varautumissuunnitelman laatimiseen. Olisi kuitenkin hyvä käydä läpi laitoksen herkimmin haavoittuvia kohtia ja pohtia ratkaisuja niihin. (Liitteessä 7 on tarkistuslista vesilaitoksen haavoittuvuuden arvioimiseksi.) Hyvien karttojen olemassa olo ja saatavuus sekä yhteyshenkilölistan laatiminen ovat erittäin tärkeitä erityisesti pienillä laitoksilla.

8.3

Toiminta erityistilanteissa

Ongelmien ilmetessä on päätettävä välittömistä toimista: Onko tilanne vaarallinen veden käyttäjien kannalta? Onko vedenjakelu syytä keskeyttää? Kenelle tilanteesta on tiedotettava? Miten tiedottaminen suoritetaan? Tarvitaanko korjaustöitä? Ketä kutsutaan apuun? Varautumissuunnitelma auttaa nopeassa päätöksenteossa. Ongelmatilanteessa on aina otettava yhteys kunnan terveydensuojeluviranomaiseen, jolla on vastuu tiedottamisesta. Hän myös auttaa ratkaisun etsimisessä.

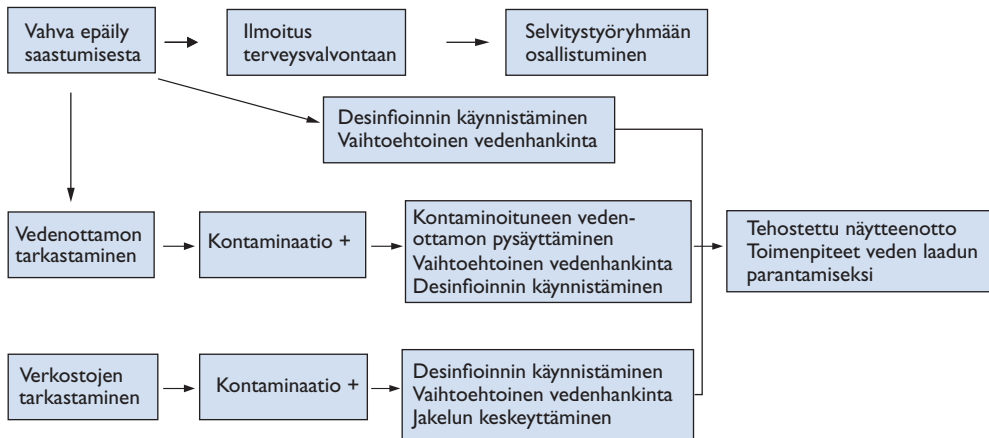
Välttämättömyyspalveluja tuottavaa yritystä sitoo ns. julkisen palvelun velvoite: vaikka ylivoimainen este rajoittaisi vesilaitoksen toimintaa, on vedenjakelu voitava hoitaa riittävässä määrin. **Jokaisella laitoksella olisi hyvä olla suunnitelma siitä, mikä on laitoksen varavesilähde.** Vettä voidaan saada esimerkiksi varakaivosta tai toiselta laitokselta. Väliaikainen vedenjakelu järjestyy helposti, mikäli laitoksella on yhteys toisen vesilaitoksen verkostoon. Tämä ei auta, mikäli ongelmat ovat verkostossa. Tällöin vettä voidaan joutua toimittamaan kuljetusautoilla. Väliaikaisen vedenjakelun järjestäminen on suunniteltava etukäteen ja sen toteutettavuus on varmistettava.

Häiriötilanteissa (esimerkiksi läheisen vesistön tulviessa) **talousveden laadun valvontaa** pitää lisätä. Tihennettyä valvontaa jatketaan, kunnes veden laatua uhkaava vaaratekijä on poistunut (vesistön pinta on laskenut normaalille tasolleen).

Yleensä veden laadun ongelmille löytyy selitys. Esimerkiksi veden paha haju ja maku osoittaa todennäköistä joko pohjaveden tai kaivon pilaantumista. Vesinäyte on lähetettävä pikaisesti **laboratorioon tutkittavaksi.** Vedestä tutkitaan laatuongelmien yhteydessä yleensä indikaattoribakteerit, pH, sameus, väri, permanganaattiluku, rau-

ta, mangaani, typpiyhdisteet, alkaliteetti, kovuus, happi ja kloridi. Laboratoriolle on hyvä ilmoittaa ilmenneet ongelmat, jolloin he voivat ehdottaa tarvittavia määrittäyksiä. Vesinäyte otetaan raakavedestä, käsitellystä vedestä ja /tai verkostovedestä riippuen siitä, mitä pyritään selvittämään. Tuloksien saapuessa voidaan ryhtyä tutkimaan, mistä veden pilaantuminen on aiheutunut. Tähän saa apua kunnan terveystarkastajalta. Kaivon rakenteet voivat olla rikkoutuneet, putkistot voivat olla kuluneet tai pohjavesialueella voi olla pilaavia tekijöitä. Erityistilanteet voivat johtaa erilaisiin toimiin laitoksella. Esimerkiksi kaivoja sekä järjestelmää voidaan joutua korjaamaan. Kunnostustoimia suunniteltaessa on hyvä ottaa yhteys alan asiantuntijoihin.

Kaikilla laitoksilla pitää varautua veden desinfiointiin. Tällä tarkoitetaan sitä, että laitoksella pitää olla mahdollisuus kytkeä desinfiointi tarvittaessa prosessiin. Desinfiointilaitteistoa ei ole välttämättä oltava laitoksella, mutta laitoksen henkilökunnan on tiedettävä, mistä laitteisto ja kemikaalit saadaan tarpeen vaatiessa nopeasti noudettua.



Kuva 16. Toimenpiteet vesilaitoksen veden saastumistapauksessa (Lähde: Sosiaali- ja terveysministeriö 2000).

Vastuut ongelmatilanteissa

Kunnan **terveydensuojeluviranomainen** on merkittävässä roolissa erityistilanteissa. Terveysuojelulain mukaan terveydensuojeluviranomainen valvoo vesilaitosten toimittaman talousveden laatua ja tarkkailee kokonaisuudessaan vesilaitoksia. Terveysuojeluviranomainen ryhtyy välittömästi toimiin saatuaan tiedon ongelmatilanteesta tai epäilystä. Terveysuojeluviranomainen päättää tarvitsee ko talousveden käyttöä rajoittaa. Terveysuojeluviranomainen on mukana niin selvitys- ja torjuntatöissä kuin käyttörajoitusten asettamisessa ja tiedotuksessa. Torjuntatehtävät jakautuvat terveyskeskuksen, terveydensuojeluviranomaisen ja vesihuoltolaitoksen kesken. Terveysuojeluviranomainen vastaa yhdessä vesilaitoksen kanssa erityistilannesuunnitelman laatimisesta. Tämä suunnitelma on tarkoitettu nimenomaan hänen toimialueensa erityistilanteisiin varautumista varten.

Kunnalla on vastuu vesihuollon kehittämisestä sekä sen asianmukaisuuden valvonnasta. Jos esimerkiksi suurehkon asukasjoukon tarve sitä vaatii, on kunnan huolehdittava siitä, että ryhdytään toimenpiteisiin vesihuoltolaitoksen perustamiseksi, toiminta-alueen laajentamiseksi tai muun tarpeellisen vesihuollon palvelun saatuuden turvaamiseksi. Kunnan ja vesihuoltolaitoksen on laadittava suunnitelma väliaikaisen vedenjakelun toteuttamisesta, mutta kunnalla on oikeus periä maksu järjestämistään palveluista. Valmiuslain ohjaamana kunnan on laadittava valmiussuunnitelma poikkeusoloja varten. Suunnitelma sisältää vesihuollon varautumisen. Käytännössä jokainen toimiala (myös vesihuoltolaitokset) on vastannut oman valmiussuunnitelmansa laadinnasta.

Vesilaitos on vastuussa käyttäjille toimitettavan veden puhtaudesta. Laitosten on pyrittävä tunnistamaan vesihuollon riskit, ehkäisemään niitä sekä varautumaan niihin. Vesihuoltolaitoksen tehtävä on varautumissuunnitelman teko sekä käyttö-tarkkailun ylläpito. Vesihuollon erityistilanteissa se huolehtii tiedottamisesta ja tilapäisestä vedenjakelusta. Myös vesihuoltolaitos voi antaa suosituksia veden käyttö-rajoituksesta, kun epäilykset ovat perusteltuja. Tiedottamisesta on myös sovittava terveydensuojeluviranomaisen kanssa.

Tietyissä vesihuollon erityistilanteissa voi olla tarpeen, että **pelastusviranomainen** koordinoi tarvittavat toimet esimerkiksi merkittävien tulvien aikana. Tällöin pelastusviranomainen perustaa johtokeskuksen, jossa ovat edustettuina eri viranomaiset ja vesihuoltolaitokset.

Kiinteistön omistaja vastaa kiinteistönsä vesihuollosta. Vesihuoltolaitoksen verkostoon liitetyn kiinteistön omistaja vastaa vesihuoltolain mukaan kiinteistön vesihuoltolaitteistosta eli vesijohdoista ja viemäreistä ja niihin liittyvistä tarvikkeista liittämiskohtaan asti. Omistaja vastaa myös siitä, ettei kiinteistön toiminta ja laitteisto aiheuta ongelmia vesilaitoksen toiminnalle.

Tiedottaminen erityistilanteissa

Ensisijaisesti vesihuoltolaitoksen johto viestii niin normaalitilanteessa vedenlaadusta kuin lievissä erityistilanteissa tapahtuneista muutoksista. Kunnan terveydensuojeluviranomainen vastaa yleensä tiedottamisesta, mikäli veden laatu heikkenee (vedenlaadun häiriötilanne tai vesiepidemia). Pelastuslaitos hoitaa tiedottamisen muissa vakavissa erityistilanteissa.

Veden laadun heikentyessä on oltava selkeät tiedotuskanavat, joilla veden käyttäjille saadaan ilmoitettua ongelmista. Tiedottaminen voi tapahtua puhelimitse ennalta sovitun tiedotusketjun mukaisesti tai postitse. Tietoa voidaan myös levittää paikallisradion, sanomalehtien ja internetin välityksellä. **Etukäteen on suunniteltava, miten tiedottaminen sujuu parhaiten paikalliset olosuhteet huomioon ottaen.** Näin saadaan yllättävä tilanne nopeasti hallintaan. Laitoksen on hyvä valmistella etukäteen tiedotuslehtinen, jota voidaan sitten tilanteen mukaan muokata. Esimerkkiversion avulla voidaan huolehtia, ettei oleellisia tietoja unohdu viestistä.

Epäillessäsi vesiepidemiaa

- *Älä odota epidemian varmistumista laboratoriokokein, vaan tiedota heti veden käyttäjille veden mahdollisesta saastumisesta yhdessä kunnan terveydensuojeluviranomaisen kanssa.*
- *Keskustele terveydensuojeluviranomaisen kanssa tarpeesta antaa juomaveden käyttökielto tai keittämisohje.*
- *Ryhdy tarvittaviin järjestelyihin vaihtoehdoisen vedenhankinnan järjestämiseksi tarpeen tullen.*
- *Ryhdy talousveden desinfiointiin epidemian leviämisen estämiseksi.*
- *Auta tarpeen mukaan viranomaisia epidemian laajuuden selvittämisessä.*

Ongelmat vesilaitoksilla voivat aiheuttaa erityistilanteen, joka vaatii yhteistyötä erilaisten tahojen kanssa. Tätä varten vesilaitoksella ja vesilaitoksen hoitajalla on oltava välittömästi saatavilla tärkeimpien tahojen yhteystiedot (liite 5). Tällaisia tahoja ovat mm.

- hälytyskeskus
- terveydensuojeluviranomainen sekä ympäristöviranomainen
- terveyskeskus
- alueellinen ympäristökeskus
- poliisi ja pelastuslaitos
- alueradio sekä muut tiedotusvälineet
- elintarvikealan yritykset, sairaalat ja vastaavat huoltovarmuuden kannalta merkittävät tahot tai erityislaitokset, joille vettä toimitetaan.

- Vesilaitoksen on varauduttava erityistilanteisiin, sillä se on vastuussa vedenlaadusta. Paras tapa välttää ongelmatilanteita on vesilaitoksen hyvä ja huolellinen ylläpito.
- Vedenlaadun häiriötilanteissa tai vesiepidemian yhteydessä tiedottamisesta vastaa yleensä terveydensuojeluviranomainen.

Lisätietoja:

Vikman H. & Arosilta A. (toim.). Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen. Arosilta, A. Erityistilanteisiin varautuminen kiinteistökohtaisessa vesihuollossa. Toimenpiteet talousveden laadun häiriötilanteissa. Toimintasuunnitelman laadintaohje. Kaupunkiliiton julkaisu B 191.

KTL:n vesiepidemiasivut: http://www.ktl.fi/portal/suomi/osiot/tietoa_terveydesta/elinymparisto/vesi/vesiepidemiat/
STM. Ympäristöterveyden erityistilanteiden opas.

Lisätietoja pohjavesilaitosten hoidosta ja valvonnasta voi myös kysyä terveydensuojeluviranomaiselta, alueellisilta ympäristökeskuksilta, Suomen ympäristökeskukselta, Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskukselta sekä Kansanterveyslaitokselta.

KIRJALLISUUTTA

- Arosilta, A. 2006. Erityistilanteisiin varautuminen kiinteistökohtaisessa vesihuollossa. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Ympäristöopas 126. 69 s. ISBN 952-11-2154-8.
- Arosilta, A. 2005. Kiinteistökohtainen vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen. Teknillinen korkeakoulu, Espoo. Diplomityö, vesihuoltotekniikka. 119 s.
- Dufour, A., Snozzi, M., Koster, W., Bartham, J., Ronchi, E. & Fewtrell, L. (eds). 2003. Assessing Microbial Safety of Drinking Water. IWA Publishing, London. 295 s. ISBN 92-4-154630-1 (WHO), ISBN 1-84339-036-1 (IWA Publishing).
- Backman, B. 2004. Groundwater quality, acidification, and recovery trends between 1969 and 2002 in South Finland. [Pohjaveden laatu, happamoituminen, ja muutostrendit vuosina 1969-2002 Etelä-Suomen alueella.] Geological Survey of Finland, Espoo. Bulletin 401. 110 s. + liitteet. ISBN 951-690-895-0.
- Cotruvo, J., Craun, G., & Hearne, N. (eds.). 1999. Providing safe drinking water in small systems. CRC Press LLC, Washington. International Symposium on Drinking Water in Small Systems. 621 s. ISBN 1-56670-393-x.
- Gregor, J. 2002. Framework for gathering information on management of small drinking-water supplies. Institute of Environmental Science and Research Limited, New Zealand. 48 s. [http://www.moh.govt.nz/moh.nsf/f872666357c511eb4c25666d000c8888/38f2fdeb03ba02d8cc256dbd00769e2f/\\$FILE/ESR%20DWSsurveyReport.pdf](http://www.moh.govt.nz/moh.nsf/f872666357c511eb4c25666d000c8888/38f2fdeb03ba02d8cc256dbd00769e2f/$FILE/ESR%20DWSsurveyReport.pdf) (Luettu 27.11.2006).
- Gustafsson, J. 2000. Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 104 s. Suomen ympäristö 361. ISBN 952-11-0606-9.
- Hatva, T. 1989. Iron and manganese in groundwater in Finland: Occurrence in glacial aquifers and removal by biofiltration. [Rauta ja mangaani Suomen glasiifluviallisten akviferien pohjavedessä ja poisto biosuodatuksella.] National Board of Waters and the Environment, Helsinki. 87 sivua + liitteet. ISBN 951-47-3097-6.
- Hyvä Kaivo. 2005. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. (esite) 1 s. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=1186428lar=fi>
- Härmä, V. 1996. Nanosuodatus talousveden valmistuksen viimeistelevänä käsiteltynä. Teknillinen korkeakoulu, Otaniemi. Teknillisen korkeakoulu, vesihuoltotekniikan laboratorio. Julkaisu 19. 116 s. ISBN 951-223399-1.
- Isomäki, E. 2006. Pienen pohjavesilaitokset Suomessa. *Vesitalous* 47(3): 11 – 15.
- Karttunen E. (toim.). 2003. Vesihuolto I. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Helsinki. 314 s. RIL 124-1. ISBN 951-758-431-8.
- Karttunen E. (toim.). 2004. Vesihuolto II. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto, Helsinki. 684 s. RIL 124-2. ISBN 951-758-438-5.
- Kettunen, R. & Keskitalo, P. 2001. Nanosuodatus ja käänteisosmoosi pohjaveden epäorgaanisten aineiden poistamisessa. *Vesitalous* 42(5): 15-20. <http://www.mvtt.fi/Vesitalous/arkisto/2001/vesitalous200105/nakos.html> (Luettu 26.11.2006).
- Kinnunen, T. (toim.). 2005. Pohjavesitutkimusopas: käytännön ohjeita. Suomen Vesiyhdistys, Helsinki. 189 s. ISBN 952-9606-73-7.
- Korkka-Niemi, K. & Salonen, V.-P. 1996. Maanalaiset vedet: pohjavesigeologian perusteet. Turun yliopisto, Turku. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskuksen julkaisu A 50. 181 s. ISBN 951-29-0825-5.
- Korkka-Niemi, K., Sipilä, A., Hatva, T., Hiisvirta, L., Lahti, K. & Alfthan, G. 1993. Valtakunnallinen kaivovesitutkimus. Sosiaali- ja terveysministeriö & Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2/93 & Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja – sarja A 146. 228 s. ISBN 951-47-7382-9/ ISBN 951-47-7567-8.
- Korkka-Niemi, K. 2001. Cumulative geological, regional and site-specific factors affecting groundwater quality in domestic wells in Finland. [Pienkaivojen veden laatuun vaikuttavat geologiset, alueelliset ja paikalliset tekijät Suomessa.] Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Monographs of the Boreal Environment Research No. 20. 98 sivua. ISBN 952-11-0942-4.
- Lahermo, P., Tarvainen, T., Hatakka, T., Backman, B., Juntunen, R., Kortelainen, N., Lakomaa, T., Nikkarinen, M., Vesterbacka, P., Väisänen, U. & Suomela, P. 2002. Tuhat kaivoa: Suomen kaivovesien fysikaalis-kemiallinen laatu vuonna 1999. Geologian tutkimuskeskus, Espoo. Tutkimusraportti 155. 92 s. ISBN 951-690-842-X. <http://www.gsf.fi/info/publications/tr155/16372TutRap155.pdf> (Luettu 24.1.2005).

Lait ja asetukset

Laki vesihuollon tukemisesta (686/2004).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (401/2001).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (461/2000).

Terveystensuojelulaki (763/1994).

Vesihuoltolaki (199/2001).

Vesilaki. 1961 (264/1961).

Ympäristönsuojelulaki (86/2000).

Liite I. Talousveden laatuvaatimukset ja –suositukset sekä tietoa eräistä yleisimmin mitattavista aineista ja ominaisuuksista

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus 401/2001 (pienien yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, liite)

Laitoksille, jotka toimittavat vettä vähemmän kuin 10 m³ päivässä taikka alle 50 henkilön tarpeisiin.

Talousveden laatuvaatimukset

	(enimmäistiheys/-pitoisuus)
<i>Escherichia coli</i>	0 pmy/100 ml (1)
Suolistoperäiset enterokokit	0 pmy/100 ml
Akryyliamidi	0,10 µg/l (2)
Antimoni	5,0 µg/l
Arseeni	10 µg/l (4)
Bentseeni	1,0 µg/l
Bentso(a)pyreeni	0,010 µg/l
Boori	1,0 mg/l
Bromaatti	10 µg/l (3)
Kadmium	5,0 µg/l
Kromi	50 µg/l
Kupari	2,0 mg/l
Syanidit	50 µg/l
1,2-dikloorietaani	3,0 µg/l
Epikloorihydriini	0,10 µg/l (2)
Fluoridi	1,5 mg/l (4)
Lyijy	10 µg/l
Elohopea	1,0 µg/l
Nikkeli	20 µg/l
Nitraatti (NO ₃ -)	50 mg/l (5)
Nitraattityppi (NO ₃ -N)	11,0 mg/l
Nitriitti (NO ₂ -)	0,5 mg/l (5)
Nitriittityppi (NO ₂ -N)	0,15 mg/l
Torjunta-aineet	0,10 µg/l (6 ja 7)
Torjunta-aineet yhteensä	0,50 µg/l (6)
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	0,10 µg/l (8)
Seleeni	10 µg/l
Tetrakloorieteeni ja trikloorieteeni	yhteensä 10 µg/l
Trihalometaanit	yhteensä 100 µg/l (3 ja 9)
Vinyylkloridi	0,50 µg/l (2)
Kloorifenolit yhteensä	10 µg/l (10)

Huomautukset:

- 1) *Escherichia coli* tunnistus standardimenetelmässä kuvatussa laajuudessa
- 2) pitoisuus lasketaan käytetystä polymeeristä tuoteselosteen mukaan enimmillään irtoavasta tai liukenevasta määrästä; vedessä todetun aineen raja-arvona sovelletaan havaitsemisrajaa
- 3) desinfiointitehoa vaarantamatta on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan tätä alempaan pitoisuuteen

- 4) talousvedelle, jota ei juoda tai joka ei päädy suoraan elintarvikkeeseen tai joka ei suoraan joudu kosketuksiin elintarvikkeiden kanssa elintarvikkeiden valmistuksen, jalostuksen, säilytyksen ja markkinoille saattamisen yhteydessä arseenin laatuvaatimus on alle 20 µg/l ja fluoridin alle 5,0 mg/l
- 5) nitriitin enimmäispitoisuus vesilaitokselta lähtevässä vedessä on 0,10 mg/l; nitraattipitoisuus/50 + nitriittipitoisuus/3 ei saa ylittää arvoa 1
- 6) tarkoitetut yhdisteet orgaanisia hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyr-sijämyrkkijä, orgaanisia limantorjunta-aineita sekä muita vastaavia tuotteita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita
- 7) aldrinin, dieldriinin, heptakloorin ja heptaklooriepoksidin raja-arvo on 0,030 µg/l
- 8) tarkoitetut yhdisteet bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni, indaan-(1,2,3-cd)-pyreeni
- 9) tarkoitetut yhdisteet kloroformi, bromoformi, dibromikloorimetaani, bromidikloorimetaani
- 10) tarkoitetut yhdisteet tri- tetra- ja pentakloorifenoli

Talousveden laatusuosituks

	(enimmäispitoisuus)
Alumiini	200 µg/l
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,50 mg/l
Ammoniumtyppi (NH ₄ -N)	0,40 mg/l
Kloridi	100 mg/l (1,2)
Mangaani	50 µg/l (3)
Rauta	200 µg/l (3)
Sulfaatti	250 mg/l (1,4)
KMnO ₄ -luku	20 mg/l
CODMn, O ₂	5 mg/l
Koliformiset bakteerit	0 pmy/100 ml (5)
Radon	300 becquerel/l (6)
	(tavoitetaso)
pH	6,5-9,5 (1)
Sähkönjohtavuus alle	2 500 µS/cm (1)
Sameus	1,0 NTU
Väriluku	5
Haju ja maku	ei selvää vierasta hajua tai makua

Huomautukset:

- 1) vesi ei saa olla syövyttävää
- 2) vesijohtomateriaalien syöpmisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulisi olla alle 25 mg/l
- 3) I §:n 3 kohdan talousvedelle raudan enimmäispitoisuus on alle 400 µg/l ja mangaanin enimmäispitoisuus alle 100 µg/l
- 4) vesijohtomateriaalien syöpmisen ehkäisemiseksi sulfaattipitoisuuden tulisi olla alle 150 mg/l
- 5) I §:n 3 kohdan talousvedelle koliformisten bakteerien enimmäispitoisuus on alle 100 pmy/100 ml
- 6) I §:n 3 kohdan talousvedelle radonin enimmäispitoisuus on alle 1 000 becquerel/l

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus 461/2000 (talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, liite)

Laitoksille, jotka toimittavat vettä vähintään 10 m³ päivässä taikka vähintään 50 henkilön tarpeisiin.

Talousveden laatuvaatimukset

	(enimmäistiheys/-pitoisuus)
<i>Escherichia coli</i>	0 pmy/100 ml
Enterokokit	0 pmy/100 ml
Akryyliamidi	0,10 µg/l (1)
Antimoni	5,0 µg/l
Arseeni	10 µg/l
Bentseeni	1,0 µg/l
Bentso(a)pyreeni	0,010 µg/l
Boori	1,0 mg/l
Bromaatti	10 µg/l (2)
Kadmium	5,0 µg/l
Kromi	50 µg/l
Kupari	2,0 mg/l (3)
Syanidit	50 µg/l
1,2-dikloorietaani	3,0 µg/l
Epikloorihydriini	0,10 µg/l (1)
Fluoridi	1,5 mg/l
Lyijy	10 µg/l (3)
Elohopea	1,0 µg/l
Nikkeli	20 µg/l (3)
Nitraatti (NO ₃ -)	50 mg/l (4)
Nitraattityppi (NO ₃ -N)	11,0 mg/l
Nitriitti (NO ₂ -)	0,5 mg/l (4)
Nitriittityppi (NO ₂ -N)	0,15 mg/l
Torjunta-aineet	0,10 µg/l (5 ja 6)
Torjunta-aineet yhteensä	0,50 µg/l (5)
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt	0,10 µg/l (7)
Seleeni	10 µg/l
Tetrakloorieteeni ja trikloorieteeni	yhteensä 10 µg/l
Trihalometaanit	yhteensä 100 µg/l (2 ja 8)
Vinyylkloridi	0,50 µg/l (1)
Kloorifenolit yhteensä	10 µg/l (9)

Huomautukset:

- 1) pitoisuus lasketaan käytetystä polymeeristä tuoteselosteen mukaan enimmillään irtoavasta tai liukenevasta määrästä; vedessä todetun aineen raja-arvona sovelletaan havaitsemisrajaa
- 2) desinfiointitehoa vaarantamatta on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan tätä alempaan pitoisuuteen
- 3) näyte otetaan käyttäjän vesihanasta siten, että pitoisuus vastaa viikoittaista keskiarvoa
- 4) nitriitin enimmäispitoisuus vesilaitokselta lähtevässä vedessä on 0,10 mg/l; nitraattipitoisuus/50 + nitriittipitoisuus/3 ei saa ylittää arvoa 1
- 5) tarkoitettu yhdisteet orgaanisia hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyr-sijämyrkkijä, orgaanisia limantorjunta-aineita sekä muita vastaavia tuotteita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita
- 6) aldriinin, dieldriinin, heptakloorin ja heptaklooriepoksidin raja-arvo on 0,030 µg/l

- 7) tarkoitetut yhdisteet bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni, indaani-(1,2,3-cd)-pyreeni
 8) tarkoitetut yhdisteet kloroformi, bromoformi, dibromikloorimetaani, bromidikloorimetaani
 9) tarkoitetut yhdisteet tri-, tetra- ja pentakloorifenoli

Talousveden laatusuositukset

	(enimmäispitoisuus)
Alumiini	200 µg/l
Ammonium (NH ₄ +)	0,50 mg/l
Ammonium (NH ₄ -N)	0,40 mg/l
Kloridi	250 mg/l (1,2)
Mangaani	50 µg/l
Rauta	200 µg/l
Sulfaatti	250 mg/l (1,3)
Natrium	200 mg/l
Hapettavuus (CODMn-O ₂)	5,0 mg/l (4) (tavoitetaso)
Koliformiset bakteerit	0 pmy/100 ml
<i>Clostridium perfringens</i> (mukaanlukien itiöt)	0 pmy/100 ml (5)
Pesäkkeiden lukumäärä (22 °C)	ei epätavallisia muutoksia
pH	6,5 - 9,5 (1)
Sähkönjohtavuus	alle 2 500 µS/cm (1)
Sameus	käyttäjien hyväksyttävissä (6) eikä epätavallisia muutoksia
Väri	eikä epätavallisia muutoksia
Haju ja maku	eikä epätavallisia muutoksia
Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC)	ei epätavallisia muutoksia (7)
Radioaktiivisuus	(8)
Tritium	100 bequerel/l
Viitteellinen kokonaisannos	0,10 mSv/vuosi

Huomautukset:

- 1) vesi ei saa olla syövyttävää
- 2) vesijohtomateriaalien syöpmisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulisi olla alle 25 mg/l
- 3) vesijohtomateriaalien syöpmisen ehkäisemiseksi sulfaattipitoisuuden tulisi olla alle 150 mg/l
- 4) jos mitataan TOC, ei tarvitse välttämättä mitata
- 5) mitataan, jos raakavesi on pintavettä
- 6) pintavesilaitokselta lähtevän veden sameudessa tulisi pyrkiä arvoon alle 1 NTU
- 7) jos on määritetty hapettavuus ja veden jakelumäärä on alle 10 000 m³/d, ei tarvitse mitata
- 8) tritiumia ja radioaktiivisuuden viitteellistä kokonaisannosta ei tarvitse mitata, jos aikaisempien tutkimusten (Säteilyturvakeskus) perusteella tiedetään, että näiden arvot ovat selvästi alle muuttujan arvon; mittauksista ja niiden tiheydestä annetaan erilliset määräykset; viitteelliseen kokonaisannokseen ei lasketa radonia eikä radonin hajoamistuotteita, tritiumia eikä kalium 40.

Escherichia coli

Escherichia coli eli *E.coli* on ulosteperäinen indikaattoribakteeri. Eräs sen muoto (EHEC) on tautia aiheuttava. STM:n laatuvaatimuksissa *E.colin* enimmäispitoisuus talousvedessä on 0 pmy/100 ml.

Suolistoperäiset enterokokit

STM:n laatuvaatimusten mukainen suolistoperäisten enterokokkien enimmäispitoisuus talousvedessä on 0 pmy/100 ml. Mikäli enterokokkeja (tai *E. colia*) esiintyy talousvedessä, on ryhdyttävä välittömiin toimenpiteisiin ulostesaastutuksen syyn ja laajuuden selvittämiseksi ja terveysturvaa ehkäisemiseksi (veden keittäminen ennen käyttöä, desinfiointi, verkoston puhdistaminen).

Arseeni

Arseenia esiintyy luontaisesti pohjavedessä Pirkanmaalla, Sallassa ja muutamalla muulla alueella Suomen kalliopohjavedessä. Suurimmat pitoisuudet ovat n. 1000 µg/l. Arseeni on myrkyllinen yhdiste, joka saattaa aiheuttaa syöpäsairauksia.

Fluoridi

Fluoridia (sekä fluoria) esiintyy etupäässä rapakivialueilla Kymenlaaksossa ja Varsinais-Suomessa maa- että kalliopohjavedessä. Liika fluorin saanti saattaa aiheuttaa hampaiden laukukkuutta ja luiden haurastumista.

Nitraattityppi

STM:n laatuvaatimusten mukainen enimmäispitoisuus nitraattityypille on 11 mg/l (nitraattina ilmoitettuna 50 mg/l). Nitraattia voi joutua vesiin lannoitteista sekä tyyppiä sisältävien aineiden hajoamisen ja hapettumisen seurauksena. Luonnontilaisten pohjavesien nitraattipitoisuuden mediaani on 0,2 mg/l. Hiekka- ja moreenialueiden kaivovesissä mediaani on 2,5–5,2 mg/l.

Nitriittityppi

STM:n laatuvaatimusten mukainen enimmäispitoisuus nitriittityypille on 0,15 mg/l (nitriittinä ilmoitettuna 0,5 mg/l). Nitriitin esiintyminen talousvedessä on aina merkki bakteeritoiminnasta joko vedenottamalla tai vesijohdoissa.

Ammoniumtyppi

STM:n laatusuosituksen mukainen enimmäispitoisuus talousveden ammoniumtyypille on 0,4 mg/l (ammoniumina ilmoitettuna 0,5 mg/l). Ammoniumia joutuu vesiin tyyppipitoisten orgaanisten aineiden hajoamistuotteena, lannoitteista sekä teollisuuden ja jätevesien mukana. Luonnontilaisten pohjavesien ammoniumtyypipitoisuuden mediaani on 6 µg/l.

Alkaliteetti

Alkaliteetti (alkaliniteetti) muodostuu yleensä veden sisältämästä bikarbonaatista. Se vaikuttaa veden puskuriominaisuuteen eli kykyyn vastustaa pH:n muutosta. Mitä suurempi alkaliteetti, sen korkeampi on kyky vastustaa pH:n muutosta. Suomessa pohjaveden alkaliteetti on yleensä pieni (alle 0,6 mmol/l), mutta kalkkikivialueilla se voi olla suuri, yli 3 mmol/l. Alkaliteetin yksikkö on mmol/l. Pieni alkaliteetti lisää korroosioriskiä.

Alumiini

Alumiini esiintyy yleensä kiintoaineessa savimineraaleissa, mutta ns. happamissa sulfaattimaissa sitä esiintyy myös liukoisessa muodossa tai kolloidisissa partikkeleissa. Alumiinilla ei todistettavasti ole terveyshaittaa. Se voi aiheuttaa makuvirheitä ja esiintyy usein savisamennuksessa.

Kloridi

STM:n laatusuositusten mukainen kloridin enimmäispitoisuus on 250 mg/l. Tämä raja-arvo perustuu arvioituun makukynnykseen. Korroosio-ongelmien välttämiseksi olisi suositeltavaa pyrkiä alle 25 mg/l pitoisuuksiin. Merellisistä syistä johtuen korkeita kloridipitoisuuksia esiintyy rannikkoalueilla. Muita kloridipitoisuutta nostavia tekijöitä ovat tiesuolan käyttö liukkauden torjunnassa ja jätevesipäästöt. Luonnontilaisissa pohjavesissä kloridipitoisuus vaihtelee < 1–60 mg/l. Hiekka- ja moreenialueiden kaivovesissä kloridipitoisuuden mediaaniarvo on 4,5–9,0 mg/l.

Mangaani

STM:n laatusuositusten mukainen mangaanin enimmäispitoisuus on 50 µg/l. Korkeahkoja mangaanipitoisuuksia esiintyy yleisesti Suomen pohjavesissä, usein samanaikaisesti raudan kanssa. Luonnontilaisissa pohjavesissä mangaanipitoisuus vaihtelee < 0,02–3,9 mg/l ja mediaanipitoisuus on < 0,02 mg/l. Hiekka- ja moreenialueiden kaivovesissä mediaaniarvo on myös < 0,02 mg/l. Korkea mangaanipitoisuus aiheuttaa veteen epämiellyttävää makua ja kerrostumia saniteetti- ja talouskalusteisiin sekä tahraa pyykkiä.

Rauta

STM:n laatusuositusten mukainen raudan enimmäispitoisuus on 200 µg/l. Liuenut rautaa esiintyy yleisesti Suomen pohjavesissä, etenkin niukkahappisissa savipeitteisissä harjuissa ja rantaimetyslaitoksilla. Luonnontilaisissa pohjavesissä rautapitoisuus vaihtelee < 0,02–77 mg/l ja mediaanipitoisuus on 0,035 mg/l. Hiekka- ja moreenialueiden kaivovesissä rautapitoisuuden mediaaniarvo on 0,2 mg/l. Korkean rautapitoisuuden aiheuttamat haitat talousvedessä ovat teknisiä ja esteettisiä: rauta synnyttää ruostekerrostumia saniteetti- ja talouskalusteisiin, ruostetahroja vaatteisiin ja aiheuttaa veteen ruosteen maun.

Sulfaatti

STM:n laatusuositusten mukainen sulfaatin enimmäispitoisuus on 250 mg/l, joskin korrosio-ongelmien välttämiseksi olisi suositeltavaa pyrkiä alle 150 mg/l pitoisuuksiin. Korkeita sulfaattipitoisuuksia havaitaan erityisesti rannikkoalueiden pohjavesissä, missä näkyy erityisesti muinaisen meriveden suojojen vaikutus. Myös geologiset tekijät ja ilmatietä tuleva rikkilaskeuma aiheuttavat tietyillä alueilla kohonneita sulfaattipitoisuuksia. Luonnontilaisissa pohjavesissä sulfaattipitoisuus vaihtelee 0,1–280 mg/l ja mediaanipitoisuus on 3,8 mg/l. Hiekka- ja moreenialueiden kaivovesissä mediaaniarvo on 10–16 mg/l. Hapettomissa olosuhteissa sulfaatti saattaa bakteerien vaikutuksesta pelkistyä rikkivedyksi, joka havaitaan pahana hajuna ja makuna.

KMnO₄-luku

KMnO₄-luku (permanganaattiluku) ilmoittaa lähinnä veden sisältämän orgaanisen aineen, yleensä humuksen, pitoisuutta. Suuri KMnO₄-luku ilmenee yleensä suurena väriarvona.

COD_{Mn} O₂

Sama kuin permanganaatti, mutta ilmaistuna happena.

Koliformiset bakteerit

Koliformiset bakteerit, E.colia lukuun ottamatta, saattavat olla peräisin muualtakin kuin ihmisten ja eläinten ulosteista, kuten kasveista, maasta tai teollisuusjätevesistä. Tämän vuoksi koliformisten bakteereiden esiintymistä ei aina voi pitää varmana ulostesaastutuksen osoituksena, mutta ne ilmentävät veden yleistä likaantumista, esim. pintavesien kulkeutumista pohjaveteen.

Radon

Radon on radioaktiivinen kaasu, jota esiintyy erityisesti Etelä-Suomen graniittialueilla. Liiallinen altistus saattaa aiheuttaa keuhkosityöpää.

pH

pH-arvo kuvaa veden happamuutta. Mitä matalampi pH-arvo, sen happamampaa vesi on. pH:n laatusuositusten mukainen tavoitetaso 6,5–9,5. Pohjaveden pH vaihtelee geologisista syistä ja ihmisen toiminnan aiheuttamasta kuormituksesta johtuen maan eri osissa välillä 3,6–9,0. Hiekka- ja moreenialueiden kaivovesissä pH on keskimäärin 6,3–6,5 (2).

Sähkönjohtokyky

Sähkönjohtokyky ilmaisee vedessä olevien suojojen määrää. Kohonnutta sähkönjohtokykyä aiheuttavat kloridi, sulfaatti, natrium, kovuussuolat ja bikarbonaatti. STM:n laatusuositusten mukainen tavoitetaso talousveden sähkönjohtokyvyille on alle 2 500

$\mu\text{S}/\text{cm}$. Luonnontilaisissa pohjavesissä sähkönjohtokyky vaihtelee 3–590 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ja mediaaniarvo on 42 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hiekka- ja moreenialueiden kaivovesissä sähkönjohtokyvyn mediaaniarvo on 140–200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Sameus

Veden sameus johtuu usein savesta, raudasta tai kolloidisista yhdisteistä, eikä sameudella sinänsä ole terveydellisiä haittavaikutuksia. Kaivovesissä sameuden mediaaniarvo on 1 FTU.

Väri

STM:n laatusuositusten mukainen enimmäispitoisuus talousveden väriluvulle on 5 Pt mg/l. Veden väri johtuu yleisesti värillisistä orgaanisista yhdisteistä, kuten humushapoista, mutta myös metallit, kuten rauta ja mangaani, aiheuttavat veden väriluvun kasvua.

Orgaanisen hiilen kokonaismäärä (TOC)

TOC mitataan eri tavoin kuin KMnO_4 -luku, mutta se ilmaisee veden sisältämää orgaanista ainetta. TOC ilmaisee tarkemmin orgaanisen aineen kuin KMnO_4 -luku, koska jälkimmäisessä saattaa olla mukana myös epäorgaanisten yhdisteiden, kuten raudan, hapettuminen. Juomaveden TOC-pitoisuudelle ei ole asetettu varsinaista raja-arvoa, mutta epävirallisena tavoitepitoisuutena voidaan pitää < 2 mg/l. Järvi-vesien TOC-pitoisuus Suomessa on yleensä 5–15 mg/l. Saastumattoman pohjaveden TOC-pitoisuus on yleensä noin 0,5–1,0 mg/l. Mikäli pintavettä sekoituu pohjaveteen esim. rantaimetyymällä, saattaa pohjaveden TOC-pitoisuus olla 3,0–5,0 mg/l.

Uraani

Uraania esiintyy yleensä samoilla alueilla kuin radonia. Se on säteilevä yhdiste, mutta Suomessa luontaisesti esiintyvien pitoisuuksien terveyshaitat liittyvät sen kemiallisiin ominaisuuksiin. Uraani saattaa vaikeuttaa munuaisten toimintaa. WHO:n suositus uraanin myrkyvaikutuksen perusteella on 15 $\mu\text{g}/\text{l}$ ja säteilyn perusteella 110 $\mu\text{g}/\text{l}$.

Liuennut happi

Pohjaveteen liunneen hapen pitoisuus eri pohjavesiesiintymissä vaihtelee suuresti geologisista ja muista ympäristötekijöistä johtuen. Lisäksi mikäli pohjavesiesiintymään kulkeutuu biologisesti hajoavaa haitta-ainetta, kuluttavat mikrobit nopeasti veteen liunneen hapen. Hiekka- ja soramuodostumissa, kuten harjuissa, pohjaveden happipitoisuus vaihtelee yleensä < 1,0–12,0 mg/l, ja savi-silttipetteisissä hiekkamuodostumissa 0–5,0 mg/l. Hapettomien olosuhteiden seurauksena liunneen raudan ja mangaanin pitoisuudet kasvavat.

Redox

Redox-potentiaali eli hapettumis-pelkistymispotentiaali kertoo, vallitsevatko pohjavesiesiintymässä hapettavat vai pelkistävät olosuhteet. Kun redox-potentiaali on alhainen, vallitsevat pelkistävät olosuhteet ja alkuaineet esiintyvät pelkistyneessä ionimuodossa (esim. rauta esiintyy liukoisessa Fe^{2+} muodossa). Hiekka- ja sora- muodostumissa kuten harjuissa pohjaveden redox-potentiaali vaihtelee yleensä $-320 - +800$ mV, ja savi-silttipeitteisissä hiekkamuodostumissa $-320 - +460$ mV.

Kovuus

Veden kovuus johtuu etupäässä veden sisältämästä kalsiumista ja magnesiumista, mutta kovuutta aiheuttavat myös rauta ja mangaani. Suomessa pohjavedet ovat yleensä pehmeitä, mutta kalkkikivialueilla kovuus voi olla suurikin. Suuri kovuus aiheuttaa kattilakiven muodostusta lämminvesijärjestelmissä, pieni kovuus taas lisää korroosioriskiä. Kovuuden yksikkö on mmol/l, mutta ilmaistaan vesihuollossa myös saksalaisina kovuusasteina (°dH).

Liite 2. Kaivoveden laatu Suomessa (Lähteet: Korkka-Niemi ym. Valtakunnallinen kaivovesitutkimus ja Lahermo ym. Tuhat kaivoa)

Kaivoveden ominaisuus	Rengaskaivot		Porakaivot	
	mediaani	25 - 75 % = keskimäiset 50 % tutkimusten kaivovesistä sijoittuu tälle välille	mediaani	25 - 75 % = keskimäiset 50 % tutkimusten kaivovesistä sijoittuu tälle välille
Laatuvaatimukset				
<i>Escherichia coli</i> [pmy/100 ml]	0	0	0	0
Enterokokit (suolistoperäiset / fekaaliset) [pmy/100 ml]	0	0-1	0	0
Arseeni, As [µg/l]	0,14	0,35	0,16	1,0
Fluoridi, F [mg/l]	<0,1	<0,1-0,2	0,37	<0,1-1
Nitraatti, NO ₃ [mg/l]	5,2	0,8-16	1,1	0,4-8
Nitriitti, NO ₂ [mg/l]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Uraani, U [µg/l]	0,09	0,85	0,64	13
Laatusuosituks				
Koliformiset bakteerit [pmy/100 ml]	6	0-34	1	0-4
Alumiini, Al [µg/l]	30	<10-100	10	<10-30
Ammonium, NH ₄ [mg/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Kloridi, Cl [mg/l]	7	3-15	10	4-21
Mangaani, Mn [µg/l]	20	<20-60	20	<20-100
Rauta, Fe [µg/l]	180	70-510	130	50-390
Sulfaatti, SO ₄ [mg/l]	16	9-25	17	10-27
Kaliumpermanganaattiluku KMnO ₄ -luku [mg/l]	5	3-10	4	2-9
Radon, Rn [Bq/l]	12	38	138	311
pH	6,6	6,3-6,9	7,2	6,5-7,9
Sähkönjohtavuus [µS/cm]	190	120-290	180	260-380
Sähkönjohtavuus [mS/m]	19	12 - 29	18	26 - 38
Sameus [NTU]	1,0	0,44-3,4	0,7	0,3-2,1
Väriluku	<5	<5-20	<5	<5-15
Muut				
Alkaliteetti [mmol/l]	0,7	0,41-1,3	1,45	0,77-2,5
Happi [mg/l]				
Kokonaiskovuus [mmol/l]	0,65	0,4-0,97	0,67	0,46-1
Korroosioindeksi	1,32		3,35	

Liite 3. Vedenkäsittelyn kemikaalit

- natriumhypokloriitti
- kalsiumhypokloriitti
- lipeä eli natriumhydroksidi
- sooda eli natriumkarbonaatti
- ruokasooda eli natriumbikarbonaatti
- kalkki eli kalsiumhydroksidi
- kalkkikivi
- dolomiitti
- aktiivihili.

Talousveden valmistuksessa mitä tahansa kemikaalia ei veteen saa lisätä. Kemikaaleja tilattaessa on aina varmistettava niiden soveltuvuus vesilaitoskäyttöön.

Kemikaaleja käytettäessä on luettava kemikaalipakkausten sekä mahdollisesti mukana tulevien kemikaalilosteiden ohjeet. Näitä ohjeita on noudatettava tarkoin.

Kemikaalit on säilytettävä alkuperäisissä pakkauksissaan ja pakkausten säilytysohjeita on noudatettava. Pakkaukset on säilytettävä huolellisesti suljettuina.

Natriumhypokloriitti

Natriumhypokloriittia käytetään juomaveden desinfiointiin (s. 30). Sen kemiallinen merkki on NaClO.

Natriumhypokloriitti toimitetaan vesiliuoksena. Liuoksen aktiivisen kloorin pitoisuus on 10, 13 tai 15 %. Liuos on kellertävä, emäksinen (pH 12–14) ja pistävän hajuinen. Se sisältää natriumhypokloriittia, natriumhydroksidia (lipeää) ja usein myös natriumkloridia. Natriumhypokloriitti on hapettava aine. Natriumhypokloriitti syövyttää heikosti metalleja ja liuottaa nahkaa, eräitä muoveja, tekstiilejä, terästä sekä betonia. Natriumhypokloriitti nostaa veden pH:ta ja alkaliteettia.

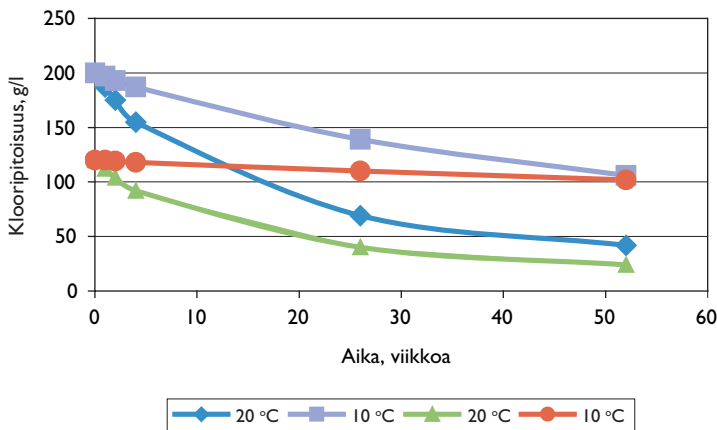
Natriumhypokloriitti syötetään vedenpuhdistusjärjestelmään aina vesiliuoksena. Siihen soveltuvat kalvo- ja mäntäpumput.

Mikäli natriumhypokloriittia syötetään veteen liikaa, se aiheuttaa veteen epämiellyttävän hajun ja maun, mikä yleensä estää veden nauttimisen. Nieltynä väkevä liuos voi aiheuttaa käyttäjille voimakasta ärsytystä, vaurioita ja tulehdusta. Yleensä alle 5-prosenttiset emäksiset liuokset eivät aiheuta vakavia kudosvaurioita. Mikäli natriumhypokloriittia syötetään veteen liian vähän, se ei kykene desinfioimaan vettä.

Natriumhypokloriitti hajoaa vähitellen seistessään. Sen pysyvyys heikkenee pitoisuuden noustessa, pH:n laskiessa alle 11, veden lämpötilan noustessa, valo vaikutuksesta sekä mikäli liuoksessa on rautaa, mangaania, kuparia, nikkeliä tai kobolttia. Mikäli tuote on oikein varastoitu ja sitä ei ole laimennettu, kloorin pitoisuus laskee n. 20 asteen lämpötilassa seuraavasti:

- 10 % liuos – n. 0,5 prosenttiyksikköä/ viikko
- 15 % liuos – n. 0,7 prosenttiyksikköä/ viikko.

5–10 asteen lämpötilassa kummankin liuoksen pitoisuudet laskevat n. 0,3 prosenttiyksikköä viikossa. Kuvassa 1 on esitetty natriumhypokloriitin klooripitoisuuden muutos ajan funktiona.



Kuva 1. Natriumhypokloriittiliuoksen klooripitoisuuden muutos ajan funktiona 10 ja 20 °C:ssa kahdella eri lähtöpitoisuudella (200 g/l ja 120 g/l).

Natriumhypokloriittiliuoksen pitoisuus tulisikin tarkistaa käyttöön otettaessa, eikä liuosta siis kannata ostaa varastoon enempää kuin 2–3 kuukauden tarvetta vastaava määrä. Natriumhypokloriitti on säilytettävä niin, ettei se pääse reagoimaan minkään orgaanisen aineksen kanssa.

Kloorausjärjestelmää muodostettaessa on huomioitava, että mikäli virtaus pysähtyy esimerkiksi pääpumpun pysähtyessä, on myös kloorin syötön pysähdyttävä automaattisesti.

Natriumhypokloriitin hengittäminen ärsyttää kurkkua ja nenää. Jo laimeiden liuosten roiskeet voivat aiheuttaa iholle ärsytystä. Natriumhypokloriitin käytössä on siis huolehdittava työntekijöiden turvallisuudesta kemikaalien käyttöohjeen mukaisesti.

Natriumhypokloriitin varastoinnissa on huomattava seuraavat seikat:

- Se on varastoitava vapaasti hengittävässä ja puhtaassa säiliössä, ja syöttösäiliön tulisi sijaita suoja-altaassa.
- Varastoinnin on tapahduttava viileässä ja suojassa valolta.
- Maaperä on suojattava mahdollisilta vuodoilta.
- Happojen ja happamasti reagoivien aineiden säilytys samassa tilassa, jossa reagointi natriumhypokloriitin kanssa on mahdollista, on ehdottomasti kielletty.
- Talviolosuhteissa on huomattava, että natriumhypokloriitti kiteytyy noin -30 asteessa. Laimennetut liuokset kestävät pakkasta vahvoja liuoksia heikommin.

Kalsiumhypokloriitti

Kalsiumhypokloriittia käytetään etupäässä putkien, altaiden ja säiliöiden hetkittäiseen desinfiointiin. Sen kemiallinen merkki on $\text{Ca}(\text{ClO})_2$.

Kalsiumhypokloriitti toimitetaan kiinteänä, eli jauheena ja tabletteina. Tuotteet sisältävät yleensä 60–70 % vapaata klooria.

Kalsiumhypokloriittia ei juuri käytetä vesilaitoksilla, koska se on ensin liuotettava veteen, mutta sitä voidaan käyttää esimerkiksi uima-altaissa ja tapauksissa, joissa vettä desinfioidaan satunnaisesti määrättyjä tilavuuksia. Kalsiumhypokloriitin annostelua suoraan kaivoon ei suositella, sillä se on tarkoitettu liuotettavaksi hitaasti, eivätkä kaivo-olosuhteet ole yleensä sopivia tablettien liottamiselle. Tabletit on suunniteltu liuotettaviksi lämpimähkään liikkeessä olevaan veteen. (Kalsiumhypokloriitti liukenee huonosti alle 5 asteeseen veteen.)

Mikäli kalsiumhypokloriittia käytetään liiallisessa määrin, se voi olla ongelmallista käsitellä. Vahvat liuokset voivat olla myös ongelmallisia jälkikäsitellä.

Mikäli kalsiumhypokloriittia käytetään desinfiointiin liian pieninä pitoisuuksina, annos ei kykene desinfiomaan kohdetta.

Kalsiumhypokloriitti on erittäin voimakas hapetin ja se on säilytettävä suljetussa astiassa kuivassa viileässä paikassa. Mikäli se joutuu kosketuksiin orgaanisten yhdisteiden, esimerkiksi öljyisten rätien tms. kanssa, se saattaa aiheuttaa tulipalon.

Myös kalsiumhypokloriitin liuokset ovat syövyttäviä. Näin ollen niitä liuoksia tulisi säilyttää ja käsitellä korroosiota sietävissä materiaaleissa, kuten lasi, titaani, keramiikka ja useimmat muovit. Kalsiumhypokloriitista tehdään yleensä liuos, jossa vapaata klooria on 1–2 prosenttia.

Kalsiumhypokloriitti on voimakkaampina pitoisuuksina haitallinen ihmiselle, joten sen käytössä on oltava huolellinen. Kemikaali aiheuttaa palovammoja ja on vaarallinen hengitettäessä.

Kalsiumhypokloriitin säilytysaika on noin puoli vuotta sen jälkeen, kun astia on avattu. Mikäli se säilytetään "märkänä" eli liuotettuna veteen sen säilyvyys on erittäin heikkoa ja tuote on erittäin syövyttävää.

Vesihuollossa käytetty kalsiumhypokloriitti poikkeaa merkittävästi valkaisuun käytetystä vastikkeestaan.

Uimaveden kloorauksessa käytetty kalsiumhypokloriitti saattaa sisältää syanideja, joten sitä ei saa käyttää juomaveden desinfiointiin.

Natriumhypokloriitin ja kalsiumhypokloriitin varoitusmerkit:



Kuva 2. Syövyttävä (C)



Kuva 3. Ympäristölle vaarallinen (N)

Lipeä eli natriumhydroksidi

Lipeää käytetään happamuuden neutralointiin. Sen kemiallinen kaava on NaOH.

Se on valkoista, hajutonta ja haihtumatonta kiinteää ainetta. 50-prosenttisen vesiliuoksena se on huoneenlämpötilassa neste. Lipeä ei pala, mutta se voi reagoida voimakkaasti veden ja monien muiden aineiden kanssa. Samalla voi muodostua niin paljon lämpöä, että lähellä olevat palavat materiaalit syttyvät. Natriumhydroksidi on erittäin syövyttävää. Natriumhydroksidi syövyttää myös metalleja kuten alumiinia, magnesiumia ja sinkkiä. Samalla vapautuu vetykaasua, joka voi aiheuttaa räjähdyksen.

Kun lipeätä liuotetaan veteen, kehittyy siinä hyvin voimakkaasti lämpöä. Liuos voi alkaa kiehua aiheuttaen roiskevaaran, joten natriumhydroksidi on lisättävä veteen varovasti.

Lipeän varastotilassa tulee olla hyvä ilmanvaihto. Paikan on oltava kuiva ja viileä. Rakennusmateriaaleissa on huomioitava riittävä kestävyys. Aine on varastoitava erillään hapoista, vedestä, metalleista, orgaanisista halogeeniyhdisteistä ja helposti syttyvistä materiaaleista.

Lipeä syötetään kalvo- tai mäntäpumpulla yleensä 1–10 prosentin liuoksena. Liuoksen väkevyys kannattaa valita niin, että voidaan minimoida ylisytön vaara eli mitä pienempi virtaama sen laimeampi liuos. **Väkevä liuos laimennetaan lisäämällä lipeäliuos veteen**, ei päinvastoin.

Lipeän käsittelyssä on käytettävä naamiomallisia silmä- tai kasvosuojaimia sekä suojakäsineitä. Väkevä liuos syövyttää ihoa ja on hengitykselle haitallista.

Lipeän käytössä on syytä erityiseen huolellisuuteen, koska liikasyöttö saattaa olla hyvin vahingollista terveydelle. pH-mittari on kalibroitava ja tarkistettava säännöllisesti ja lipeäpumppu ei koskaan saa jäädä päälle, jos vesipumppu ei ole käynnissä.

Natriumhydroksidin varoitusmerkki:



Kuva 4. Syövyttävä (C)

Sooda eli natriumkarbonaatti

Sooda käytetään happamuuden neutralointiin ja alkaliteetin lisäykseen. Sen kemiallinen kaava on Na_2CO_3 .

Sooda on valkoinen, pölyävä, hajuton, jauhemaisena myytävä yhdiste. Se liukenee helposti veteen ja muodostaa emäksisen liuoksen. Soodajauhe imee itseensä helposti vettä ja paakkuuntuu eikä sitä tulisi varastoida yli puolen vuoden tarpeen.

Sooda ei ole yhtä syövyttävää kuin lipeä ja sitä suositellaankin käytettäväksi työturvallisuussyistä lipeän sijasta. Myöskään yliannostus ei aiheuta yhtä suurta vaaraa kuin lipeän yliannostus. Sooda on kuitenkin lipeää kalliimpi kemikaali.

Käsiteltäessä soodaa on huolehdittava hyvästä ilmanvaihdosta, vältettävä pölyn muodostusta sekä varottava aineen joutumista silmiin. Sooda aiheuttaa helposti silmien ärtymistä. Sooda on varastoitava kuivassa paikassa. Sitä ei saa säilyttää yhdessä happojen tai metallien (alumiini ja sinkki) kanssa.

Annostus tapahtuu 1–10 prosentin liuoksena kalvo- tai mäntäpumpuilla. Soodan käsittelyssä on käytettävä naamiomallisia silmä- tai kasvosuojaimia sekä suojakäsineitä.

Ruokasooda eli natriumbikarbonaatti

Ruokasooda käytetään happamuuden neutralointiin ja alkaliteetin lisäykseen. Sen kemiallinen kaava on NaHCO_3 .

Ruokasooda on valkoinen, pölyävä, hajuton, jauhemaisena myytävä yhdiste. Se liukenee helposti veteen ja muodostaa emäksisen liuoksen. Se on soodaa vähemmän emäksinen yhdiste ja näin ollen turvallisempi käyttää, mutta kalliimpi.

Ruokasooda toimitetaan 25 kg:n säkeissä, lavalla 1 000 kg. Annostus tapahtuu samoin kuin soodan.

Ruokasoodan käsittelyssä on käytettävä sangallisia suojalaseja.

Kalkki eli kalsiumhydroksidi

Kalkkia käytetään happamuuden neutralointiin ja alkaliteetin lisäykseen. Sen kemiallinen kaava on Ca(OH)_2 .

Kalkki on lähes valkea, voimakkaasti pölyävä ja paikkoja likaava jauhe. Se myydään irtotavarana ja säkeissä. Kalkki on melko huonosti veteen liukenevaa ja syötetään kalkkimaitona ja isoilla vesilaitoksissa yleensä kyllästyneenä liuksena eli kalkkivetenä.

Kalkin syöttöjärjestelmä on varsin mutkikas ja kallis. Vesilaitoksissa siihen kuuluu joko kalkkisiilo tai säkkisyöttölaite, sekoitussäiliö, kalkkiveden valmistusyksikkö ("saturaattori") ja kalkkivesisäiliö. Pienillä pohjavesilaitoksilla kalkkia ei kannata käyttää alkalointiin.

Kalsiumoksidi eli poltettu kalkki reagoi kiivaasti veden kanssa. Liuotettaessa tai laimennettaessa se on lisättävä hitaasti veteen (kalkin sammuttaminen). Myöskään sitä ei käytetä pienillä vesilaitoksilla.

Kalkin käsittelyssä on käytettävä naamiomallisia silmä- tai kasvosuojaimia sekä suojakäsineitä.

Kalkkikivi

Kalkkikivi on kalsiumkarbonaattia. Sitä käytetään vesilaitoksilla rouheena veden happamuuden neutralointiin. Sen kemiallinen kaava on CaCO_3 .

Vesilaitoksilla käytettävän kalkkikivirouheen raekoko voidaan valita seuraavista luokista: 2-5, 3-5, 5-8 ja 8-16 mm. Mitä pienijakoisempi rouhe, sen nopeammin se tehoaa, mutta tukkeutumisvaara kasvaa, jos vedessä on rautaa.

Kalkkikivirouheen käyttö alkaloinnissa on turvallista, koska pH-arvo asettuu itsestään tasapainotilaan välille 7,5–8,5.

Kuljetusten aikana kalkkikivi yleensä ainakin jossain määrin murenee. **Se onkin huuhdeltava ennen käyttöönottoa.** Joissain tapauksissa tämä huuhtelu voi olla melko työlästä ja aikaa vievää. Kalkkikivirouhe on syytä desinfioida ennen käyttöönottoa joko vetyperoksidilla tai natriumhypokloriitilla. Desinfiointiliuoksessa on joko 0,5 grammaa vetyperoksidia litrassa tai 10 mg klooria litrassa vettä. Käsittelyaika on 3-6 tuntia, jonka jälkeen rouhe huuhdellaan huolellisesti.

Vesilaitoksilla käytettävän kalkkikiven on täytettävä standardin SFS-EN 1018 mukaiset laatuvaatimukset.

Dolomiitti

Dolomiitti on kalsiummagnesiumkarbonaattia, jota käytetään samalla tavoin kuin kalkkikiveä. Sen kemiallinen kaava on CaMgCO_3 .

Dolomiitti eroaa kalkkikivestä siinä, että se reagoi hitaammin ja sen kapasiteetti hiilidioksidin poistamisessa on suurempi kuin kalkkikivellä. Se nostaa kalsiumpitoisuutta vähemmän kuin kalkkikivi. Muuten sen käsittely on samanlaista kuin kalkkikivellä.

Aktiivihiili

Aktiivihiili on eloperäisiä aineita kuumentamalla saatu erittäin adsorptiokykyinen, etupäässä hiiltä sisältävä aine, jota myydään joko jauheena tai rakeina. Suuri adsorptiokyky johtuu sen erittäin suuresta sisäisestä pinta-alasta, joka taas johtuu sen hyvin huokosmaisesta rakenteesta.

Aktiivihiilisuodattimen kykyyn poistaa haitta-aineita vedestä vaikuttaa suuresti hiilen laatu eli sen alkuperä (esimerkiksi turve, puu, kookospähkinä), ominaispinta-ala, huokosjakauma, poltosta riippuvat pinnan kemialliset ominaisuudet ja tuhkapitoisuus. Hiili on aina valittava tapauskohtaisesti raakaveden laadun sekä poistettavan yhdisteen mukaan, sillä erot hiililaatujen soveltuvuudessa ovat ratkaisevia.

Aktiivihiili on tahraavaa ainetta, mutta muuten sen käsittelyssä ei ole riskejä.

Liite 4. Mittarit ja analysaattorit

Vesilaitoksen omavalvontaan ja prosessin säätöön tarvitaan joukko mittareita ja analysaattoreita. Tärkeimmät sellaiset mitattavat suureet, jotka laitoksen hoitaja voi itse määrittää ilman erityistä koulutusta ovat:

- **pH eli happamuus**
- **klooripitoisuus**
- **lämpötila**
- **alkaliteetti**
- **sameus**
- **väri**
- **rautapitoisuus**
- **sähkönjohtokyky**
- **virtaama.**

pH

pH-arvoa eli happamuutta voidaan mitata usealla tavalla. Yksinkertaisin on ns. pH-paperi, joka kastellaan tutkittavalla vedellä ja verrataan muodostunutta väriä väriasteikkoon.

Happamuutta voidaan mitata komparaattorilla. Siinä näyteastiaan (kyvettiin) lisätään sopiva indikaattori ja verrataan syntynyttä väriä esimerkiksi värikiekon tai väriasteikon väriin. Veden oma väri saattaa häiritä määrittämistä. Kolorimetri mittaa värin sähköisesti ja on näin tarkempi. Veden oman värin aiheuttama virhe on kompensoitavissa.

pH-anturiin ja jännitemittariin perustuva mittaaminen on tarkin ja sitä käytetään aina jatkuvatoimisessa mittauksessa esimerkiksi alkaloinnin säätämiseksi. Mittareita on hyvin monenlaisia yksinkertaisista kynämallisista laitteista erittäin tarkkoihin laboratoriomittareihin ja prosessimittareihin. Mikäli vesilaitoksella ei pH-arvoa tarvitse säätää, riittää yksinkertainen laite, kunhan se hoidetaan ja huolletaan ohjeiden mukaan.

Elektrodin valintaan tulee kiinnittää huomiota, sillä puhdas vesi tarvitsee erilaisen elektrodin kuin jätevesi. Laittevalmistajat auttavat asiassa. Elektrodiä pitää huolta säännöllisesti ja säilyttää se ohjeiden mukaisesti. Mitatessa varsinkin puhtaita näytteitä tuloksen tasaantumista ei ole syytä odotella pitkään, koska ilmasta imeytyy näytteeseen hiilidioksidia, joka muuttaa näytteen pH:ta.

Eriytyisen tärkeätä on mittarin kalibrointi, jotta se näyttäisi oikeata lukemaa. Kalibrointia varten hankitaan liuos, jonka pH-arvo on tunnettu vakio. Parhaiten kalibrointi onnistuu kahdella liuoksella, joilla on eri pH-arvo mitattavan veden pH-arvon kummallakin puolella. Esimerkiksi pH 5 ja 8 tai 9. Kalibrointiliuosten on oltava tuoreita eikä samaa liuosta saa käyttää kahdesti.

Koska pH-arvo riippuu lämpötilasta, on kalibrointiliuosten lämpötilan oltava samat. Joissakin pH-antureissa on sisäinen lämpötila-anturi, joka korjaa lämpötilasta

johtuvan mittausvirheen tai sitten mittarissa voi olla erillinen lämpötilakompensointisäädin. Anturit ovat nykyään yleensä yhdistelmäantureita, joissa on sisäinen vertailuelektrodi. Jotkut laboratoriomittarit käyttävät erillistä vertailuelektrodia.

pH-mittaus on välttämätön alkaloinnin säädön onnistumiseksi. Kun säätö tapahtuu automaattisesti, pH-mittari on kiinni prosessissa ja seuraa jatkuvasti alkaloidun veden happamuutta. pH-mittarin viesti on säätölaitteen välityksellä kytketty toimilaitteeseen, joka esimerkiksi säätää kalvopumpun iskun pituutta tai taajuutta tai venttiilin asentoa.

Jatkuvatoimisen mittarin kalibrointi ja elektrodin puhdistus ja kunnan tarkastus on tehtävä säännöllisesti.

Kloori

Kun veden hygieeninen laatu varmistetaan klooraamalla joko pelkällä natriumhypokloriitilla tai kloramiinikloorauksella, on oikean annostuksen varmistamiseksi jäännöskloorin pitoisuus mitattava. Kloorimittaus täytyy tehdä mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen alle yhden tunnin sisällä.

Mittalaitteita voivat olla yksinkertaiset komparaattorit, kolorimetrit, spektrofotometrit tai sähköiset mittarit. Klooriliuoksen (natriumhypokloriittiliuoksen) väkevyys voidaan määrittää myös laboratorioanalyysillä titraamalla, mutta se edellyttää mittaajalta erityisosaamista.

Pienille vesilaitoksille soveltuvat hyvin kolorimetrit sekä valmiiksi annospusseihin laitetut reagenssit. Mittauksen suorittamisessa on tärkeitä, että tarkasti noudatetaan annettuja ohjeita: lämpötilaa ja reaktioaikoja. Mikäli mittaustulos asettuu hyvin lähelle mittausalueen ylärajaa tai ylittää sen, on näyte laimennettava tislattulla vedellä. Mittaustulos kerrotaan sen jälkeen laimennuskertoimella.

Lämpötila

Lämpötila voidaan mitata esimerkiksi digitaalimittarilla kertamittauksena. Tätä käytetään erityisesti tehtäessä pitoisuusmäärytyksiä, joissa lämpötilalla on merkitystä värinmuodostukseen tai muihin reaktioihin (esimerkiksi jäännöskloori ja eräissä tapauksissa pH). Useissa pH- ja sähkönjohtokykykymittareissa on myös lämpötila-anturi, jolla mittaus voidaan tehdä. Niiden lukema on syytä tarkistaa ajoittain tarkkuuslämpömittarilla.

Jatkuvatoimista mittausta varten käytetään sähköisiä lämpötila-antureita, jotka lähettimen välityksellä on kytketty näyttölaitteeseen. Myös niiden antama lukema on syytä ajoittain tarkistaa.

Alkaliteetti

Alkaliteetti voidaan mitata titraamalla. Näytteeseen lisätään väri-indikaattori ja tarkasta mittapipetistä tai pyretistä lisätään tietynvahvuista emästä näytteeseen, kunnes väri-indikaattorin väri vaihtuu. Lisätyn emäksen määrän perusteella voidaan alkaliteetti laskea. Samaan tarkoitukseen on olemassa valmiita paketteja, joihin kuuluu indikaattoriliuos, mittalasi, alkalinen liuos ja tarkka pipetti. Lasketaan pisaroiden lukumäärä värinmuutokseen asti ja taulukosta katsotaan vastaava alkaliteetti. Määrittelyn aikana näytettä on sekoitettava tehokkaasti.

Markkinoilla on myös olemassa jatkuvatoimisia automaattisia alkaliteettimittareita, mutta niitä käytetään harvemmin pienillä vesilaitoksilla.

Sameus

Sameus mitataan sähköisesti joko mittaamalla valon sirontaa näytteestä tai läpimenevän valon voimakkuuden laskua. Sameuden yksikkö on joko FTU tai NTU. 1 FTU = 1 NTU. Mittauksen on käytettävissä sekä laboratoriomittareita että jatkuvatoimisia automaattimittareita.

Jatkuvatoimista sameusmittaria voidaan pitää pH:n ja jäännöskloorimittauksen lisäksi yhtenä tärkeimmistä vedenkäsittelyprosessin toimivuuden ja käsitellyn veden laadun mittareista. Siksi myös sen huoltoon ja kalibrointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota. Anturin likaantumista on tarkkailtava säännöllisesti ja mittari on kalibroitava standardiliuoksilla. Nykyaikaisissa antureissa on usein kaksi sädettä ja ilmaisinta, joilla anturin likaantumisen aiheutuva virhe voidaan osittain kompensoida. Lisäksi antureissa voi olla erilaisia pyyhkijöitä tai muita mekaanisia puhdistuslaitteita, joiden toimintaa on tarkkailtava.

Sameus on sikäli hankala mitattava, että mm. ilmakuplat häiritsevät mittausta ja lukema vaeltaa. Mittausta helpottuu, jos valitsee tietyn ajan (esim. 30 sek), jonka jälkeen lukema kirjataan. Näin tuloksen kirjaaminen tapahtuu aina samalla tavalla, ja tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia.

Väri

Väri on helppo mitata kolorimetrillä tai myös komparaattorilla. Väri ilmaisee useimmiten humuksen pitoisuutta, mutta myös rauta vaikuttaa väriarvoon.

Rauta (ja mangaani)

Rauta ja mangaani voidaan mitata yleiskäyttöisellä kolorimetrillä tai fotometrillä tai näiden mittaukseen erikoistuneella testerillä. Kaikissa tapauksissa rauta (tai mangaani) saa reagoida jonkun väriä muodostavan yhdisteen kanssa ja mitataan muodostuvan värin voimakkuus. Mikäli mittaustulos asettuu hyvin lähelle mittausalueen ylärajaa tai ylittää sen, on näyte laimennettava tislattulla vedellä. Mittaustulos kerrotaan sen jälkeen laimennuskertoimella.

Sähkönjohtokyky

Ominais­sähkönjohtokyky mittaa vedessä olevien liuenneiden ionien (suolojen) pitoisuutta. Tällaisia ioneja ovat mm. kloridi, sulfaatti, bikarbonaatti, natrium, kalium, kalsium ja magnesium.

Sähkönjohtokykyä mitataan käänteisosmoosilaitoksilla ja eräin rajoituksin nanosuodatuslaitoksilla. Käsitellyn veden sähkönjohtokyvyn kasvaminen kalvosuodatus­käsittelyn jälkeen merkitsee joko kalvon tai tiivisteiden vuotamista. Mittarin muodostaa periaatteessa vastusmittari ja siihen kytketty elektrodi. Tärkein huoltotoimenpide on elektrodin säännöllinen puhdistaminen. Koska sähkönjohtokyky riippuu lämpötilasta, on uusissa mittareissa usein lämpötila-anturi, jonka avulla voidaan joko käsin tai automaattisesti hoitaa kompensointi.

Johtokykymittaus voidaan yhdistää samaan mittariin pH:n kanssa.

Virtaama

Vesilaitoksilla virtaamaa voidaan mitata sekä mekaanisilla summaavilla mittareilla että sähköisillä virtaamamittareilla. Näistä etenkin magneettinen virtaamamittari on yksinkertainen, luotettava ja tarkka. Riippuen anturin paikasta se saattaa kuitenkin ajan mittaan likaantua, joten se on säännöllisesti puhdistettava. Erityisesti, jos vesi on rautapitoista ja mittari sijaitsee ennen raudanpoistoyksikköä, on mittausten tarkkuus tarkistettava ajoittain.

Liite 5. Selvitys vesilaitoksesta sekä vesilaitoksen huolto-ohje

Selvitys vesihuoltolaitoksesta

LAITOKSEN TIEDOT	
Laitoksen nimi ja tunnus	
Vedenottamon nimi	
Ottamon rakennusvuosi ja korjausvuodet	
Liittyjien lukumäärä	
Veden käyttäjien lukumäärä	
Muut veden käyttäjät kuin kotitaloudet ja näiden lukumäärät	<input type="checkbox"/> maataloja _____ <input type="checkbox"/> karjataloja _____ <input type="checkbox"/> kouluja _____ <input type="checkbox"/> hoitokoteja tai vast. _____ <input type="checkbox"/> hotelleja tai vast. _____ <input type="checkbox"/> elintarviketeollisuutta / -tuotantoa _____ <input type="checkbox"/> muuta teollisuutta _____ <input type="checkbox"/> varuskunta-alue _____ <input type="checkbox"/> leirintäalue tai vast. _____ <input type="checkbox"/> ravintoloita tai vast. _____ <input type="checkbox"/> muita _____
Vuosittainen verkostoon pumpattu vesimäärä [m ³ /v]	
Päivittäinen keskimääräinen veden kulutus [m ³ /vrk]	
Veden maksimituotto [m ³ /vrk]	
Kaivotyypit ja kaivojen syvyydet	
Pohjavesialueen nimi ja numero	
Vesihuoltolaitoshoitajan tiedot	
Nimi	
Osoite	
Postinumero ja toimipaikka	
Puhelinnumero(t)	
Sähköpostiosoite	
Vesilaitoshoitajan varahenkilö	
Osoite	
Postinumero ja toimipaikka	
Puhelinnumero(t)	
Sähköpostiosoite	

Milloin laitosvastaava on suorittanut pätevyysvaatimuksensa:
 Muut laitoksen työntekijät, jotka ovat suorittaneet pätevyystestin:

Laitoksilla olisi hyvä olla

- Kuvat ja kuvaukset koko vesihuoltolaitoksen koostumuksesta, sisältäen
 - kaivot
 - vedenkäsittelyjärjestelmästä ja laitoksen toiminnasta
 - vedenkäsittely-yksiköt selityksineen (esim. laitekortit)
 - verkoston eri yksiköt
- Vedenottolupa ja valvontatutkimusohjelma
- Kopio pohjaveden suojeleusuunnitelmasta, mikäli sellainen on tehty sekä suojeleusuunnitelman seurantaraportit
- Pohjavesialueen hydrogeologiset kartat (mikäli saatavilla)
- Tiedot mahdollisista muista toimista pohjavesialueen hyväksi
- Luettelo pohjavesialueella sijaitsevista riskitekijöistä sekä mahdollisesti kartta, jolle riskitekijät on sijoitettu
- Kopio erityistilannesuunnitelmasta
- Valvontatutkimusohjelman mukaiset vedenlaadun tutkimustulokset ainakin edeltäneeltä kymmeneltä vuodelta.
- Laitoksen omat käyttötarkkailun tulokset ainakin edeltäneeltä kymmeneltä vuodelta
- Vedenkäyttäjien kirjalliset valitukset

- Tiedot vedenkäsittelystä: sisältäen kemikaalien annostelutiedot, tehtävät laimennukset sekä ohjeet laimentamiseen
- Tiedot käytetyistä kemikaaleista sekä kemikaalien turvallisuusohjeet
- Laitoksen käynnistysohjeet sekä ohjeet yleisimpiin häiriötilanteisiin
- Tiedot huoltotoimista, jotka ostetaan ulkopuolisilta sekä huoltosopimukset
- Laitteiden huollon ja korjauksen yhteystiedot sekä tiedot laitteille suoritetuista huolloista
- Tiedot varastossa olevista varaosista ja varaosien toimittajista
- Tiedot verkoston huolloista päiväyksineen.
- Tiedot varavoimanlähteestä
- Tiedot suunnitelluista korjaustoimista

Karttojen tai niiden oheismateriaalien on sisällettävä seuraavat tiedot:

- toiminta-alue
- pohjavesialue
- vesijohtojen koot ja materiaalit sekä asennusvuodet
- venttiilit, tyhjennysventtiilit, ilmanpoistovennttiilit ja palopostit
- säiliöiden tilavuudet, sijainnit ja rakennusvuodet
- liitännäkohdat toisiin järjestelmiin
- paineenkorotusasemien sijainnit: painetiedot (normaali/maksimi)
- vedenpaineen kannalta kriittisimmät vedenkäyttäjät
- vesinäytteidenkeräys- ja valvontapisteet

Onko samalla pohjavesialueella muita kaivoja / vedenottamoita?
Miten jätevedet käsitellään lähialueella (lähimpien käsittelylaitosten/-järjestelmien sijainnit mielellään kartalle)

Ongelmatilanteiden yhteystietolista

	Nimi	Puhelinnumero
Laitosvastaava		
Laitosvastaavan varahlö		
Verkon kunnossapitäjä/ vastuuhenkilö		
Pelastuslaitos		
Poliisi		
Hätäkeskus		
Kunnan terveydensuojelu- viranomainen		
Alueen jätevesihuollon vastaava		
Laitoksen suunnittelija		
Sähkömies		
Putkimies		
Pumppujen korjaus		
Kemikaalien toimittaja		
Vesilaboratorio		
Vesilaitosasiantuntija (esim. toisesta laitoksesta)		
Sähkölaitos ja sähkölaitoksen vikapäivystys		
Sairaala		
Apteekki		
Laite vastaavat (esim. UV-laite- vastaava)		
Laitetoimittajat		
Paikalliset päiväkodit, koulut ja vastaavat		
Muut lähialueen vesilaitokset		
Paikallislehti ja -radio		

Vesilaitoksen yleiset käyttö- ja huolto-ohjeet

Seuraavassa on esitetty esimerkkejä huolto-ohjelmaan sisällytettävistä asioista. Huoltotoimenpiteet ovat kuitenkin laitoskohtaisia ja tämä on otettava huomioon huolto-ohjelmaa laadittaessa. Huolto-ohjelmaan olisi hyvä kirjata myös vastuuhenkilöt, mikäli henkilöstöä on enemmän kuin yksi.

Huolto-ohjelman tarkkailutiedot voivat olla tarpeellisia pitkällä tulevaisuudessaakin. Tarkkailutiedot on tallennettava selkeästi. Ne on oltava helposti löydettävissä ja ymmärrettävissä.

Tarkastuskäynnillä laitoksella on huolehdittava:

- prosessin toiminnan tarkastuksesta
- kaikkien laitteiden toiminnan tarkastuksesta
- mittareiden lukemisesta
- mahdollisten häiriöiden toteamisesta ja poistamisesta
- kaikkien havaintojen ja toimenpiteiden merkitsemisestä käyttöpäiväkirjaan tai vastaavaan.

Viikoittain tarkistettavat asiat

1.	Veden aistinvarainen seuranta: veden kirkkaus, haju ja maku (viikoittain tai päivittäin).
2.	Päävesimittarin luenta (laitoksella käytäessä). Verkostovuotojen tarkistamiseen voidaan käyttää myös yöllistä veden kulutuslukemaa, jolloin veden kulutus mitataan muutamana peräkkäisenä yönä.
3.	Virtaamamittareiden luenta (joka kerta laitoksella käytäessä).
4.	Veden lämpötilan mittaaminen. Veden lämpötilan on hyvä mitata viikoittain, mutta lämpötilaa kannattaa tarkastella pidemmän aikavälin muutoksinakin. Mikäli veden lämpötila on merkittävästi erilainen keväällä ja syksyllä, voi tämä ilmentää pintavesien pääsyä pohjaveteen.
5.	Verkostopaineiden tarkistaminen.
6.	Kemikaalien annostusmäärien kirjaaminen (aina lisättäessä).
7.	Pumppujen toimivuuden tarkistaminen ja pumppauslukemien kirjaaminen.
8.	Laitteiden toimivuuden tarkistaminen: kemikaalien annostukset, suodattimet...
9.	pH-antureiden ja muiden mittausantureiden puhdistaminen ja kalibrointi (ohjeiden mukaan).
10.	Käyttötuntilaskureiden (esim. UV-laitteistosta) luenta.
11.	Desinfioinnin toimivuuden tarkistaminen.
12.	Paineiden tarkistaminen laitoksella esimerkiksi hiekkasuodatuslaitteistosta.
13.	Vesilaitoksen sisätilojen tarkistaminen ja tarpeellisten siivouksien suorittaminen.
14.	Talvisin kaivon kannet pidetään lumesta puhtaina ja varmistetaan, että kaivon ilmanvaihto on turvallinen.
15.	Ovien lukitseminen ja lukituksen toimivuuden tarkistaminen joka kerta laitokselta lähettäessä.
16.	Hälytysjärjestelmän toimivuuden varmistaminen ja lukkojen toiminnan varmistaminen.
17.	Vesilaitoksen ja pohjavesialueen ympäristön seuranta. Veden laatua vaarantavat tekijät, kuten maastoon hylätyt kodinkoneet tai autot on poistettava välittömästi.

Asiat, jotka on syytä tarkistaa useammin kuin kerran vuodessa

18.	Vedenlaatu on tarkastettava ainakin kerran vuodessa, mutta vähintään asetuksen mukaisesti. Nämä viralliset valvontatutkimukset ottaa yleensä terveysviranomaisen. Tämän lisäksi laitoksella on hyvä suorittaa omaa laadunvalvontaa eli käyttötarkkailututkimuksia.
19.	Laitoksen käyttämän sähkövirran määrä on kirjattava kuukausittain.
20.	Pohjavesialueen vedenpinnan korkeus tarkistetaan ainakin kerran kuukaudessa, kuivuusaikoina useammin. Pohjaveden pinnan korkeutta voidaan tarkastella kaivoista ja pohjavesiputkista.
21.	Mikäli laitoksella on varakaivo, on se koekäytettävä ainakin kaksi kertaa vuodessa.
22.	Vesisäiliöiden rakenteet on hyvä tarkistaa 3–12 kertaa vuodessa. Säiliön sisäpuolen kunto ja siisteys on myös hyvä tarkistaa tällöin.
23.	Syksyllä ja kevättalvella on tarkistettava, että sateet ja sulamisvedet ohjautuvat kaivolta pois päin, eivätkä imeydy suoraan kaivoon.
24.	Veden laadun analyysitulokset on tarkistettava ja tuloksia on hyvä verrata aiempiin tuloksiin. Vesianalyysitulosten saapuessa on tutkittava tulosten muodostamaa kokonaiskuvaa vedestä. Vastaako veden laatu veden laatuvaatimuksia ja -suosituksia? Olisiko veden käsittelyä syytä tehostaa?
25.	Kemikaalien soveltuvuus juomavesikäyttöön tarkistettava hankittaessa.
26.	Pumput on huollettava määräajoin. Sopiva hoitoväli on ilmoitettu pumppukohtaisissa huolto-ohjeissa.
27.	Kemikaalilaitteistojen ja muiden laitteistojen puhdistukset on suoritettava valmistajan ohjeiden mukaan (yleensä vaihtelee välillä kerran viikossa – kerran vuodessa).
28.	Hidassuodattimen pinnan kuoriminen 6–12 kuukauden välein.
29.	Aktiivihiihisuodattimen, kalvosuodattimien ja muiden suodattimien huuhtelu (laittevalmistajien ohjeiden mukaisesti / tarpeen mukaan).
30.	Suodattimien huuhteluun käytetty aika, vesimäärä sekä huuhteluajankohta on kirjattava.
31.	Syöttö- ja annostelukoneiden toiminta on tarkistettava riittävän usein.
32.	Hypokloriittikloorauksessa syntyneet sakat huuhdellaan ja pumpun pää puhdistetaan. Sakkoja syntyy erityisesti putkilinjaan ja pumppuun. Venttiileitä ja niiden toimivuutta on tarkkailtava. Myös hypokloriittiasiaassa oleva pohjaventtiili ja siivilä on tarkastettava. Puhdistukset on hyvä suorittaa säännöllisesti (suunnittelijan ohjeiden mukaan).

Asiat, jotka on syytä tarkistaa vuosittain

33.	Kaivon kunto on tarkistettava. Kaivon kansirakenteiden, lämpöeristyksen, kaivon sisäpuolen saumauksien ja tiivisteiden on oltava hyväkuntoisia, renkaat eivät saa rakoilla ja niiden on oltava hyvin paikoillaan sekä kaivon pohja ei saa olla liettynyt. Esimerkiksi kaivon renkaiden välistä ei saa mennä vettä kaivoon. Veden pitää tulla rengaskaivoon kaivon pohjasta.
34.	Kiinteistökohtaisten vesimittarien luenta suoritetaan vuosittain, vaikkei laskutus tapahtuisikaan niiden perusteella. Paljonko hukkavettä (verkostoon pumpattu vesi - laskutettu vesi) muodostuu? Hukkaveden kasvu saattaa ilmaista, että verkosto vuotaa. Hukkaveden määrän olisi hyvä olla korkeintaan 5–10 prosenttia vesilaitoksen tuottaman veden määrästä.
35.	Käyttäjien määrän tarkistaminen. Mikäli kuluttaja määrä kasvaa on tarkistettava laitoksen kyky tuottaa vettä kasvavalle kuluttajamäärälle. Mikäli kuluttajamäärä vähenee, on hyvä tarkistaa verkostojen ja säiliöiden huuhtelutarve.
36.	Vesisäiliöiden pesun ja desinfiointin tarve on hyvä kartoittaa vuosittain. Mikäli vesisäiliön pohjalle on syntynyt merkittäviä määriä sakkaa, on säiliö syytä puhdistaa. Puhdistuksen jälkeen on säiliö desinfiotava ennen käyttöönottoa.
37.	Vesijohtoverkoston venttiilit ja muut laitteet on hyvä tarkistaa 1 – 2 kertaa vuodessa. Venttiilit kärsivät yleensä enemmän käyttämättömyydestä kuin liikkäytöstä.
38.	Palopostien toiminta on hyvä tarkistaa vuosittain. Samalla mahdollinen seisova vesi tulee huuhdeltua kyseiseltä alueelta.
39.	Tarkista ottamon ympäristön tila vuosittain ja siivoa ympäristö perusteellisesti. Ottamon ympäristöä on suojeltava. Pohjavesialueella ei saisi olla tekijöitä, jotka voivat liata pohjaveden. Mikäli tällaisia tekijöitä kuitenkin on, on niiden aiheuttamaa riskiä pyrittävä vähentämään.
40.	Mikäli alueella on teollisuutta tai maataloutta, kannattaa vedestä tutkia riskikohteen käsittelemiä aineita (esimerkiksi torjunta-aineet, mikäli niitä käytetään läheisellä pellolla).
41.	Verkostoja huuhdellaan (kerran vuodessa tai tarpeen mukaan). Mikäli vesijohtoverkosto ei ole täydessä käytössä, sinne syntyy helpommin saostumia ja liettymiä. Tämä voidaan estää verkostojen huuhteluilla.
42.	Vesilaitosta koskevat valitukset on käytävä läpi vuosittain ja tarpeellisia muutoksia on harkittava.
43.	Turvallisuuteen liittyvien laitteiden ja rakenteiden tarkistus.
44.	Erityistilannesuunnitelman tarkistaminen.
45.	Paineviemärijärjestelmien huolto esim. pumpat valmistajan ohjeiden mukaisesti. Mikäli laitos ei ole normaalikäytössä, voi olla tarpeen lyhentää huoltoväliä.
46.	Lista pienten vesilaitosten haavoittuvuuden tarkistamiseksi on käytävä läpi.
47.	Uusittaessa laitteita, materiaaleja tai kemikaaleja niiden soveltuvuus talousvesikäyttöön on varmistettava.
48.	Kerran vuodessa on toimitettava aluelliselle ympäristökeskukselle pyydetyt tiedot laitoksesta. Näiden kerättyjen tietojen avulla seurataan Suomen vesihuollon tilaa. Tietojen avulla tarkastellaan myös vesihuoltoavustusten tarpeita.

Liite 6. Laskukaavoja ja esimerkkejä

Eräitä laatumuunnoksia

1 kg = 1 000 g	1 m ³ /h = 1 000 l/h
1 g = 1 000 mg = 1 000 000 µg	1 l/h = 16,7 ml/min
1 m ³ = 1 000 l	1 % jostakin = yksi sadasosa
1 l = 1 000 ml	1 mg/l = 1 g/m ³

Veden ominaispaino on 1 kg/l

Kiinteän aineen liuotus veteen

Kun kiinteää ainetta liuotetaan veteen (esimerkiksi lipeä, sooda) saadaan liuos, jonka pitoisuus voidaan ilmoittaa joko painoprosentteina tai laadulla g/m³, mg/l, kg/m³, g/l.

Yhtälö on seuraava:

$$C = \frac{m}{V}$$

C on pitoisuus

m on lisätty ainemäärä

V on liuoksen tilavuus

tai

$$p = \frac{m}{m + M} \times 100$$

p on pitoisuus prosentteina

m on liuotettavan aineen massa

M on liuottimen eli veden massa

Esimerkki:

Liuotetaan 1,5 kg lipeää 100 litraan vettä. Jos ei oteta huomioon liuoksen ominaispainon eli tiheyden muutosta eli ominaispainon oletetaan olevan 1 kg/l, saadaan pitoisuudeksi

$$1,5 \text{ kg} / 100 \text{ l} = 0,015 \text{ kg/l eli } 15 \text{ g/l.}$$

$$\text{Painoprosentteina se on vastaavasti } 1,5 \text{ kg} / (1,5 \text{ kg} + 100 \text{ kg}) \times 100\% = 1,48\%$$

Kun pitoisuus on pieni, ei ominaispainon muutosta tarvitse ottaa huomioon, mutta kun liuoksen pitoisuus kasvaa, on ominaispainon kasvu myös otettava huomioon, kuten seuraavassa esimerkissä.

Esimerkiksi jos lisättävän lipeän määrä on 15 kg sataan litraan vettä, on liuoksen pitoisuus $15 \text{ kg} / (15 \text{ kg} + 100 \text{ kg}) \times 100 = 13 \%$. Jos liuoksen tilavuus ei kasvanut liuotuksen yhteydessä, on sen tiheys $(15 \text{ kg} + 100 \text{ kg}) / 100 \text{ l} = 1,15 \text{ kg/l}$.

Erialaisten liuosten ominaispainoja löytyy yleensä kyseisen kemikaalin tuoteselosteesta.

Laimennuslaskut

Laimennuslaskuissa lasketaan, kuinka paljon väkevää liuosta on lisättävä veteen, jotta saadaan annostukseen sopiva liuos.

Väkevän liuoksen laimennus voidaan laskea seuraavasti:

$$v = \frac{V \times R \times P}{r \times p}$$

v on raakaliuoksen määrä

r on raakaliuoksen ominaispaino (tiheys)

p on raakaliuoksen pitoisuus, painoprosenttia

V on laimennetun liuoksen määrä

R on laimennetun liuoksen ominaispaino (tiheys)

P on laimennetun liuoksen pitoisuus, painoprosenttia

Esimerkki:

Jotta saataisiin 100 litraa yksiprosenttista liuosta 13 prosenttisesta raakaliuoksesta, jonka tiheys on 1,24 kg/l, on raakaliuosta lisättävä

$$\text{Raakaliuoksen määrä } v = \frac{100 \text{ l} \times 1 \text{ kg/l} \times 0,01}{1,24 \text{ kg/l} \times 0,13} = 6,2 \text{ l}$$

Laimennusveden määrä $V - v = 100 \text{ l} - 6,2 \text{ l} = 93,8 \text{ l}$

Kerta-annostus

Kun esimerkiksi veden klooripitoisuus halutaan tietyn suuruiseksi esimerkiksi säiliöiden tai putkien desinfiointiseksi kerta-annostuksella voidaan raakaliuoksen määrä laskea seuraavasti:

$$v = \frac{V \times C}{10 \times p \times r}$$

v on raakaliuoksen määrä, l

r on raakaliuoksen ominaispaino (tiheys), kg/l

p on raakaliuoksen pitoisuus, painoprosenttia

V on laimennetun liuoksen määrä, m³

C on laimennetun liuoksen pitoisuus, mg/l (= g/m³)

Esimerkki:

1000 m³:n säiliöön on lisättävä klooria natriumhypokloriittina 5 mg/l ja käytetyn hypokloriittiliuoksen pitoisuus on 13 % (tiheys 1,240 kg/l), on tätä liuosta lisättävä:

$$v = \frac{1000 \text{ m}^3 \times 5 \text{ g/m}^3}{10 \times 1,24 \text{ kg/l} \times 13\%} \approx 31 \text{ l}$$

(Kerroin 10 nimittäjässä tulee siitä, kun muunnetaan 1 kg/l = 1 000 g ja 1% = 0,01, jotta laadut saadaan täsmäämään)

Käytettäessä kalsiumhypokloriittijauhoa on kyseessä kiinteä aine ja laskukaava on hieman erilainen. Klooripitoisuuden ollessa 65 %, on sitä vastaavasti syötettävä:

$$\text{Kalsiumhypokloriittimäärä} = \frac{1000 \text{ m}^3 \times 5 \text{ g/m}^3}{0,01 \times 65\%} \approx 7700 \text{ g}$$

Jatkuvan annostus

Vesilaitoksella on usein annosteltava jotain kemikaalia jatkuvasti veteen kuten esimerkiksi soodaa tai natriumhypokloriittia. Jatkuvaa annostusta varten on tiedettävä haluttu pitoisuus vedessä sekä syötettävän liuoksen pitoisuus ja tiheys.

Laskentakaava on seuraava

$$q = \frac{Q \times c}{10 \times p \times r}$$

q on syötettävän liuoksen virtaama, l/h

Q on laitoksen virtaama, m³/h

c on haluttu pitoisuus, mg/l (= g/m³)

p on syöttöliuoksen pitoisuus, painoprosenttia

r on syöttöliuoksen tiheys, kg/l

Huomaa laadut!!

Esimerkki:

Laitoksen virtaama $Q = 2,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Jos veden kloorin tarve on 1 mg/l (= 1 g/m^3), hypokloriittiliuoksen klooripitoisuus on 1% ja ominaispaino 1 kg/l , on tarvittavan annostelu q seuraava:

$$q = \frac{2,6 \text{ m}^3 / \text{h} \times 1 \text{ g} / \text{m}^3}{10 \times 1\% \times 1 \text{ kg} / \text{l}} = 0,26 \text{ l/h} = 4,3 \text{ ml/min}$$

(Kerroin 10 nimittäjässä tulee siitä, kun muunnetaan $1 \text{ kg/l} = 1 \text{ 000 g}$ ja $1\% = 0,01$, jotta laadut saadaan täsmäämään)

Alkalointi

Taulukko 1.

Alkaloivien yhdisteiden ja massojen laskennallinen kulutus poistettua hiilidioksidigrammaa kohti.

Alkaloiva yhdiste tai massa	Ominaiskulutus	Kovuuden muutos	Kalsiumpitoisuuden muutos	Bikarbonaattialkaliteetin muutos
	g/g hiilidioksidia	mmol/l	mg/l	mmol/l
Lipeä (NaOH)	0,9	0	0	0,023
Kalkki (Ca(OH) ₂)	1,0	0,01	0,45	0,023
Sooda (Na ₂ CO ₃)	2,4	0	0	0,046
Kalkkikivi (mikrokiteinen)	2,5	0,02	0,9	0,046
Kalkkikivirouhe	2,7	0,02	0,9	0,046
Dolomiitti	1,3	0,016	0,3 + 0,2 magnesiumia	0,031

Laskuesimerkki: Alkalointikemikaalien vuorokausikulutuksen arviointia varten

Jos vedessä on vapaata, neutraloitavissa olevaa hiilidioksidia 100 mg/l ja veden virtaama on 90 m³/d, on kemikaalien vuorokausikulutus seuraava: kokonaiskulutus = ominaiskulutus (kts. taulukko 1) * hiilidioksidipitoisuus * virtaama

$$\begin{aligned} \text{Lipeä: Kokonaiskulutus} &= 0,9 \text{ g/g} * 100 \text{ mg/l} * 90 \text{ m}^3/\text{d} = \\ &0,9 \text{ g/g} * 0,1 \text{ g/l} * 90\,000 \text{ l/d} = 8\,100 \text{ g/d} \end{aligned}$$

Lipeä	8,1 kg (100%)
Kalkki (kalsiumhydroksidi)	9 kg
Sooda	21,6 kg
Kalkkikivi (mikrokiteinen)	22,5 kg
Kalkkikivirouhe	24,3 kg
Dolomiitti	11,7 kg

Liite 7. Pienen vesihuoltolaitoksen tarkistuslista haavoittuvuuden arvioimiseksi (Vikman & Arosilta 2006)

Tämä lista on tarkoitettu apuvälineeksi helpottamaan pienen vesihuoltolaitoksen haavoittuvuuden arviointia. Lista ei kuitenkaan ole kattava, vaan kunkin laitoksen erityispiirteet tulee ottaa mahdollisuuksien mukaan huomioon arvioinnissa.

Kyllä-vastaus merkitsee, että kyseinen asia on huomioitu. Ei-vastausten kohdalla on Selitys-sarakkeessa kerrottu riskin merkityksestä ja sen ehkäisemisestä. Haavoittuvuuskartoitus tulee tehdä laitoksen henkilökunnan toimesta tarvittaessa käyttäen asiantuntija-apua.

KYSYMYS	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Pohjavedenottamot			
Onko pohjavesialueelle tehty suoje-lusuunnitelma?			Suojelusunnitelmassa kartoitetaan vedenottoon vaikuttavat riskitekijät ja esitetään keinoja niiden hallitsemiseksi.
Onko pohjavesialueet merkitty maas-toon ja karttoihin?			Pohjavesialueiden merkitseminen edistää pohja-vesien suojelua huolimattomuudesta aiheutuvaa saastumista vastaan. Toisaalta merkitseminen voi harvoissa tapauksissa altistaa tahalliseksi vahingonteolle.
Onko alueen asukkaille ja yrityksille tiedotettu pohjavedensuojelusta?			Kaikki asukkaat eivät välttämättä tiedä asuvansa pohjavesialueella ja saattavat tiedostamattaan aiheuttaa riskejä pohjavedelle.
Onko pohjaveden riittävyys määritet-ty asianmukaisesti?			Kuivat jaksot laskevat herkimmin pienten pohjave-siesiintymien pintoja. Pintojen lasku voi aiheuttaa veden niukkuuden lisäksi haittoja veden laadussa, samoin pinnan nousu takaisin normaaliksi saattaa aiheuttaa arvaamattomia laadun vaihteluita.
Seuraako laitos maankäytön suunnit-telua pohjavesialueella?			Laitoksen tulee seurata maankäytön suunnittelua ja pyrkiä aktiivisesti vaikuttamaan siihen, että vedenot-toa uhkaavat riskit otetaan huomioon kaavoitukses-sa ja lupia myönnettäessä.
Onko varmistettu, että hule- ja sade-vedet eivät pääse suoraan vedenotto-kaivoihin?			Vedenottamoiden tulee sijaita sellaisella paikalla, etteivät pintavedet pääse liikaamaan raakavettä rank-kasateiden aikana. Kaivojen ympärykset tulee olla luiskattu kaivosta ulospäin. Kaivorakenteiden tulee olla tiiviitä pohjavesikerroksen yläpuolella.
Onko varmistettu, että tulvavedet tai vesistön vedenpinnan nousu ei pääse tulvittamaan vedenottamoaa?			Vedenottamoiden tulee sijaita sellaisella paikalla, etteivät pintavedet pääse liikaamaan raakavettä tulvi-en aikana. Mikäli kaivorakenteissa on kuivatusputkia, tulee varmistaa, etteivät pintavedet pääse niiden kautta missään olosuhteissa tulvimaan kaivon sisälle

KYSYMYKSET	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko varmistettu, että seuraavat tekijät eivät aiheuta riskiä vedenotolle?			Pohjaveden pilaantumisvaaraa voivat aiheuttaa kaikki toiminnot, joiden yhteydessä käsitellään, varastoidaan tai syntyy pohjaveden laadulle haitallisia yhdisteitä. Tietyt toiminnot kuten mm. maa-ainesten otto ja ojittaminen, voivat myös muuttaa pohjaveden virtausolosuhteita. Ideaalitalanne olisi, ettei tällaisia toimintoja sijaitisi pohjavesialueella, mutta usein erilaiset toiminnot kilpailevat vedenoton kanssa samoista alueista. Vesilaitoksen tuleekin yhdessä ympäristöviranomaisten ja toiminnanharjoittajien kanssa pyrkiä mahdollisimman hyvin varmistamaan, etteivät toiminnot uhkaa vedenottoa.
- tiesuolaus			
- öljyn tai kemikaalien maantie- ja rautatiekuljetukset			
- lentokenttien jääntörjunta			
- ratapihat			
- teollisuus (energalaitokset, metalli- ja kemianteollisuus)			
- yritystoiminta (kylästämykset, sahat, pesulat)			
- huoltoasemat ja romuttamot			
- hautausmaat			
- yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot			
- viemärit			
- jätevesien maahanjohtaminen kiinteistöillä			
- kiinteistökohtaiset öljysäiliöt			
- kaatopaikat, jätteiden varastointi ja käsittely			
- lannoitteet ja torjunta-aineet			
- eläinsuojat (sikalat ym.)			
- lietalantasäiliöt			
- turkistarhat			
- kasvihuoneet, taimitarhat ja kauppuutarhat			
- maa-aineksen otto ja oheistoiminnot (murskaus ym.), louhinta- ja kaivos-työt			
- pilaantuneet maa-alueet, ampumaradat ym.			
- golf-kentät			
- moottoriradat ja urheilukentät			
- ilman kautta tuleva kuormitus			
- ojitus, muu pohjavedenotto			
- vanhat käytöstä poistetut, täyttämättömät kaivot			

KYSYMYKSET	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko vedenottorakenteet suunniteltu siten, että vettä saadaan riittävästi myös poikkeuksellisen alhaisten veden pinnankorkeuksien aikana?			Siiviläputkikaivoissa alimmat siivilät saattavat joskus sijaita niin korkealla, että vettä ei saada pohjavesiintymistä, kun veden pinta on huomattavasti normaalia alempana. Rakenteet tulisi tarkistaa myös poikkeuksellisen kuivuuden varalta.
Onko varmistettu, että pintavesiä (järvet, joet, suot jne.) ei pääse imeytymään lähellä vedenottoaikoja?			Jos imeytymisalueen ja vedenoton välinen etäisyys on liian lyhyt, vesi ei ehdi puhdistua riittävästi. Rantaimetyminen ei useimmiten puhdistaa pintavettä riittävästi ellei imeytystä ole nimenomaisesti suunniteltu. Tulvimisvaaran vuoksi vedenottamot tulee sijoittaa riittävän etäälle vesistöistä, eikä koskaan alaville, tulvimisherkillä alueille.
Onko vedenottamoalue aidattu?			Alue kannattaa aidata ilkeiden ja varkauksien ehkäisemiseksi, mutta ennen kaikkea alueella liikkuvien eläinten poissa pitämiseksi. Eläinten ulosteissa on usein taudinaiheuttajia, jotka voivat juomaveteen joutuessaan sairastuttaa suuren joukon ihmisiä.
Onko kaivojen ilmanvaihtoaukot sellaiset, ettei niiden kautta voi päästä esim. pieneläimiä kaivoon?			Eläinten pääsy putkiin voidaan estää esimerkiksi ritilöillä.
Onko kaivon rakenteet kunnossa?			Ehjat kaivon rakenteet mm. suojaavat pohja- ja raakaveden laatua.
Onko kaivo suojattu routaantumiselta?			Routasuojaus estää kaivon rakenteiden rikkoutumisen ja veden jäämisen.
Onko veden laatu tutkittu kattavasti?			Veden laatu tulisi tutkia kattavasti ainakin kerran ja sen jälkeen ohjeiden mukaisesti.
Ovatko kaikki käytetyt materiaalit (ottamo, vedenkäsittely, verkostot) talousvesikäyttöön tarkoitettuja?			Oikeat materiaalit eivät aiheuta terveyshaittoja tai maku- ja hajuvirheitä veteen.
Vedenpuhdistuslaitokset			
Onko puhdistusprosessi riittävä poistamaan epäpuhtaudet vedestä?			Myös pohjavedessä esiintyy usein epäpuhtauksia, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittoja. Mikäli pohjavettä johdetaan desinfiomattomana verkostoon, tulee olla varma veden mikrobiologisesta laadusta kaikissa olosuhteissa. Pintavesi tulee aina käsitellä tehokkaasti ennen sen käyttöä talousvetenä.
Onko laitoksella valmius desinfiointiin?			Epidemian torjumiseksi veden saastumistilanteessa laitoksella tulisi olla vähintään valmius desinfiointiin käynnistämiseen. Desinfiointimenetelmän valinta, tarvittavat laitteistot ja kemikaalit on selvitettävä ennakoita. Lisäksi laitoksen on hankittava tarvittava tietotaito desinfiointista.

KYSYMYKSI	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko veden mikrobiologisen laadun muutoksia tutkittu esim. lumen sulamisen tai rankkasateiden yhteydessä?			Pohjavesilaitoksilla esiintyy veden laatuongelmia erityisesti lumen sulamisen ja rankkasateiden aikana, vaikka ongelmat eivät usein näy normaalissa veden laadun tarkkailussa. Olisi hyvä selvittää, onko laitoksen puhdistusprosessi riittävän tehokas myös noina aikoina.
Voidaanko terveydelle vaarallisten kemikaalien pääsy kuluttajille estää esim. annosteluvirheen tapahtuessa?			Annosteluvirhe tulisi havaita ennen veden pääsyä kuluttajalle. Erityisesti pienillä pohjavesilaitoksilla, joilla veden käsittely on pelkkä alkalointi, leipeän ylisyyttö on ollut ajoittain ongelmana.
Onko talousveden valvontatutkimusohjelma ajan tasalla?			Talousvesiasetuksen edellyttämä valvontatutkimusohjelma on päivitettävä vähintään 5 vuoden välein ja aina veden laatuun mahdollisesti vaikuttavien olosuhteiden muuttuessa.
Tehdäänkö valvontatutkimuksen lisäksi riittävästi käyttötarkkailua?			Talousvesiasetuksen mukaan valvontatutkimusohjelmaan on koottava tiedot laitoksen omasta käyttötarkkailusta. Käyttötarkkailuun tulee sisältyä riittävä raakaveden laadun seuranta veden käsittelyn asianmukaisuuden varmistamiseksi kaikissa tilanteissa. Käyttötarkkailuun olisi hyvä sisällyttää myös tarvittavat määritykset prosessin sisältä sekä laitokselta lähtevästä vedestä.
Onko puhdistusprosessin tai laitokselta lähtevän veden seuranta jatkuvatoimista?			Veden laatuhäiriön nopea havaitsemiseen on tärkeää terveyshaittojen estämiseksi. Jatkuvatoimisen (online) seurannan avulla tieto laadun muutoksesta tai prosessihäiriöstä kulkeutuu nopeasti laitoksen henkilökunnalle. Esimerkiksi jatkuvatoiminen sameusmittaus voi antaa oikea-aikaisen hälytyksen veden laatuongelmista.
Onko sovittu, miten toimitaan jos veden laadussa esiintyy poikkeamia?			Laitoksella tulisi olla kirjalliset toimintaohjeet siitä miten toimitaan, jos jatkuvatoimisesta seurannasta tai tarkkailuohjelman mukaisissa määrityksissä havaitaan ylityksiä tai asiakas ilmoittaa veden laadun puutteista.
Analysoidaanko pohjavedestä riskeihin viittaavia parametreja (nitraatti, kloridi, torjunta-aineet...)?			Käyttötarkkailussa tulisi seurata jopa lakisääteisiä vaatimuksia tehokkaammin niihin toimintoihin viittaavia laatuparametreja, jotka aiheuttavat todennäköisimmät riskit veden laadulle. Äkillisten, vaarallisten muutosten (esim. myrkköjen) nopeaan havainnointiin tulisi kiinnittää huomiota.
Seurataanko prosessikemikaalien laatua tai onko laadunvarmistuksesta sovittu kemikaalitoimittajan kanssa?			Kemikaaleissa esiintyvät epäpuhtaudet voivat aiheuttaa vaikeasti havaittavia haittoja talousveden laadulle. Kemikaalit voivat likaantua myös kuljetuksen ja varastoinnin aikana.

KYSYMYKSET	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko kriittisille kemikaaleille ja tarvikkeille varmuusvarastot?			Esimerkiksi kuljetus- tai kemian alan lakon aikana on olemassa vaara vedenpuhdistuksessa tarvittavien desinfiointiaineiden loppumiselle. Kriittisten tarvikkeiden ja kemikaalien saanti voidaan varmistaa varmuusvarastoinnilla ja yhteistyöllä muiden alueen vesilaitosten kanssa.
Onko laitoksen henkilökunta valvomassa kemikaalien vastaanottoa?			Laitoksen henkilökunnan tulee varmistaa, että oikea kemikaali toimitetaan asianmukaisesti oikeaan käyttökohteeseen. Teknisillä järjestelyillä voidaan vähentää riskiä väärän kemikaalin joutumisesta väärään säiliöön.
Onko vaaralliset kemikaalit varastoitu turvallisesti?			Kemikaalien huolimaton varastointi voi aiheuttaa työturvallisuusriskejä laitoksen omalle henkilökunnalle. Kemikaalivarastot tulee pitää poissa tulva-alueelta. Kaikissa tapauksissa pitää ottaa huomioon tilastollisesti 100 vuoden välein esiintyvä tulva. Jos varasto on vaikeasti siirrettävä, tulee varautua selvästi harvinaisempiin tulviin.
Onko kemikaalien annosmäärät ja laimennukset selkeästi esillä? Ja onko tarvittavat varoitukset merkinnät esillä?			Mikäli sijainen joutuu suorittamaan kemikaalien lisäyksen olisi hyvä, että kemikaalien yhteydessä olisi selkeät ohjeet kemikaalien lisäykseen.
Talovesiverkosto			
Huuhdellaanko verkostoa säännöllisesti?			Verkostoa tulisi huuhdella säännöllisesti löysien saostumien poistamiseksi ja verkoston kunnan säilymiseksi. Vesihuuhdelua tehokkaampina menetelminä voidaan käyttää possutusta ja vesi-ilmahuuhdelua.
Valvotaanko verkostopainetta ja onko sen pysyminen sopivissa rajoissa varmistettu?			Johtolinjojen ylipaine suojaa veden laatua ja paineen putoaminen saattaa veden pilaantumisen alttiiksi esim. maahan vuotaneiden jätevesien vaikutuksesta. Myös paineiskut voivat aiheuttaa vaurioita sekä putkien ympärillä olevan veden tunkeutumista vesijohtoveden joukkoon vuotokohtien kautta.
Onko verkostossa riittävästi ylävesisäiliötilaa?			Ylävesisäiliöt toimittavat vettä painovoimaisesti esimerkiksi sähkökatkon aikana. Säiliötilavuutta olisi hyvä olla vähintään puolen vuorokauden vedenkulutusta vastaavasti.
Puhdistetaanko vesitornit ja -säiliöt säännöllisesti?			Vesisäiliöiden pohjalle kertyy ajan kuluessa sakkaa, joka saattaa lähteä liikkeelle vaarantaen veden laadun. Säiliöt tulee suunnitella siten, että ne voidaan tarvittaessa eristää nopeasti muusta vesijohtoverkostosta sekä tyhjentää turvallisesti. Säiliön nopea eristäminen ja puhdistaminen on kriittistä erityisesti veden saastumistilanteessa. On myös varmistettava, ettei pieneläimiä pääse vesisäiliöön.

KYSYMYKSI	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko takaisinvirtaus estetty verkostossa?			Yksisuuntaventtiilien käyttö kiinteistöillä estää veden pääsyn takaisin jakeluverkkoon. Yksisuuntaventtiili tulee aina asentaa vesimittarin asennuksen yhteydessä.
Onko päävesijohdoille varayhteydet?			Pääljinjan putkirikon aikana vettä tulisi pystyä siirtämään käyttäjille myös vaihtoehtoista reittiä pitkin.
Voidaanko vesisäiliö ohittaa?			Mikäli säiliössä ilmenee rakenteellisia ongelmia tai se aiheuttaa veden pilaantumisen, on säiliö pystyttävä poistamaan järjestelmästä.
Kloorataanko kyseinen verkoston osa aina korjausten ja uusien putkilinjojen rakentamisen yhteydessä?			Rakennustöiden sekä putkirikkojen ja niiden korjauksen yhteydessä putkistoon pääsee epäpuhtauksia, jotka voivat pilata veden. InfraRyl:n ohjeissa annetaan ohjeita toimenpiteistä korjaustöiden jälkeen.
Noudatetaanko korjaustöiden yhteydessä riittävää hygieniää?			Korjaustöissä tulisi käyttää mahdollisuuksien mukaan eri työkaluja, vaatekäsineitä ja rasvoja kuin jätevesityömailla. Henkilökohtaisesta hygieniasta on huolehdittava, jotta taudinaiheuttajia ei pääse huolimattomuuden vuoksi korjaus- ja huoltotöiden yhteydessä vesijohtoverkkoon.
Onko vesijohtoverkostoja saneerattu niiden kunnan edellyttämässä aikataulussa?			Verkostojen ikääntyessä vaurioiden määrä ja esiintymistodennäköisyys kasvavat.
Tarkistetaanko uutta verkostoa suunniteltaessa, että se sijoitetaan routarajan alapuolelle?			Mikäli verkosto sijaitsee routarajan yläpuolella, on se routasuojattava.
Henkilöstö			
Tarkistetaanko uusien työntekijöiden taustat rekrytoinnin yhteydessä?			Uusien työntekijöiden taustoista on mahdollista hakea työnhakijan suostumuksella suppea turvallisuusselvitys paikalliselta poliisiviranomaiselta.
Onko ulkoistettujen palvelujen tuottajien pätevyys ja turvallisuus varmistettu?			Kriittisten toimintojen ulkoistamiseen on suhtauduttava varauksellisesti. Ulkoisia palveluja käytettäessä tulee palvelujen tarjoajalle asettaa yhtäläiset vaatimukset kuin omalle henkilöstölle. Suppea turvallisuusselvitys voidaan vaatia myös sellaisilta ulkoistettujen palveluiden työntekijöiltä, joilla on pääsy kriittisiin kohteisiin tai jotka saavat haltuunsa tärkeää tietoa.
Huolehditaanko siitä, että poistuvat työntekijät palauttavat laitoksen omaisuuden?			Poistuvien työntekijöiden hallussa on suuri määrä laitoksen toimintaan liittyvää tietotaitoa. On varmistettava, että työntekijät palauttavat työsuhteen päätyttyä kaiken laitokselle kuuluvan omaisuuden: avaimet, kartat yms.

KYSYMYS	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko laitoksella varallaolojärjestelmää?			Vesihuoltolaitoksella tulisi aina olla henkilöitä varalla ja nopeasti tavoitettavissa, jolloin myös työajan ulkopuolella voidaan reagoida nopeasti erityistilanteeseen. Pienet laitokset voivat sopia järjestelystä esimerkiksi toisten vesihuoltolaitosten kanssa, jolloin luonnollisesti on huolehdittava keskinäisestä perehdyttämisestä.
Onko vesihuoltolaitoksen henkilöstöllä riittävä koulutus ja pätevyys tehtäviensä hoitoon?			Vesilaitoksen hoitajan on suoritettava pätevyysvaatimuksia koskeva testi. Laitoksen ammattitaitoinen hoitaminen, ja erityistilanteiden välttäminen, edellyttää kokemusta ja syvällistä osaamista. Ainoastaan jatkuvalla kouluttautumisella voidaan ylläpitää riittävä osaaminen muuttuvassa toimintaympäristössä.
Onko henkilöstölle annettu turvallisuuskoulutusta?			Turvallisuusalan ammattilaisen antama koulutus motivoi ja sitouttaa henkilöstöä turvallisuuden edistämiseen.
Onko henkilöstöä riittävästi?			Koulutettua henkilöstöä on oltava riittävästi, jotta laitosta voidaan hoitaa asianmukaisesti myös lomakausina.
Kulunvalvonta ja turvallisuus			
Onko pääsy kriittisiin kohteisiin (vedenottamot, pumppaamot, vesitornit jne.) rajoitettu vain henkilökunnalle?			Laitoksen ulkopuolisten tahojen (urakoitsijat yms.) ei tule päästä heille työn kannalta tarpeettomiin tiloihin. Lukkojen sarjoituksissa voidaan huomioida eri henkilöryhmien tarve päästä eri tiloihin.
Onko ajoneuvot, välineet ja työvaatteet merkitty laitoksen tunnuksin? Käytetäänkö henkilökortteja?			Ulkopuolisten on helppo tunnistaa laitoksen henkilöstö tunnuksista. Kulkua laitoksen kriittisiin kohteisiin voidaan valvoa esim. valokuvallisia henkilökortteja käyttämällä. Pienemmillä laitoksilla tarve on pienempi, mutta esim. kiinteistöjen vesimittareita vaihdettaessa työntekijän valtuudet ilmentävä henkilökortti on tarpeen.
Onko kriittiset kohteet lukittu?			Lukitseminen estää varsinkin hetken mielijohteesta tapahtuvaa ilkivaltaa ja varkauksia. Ainakin vedenotto- ja venttiilikaivot, käsittelylaitokset, pumppaamot, vesitornit ja pohjaveden tarkkailuputket kannattaa lukita.
Onko kriittisiin kohteisiin asennettu hälytysjärjestelmät tai liiketunnistimet?			Ainakin vedenottamo- ja käsittelyrakennuksiin kannattaa asentaa kiinteistöhälytysjärjestelmä. Luvaton tunkeutuminen ehkäisee tehokas kohteen valaistus tai liiketunnistimet, joiden liikkeestä syttyvät valot saattavat jo yksin riittää karkottamaan tunkeilijat. Videovalvontajärjestelmillä voidaan valvoa keskeisimpiä tiloja.
Käydäänkö laitoksilla ym. säännöllisesti? Partioiko vartiointiliike kohteita?			Päivittäinen käynti kriittisillä kohteilla parantaa turvallisuutta, samalla asiattomien mahdolliset käynnit kohteissa tai muut ongelmat voidaan havaita tuoreeltaan.

KYSYMYKSET	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Pidetäänkö avaimista kirjaa, säilytetäänkö avaimia hallitusti, onko menettelyistä sovittu avaimen kadotessa?			Avainten käytöstä tulisi pitää kirjaa ja lukkojen sarjoitukset tulee vaihtaa ainakin silloin, kun avaimia katoaa. Ovikoodit kannattaa vaihtaa riittävän usein.
Onko atk-järjestelmien tietoturvasta huolehdittu?			Kaikkien tietokoneiden käyttö laitoksella tulisi olla salasanalla suojattua. Salasanat tulee vaihtaa riittävän usein, esim. 2 kk välein. Internet-yhteys tulee suojata virustorjunnalla, palomuurilla ja haittaohjelmien esto-ohjelmilla (anti spyware).
Onko laitoksen ohjausjärjestelmä irrallinen internetistä?			Suurin varmuus on järjestelmillä, jotka ovat irrallaan internetistä. Käytännössä voidaan laitoksen ohjaukseen käyttää eri tietokoneita ja järjestelmiä kuin muussa käytössä.
Otetaanko tärkeistä tiedostoista varmuuskopioita?			Tärkeimmistä tiedostoista tulee tallentaa säännöllisesti varmuuskopiot, joita säilytetään tulipalon tai varkauksien varalta eri rakennuksessa.
Onko huolehdittu, ettei omilla tai muiden internet-sivuilla ole laitosten kohtaista tietoa, jota voidaan käyttää väärin (esim. vahingontekoon)?			Laitosten tulee välttää arkaluontoisen tai liian yksityiskohtaisen informaation laittamista omille internetsivuilleen ja tarkistaa ajoittain hakukoneiden avulla, ettei muidenkaan tahojen ylläpitämällä sivuilla esiinny väärää tai arkaluontoista informaatiota omasta laitoksesta.
Huolehditaanko karttojen ym. fyysisen tiedon säilytyksen ja jakelun turvallisuudesta sekä palautuksesta?			Karttatietojen jakelua ulkopuolisille, esim. urakoitsijoille on hyvä rajoittaa vain välttämättömimpään osaan. Kyselijöille annetaan vain se informaatio, jota he työhönsä tarvitsevat. Karttojen palautusta on valvottava ja niiden säilytykseen kiinnitettävä huomiota, etteivät muut kuin oma henkilöstö pääse niihin käsiksi.
Onko huolehdittu riittävästä valaistuksesta järjestelmän eri pisteissä?			Valaistus lisää turvallisuutta ja helpottaa yleistä valvontaa.
Onko olemassa riittävästi tietoa järjestelmän kaikkien osien (kaivot, putket, vesisäiliöt) kunnosta ja turvallisuudesta?			Riittävän tiedon avulla on huolto ja ylläpito helpompaa.
Onko puhdistamalla huolehdittu riittävästi lämpöeristyksistä?			Veden puhdistuslaitteet tai muut järjestelmän osat eivät saa jäätyä.
Toimintaohjeet ja suunnitelmat			
Onko laitoksella ajantasalla oleva valmiussuunnitelma?			Vesihuoltolaitos huolehtii siitä, että kunnan valmiussuunnitelmassa on ajantasainen osio vesihuollon valmiuden osalta.
Onko laitoksella ajantasalla oleva varautumissuunnitelma tai onko normaaliolojen riskejä käsitelty riittävästi valmiussuunnitelmassa?			Aiemmin valmiussuunnittelu on keskittynyt poikkeusoloissa toimimiseen, mutta myös normaaliolojen erityistilanteisiin varautumista on suunniteltava vähintään yhtä kattavasti.

KYSYMYKSET	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko laitoksen rakennuksille laadittu pelastussuunnitelmaa?			Pelastuslain tarkoittaman pelastussuunnitelman tarkoituksena on esisijaisesti varautua rakennuksessa tai kiinteistöllä olevien ihmisten pelastamiseen vaaratilanteessa.
Onko suunnitelmat toimitettu asianomaisille viranomaisille?			Vesihuollon kehittämissuunnitelmista ja pohjavesialueiden suojelusuunnitelmista tulee tiedottaa mahdollisimman laajalti. Valmius- ja varautumissuunnitelmat on puolestaan pidettävä salassa ja niiden jakelu suppeana, mutta suunnitelmien osakokonaisuuksista annetaan tietoja tarpeen mukaan esim. kunnan terveysuojeluviranomaiselle ja pelastuslaitokselle viranomaisyhteistyön sujumiseksi erityistilanteissa.
Onko toimintaa veden saastumistapauksissa suunniteltu?			Tiedottaminen ja muu toiminta tulee olla tarkoin ennalta suunniteltua terveyshaittojen estämiseksi. Suunnitelmat tulee dokumentoida laitoksen varautumissuunnitelmaan sekä kunnan ympäristöterveyden erityistilannesuunnitelmaan.
Onko tiedottamista epidemia- ja muissa erityistilanteissa suunniteltu?			Tiedottamisen vastuut, kanavat ja tiedotuskohteet erilaisissa tilanteissa on suunniteltava ennakoita. Kriittisintä tiedottaminen on veden saastumistapauksessa. Tiedottamisesta ja hälyttämisestä tulee sopia kunnan terveysuojeluviranomaisen ja pelastuslaitoksen kanssa.
Onko erityistilanteissa (epidemia, tulvatilanne) toimimista harjoitettu käytännössä?			Vesihuoltolaitoksen ja kunnan varautumis- ja valmiussuunnitelmien toimivuus tositilanteessa edellyttää sitä, että vastuulliset toimijat on hyvin koulutettu tehtäviinsä ja että tilanteita on myös harjoitettu.
Onko yhteistyöstä erityistilanteissa sovittu eri viranomaisten (esim. kunnan terveysuojeluviranomaisen) kanssa?			Tilanteen johto on oltava yhdellä taholla. Vastuunjaosta sovitaan etukäteen ja tilanteen kohdatessa määritetään vastuut vielä esim. puhelimitse. Eri viranomaisten ja muiden toimijoiden yhteistoimintavalmiuksia erityistilanteissa on harjoitettava. Usein vesihuolto on vain yksi osa-alue lääninhallituksen, pelastuslaitoksen tai muun tahon järjestämissä laajalaisissa yhteistoimintaharjoituksissa.
Onko erityistilanteissa (esim. vesiepidemia) tarvittavat yhteystiedot ajantasalla?			Laitoksen tulee pitää kriittisten vedenkäyttäjien (mm. sairaalat, vanhainkodit, huoltovarmuuden kannalta tärkeät laitokset, lypsykarjatilat) ja viranomaisten (mm. kunnan terveyden- ja ympäristönsuojelu, tekninen toimi, pelastustoimi, ympäristökeskukset) yhteystiedot ajan tasalla ja päivittää yhteyshenkilöiden nimet ja puhelinnumerot esim. vuoden välein.
Toimitetaanko hätäkeskukseen tiedote erityistilanteissa?			Usein ihmiset soittavat hätäkeskukseen vaikka asian hoitaminen kuuluisikin vesihuoltolaitokselle. Hätäkeskusta tulisi ohjeistaa jo ennakoita avunpyyntöjen arvioinnissa ja yhteydenotossa vesihuoltolaitokseen. Erityistilanteen aikana laitoksen tulisi toimittaa hätäkeskukselle tiedote ja ohjeistus tilanteesta.

KYSYMYKSET	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Tietävätkö veden kuluttajat keneen heidän on otettava yhteys, mikäli veden laadussa ilmenee ongelmia tai he havaitsevat jotain epäilyttävää toimintaa esimerkiksi vedenottamon läheisyydessä?			Vesilaitoksen vastaavan hoitajan yhteystiedot tai päivystyspuhelinnumero on oltava kaikkien tiedossa.
Onko kaikki uudelleenikäynnistymiset varmistettu esimerkiksi sähkökatkojen jälkeen?			Mikäli varmistusta ei ole tehty on laitoksella käytävä joka kerta sähkökatkon jälkeen.
Onko ongelmatilanteisiin varauduttu taloudellisesti?			Taloudellinen varautuminen mahdollistaa välttämättömät korjaukset ja investoinnit laitoksen luotettavan toiminnan ylläpitämiseksi.
Selvitetäänkö tapahtuneiden häiriötilanteiden syyt?			Perusteellisilla selvityksillä voidaan vastaavien tilanteiden uudelleen syntyminen estää.
Varajärjestelmät			
Onko laitoksella varavesilähdettä tai sopimusta naapurikunnan kanssa veden toimittamisesta?			Esim. pohjaveden saastumistapauksessa on käytettävä eri esiintymässä olevaa varavedenottamaa. Laitos voi myös sopia veden ostamisesta toiselta laitokselta. Toimituskapasiteettia laskettaessa on otettava huomioon oman verkoston ja yhdysvesijohtojen kapasiteetti sekä toimitussopimukset.
Riittääkö varavesilähteestä kotitalouksien käyttöön vähintään 50 l vuorokaudessa asukasta kohti?			Varavesilähdettä käytettäessä asiakkaille jaettavan veden riittäväksi määräksi on useissa yhteyksissä arvioitu 50 l/vrk/as., kun kriittisten vedenkäyttäjien minimivedentarve on ensin vähennetty käytettävissä olevasta kapasiteetista.
Voidaanko varavesilähde ottaa nopeasti käyttöön?			Vedenottamaa tulee koekäyttää säännöllisesti ja veden laatua on seurattava. On huolehdittava siitä, että tarvittavat vedenottoluvat ovat kunnossa.
Onko vesihuollon alueellista yleisuunnitelmaa laadittu alueella?			Alueellinen yhteistyö, kuten laitosten väliset yhdysvesijohdot, edistävät talousveden saannin varmuutta erityistilanteissa, kun käytettävissä on usean laitoksen vedenottamoita.
Onko väliaikaisen vedenjakelun toteutusta suunniteltu?			Väliaikaisen vedenjakelun toteutustapa (tankkiautot, noutopisteet, yksityiset kaivot), kapasiteetti, tarvittavan kaluston käyttö ja veden laadun tarkkailu tulisi suunnitella etukäteen.
Onko erityistilanteissa tarvittavan ulkopuolisen kaluston käytöstä sovittu palvelun tarjoajien kanssa?			Ulkopuolisen kaluston (säiliöautot, loka-autot tms.) käytöstä on syytä tehdä kirjalliset sopimukset etukäteen.
Onko kriittisiä toimintoja varten varavoimallat tai edes varavoiman liitännämahdollisuus?			Pumppaamoiden ja käsittelylaitosten varavoimalla voidaan estää sähkökatkoksen aiheuttamia haittoja. Vakava jakeluhäiriö voi syntyä jo, jos katkos kestää yli puoli vuorokautta, jolloin esimerkiksi ylävesisäiliö voi tyhjäntyä.

KYSYMYS	VASTAUS		SELITYS
	kyllä	ei	
Onko kemikaaleille ja kriittisille varaosille riittävät varmuusvarastot tai onko tavarantoimittajien kanssa sovitettu varmuusvarastojen pitämisestä?			Toimittajien kanssa on mahdollista sopia varmuusvaraston ylläpitämisestä asiakastaan varten. Varasto ei kuitenkaan ole turvassa kuljetusketjun häiriöiltä, esimerkiksi lakoilta. Suuri osa laitosten prosessilaitteistosta on tuontitavaraa, joten varaosien saatavuus ei välttämättä ole turvattu kansainvälisessä konfliktitilanteessa.
Voiko verkostoa ja laitosta ohjata manuaalisesti?			Automaatiojärjestelmän rikkoontuessa vedenjakelun ja viemäröinnin keskeytymisen estämiseksi on tärkeää, että laitteet pystyvät toimimaan paikallislogiikan avulla tai käsikäyttöisesti. Käsikäyttöä tulisi edelleen harjoitella.
Onko tietotekniikka (kaukovalvonta- ja käyttöjärjestelmät ym.) suojattu UPS-laitteilla?			UPS-laite suojaa tietokonetta jännitehäiriöiltä ja katkoksen pitkittyessä mahdollistaa tietojärjestelmien hallitun alasajon.

Liite 8. Pienen vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelman malli (kuvitteellinen esimerkki) (Vikman & Arosilta 2006)

Kytövainion vesihuoltolaitoksen varautumissuunnitelma

1. Laitoksen kuvaus

Kytövainion vesihuoltolaitos toimittaa talousvettä Kytövainion kunnassa kunnanvaltuuston hyväksymällä vesilaitoksen toiminta-alueella (liite a) sekä kokoaa ja käsittelee jätevedet valtuuston hyväksymällä viemärlaitoksen toiminta-alueella (liite b).

2. Uhkatekijät

Santakankaan pohjavesialueella ovat tiedossa seuraavat riskitekijät:

- polttoainesäiliöitä 19 kpl
- 12 asuinkiinteistöä, joilla on kiinteistökohtainen jätevedenkäsittely
- 4 karjatilaa
- 18 vuotta sitten käytöstä poistettu kaatopaikka
- käytöstä poistettu sorakuoppa, jonne on luvatta tuotu jätettä ja romua
- Santakankaantie, jossa on mm. lämmitysöljyn jakeluliikennettä
- lisääntyvä maastoliikenne.

Muita uhkia voivat olla havaintoputket, joista saattaa joutua epäpuhtauksia pohjaveteen ja paine soranottoon alueen lounaisosassa. Epätodennäköinen, mutta mahdollinen uhka on lento-onnettomuus, sillä pohjavesialue sijaitsee Kivikylän lentoaseman uuden kiitotien laskeutumispolulla. Poikkeuksellisen kuivina kausina pohjaveden pinta on alentunut, mutta ei hälyttävästi. Pitkäaikainen kuivuus ja pohjaveden pinnan alenema voivat kuitenkin lisätä laaturiskejä muuttaessaan pohjaveden virtausta, jolloin vanhalta sorakuopalta voi kulkeutua haitallisia aineita.

Mikäli pohjaveteen tai ottamon alavesisäiliöön joutuu mikrobiologisia tai kemiallisia vaaratekijöitä, voi seurauksena olla vesiepidemia tai eriasteisia myrkytysoireita.

Vedenottamalla riskejä ovat sähkökatkot (varavoima tätä varten), tulipalo ottamalla tai sen ympäristössä, ukkosen aiheuttama laitehäiriö sekä ilkivalta (ottamo on aidattu, mutta siellä ei ole valvontaa). Jos vettä ei saada pumpatuksi ottamolta, ei vaihtoehtoista vesilähdettä ole.

Vesijohtoverkko on toiminut luotettavasti ja putkirikkoja on vain 2-4 vuosittain. Johtojen korjaustöiden yhteydessä on ajoittain veden laatu kärsinyt putkeen joutu-neesta liasta. Ankarina talvina on uhkana johtojen jäätyminen verkon latvaosilla sekä kiinteistöillä. Verkkoon ei ole liitetty paloposteja. Viemärit ovat vesijohtojen kanssa samassa kaivannossa ja mahdollinen alipaine vesijohdossa voi aiheuttaa veden pi-laantumisen.

Viemäriverkossa pumppaamoiden toimintahäiriöt voivat aiheuttaa pumppaamoi- ta edeltävien viemäreiden ja tarkastuskaivojen tulvimista. Laaja-alaisen sähkökatkon aikana pumppaamot eivät toimi. Samoin käy jätevedenkäsittelyn.

Viemäriin saattaa päästä öljyä, liuottimia, tai muita aineita, jotka voivat vakavasti haitata jäteveden käsittelyä. Tällainen riski on Kytövainiossa vähäinen, koska jäte- vedet ovat lähes yksinomaan normaaleja asumisjätevesiä.

Laitoksen henkilöstö on erittäin pieni ja koko henkilöstö siirtyy eläkkeelle lähi- vuosina. Huomattava osa laitosta koskevista teknisistä ja toiminnallisista tiedoista on puutteellisesti dokumentoitu ja uhkana on tämän tiedon katoaminen nykyisen henkilöstön myötä. Uhkana on myös pätevän, motivoituneen ja luotettavan korvaa- van henkilöstön saanti. Yllä mainitut uhat ovat laitoksen toiminnan kannalta kaikkein kriittisimmät.

3. Toimintojen turvaaminen nykytasolla

3.1 Veden tarve ja jätevesimäärä

Vesihuoltolaitos toimittaa talousvettä 850 asukkaalle sekä muille asiakkaille yhteen- sä keskimäärin 215 m³/d Vedenjakelun piirissä ovet seuraavat erityislaitokset tai -kohteet:

- terveystakeskuksen vuodeosasto, 16 hoitopaikkaa (8,8 m³/d);
osoite....., puhelinnumero.....
- Vaarilan vanhainkoti, 30 hoitopaikkaa (8,3 m³/d)
osoite....., puhelinnumero
- Kurkkulan Vihannes Oy:n puutarhat (3,3 m³/d)
osoite....., puhelinnumero
- 11 lypsykarjatilaa (yhteensä 4,5 m³/d)
osoite....., puhelinnumero

Palonsammutukseen tarvittava vesi saadaan luonnonvedenottoaikoista (liite c).

Vesihuoltolaitos vastaanottaa 470 asukkaan ja muun asiakkaan jätevedet. Puhdis- tamolla käsitellään jätevettä keskimäärin 140 m³/d. Yllä mainituista erityislaitoksista tai -kohteista viemäriverkkoon liitettyjä ovat terveystakeskus ja vanhainkoti.

Vesi- ja jätevesimäärien on arvioitu pysyttelevän nykyisellä tasolla siitä huolimatta, että verkostoja on tarkoitus jossain määrin laajentaa.

3.2 Raakaveden hankinta

Kaikki laitoksen käyttämä raakavesi otetaan Santakankaan pohjavesialueelta, missä laitoksella on yksi ottamo, jonka arvioitu antoisuus on 1 800 m³/d. Vettä ei tarvitse käsitellä, vaan se kelpaa sellaisenaan talousvedeksi. Varavedenottoa ja varmis- tavien yhdysvesijohtoja ei ole. Ottamalla vedensaanti on kohtuullisen hyvin varmis-

tettu: vesi saadaan kahdesta kaivosta ja alavesisäiliön yhteydessä on kaksi pumppua. Kaikkien sähkölaitteiden virransaanti on turvattu dieselkäyttöisellä aggregaatilla. Vedenottamo on kauko-ohjattu ja tiedonsiirto on toteutettu valintaista puhelinverkkoa käyttäen.

Koska raakaveden laadun turvaaminen on laitokselle elintärkeää, laaditaan Santakankaalle pohjavesialueen suojelusuunnitelma vuoden 2006 loppuun mennessä (vastuuhenkilö N.N.). Kunnan ympäristölautakunta pyritään vakuuttamaan uuden soranoton vaarallisuudesta. (N.N.). Lisäksi selvitetään mahdollisuutta rajoittaa moottorikäyttöisten ajoneuvojen käyttöä Santakankaan lounaisosassa yleisten liikennealueiden ulkopuolella.

Vuoden 2005 aikana käynnistetään neuvottelut Mesijärven Vesihuolto Oy:n kanssa mahdollisuudesta sopia yhdysvesijohdon rakentamisesta ja molemminpuolisesta veden toimittamisesta erityistilanteessa. (N.N. ja P.P.)

3.3 Vedenkäsittelylaitokset

Vettä ei tarvitse käsitellä vaan se kelpaa sellaisenaan talousvedeksi. Veden laadun turvaamiseksi mikrobiologisen saastumisen varalta varaudutaan järjestämään veden desinfiointivalmius. Vuoden 2005 loppuun mennessä selvitetään desinfiointilaitteiston saatavuus saastumistilanteessa. (N.N.).

3.4 Vedenjakelu, säännöstely ja säiliötilat

Vesijohtoverkon kaavio on esitetty liitteessä d. Vesijohtoverkon pituus on noin 31 km ja siinä on Yläkylässä yksi paineenkorotuspumppaamo, jonne on yksi sähkönsyöttölinja. Johtoverkko on keskustaaajamassa toteutettu silmukkejohdoin. Siellä yhden putken vaurioituminen ei aiheuta haitallista jakeluhäiriötä. Taajaman ulkopuolella johtoverkko on puumainen, jolloin häiriö jollakin linjaosuudella estää veden toimittamisen sen takana oleville asiakkaille. Verkostosta ei ole yhteyksiä muihin verkostoihin. Pohjoisessa on Mesijärven Vesihuolto Oy:n lähin johtolinja noin 2,5 km päässä laitoksen johtoverkosta.

Vedenottamalla on alavesisäiliö, jonka tilavuus on 600 m³; muuta säiliötilaa ei laitoksella ole.

Työohjeiden noudattamista putkirikkojen korjauksessa parannetaan tehostetulla valvonnalla ja dokumentoinnilla (R.R.).

3.5 Veden laadun valvonta

Raakaveden laadun valvontanäytteet otetaan kaksi kertaa vuodessa kummastakin kaivosta ja verkstoveden näytteet kuusi kertaa vuodessa viidestä pisteestä jakeluverkon eri osista. Tällainen valvontatiheys antaa kuvan pitkäaikaisesta kehityksestä, mutta ei tietenkään voi varmistaa kulloinkin verkosta saatavan veden laatua.

Pohjavesialueen suojeleusuunnitelmaa laadittaessa tarkastellaan pohjaveden laadun seurannan kehittämistarpeita sekä silmämääräisten tarkastusten tarvetta valuma-alueella. (N.N.)

3.6 Viemäröinti

Viemäriverkon kaavio on esitetty liitteessä e. Viemäriverkon pituus on noin 13 km ja verkossa on kaksi pumppaamoja. Niille on kaksi sähkönsyöttölinjaa. Keskustaajamassa on hulevesiviemäröinti, jonka pituus on 3,1 km. Muualla hulevedet johdetaan avo-ojissa.

Viemäriverkon osalta ei ole tarvetta erityisiin toimenpiteisiin lähiaikoina. Puhdistamolle tulevaa virtaamaa seurataan jatkuvasti ja verrataan pumpattuun talousveden määrään viemäriverkon kunnan arvioimiseksi. (O.O.)

3.7 Jäteveden käsittely

Jätevedet käsitellään Ruskearannan puhdistamolla bioroottorilla. Puhdistamolle on kaksi sähkönsyöttölinjaa ja puhdistamoalue on aidattu. Liette kuljetetaan Kivikylän kaupungin puhdistamolle.

Jäteveden käsittelyssä ei ole tarvetta erityisiin toimenpiteisiin lähiaikoina.

Ruskearannan puhdistamolla käsitellyt jätevedet johdetaan 1,2 km pitkässä purkuputkessa Ruskeajärven Tuuliselälle. Samaan purkuputkeen johdetaan myös mahdolliset puhdistamon ohittavat jätevedet. Purkujärjestely ei ole riippuvainen sähkösaannista.

Jäteveden johtaminen purkuvesistöön ei edellytä erityisiä toimenpiteitä lähiaikoina.

3.8 Kriittiset materiaalinimikkeet

Laitoksella ei käytetä kemikaaleja eikä muita päivittäin kuluvia materiaaleja. Vedenotamolla on kaksinkertainen pumppauskapasiteetti eli käytännössä varapumput. Yläkylän paineenkorotuspumppaamolla on vain yksi pumppu. Pumppaamoja tarvitaan vain huippukulutuksen aikaan. Pumppujen huoltoon ja korjaukseen tarvittavia varaosia ei ole laitoksen varastossa.

Verkostojen kunnossapitoa varten laitoksella on varastossaan venttiileitä, putkia, putkenosia ja korjaustarvikkeita. Tämänhetkinen varasto riittää vähintään kolmen vuoden normaaliin kunnossapitoon. Luettelo varastonimikkeistä on liitteessä f.

Materiaalivaraston suhteen ei tarvita erityisiä toimenpiteitä lähiaikoina.

3.9 Energian hankinta ja käyttö

Laitos ostaa tarvitsemansa sähkön Kivikylän Energia Oy:ltä. Lukuun ottamatta Santakankaan vedenottamo ja Yläkylän paineenkorotuspumppaamo pumppujen sähkönsaanti on varmistettu kahden syöttölinjan avulla. Santakankaalla on varmistuksena dieselkäyttöinen aggregaatti.

Kivikylän Energia Oy:n kanssa on sovittu, että se tiedottaa häiriöiden aikana laitokselle tilanteen kehittymisestä ja pyrkii turvaamaan laitoksen sähkönsaannin tarvittaessa ennen tavallisia kotitalousasiakkaita.

Energian saannin turvaamiseksi ei ole tarvetta eikä mahdollisuuksia erityisiin toimenpiteisiin lähiaikoina.

3.10 ATK-valmiuden arviointi

Henkilöstö on ohjeistettu vaihtamaan henkilökohtaiset salasana kuukausittain, laitoksen palvelin päivittää virustorjuntaohjelman tietokannan ja palomuurin automaattisesti sekä ottaa työtiedostojen varmuuskopiot päivittäin. Laitoksen ATK:n laite- ja ohjelmistohuollosta on pitkäaikainen sopimus ulkoisen palveluntarjoajan kanssa. Tietojärjestelmät on varmistettu UPS-laitteilla.

Kaukokäyttöjärjestelmän tiedonsiirto on riippuvainen yleisen puhelinverkon toimintakunnosta. Mikäli tiedonsiirto katkeaa, vedenottamon ohjaus hoidetaan paikallisella käsikäytöllä. Tätä varten laitoksella on kaksi VHF-käsiradiopuhelinta.

Laitoksen ATK-valmius on asiallinen eikä sen osalta ole tarvetta erityisiin toimenpiteisiin lähitulevaisuudessa.

3.11 Ajoneuvot ja työkoneet

Laitoksella ei ole omia erityisajoneuvoja, jotka olisivat toiminnan jatkumisen kannalta kriittisiä.

Vedenjakelun häiriöiden varalta on kuljetusyrittäjä xxxx:n kanssa sovittu kirjallisesti vedenjakelusta yrityksen säiliöautolla

3.12 Materiaali- ja varaosayhteistyösopimukset

Yläkylän paineenkorotuspumppaamolla on vain yksi pumppu. Kivikylän Vedellä on varastossaan kaksi samanlaista pumppua ja sieltä on luvattu lainaksi pumppu tarvittaessa. Kivikylän Vedeltä on myös tarvittaessa saatavissa varapumput jätevedenpumppaamoille.

3.13 Säteilyturvasuunnitelma

Laitoksen säteilyturvasuunnitelma on liitteessä g eikä se edellytä uusia toimenpiteitä.

3.14 Valmiuden kohottaminen

Keskeiset varautumistoimenpiteet on esitetty yllä kohdissa 3 ja 4.

Laitoksen vedenkuljetussuunnitelma sellaista tilannetta varten, että vettä ei voida toimittaa jakeluverkon kautta, on liitteessä i. Erityisasemassa ovat kohdassa 3.1 mainitut erityislaitokset ja -kohteet.

4. Organisaatio ja henkilöstö

Laitoksen palveluksessa on osa-aikainen johtaja (kunnaninsinööri) sekä kolme vakinaista henkilöä: toimistosihteeri, laitostenhoitaja sekä asentaja. Henkilöstön ikä vaihtelee välillä 55 ja 63 vuotta. Kaivu- ym. työt teetetään ulkopuolisilla urakoitsijoilla. Nykyinen henkilöstö on tehnyt elämäntyönsä laitoksen palveluksessa ja tuntee sekä laitoksen että sen asiakkaat yksityiskohtaisesti.

Laitoksen dokumentoimaton tieto kirjataan muistiin vuoden 2005 aikana (N.N., O.O. ja R.R.). Lisäksi palkataan yksi uusi laitostenhoitaja nykyisen jäädessä osa-aikaeläkkeelle.

Henkilöstön vastuualueet ja yhteyshenkilöt on esitetty liitteessä h, missä on myös luettelo tärkeimpien toimeksisaajien (energialaitos, ATK-yritys, jne.) yhteyshenkilöistä yhteyshenkilöineen.

5. Johtaminen

Laitoksen johtaja vastaa johtamisesta kaikissa tilanteissa poikkeustilanteita lukuun ottamatta. Hänen ollessaan estynyt johtovastuu on laitostenhoitajalla, joka tällöin raportoi suoraan kunnanjohtajalle.

Valmiuslain tarkoittamassa poikkeustilanteessa johtovastuu on johtokeskuksella.

6. Kriisiviestintä

Laitoksen tiedottaminen riippuu erityistilanteen luonteesta.

Jo epäiltäessä talousveden saastumista on välittömästi otettava yhteys terveys-tarkastajaan (yhteyshenkilö:) sekä terveyskeskukseen. Terveystarkastajan ohjeiden mukaan ratkaistaan lopetetaanko veden pumppaaminen verkkoon vai jatketaanko pumppaamista sekä tehostetaan näytteenottoa. Saastuneen maa-aineksen ja pohjaveden poistamiseksi hälytetään pelastuslaitos (yhteyshenkilö:). Asiasta tiedotetaan myös alueelliselle ympäristökeskukselle (yhteyshenkilö:) ja kunnan ympäristösihtee-

rille (yhteystiedot:). Päävastuu tiedottamisesta kuluttajille on terveystarkastajalla. Laitoksen johtaja vastaa laitoksen tiedottamisesta ja hän delegoi tehtäviä harkintansa mukaan. Tiedotuskanavina ovat lehdistö, alueradio ja internet sekä tiedotteet kuluttajille. Erityislaitoksille ja -kohteille tiedotetaan suoraan joko puhelimitse tai joukkotekstiviestillä tai -sähköpostilla (yhteystiedot:).

Mikäli havaitaan laitokseen kohdistunutta ilkivaltaa, otetaan yhteys terveystarkastajaan, jos on aihetta epäillä veden laatua. Kaikissa tapauksissa asia ilmoitetaan poliisille (yhteystiedot:).

Säteilytilanteessa otetaan viipymättä yhteys aluehälytyskeskukseen (yhteystiedot:), lääninhallitukseen (yhteystiedot:), pelastuslaitokseen, terveystarkastajaan sekä ympäristösihteeriin.

Vedenjakelun ja viemäröinnin häiriötilanteissa tiedotuksen ensisijaisena kohde-ryhmänä ovat kohdassa 3.1 mainitut erityislaitokset ja -kohteet ja toissijaisesti muut asiakkaat.

7. Valmiuskoulutustilaisuudet ja harjoitukset

Laitoksen koko henkilöstö on saanut hätäensiapukoulutuksen. Varautumiskoulutus-suunnitelma ja siihen liittyvät harjoitukset laaditaan yhteistyössä pelastuslaitoksen ja terveystarkastajan sekä alueellisen ympäristökeskuksen kanssa vuoden 2005 loppuun mennessä (N.N.)

8. Suunnitelman ylläpito ja vastuunjako

Suunnitelman ylläpidosta vastaa N.N. Suunnitelmaa on päivitettävä sitä mukaa kun tarvetta ilmenee. Esimerkiksi vastuu- ja yhteyshenkilöiden tai näiden yhteystietojen muuttuessa on suunnitelma välittömästi päivitettävä ja jaettava muille vastuuhenkilöille.

Tässä suunnitelmassa esitettyjen toimenpiteiden toteutumista ja vaikutusta seurataan ja varautumiskysymyksiä tarkastellaan uudestaan kokonaisvaltaisesti vuoden 2006 loppuun mennessä.

Liite 9. Pätevyydestissä vaadittavat aihealueet (STTV:n luonnos 1.12.2006)

TALOUSVETTÄ TOIMITTAVASSA LAITOKSESSA TYÖSKENTELEVÄN LAITOS-
TEKNISET JA TALOUSVESIHYGIEENISET OSAAMISVAATIMUKSET

1. Veden hankinta

Henkilön tunnettava

- yleisimmät raakaveden epäpuhtaudet ja niiden merkitys veden käsittelytarpeeseen
- vedenottoalueen suojeleminen ja pohjaveden suojelemissuunnitelmat
- raakavettä likaavat toiminnat, kuten jätevesien johtaminen, maatalous, maanainesten otto ja teollisuus
- yleisimmät vedenottorakenteet
- pohjaveden muodostumisen yleiset periaatteet pohjavesilaitoksilla
- vedenottolupa ja raakaveden laadun seuranta.

2. Veden käsittely

Henkilön on tunnettava

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

3. Vesijohtoverkostot

Henkilön on tunnettava

- yleisperiaatteet verkoston asennushygieniasta ja tonttijohdon liittämistä verkostoon
- verkoston osat ja verkostomateriaalit
- verkoston ja säiliöiden ylläpidon ja asennuksien yksikköprosessien, kuten huuhtelun, puhdistuksen, juoksutuksen ja desinfioinnin toteuttaminen
- takaisinvirtauksen estäminen
- vesisäiliöihin liittyvät hygieenisuusriskit ja niiden välttäminen.

4. Lainsäädäntö ja talousveden laadun valvonta

Henkilön on tunnettava

- lainsäädännön asettamat vaatimukset talousveden laadulle ja sen valvonnalle
- valvontatutkimusohjelman ohjeellinen sisältö ja merkitys.

Henkilön on osattava

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

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus		Julkaisu-aika Joulukuu 2006	
Tekijä(t)	Eija Isomäki, Matti Valve, Anna-Liisa Kivimäki ja Kirsti Lahti			
Julkaisun nimi	Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöopas			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Tiivistelmä	Tämä opas on tarkoitettu pienten pohjavesilaitosten hoitajille. Se sisältää tietoa pohjaveden muodostumisesta, pohjavesiä uhkaavista riskeistä ja niiden hallinnasta, talousveden valmistukseen liittyvistä ohjeista ja määräyksistä, vesilaitostekniikasta sekä pohjavesilaitoksen ylläpidosta ja omavalvonnasta. Oppaassa on myös lyhyesti käsitelty vesijohtoverkoston. Oppaan tarkoituksena on antaa työkaluja pienen pohjavesilaitoksen jokapäiväiseen ylläpitoon ja toimia samalla tietolähteenä vesilaitoshoitajilta vaadittavaan osaamistestaukseen vesihygieniapassia varten. Siinä suhteessa oppaassa on käyttökelpoista tietoa myös isojen vesilaitosten ja pintavesilaitosten henkilökunnalle.			
Asiasanat	vesilaitos, ylläpito, pohjavesi, kaivo, vedenottamo, omavalvonta, vedenlaatu, vesijohdot, näytteenotto			
Rahoittaja/ toimeksiantaja				
	ISBN 952-11-2530-6 (nid.)		ISBN 952-11-2531-4 (PDF)	
	ISSN 1238-8602 (pain.)		ISSN 1796-167X (verkkokoj.)	
	Sivuja 133	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis.alv 8 %) 23 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Publishing Oy, PL 800, 00043 EDITA, vaihe 020 450 00 Asiakaspalvelu: puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu@edita.fi , http://www.edita.fi/netmarket			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki puh. 020 490 123			
Painopaikka ja -aika	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral			Datum December 2006
Författare	Eija Isomäki, Matti Valve, Anna-Liisa Kivimäki och Kirsti Lahti			
Publikationens titel	Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta (Underhåll och kontroll av små grundvattenverk)			
Publikationsserie och nummer	Miljöhandledning			
Publikationens tema				
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
Sammandrag	<p>Denna guide är avsedd för operatörer av små grundvattenverk. Den innehåller uppgifter om grundvattenbildning, risker för grundvatten och riskhantering, råd och riktlinjer för dricksvattentillverkning, vattenverksteknik, samt underhåll och egenkontroll av vattenverk. Vattenledningsnät behandlas även kortfattat i guiden. Syftet med guiden är att ge verktyg för det dagliga underhållet av grundvattenverket och samtidigt fungera som informationskälla till den test som vattenverkspersonalen skall avlägga. Guiden innehåller i detta avseende relevant information även för personalen på större vattenverk.</p>			
Nyckelord	Vattenverk, underhåll, grundvatten, brunn, vattenintag, vattenkvalitet, vattenledningar, provtagning			
Finansiär/ uppdragsgivare				
	ISBN 952-11-2530-6 (hft.)	ISBN 952-11-2531-4 (PDF)		
	ISSN 1238-8602 (print)	ISSN 1796-167X (online)		
	Sidantal 133	Språk finska	Offentlighet offentlig	Pris (inneh. moms 8 %) 23 €
Beställningar/ distribution	Edita Publishing Ab, PB 800, 00043 EDITA, växel 020 450 00 Postförsäljning: Telefon +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Internet: www.edita.fi/netmarket			
Förläggare	Finlands miljöcentral, PB 140, 00251 Helsingfors Telefon +358 20 490 123			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Finnish Environment Institute		<i>Date</i> December 2006	
<i>Author(s)</i>	Eija Isomäki, Matti Valve, Anna-Liisa Kivimäki and Kirsti Lahti			
<i>Title of publication</i>	Pienten pohjavesilaitosten ylläpito ja valvonta (Operation and maintenance of small waterworks)			
<i>Publication series and number</i>	Environment guide			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>	The publication is available on the internet: www.ymparisto.fi/julkaisut			
<i>Abstract</i>	This guide is aimed for small waterworks operators. The guide includes information on groundwater re-charge, the risks of the groundwater resources and risk management procedures, guidelines and regulations relating to water intended for human consumption as well as maintenance and self-monitoring of small waterworks. Water distribution networks are also briefly covered in this guide. The purpose of the guide is to give help and advice on maintenance of the waterworks and at the same time serve as a handbook of water hygiene issues for small water supply operators, expected to be certified by passing an official examination designed for water works personnel.			
<i>Keywords</i>	Waterworks, maintenance, groundwater, well, water intake, self-monitoring, water quality, water distribution network, sampling			
<i>Financier/ commissionere</i>				
	ISBN 952-11-2530-6 (pbk.)		ISBN 952-11-2531-4 (PDF)	
	ISSN 1238-8602 (print)		ISSN 1796-167X (online)	
	<i>No. of pages</i> 133	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> Public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> 23 €
<i>For sale at distributor</i>	Edita Publishing Ltd, P.O. Box 800, FIN-00043 EDITA, Finland, Phone +358 20 450 00 Mail orders: Phone +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 Internet: www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Finnish Environment Institute, P.O.Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland Phone +358 20 490 123			
<i>Printing place and year</i>	Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala 2007			

Opas pienten pohjavesilaitosten hoitajille

Tämän oppaan tarkoitus on toimia tukena pienten pohjavesilaitosten joka-päiväisessä ylläpidossa sekä toimia samalla tietolähteenä vesilaitoshoitajilta vaadittavaan osaamistestaukseen vesihygieneiapassia varten. Tässä suhteessa oppaassa on käyttökelpoista tietoa myös isojen vesilaitosten ja pintavesilaitosten henkilökunnalle.

Suomessa ei ole aiemmin laadittu erityisesti pienten pohjavesilaitosten hoitajille suunnattua opasta. Tietoja laitoksen ylläpitoa ja valvontaa varten on ollut saatavilla, mutta ne ovat hyvin hajanaisia.

Tämä opas sisältää tietoa pohjaveden muodostumisesta, pohjavesiä uhkaavista riskeistä ja niiden hallinnasta, talousveden valmistukseen liittyvistä ohjeista ja määräyksistä, vesilaitostekniikasta, vesijohtoverkostosta sekä pohjavesilaitoksen ylläpidosta ja omavalvonnasta.



Myynti: Edita Publishing Oy
PL 800, 00043 EDITA
Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
Edita-kirjakauppa Helsingissä:
Annankatu 44, puh. 020 450 2566

ISBN 952-11-2530-6 (nid.)

ISBN 952-11-2531-4 (PDF)

ISSN 1238-8602 (pain.)

ISSN 1796-167X (verkkoi.)

