

Siiri Kangas

T548SN

POIKKEUSTILANNEDESINFIOINTI
Laitteiston tarkastelu ja ohjeistus

Opinnäytetyö
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkelin University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 16.3.012				
Tekijä(t) Siiri Kangas	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristötekniologia				
Nimeke Poikkeustilannedesinfiointi, Laitteiston tarkastelu ja ohjeistus					
Tiivistelmä <p>Puhdas juomavesi on ihmisen perustarve ja sen saatavuus on turvattava kaikissa tilanteissa. Talousvedentuotannossa poikkeustilanteisiin voidaan varautua ohjeistuksen laatimisella poikkeustilannedesinfiointia varten.</p> <p>Klooraus on maailman yleisin talousveden desinfiointimenetelmä, jolla taataan elintärkeän puhtaan juomaveden saatavuus miljoonille ihmisille. Kloorin käyttö desinfiointissa on suhteellisen edullinen ja tehokas menetelmä, joka mahdollistaa desinfiointin jatkuvan läpi vesijohtoverkoston.</p> <p>Natriumhypokloriitin syöttö vesijohtoverkoston on helppo ja turvallinen kloorausmenetelmä. Mikkelin vesilaitoksella natriumhypokloriittia käytetään talousveden desinfiointiin talousvedentuotannon erityistilanteissa. Erityistilanteita ovat ne tilanteet, kun talousveden laatu ei täytä Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 461/2000 asetettuja raja-arvoja, tai raja-arvot ovat vaarassa ylittyä.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä Mikkelin vesilaitoksen desinfiointilaitteiston toimintakuntoa tarkasteltiin ja luotiin ohjeistus desinfiointiin ja desinfiointilaitteiston käyttöön talousveden mikrobiologisen laadun heikentyessä, tai sitä epäiltäessä.</p> <p>Natriumhypokloriitin annosteluun käytetyt Iwaki kalvopumput todettiin toimintakuntoisiksi, ja niiden pumppaustuloksia sovellettiin desinfiointiohjeistuksessa.</p>					
Asiasanat (avainsanat) talousvesi, klooraus, desinfiointi,					
Sivumäärä 24+ liitteen sivut 25	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> <tr> <td>suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	suomi	
Kieli	URN				
suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä)					
Ohjaavan opettajan nimi Arto Sormunen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin vesilaitos				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 16 th of March 2012	
Author(s) Siiri Kangas		Degree programme and option Environmental Engineering	
Name of the bachelor's thesis Disinfection in exceptional situations, Review of equipments and instructions			
Abstract <p>Clear drinking water is human basic need which availability must be ensured in all situations. Exceptional situations can be prepared with instructions for disinfection.</p> <p>Chlorination is the most widely used disinfection method worldwide. Chlorination stands for vital clear drinking water for millions of people. It is relatively cheap and it's long lasting residual action makes it an effective disinfectant.</p> <p>Use of sodium hypochlorite in chlorination is simple and safe. Mikkeli waterworks uses sodium hypochlorite as disinfectant in exceptional situations. This way of disinfection in Mikkeli waterworks is used when water quality doesn't meet the standards of legislation.</p> <p>This thesis of Bachelor degree provides review to exceptional situation disinfection equipments and creates disinfection instructions for the situation where water quality is endangered.</p> <p>Iwaki pumps which are used on dosing of sodium hypochlorite are operational. The results of pumps out flows were used to create disinfection instructions to Mikkeli waterworks.</p>			
Subject headings, (keywords) drinking water, chlorination, disinfection			
Pages 24 p. + app. 25 p.		Language Finnish	
URN			
Remarks, notes on appendices			
Tutor Arto Sormunen		Bachelor's thesis assigned by Mikkeli Waterworks	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TALOUSVESI	3
3	KLOORAUS TALOUSVEDEN DESINFIOINNISSA.....	6
3.1	Kloridin raja-arvot	7
3.2	Kloorauksen sivutuotteet	8
3.3	Kloorausmenetelmät	9
4	VEDENJAKELUN POIKKEUSTILANTEET	13
4.1	Toiminta talousvedentuotannon poikkeustilanteissa	14
4.2	Poikkeustilannedesinfioinnin ohjeistus osana Mikkelin vesilaitoksen laatu järjestelmää.....	14
5	MENETELMÄT JA MITTAUKSET	14
5.1	Pumppaus vapaaseen tilaan pumpulla A	15
5.2	Pumppaus vastapaineeseen pumpulla B	15
5.3	Mittaustulosten käsittely	16
6	TULOKSET	17
6.1	Pumppu A	17
6.2	Pumppu B	18
7	TULOSTEN TARKASTELU	18
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	LÄHTEET	22

LIITE

1 Mikkelin vesilaitoksen desinfiointiohjeistus

1 JOHDANTO

Puhdas juomavesi on ihmisoikeus ja juomaveden saanti tulee turvata kaikissa tilanteissa (UN News Center 2010). Klooraus on maailman yleisin talousveden desinfiointimenetelmä, jolla taataan elintärkeän puhtaan juomaveden saatavuus miljoonille ihmisille (World chlorine council 2008). Mikkelin kaupungin ja lähialueiden asukkaille laadukasta ja turvallista talousvettä tuottaa kulutettavaksi Mikkelin vesilaitos (Mikkelin vesilaitos 2010, 2).

Talousveden laatuvaatimukset ovat määritelty Suomen laissa, Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000. Asetus perustuu Euroopan neuvoston direktiiviin ihmisten käyttöön tarkoitettujen veden laadusta, 98/83/EY, ja se määrittelee talousveden mikrobiologiset ja kemialliset raja-arvot ja laatusuosituksen. Sekä Euroopan unionin direktiivi 98/83/EY että Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 461/2000 toteuttavat WHO:n asettamat juomaveden laadun ohjeistukset. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 461/2000; Euroopan neuvosto 1998; WHO 2008.)

”Talousvedessä ei saa olla pieneliöitä tai loisia tai mitään aineita sellaisina määrinä tai pitoisuuksina, joista voi olla vaaraa ihmisten terveydelle. – Talousveden on oltava myös muuten käyttötarkoitukseensa soveltuvaa, eikä se saa aiheuttaa haitallista syömyistä tai haitallisten saostumien syntymistä vesijohdoissa ja vedenkäyttölaitteissa.” (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 461/2000,4§)

Koska taudinaiheuttajien määrittäminen talousvedestä on hankalaa, talousveden mikrobiologisenlaadun valvonta perustuu indikaattoribakteerien, eli *Escherichia coli* ja enterokokkien, arvojen valvontaan. Indikaattoribakteerit esiintyvät yhdessä muiden taudinaiheuttajabakteerien kanssa, mutta suurempina pitoisuuksina. Suurin osa vesiperäisistä patogeeneistä on lähtöisin ihmisten tai tasalämpöisten eläinten suolistobakteereista. (Pönkkä 2006, 177–178.) 100 ml näyte talousvedestä ei saa sisältää yhtään indikaattoribakteeria. Jos näytteestä löytyy *E.coli* bakteeria, on näyte silloin ulosteperäisesti saastunut. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 461/2000.) Muut koliformiset bakteerit voivat olla peräisin maaperästä tai kasvistosta, eivätkä näin ollen indikoi

ulosteperäistä saastumista. Vaikka vedestä ei löytyisi indikaattoribakteereja, se ei sulje mahdollista virus-saastumista pois. (Pönkkä 2006, 177–178.)

Talousveden kemialliset laatuvaatimukset on määritelty Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 461/2000 toisessa liitteessä. Niiden perusteena on Maailman terveysjärjestön, WHO:n raja-arvot turvamarginaalein. Suomen lainsäädäntö on kuitenkin karsinogeenisten aineiden suhteen tiukempi. Suomessa hyväksyttävä riski syöpävaarallisissa aineissa on 10^{-6} , mikä tarkoittaa yhden syöpätapauksen ilmaantumista aineelle altistumisesta johtuen miljoonaa ihmistä kohden 70 vuoden aikana. Talousveden kemiallisissa laatuvaatimuksissa rajataan metallien, epämetallien, karsinogeenien, desinfiointin sivutuotteiden, ympäristömyrkkujen ja torjunta-aineiden sallitut määrät. Talousveden laatusuositukset täydentävät näitä raja-arvoja, määrittämällä mm. radioaktiivisuudelle raja-arvon. Laatusuositukset poikkeavat laatuvaatimuksista, niin että laatusuositukset ylittävä arvo ei vielä johda veden käyttö kieltoon, mutta mahdollisuus terveyshaitasta täytyy tutkia ja sulkea pois sekä raja-arvon ylityksen syy selvittää. (Pönkkä 2006, 178)

Tämä opinnäytetyö on osa Mikkelin ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan koulutusohjelman insinööritutkintoa. Työn tilaaja, Mikkelin vesilaitos on kunnallinen vesi- ja viemärlaitos. Mikkelin vesilaitos toimii Etelä-Savossa Mikkelin keskustaajamassa, Anttolassa, Haukivuorella, Otavassa, Rantakylässä ja Tuukkalassa. Mikkelin vesilaitoksen toiminta-alueilla on noin 44 000 kuluttajaa. Mikkelin vesilaitoksen tehtävänä on tuottaa laadukasta talousvettä riittävästi. (Mikkelin vesilaitos 2010,3.) Talousvettä tuotetaan Pursialan, Hanhikankaan ja Hietalahden vesilaitoksissa, joissa raakaveden tuotanto perustuu tekopohjaveden ja luonnonpohjaveden käyttöön (Kaipainen 2012).

Vesilaitoksen laadunvarmistuksen tehtävä on varmistaa talousveden turvallisuus kuluttajille. Laatu järjestelmässä varaudutaan vesihuollon poikkeustilanteisiin, jotta vesihuolto ei vaarannu, eikä vedestä aiheudu haittaa terveydelle missään olosuhteissa. (Kaipainen 2012). Talousvedentuotannon poikkeustilanteella tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä tilannetta, kun talousvesi ei täytä Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000 määrittelemiä talousveden mikrobiologisia raja-arvoja tai ne ovat vaarassa ylittyä. Talousveden laadun

vaarantuessa vesilaitoksella on Terveysten suojelulain 1994/763 20§ ja 20a§ mukainen velvollisuus aloittaa toimet vedenlaadun parantamiseksi ja terveysriskin ehkäisemiseksi.

Vesilaitoksilla on velvollisuus varautua talousvedentuotannon poikkeustilanteisiin kirjallisilla ohjeistuksilla (Valvira 2009, 13). Poikkeustilannedesinfioinninohjeistus Mikkelin vesilaitokselle varmistaa, että vesilaitoksella osataan talousveden mikrobiologisen laadun vaarantuessa toimia niin, ettei vedestä aiheudu lain tarkoittamaa haittaa tai vaaraa ihmisten terveydelle. (Kaipainen 2012; Valvira 2009, 6-14.) Mikkelin vesilaitos käyttää talousvedentuotannon poikkeustilanteissa desinfiointimenetelmänä 10 % natriumhypokloriitin syöttöä talousveteen (Mikkelin vesilaitos 2010, 3).

Mikkelin vesilaitoksella oli tarve tutkia natriumhypokloriitin annostelupumppujen toimintakunto. Koska pumppujen toimintakuntoa ei tunnettu, ei aikaisempi desinfiointiohjeistus ollut luotettava. Tästä johtuen varautuminen vedentuotannon poikkeustilanteisiin oli puutteellista.

Tässä opinnäytetyössä 1.) selvitetään Mikkelin vesilaitoksen Pursialan, Hietalahden ja Hanhikankaan vesilaitosten natriumhypokloriittipumppujen toimivuus ja toimintakunto 2.) tutkitaan Natriumhypokloriittipumppujen iskuntiheyden säätötarve vapaaseen tilaan Iwaki EH Controller 20EPM-AT pumpulla ja vastapaineeseen pumpulla Iwaki EH-E35VC-20EP5 (Tokio, Japan). 3.) päivitetään mittausten perusteella laatu järjestelmän ohjeistus talousveden desinfioinnista poikkeustilanteissa, kun on kyse talousveden mahdollisesta tai havaitusta mikrobiologisesta saastumisesta Mikkelin vesilaitoksen vedenottamoilla (Liite 1).

2 TALOUSVESI

Talousvedellä tarkoitetaan kaikkea vettä, joka on tarkoitettu juomavedeksi, ruuanvalmistukseen tai muihin kotitaloustarkoituksiin riippumatta siitä toimitetaanko se jakeluverkoston kautta, tankeissa, pulloissa tai säiliöissä sekä kaikkea vettä, jota elintarvikkealan yrityksessä käytetään elintarvikkeiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen ja markkinoille saattamiseen (Terveysuojelulaki 1994/763,16§).

Juomavesi on ihmisten käyttöön tarkoitettua juomavesidirektiivin 98/83/EY mukaisesti a) kaikkea vettä, joka alkuperäisessä tilassaan tai käsittelyn jälkeen on tarkoitettu juomavedeksi, ruuanlaittoon, ruuanvalmistukseen tai muihin kotitaloustarkoituksiin riippumatta sen alkuperästä, tai siitä toimitetaanko se jakeluverkon kautta, tankeissa, pulloissa tai säiliöissä; b) vettä jota käytetään elintarvikkeita valmistavassa yrityksessä ihmisten käyttöön tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen ja markkinoille saattamiseen, paitsi mikäli toimivaltaiset kansalliset viranomaiset ovat vakuuttuneita siitä, että veden laatu ei voi vaikuttaa valmiiden elintarvikkeiden terveellisyyteen. (Euroopan neuvosto 1998.)

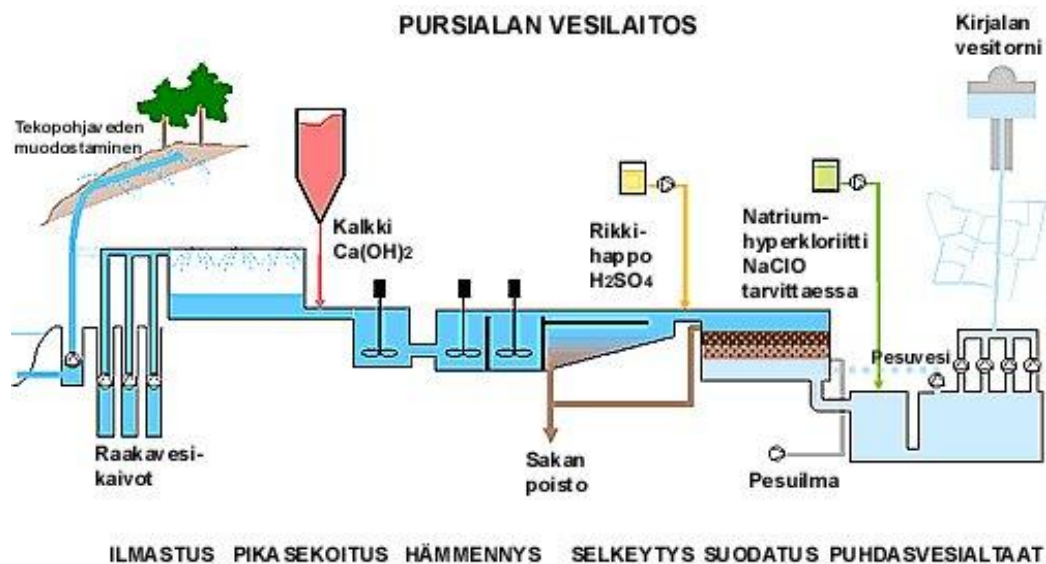
Talousvettä valmistetaan sekä pinta- että pohjavedestä. Suomessa pohjaveden osuus talousvedentuotannosta on 49 %, pintaveden 39 % ja tekopohjaveden 12 %. Vedenkäsittely vesilaitoksilla perustuu raakaveden laatuun niin, että vesilaitokselle vedestä poistetaan haitalliset ainesosat ja mikrobit sekä vähennetään veden syövyttävyyttä. (Keinänen-Toivola ym. 2007,11)

Yleensä pohja tai tekopohjavesilaitokselta lähtevää talousvettä ei desinfioida. Vesilaitoksilta talousvesi johdetaan vesijohtoverkosta pitkin kuluttajille. Suomessa 90 % väestöstä kuluttaa vettä vesihuoltolaitosten vesijohtoverkoston piirissä. (Zacheus 2005,2) Yleisesti suomalainen talousvesi on korkealuokkaista ja täyttää lainsäädännön asettamat vaatimukset. Suomessa eniten ongelmia talousvedentuotannossa aiheuttaa pohjaveden korkeat rauta- ja mangaanipitoisuudet. (Lahti ym. 2011,46.)

Mikkelin vesilaitoksen tuottama talousvesi on teko- ja luonnonpohjavettä. Sitä tuotetaan Hanhikankaan, Hietalahden ja Pursialan vesilaitoksilla. Suurin osa, yli 70 %, Mikkelin vesilaitoksen tuottamasta talousvedestä tuotetaan Pursialan tekopohjavesilaitoksella. Vedenottamoiden yhtenä keskeisempänä tehtävänä Mikkelin vesilaitoksella on poistaa rauta ja mangaani vedestä sekä nostaa pH. Pursialassa ja Hanhikankaalla raakavesi pumpataan siiviläputkikaivoista, ilmastetaan ja veden pH nostetaan kalkilla ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), jolloin raakavedessä olevat rauta ja mangaani saostuvat. Sen jälkeen vesi selkeytetään ja pH tasataan rikkihapon avulla (H_2SO_4). Lopuksi vesi suodatetaan hiekkasuodattimien läpi ja säilötään puhdasvesialtasiin ennen verkostoon syöttöä (Kuva 1.). (Mikkelin vesilaitos 2010,3-4.)

Hietalahden vedenottamalla raakavesi pumpataan siiviläputkikaivoista ilmastukseen ja pH nostetaan lipeällä (NaOH). pH:n noston jälkeen vesi suodatetaan hiekkasuodattimien läpi ja syötetään verkostoon alavesisäiliön kautta. Hietalahden vedenottamalla on käytössä jatkuva UV- valolla desinfiointi, jolla varmistetaan lähtevän talousveden mikrobiologinen laatu. (Kaipainen 2012.)

Normaalissa talousvedentuotantoprosessissa natriumhypokloriittia ei käytetä talousveden desinfiointiin Mikkelin vesilaitoksella. Pursialan vedenottamalla talousvedentuotannon poikkeustilanteessa natriumhypokloriitilla desinfiointi tapahtuu puhdasvesialtaiden jälkeen, suoraan paineistettuun vesijohtoverkostoon (Kuva 1; Liite 1.). Hanhikankaalla ja Hietalahdella natriumhypokloriitin syöttö talousvedentuotannon poikkeustilanteissa tapahtuu alavesisäiliöön, eli puhdasvesialtaaseen. (Mikkelin vesilaitos 2010,3; Kaipainen 2012.)



KUVA 1. Pursialan vesilaitoksen vedentuotannon prosessit (Mikkelin vesilaitos 2010,3.)

3.1 Kloridin raja-arvot

Desinfiointissa käytetyn kloorin anionille, kloridille (Cl^-) on Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 461/2000 asetettu laatusuosituksena 250 mg/l arvo seuraavilla huomautuksilla. 1) vesi ei saa olla syövyttävää. 2) vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulisi olla alle 25 mg/l (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 461/2000).

Kloridi ioni aiheuttaa juomaveteen suolanmaun. Natrium-, kalium- ja kalsiumkloridin makukynnys on 200-300mg/l (Pönkkä 2006,179–180). Raja-arvoja ylittäviä määriä kloridia voi ilmetä merta lähellä olevilla vedenottamoilla tai erittäin syvissä porakaivoissa. Desinfiointista peräisin olevan aktiivisen kloorin pitoisuus Maailman terveysjärjestön, WHO:n, suosituksen mukaisesti ei saisi ylittää 5 mg/l raja-arvoa. Aktiivinen kloorin raja-arvo on sidotun (OCl_2) ja vapaan kloorin (Cl_2) summa. (WHO 2008, 171)

Kloorin eräs haittapuoli on voimakas ja kitkerä kloorin haju ja maku. Kloorin haistamisen kynnsarvo on 1,16 mg/l, mikä on huomattavan alhainen verraten kloorin sallittuun konsentraatioon juomavedessä (Gray 1999,341). Koska korkeasta aktiivisen kloorin määrästä aiheutuu talousveteen maku- ja hajuhaittoja, epävirallinen käytössä oleva suositus talousveden maksimikloridikonsentraatioksi on 1,0 mg/l (Pönkkä 2006, 255). Jos arvo ylittyy, kloorauksesta yleensä tiedotetaan kuluttajille (Kaipainen 2012). Desinfiointitehoa vaarantamatta on talousveden käsittelyssä pyrittävä mahdollisimman alhaisiin kemikaalien konsentraatioon vesijohtoverkostossa. (Euroopan neuvosto 1998; WHO 2008, 145.)

Mikkelin vesilaitos aloittaa kloorauksen 0,6 mg/l konsentraatiolla. Arvo perustuu käytännön kokemukseen asiakkaiden aistinvaraisista huomioista. Kun klooraus ylittää 0,6 mg/l konsentraation, kuluttajat reagoivat siihen ja asiakastyytyväisyys kärsii. Kloorin konsentraatiota kasvatetaan tarvittaessa, jotta desinfiointi on tarpeeksi tehokas. (Kaipainen 2012.)

Kun klooraus tehdään vesijohtoverkostossa, syövyttää se verkoston rakenteita, terästä ja betonia (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006). Tämän vuoksi vakavissa vesi-

johtoverkoston saastumistapauksissakaan aktiivisen kloorin konsentraatiota ei nosteta yli 25 mg/l vaan desinfiointitehoa nostetaan kloorin vaikutusajan pitkittämisellä vesijohtoverkostossa (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 461/2000; WHO 2008,171).

Vesijohtoverkoston kunto ja pituus vaikuttavat kloorauksen onnistumiseen. Verkostossa olevat epäpuhtaudet kuluttavat aktiivista klooria. Mikäli vesijohtoverkosto desinfioidaan kloorilla, täytyy aktiivisen kloorin syötössä huomioida verkoston kunnan vaikutus kloorin hajoamiseen. (Nagatani 2006,9–10.)

Tässä opinnäytetyössä klooraus natriumhypokloriitin syötöllä varmistaa talousveden vedenottamolta lähtevän veden mikrobiologisenlaadun ja kloorin konsentraation verkostoon lähtevässä vedessä. Mikkelin vesijohtoverkoston kunnan vaikutusta talousveden kloorauksen ei ole huomioitu.

3.2 Kloorauksen sivutuotteet

Kloorauksen sivutuotteiden syntyminen riippuu desinfioitavan veden laadusta ja vesijohtoverkoston kunnosta (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006, 11 -12). Veden sameus ja orgaaniset yhdisteet lisäävät sivutuotteiden syntyä kun taas lyhyt kontaktiaika vähentää sivutuotteiden syntymistä (Le Chavallier 1981, 159 -167). Myös veden sisältämän kemialliset epäpuhtaudet voivat aiheuttaa kloorauksen sivutuotteiden syntymistä. Kloorauksen sivutuotteet muodostavat terveysriskin karsinogeenisytensä vuoksi ja heikentävät talousveden aistinvaraista laatua. (WHO 2008, 171)

Mikäli desinfioitava vesi sisältää ammoniumia, muodostuu kloorin reaktioissa kloramiineja veden happamuudesta riippuen ja kontakti ajasta riippuen. Jos pH laskee alle viiden, alkaa di- ja trikloramiineja syntyä enemmän, kun taas pH:n ollessa yli seitsemän syntyy monokloramiineja. Diakloramiinien muodostuminen vaatii pidempää kontaktiaikaa kuin, tri - tai monokloramiinit. Di- ja triokloramiinit aiheuttavat veteen maku- ja hajuhaittoja. Lisäksi triokloramiini kirvelee silmiä. (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006,17.) Myös orgaaniset amiinit, jotka syntyvät kloorin reaktioista orgaanisen aineksen kanssa, aiheuttavat kloorin makua ja hajua talousveteen (WHO 2008, 179).

Myös trihalometaanit syntyvät kloorin reagoissa orgaanisten yhdisteiden, humuksen tai sen hajoamistuotteiden kanssa (Legay ym. 2010). Trihalometaanit lisäävät veden

mutageenisyyttä ja nostavat syöpäriskiä (IARC 2006). Suomen lainsäädäntö antaa trihalometaanien raja-arvoksi 100 µg/l, joka on kloroformin, bromidikloorimetaanin, di-bromidikloorimetaanin ja bromidikloorimetaanin summa. (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus 461/2000)

Trihalometaanien syntymistä voidaan estää suodattamalla vesi ennen desinfiointia ja varmistamalla veden kirkkaus (Gray 1999, 342). Veden sameus laskee kloorin desinfiointitehoa. Siksi on tärkeää, että kloorattavasta vesijohtoverkoston vedestä poistetaan kiintoaines ja sameus. (WHO 2008, 179; Legay ym. 2010)

3.3 Kloorausmenetelmät

Klooraustekniikoita on useita, kuten kloorikaasulla klooraus, kloramiiniklooraus, klooridioksidin tai kalsiumhypokloriitin käyttö, sekä Mikkelin vesilaitoksen poikkeus-tiladesinfioinnissa käytetty natriumhypokloriitti. (Kaipainen 2008; Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006.)

Kloorikaasu (Cl_2) on kaikista klooriyhdisteistä halvin, mutta myös haasteellisin käyttää. Tämä kellanvihreä kaasu on 2,5 kertaa ilmaa raskaampaa ja myrkyllistä (Verkerk 2007.) 5 minuutin altistus 100- 150 ppm pitoisuudelle voi aiheuttaa hengenvaarallisen keuhkopöhön ja jo 10 ppm pitoisuus aiheuttaa voimakasta silmien, kurkunpään ja nenän ärsytystä. Kloorikaasu säilytetään painesäiliöissä kaasuna ja nesteinä lämpötilasta riippuen. Kloorikaasu itsestään ei ole räjähtävää, mutta se voi edesauttaa muiden materiaalien syttymistä. (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006) Kloorikaasua liuotetaan desinfioitavaan veteen alipainelaitteella jolloin syntyy alikloorihapoketta ja hypokloriittihioneita (Melvin 1980). Kloorikaasu vaatii käyttäjiltään tietotaitoa alipainekoneenkäytöstä, sekä työturvallisuusosaamista kloorikaasun käsittelystä ja säilyttämisestä. Kloorikaasun käyttöä suositellaankin vain erittäin isoille vesilaitoksille, joissa klooraus on jatkuvaa. (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006)

Kloramiineilla (NH_2Cl , NHCl_2 ja NCl_3) klooraus ei ole yhtä tehokasta kuin muilla kloorausmenetelmillä, mutta niillä voidaan varmistaa desinfioinnin teho vesijohtoverkostossa, jossa on pitkät viipymäajat (NCBI 2011). Kloramiineja valmistetaan lisäämällä veteen kloorin lisäksi ammoniakkaa. Negatiivisena puolena kloramiineissa on

heikon desinfiointitehon lisäksi mahdollinen nitriitin muodostuminen. Kloramiineilla klooraaminen ei koskaan saa olla ensisijainen desinfiointimenetelmä, vaan kloramiiniklooraus tukee aikaisempaa desinfiointikäsitelyä talousvedentuotannossa. (Wilen 2011.)

Klooridioksidi (ClO_2) on aina valmistettava paikan päällä natriumklooraattiliuoksesta, rikkihaposta ja metanolista. Se on riskialtis, erittäin myrkyllinen ja syövyttävä kaasu. Sen annostus on säädettävä aina laitos- ja verkostokohtaisesti, eikä sitä voi varastoida edes lyhyitä aikoja. Sen desinfiointiteho on kuitenkin erinomainen, sillä se tehoaa bakteerien ja virusten lisäksi loiseläimiin, kuten Giardiaan. Sillä voidaan poistaa vedestä myös makua, hajua, väriä, rautaa tai mangaania. Klooridioksidi on ainut kloorauksen muoto, jossa karsinogeenisia trihalometaaneja ei synny desinfioinnin sivutuotteena orgaanisen aineksen kanssa. (TUKES 2003.) Klooridioksidi on kasvattanut suosiotaan kloorausmenetelmänä isoissa pintavesilaitoksissa, joissa on käytössä jatkuva desinfiointi (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006, 9).

Kalsiumhypokloriitin lisäys talousveteen ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) on kloorausmenetelmä (OECD 2004). Toinen hypokloriittikloorausmenetelmä on natriumhypokloriittisyöttö desinfiointivaan veteen. Kalsiumhypokloriitti on natriumhypokloriittia epäkäytännöllisempi vesilaitoksilla käytettäväksi, kiinteän olomuotonsa ja huonon liukoisuutensa vuoksi. Se on kiinteä ja syövyttävä aine, joka hajoaa nopeasti vesiliuoksena. Se liukenee parhaiten virtaavaan lämpimään veteen ja siksi kalsiumhypokloriitti onkin yleisemmin käytössä uima-altaiden desinfiointissa. Uima-altaisiin käytettävä kalsiumhypokloriitti saattaa sisältää myrkyllistä syanidia ja siksi samaa tuotetta ei saa käyttää talousvedendesinfiointissa. Juomaveden desinfiointissa kalsiumhypokloriitti on usein käytössä kriisialueilla, koska tabletti on helppo kuljettaa ja käyttää pieniin vesisäiliöihin. (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006, 8.)

Natriumhypokloriitti, NaClO , on kloorausmenetelmistä yksinkertaisimpia ja turvallisimpia. Siihen käytetty tekniikka on edullista ja natriumhypokloriitti voidaan syöttää suoraan verkostoon kuljetussäiliöstä. Natriumhypokloriitilla desinfiointi sopii erikoisiin laitoksiin, myös pienimpiin puhdistamoihin. Natriumhypokloriittia on helposti saatavilla, mutta se hajoaa ajan myötä ja aktiivisen kloorin konsentraatio laskee. 10 % aktiivista klooria sisältävän natriumhypokloriitin desinfiointiteho laskee n. 0,5 % vii-

kossa oikein säilytettynäkin. Vesi- ja viemärlaitoksen mukaan natriumhypokloriittiva-
rasto on aktiivisen kloorin hajoamisen vuoksi uusittava 3 kuukauden välein. Natrium-
hypokloriitin käsittely ja syöttö vesijohtoverkostoon eivät vaadi erityiskoulutusta käyt-
töturvallisuusohjeiden tutustumisen lisäksi. (Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006,
7)

Natriumhypokloriitti on säilytettävä auringon valolta suojattuna, viileässä hyvin tuule-
tetussa tilassa. Maaperävuodot on oltava mahdollista estää ja säilytysastian tulee olla
ehdottomasti puhdas, jotta natriumhypokloriitin reaktiot voidaan ennaltaehkäistä.

Ennen natriumhypokloriitin käyttöä on ensin luettava huolellisesti kyseisen tuotteen
valmistajan käyttöturvallisuustiedote. Natriumhypokloriittia käytetään pääasiassa des-
infiointi- tai valkaisukemikaalina. Natriumhypokloriittia käytetään myös uimahalleis-
sa uimaveden puhdistukseen sekä kotitalouksissa puhdistus- tai valkaisuaineena. Sitä
käyttäessä täytyy huomioida tarvittavien suojakäsineiden, suojapukeutumisen ja suoja-
lasien tai kasvojen suojamaskin käyttö. (Työterveyslaitos 2011; Bang & Bonsomer
2011.)

Natriumhypokloriitti koostuu natriumhypokloriitista, natriumkloridista sekä natrium-
hydroksidista. Se on vesiliukoinen kellertävä neste, jolla on vahva kloorimainen, pis-
tävä haju. Natriumhypokloriitin pH on 12 - 14. Se on tiheydeltään lähellä veden tihe-
yttä, 10 % natriumhypokloriitin tiheys on 1,17. Aktiivista klooria 10 % natriumhypo-
kloriitissa on 115 – 125 g/l ja natriumhydroksidia 10 - 25 g/l. (Vesi- ja viemärlai-
tosyhdistyslaitos 2006; Työterveyslaitos 2011; Bang & Bonsomer 2011)

Kaava 1. $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NaOH} + \text{HOCl} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{OCl}^-$

Natriumhypokloriitti dissosioituu täydellisesti ja hypokloriitti-ioni asettuu tasapainoon
alikloorihapokkeen kanssa (Estrela ym. 2002, 114; Kaava 1). Koska natriumhypoklo-
riitti on vahvan emäksen ja heikon haponsuola, nostaa se veden pH:ta. Dissosioituma-
ton alikloorihapoke rikkoo bakteerien entsyymijärjestelmän. (Verkerk 2007.)

Natriumhypokloriitti on voimakas hapetin ja se reagoi voimakkaasti palavien aineiden
kanssa. Typpiyhdisteiden kanssa reagoidessaan se vapauttaa typpikaasua ja tuottaa
myrkyllisiä kloramiineja. Räjähävää typpitriokloridia voi muodostua, jos natriumhy-

pokloriitti pääsee reagoimaan ammoniumsuolojen kanssa. Räjähdyksvaara voi myös syntyä jos natriumhypokloriitti reagoi metanolin kanssa muodostaen metyylihypokloriittia. (Työterveyslaitos 2011.) Natriumhypokloriitti on syövyttävä aine. Se syövyttää heikosti metalleja, mutta liuottaa nahkaa, joitakin muoveja, tekstiilejä, terästä ja betonia. Natriumhypokloriitin myrkyllisyys perustuu aineen emäksisyyteen sekä aktiivisen kloorin hapettavuuteen. (Bang & Bonsomer 2011.)

Jos natriumhypokloriitille altistuu, oireina ovat silmä- ja ihoärsytys. Koska natriumhypokloriitti on syövyttävää, on se siksi erityisen vaarallista silmille. Jos natriumhypokloriittia juo, se syövyttää limakalvoja ja voi aiheuttaa keuhkotulehduksen tai kuumeen oksennettaessa ja keuhkoihin joutuessa. Joutuessaan ruuansulatusjärjestelmään natriumhypokloriitti aiheuttaa voimakasta kipua ja voi johtaa tajuttomuuteen ja sisäelinvammiin. Ensiapu natriumhypokloriitti roiskeille on mahdollisen vaatetuksen poisto ja roiskekohdan huuhteleminen runsaalla vedellä. Jos natriumhypokloriittia joutuu silmiin, tai potilas on huonovointinen, on potilaan hakeuduttava lääkäriin heti ensi-avun jälkeen. (Työterveyslaitos 2011.) Natriumhypokloriitti on myrkyllistä eliölle suurina annoksina, mutta sen ei ole todettu kertyvän ravintoketjuun. Natriumhypokloriitti ja natriumkloridi annos, jonka voi saada juomavedestä lainsäädännön sallimissa rajoissa, ei ole todettu aiheuttavan haitallisia oireita aikuiselle ihmiselle. (WHO 2008, 171.) Natriumhypokloriitti on kuitenkin täysin vesiliukoinen ja voi joutua pohjaveteen. Sitä ei saa päästä vesistöön maaperään tai viemäriin. Natriumhypokloriitti hajoaa suhteellisen nopeasti suolaksi ja hapeksi tai natriumklooraatiksi ja suolaksi, jos olosuhteet ovat neutraalit tai happamat. (Bang & Bonsomer, 2011.)

Jos vesilaitos käyttää natriumhypokloriittia, on siitä suositeltavaa ilmoittaa viemärilaitokselle. Näin viemärilaitoksella voidaan varautua tulevan jäteveden laadunmuutoksiin eikä lietteen käsittely hidastu. (Vesi- ja viemärilaitosyhdistyslaitos 2006, 20.) Koska Mikkeliissä on vesi- ja viemärilaitos yhdistetty, ei tällainen tietokatko ole todennäköinen (Kaipainen 2012).

4 VEDENJAKELUN POIKKEUSTILANTEET

Pintavesien valuminen kaivoihin on Suomessa suurimpia uhkia tekopohjavesilaitokselta lähtevän veden mikrobiologiselle laadulle. Mikrobiologista laatua indikoidaan E. colilla ja enterokokeilla. Pintavesiä valuu kaivoihin erityisen helposti keväisin lumien sulamisvesien valuessa roudan päällä ja kesäisin rankkasateiden yhteydessä. Myös vesi- tai viemäriverkoston putkirikko voi aiheuttaa talousveden likaantumisen. (Valvira 2009, 10.)

Suurimman osan suomessa olleista vesiepidemioista on aiheutunut noroviruksista (72 %) ja kambylobakteereista (25 %). Näistä bakteereista kumpikaan ei lisäännä vesijohtoverkostossa, mutta ne kulkeutuvat helposti maaperässä ja vesistöissä. Sekä norovirukset että kambylobakteerit voivat aiheuttaa sairastumisen erittäin pieninä pitoisuuksina ja säilyvät pitkän aikaa tartuntakykyisinä viileässä vedessä. (Keinänen-Toivola ym. 2007, 31- 34) Talousveteen kambylobakteeri tai norovirus voi päätyä, jos talousvesi kontaminoituu yhdyskuntajätevesistä. Norovirus kestää kloorausta hyvin, jopa 30 minuuttia 5 - 6 mg/l kloorikonsentraatioissa säilyttäen tartuntakykynsä. (Valvira 2009,10–11.)

Alkueläinten, Giardia- tai Cryptosporidium, aiheuttamia vesiepidemioita Suomessa on raportoitu tilastollisessa historiassa vain yksi. Kaivojen täytyy saastua eläinten ulosteista, jätevedestä tai pintavedensuodatuksen täytyy epäonnistua, jos tekopohjavesilaitokselta lähtevästä talousvedestä löytyy alkueläimiä. (Keinänen-Toivola ym. 2007, 31–34.) Alkueläimet kestävät hyvin korkeita kloorikonsentraatioita ja voivat säilyä vesijohtoverkostossa kuukausia. Lisäksi niiden infektiivinen annos on hyvin matala. (Valvira 2009, 10–11.)

Ulosteperäinen talousveden saastumisesta voi myös seurata Salmonella tai Shigella-bakteerien aiheuttamia epidemioita. Nämä ovat kuitenkin Suomessa erittäin harvinaisia. Suomessa ei ole koskaan raportoitu Hepatiitti- A viruksen, Vibrio choleraen tai Toxoplasma gondii- alkueläimen aiheuttamista vesiepidemioista. (Valvira 2009, 11.)

4.1 Toiminta talousvedentuotannon poikkeustilanteissa

Kun mikrobiologinen saastuminen tai muu poikkeustilannedesinfointia vaativa havainto tehdään, hälytetään siitä Mikkelin vesilaitoksen hälytys suunnitelman mukaisesti (Kaipainen 2012; Sosiaali- ja terveysministeriö 2010, 51). Toimet veden laadun parantamiseksi aloitetaan välittömästi ensimmäisiin taudinaiheuttajiin viittaavien laboratoriotulosten tullessa tai muulloin, kun epäillään veden mikrobiologisen laadun vaarantuneen (Water Safety Plan Manual 2009, 1; Valvira 2009, 15). Toimintavaihtoehtoina ovat veden juokutus, laitoksen väliaikainen sulkeminen (mahdollinen Hanhikankaan ja Hietalahden tekopohjavesilaitoksilla) ja poikkeustilannedesinfioinnin aloitus (Kaipainen 2012; Valvira 2009, 15).

4.2 Poikkeustilannedesinfioinnin ohjeistus osana Mikkelin vesilaitoksen laatu järjestelmää

Vuonna 2009 Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Valvira, julkaisi terveydensuojelu lain 763/1994 mukaisen oppaan 'Talousveden laadun turvaaminen erityistilanteissa'. Valviran laatimassa ohjeistuksessa veloitetaan vesilaitoksilta valmius aloittaa desinfointi välittömästi, jos talousvedessä epäillään pintavesi- tai ulostepestä saastumista. Valvira veloittaa ohjeistuksessaan vesilaitokset myös laatimaan kirjalliset ohjeet desinfointilaitteiden käytöstä erityistilanteissa. Tässä opinnäytetyössä luodut desinfointiohjeistukset ovat Hanhikankaan, Hietalahden tai Pursialan tekopohjavesilaitoksille ja vastaavat Valviran ohjeistuksessa asetettuihin veloitteisiin (Liite 1). Tässä opinnäytetyössä luodut ohjeistukset ovat laitokohtaiset (liite 1). Niissä on huomioitu laitosten virtaamat keskiarvoittain, kloorinsyöttö vapaaseen tilaan tai vaihtoehtoisesti paineistettuun verkostoon sekä erilaiset pumput. Ohjeissa ovat myös kloorin lainennus - ja säilytysohjeistus sekä käyttöturvallisuus tiedote 10 % natriumhypokloriitille. (Valvira 2009, 15; Liite 1.)

5 MENETELMÄT JA MITTAUKSET

Mikkelin vesilaitoksen desinfointiohjeistuksessa erityistilanteita varten käytetyt Iwaki EH Controller B20EPM-AT, eli pumppu A ja Iwaki Metering Pump EH-E35VC-

20EPE5, eli pumppu B ovat molemmat kalvopumppuja. Pumppujen tehtävä on kemikaalien annostus. Molemmissa pumppuissa voidaan säätää sekä iskunpituutta että -tiheyttä. Iskuntiheyden, eli pumppauksen taajuuden, yksikkö on iskua per minuutti välillä 0 - 360. Iskunpituus säädetään puolestaan prosentteina 0-100. Pumppuissa on pallotakaisu ja näyttö, josta haluttu pumppausteho voidaan asettaa. Valmistaja antaa suoran ($R = 1$) pumppujen tehon kasvulle, kun iskuntiheys kasvaa vakiovälillä. Pumppulle A valmistaja ilmoittaa pumppujen kyljessä maksimipumppaustehoksi 5,7 l/h ja pumppulle B 31,2 l/h. Molemmat pumput tarvitsevat 230 V, 0,8 A virtalähteen. (Iwaki 2002; Iwaki 2005.)

5.1 Pumppaus vapaaseen tilaan pumpulla A

Pumppu A:n imuletku asetettiin vedellä täytetyn saavin pohjalle ja tarkastettiin, että pumppu pysyy paikoillaan tärinästä huolimatta. Pumppu kytkettiin virtalähteeseen. Pumpun annettiin pumpata muutama minuutti satunnaisella iskuntiheydellä vettä suoraan viemäriin, jolloin iskunpituus (stroke length) säädettiin maksimiin (100 %).

Iskuntiheys säädettiin ja mittaus tehtiin 30 sekunninvälein iskuntiheyksillä 0- 270 iskua/min. Pumppaus aloitettiin säätämällä aikaisemmin annettujen ohjeiden mukaisesti iskuntiheys 30 iskuun minuutissa ja asetettiin ulosvirtausputki 1000 ml mittalasin sisään. Jokainen mittaus kesti viisi minuuttia. Mittaus aloitettiin, kun pumppu käynnistettiin halutulla iskuntiheydellä ja kellotus lopetettiin, kun pumppausta oli kestänyt tasan viisi minuuttia. Kun pumppu oli sammutettu, säädettiin siihen seuraava haluttu iskuntiheys. Veden tilavuus, joka oli pumpattu, luettiin 1000 ml mittalasista ja merkittiin ylös. Tämä kaikki toistettiin iskuntiheyksillä 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 ja 360. Mittaukset suoritettiin kolme kertaa.

5.2 Pumppaus vastapaineeseen pumpulla B

Pursialan vesilaitoksen valvomosta asetettiin laitoksen virtaama $300 \text{ m}^3/\text{h}$ ja virta kytkettiin virtausohjattuun pistorasiaan. Sameusmittarin venttiili suljettiin ja natriumhypokloriitti pumppusta verkostoon johtavan vesiletkun venttiili avattiin. Virta kytkettiin B-pumppuun ja paloletkulla laskettiin vettä saaviin niin, että veden tilavuus mitattiin ämpäreillä ja mittakannuilla. Pumpun imuletku laitettiin saavin pohjalle. Iskunpituus asetettiin 100 % pumpun käydessä satunnaisella iskuntiheydellä. Iskuntiheyttä säädet-

tiin välillä 0 - 360 iskuja minuutissa. Mittaukset aloitetaan tarkistamalla, ettei pumppu pumpkaa, kun iskuntiheys on 0. Pumpulla B mitattiin 60 minuutin ajan seuraavilla iskuntiheyksillä: 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360. Mittaus alkoi, kun pumppu ja ajanotto kytkettiin samanaikaisesti päälle. Mittaus lopetettiin, kun aika oli kulunut ja pumppu pysäytettiin. Pumppauksen jälkeen saaviin jäljelle jääneen veden tilavuus mitattiin ja laskettiin sen erotus alkuperäisestä vedentilavuudesta. Mittaukset toistettiin kolme kertaa.

5.3 Mittaustulosten käsittely

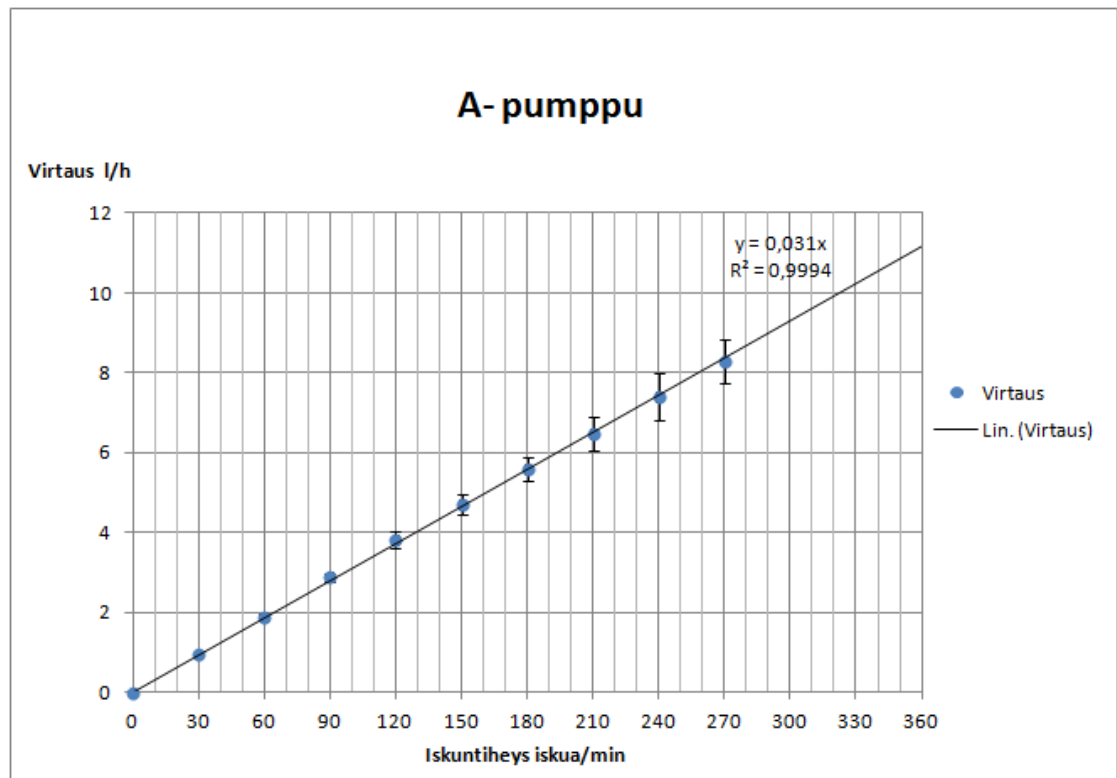
Koska pumpusta A virtaavat vesimäärät olivat suhteellisen pieniä, mittaus suoritettiin yksikössä ml/min. Tulosten käsittelyyn tulokset muunnettiin käytettävyyden vuoksi yksikköön l/h. Tuloksista laskettiin aritmeettiset keskiarvot luottamusväleineen sekä niiden keskihajonnat Excel taulukkolaskentaohjelmassa. (Tilastokeskus 2012; Microsoft Office 2012). Keskihajonta kuvaa kuinka paljon mittausarvot keskimäärin poikkeavat keskiarvosta. Luottamusväli kuvaa keskiarvojen 95 % virhemarginaaleja. (Tilastokeskus 2012.) Mittaustulosten keskiarvot keskihajontoineen laitettiin Excel-taulukkoon iskuntiheyden mukaan. Arvoille asetettiin lineaarinen suora. (Microsoft Office 2012) Suoralle voidaan laskea mahdollisia haluttuja kloorin virtauksia niin, että halutun iskuntiheyden lukeminen on helppoa, kun iskunpituus on vakio 100 % (Liite 1).

Pumppu B:n tulosten yksikkö mittauksissa oli l/h. Mittaustuloksista laskettiin Excelissä aritmeettiset keskiarvot 95 % luottamusväleineen sekä keskihajontoineen (Tilastokeskus 2012; Microsoft Office 2012). Keskiarvot ja niiden keskihajonnat asetettiin Excel-taulukkoon iskuntiheyden mukaan. Arvoille asetettiin lineaarinen suora. (Microsoft Office 2012) Tälle suoralle voidaan laskea mahdollisia haluttuja kloorin virtauksia niin, että kuvaajasta on helppo lukea haluttu iskuntiheys, kun iskunpituus on vakio. (Liite 1.)

6 TULOKSET

6.1 Pumppu A

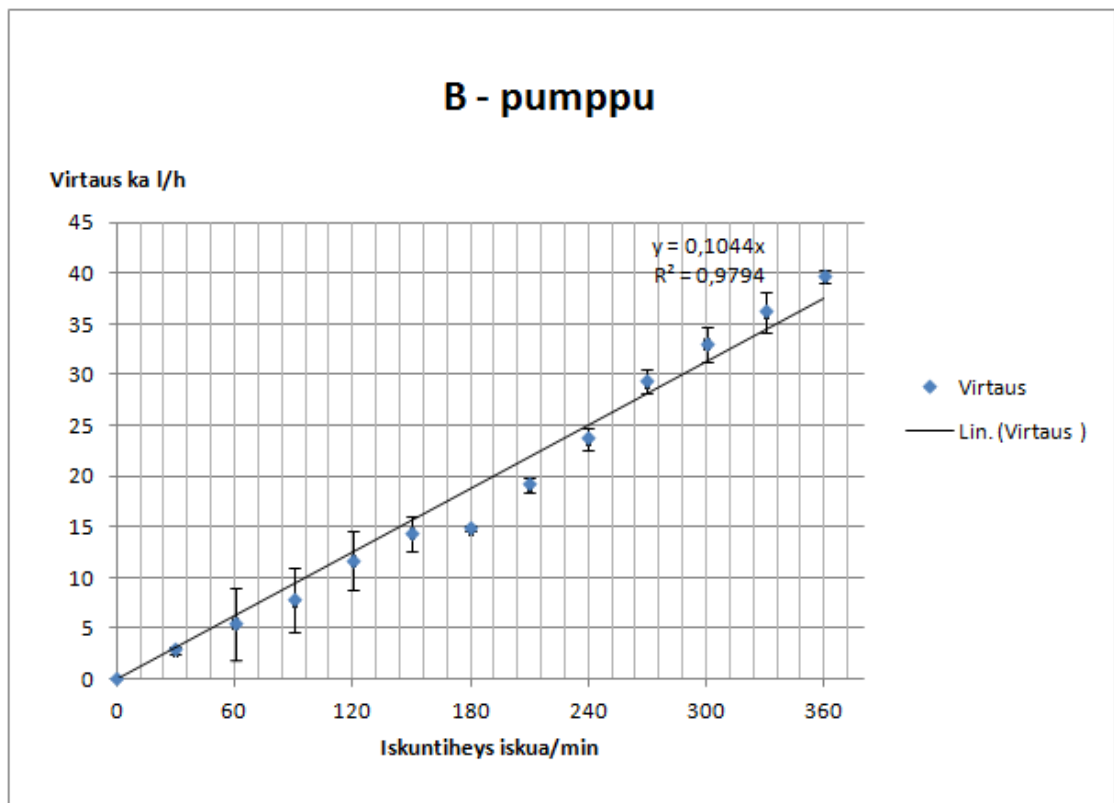
Hanhikankaan ja Hietalahden tekopohjavesilaitoksilla käytössä olevassa A- pumpusta saadut tulokset (virtaus (l/h)) asettuvat lineaariselle suoralle $y=0,031x$. Virtaus pumpusta kasvaa suoraan verrannollisesti ($R=0,99$) pumpun iskuntiheyden suhteen (Kuva 2).



KUVA 2. Virtauksen keskiarvot ja keskihajonnat pumpusta Iwaki EH Controller B20EPM-AT iskuntiheyttä kasvatettaessa vapaaseen tilaan pumatessa

6.2 Pumppu B

Pursialan tekopohjavesilaitoksella käytettävästä B-pumpusta saadut tulokset (virtaus (l/h)) asettuvat lineaariselle suoralle $y=0,1044x$. Virtaus pumpusta kasvaa suoraan verrannollisesti ($R=0,98$) pumpun iskuntiheyden suhteen (Kuva 3).



KUVA 3. Virtauksen keskiarvot ja keskihajonnat pumpusta Iwaki EH-E35VC-20EPE5 iskuntiheyttä kasvatettaessa paineistettuun vesijohtoverkostoon pumpattaessa

7 TULOSTEN TARKASTELU

Molemmat pumput olivat toimintakuntoisia. Mittauksissa ilmeni kuitenkin myös, että molemmilla pumpuilla on iskuntiheysväli, jossa virtaus ei kasva suoraan verrannollisesti pumpun iskuntiheyden kanssa. Mittausten olosuhteet olivat pumpputyypikohtaisesti vakiot, mikä mahdollistaa mittausten toistettavuuden. Molempien pumppujen

tulosten keskiarvoille oli mahdollista asettaa suora, jonka korrelaatiokerroin oli lähellä valmistajan ilmoittamaa arvoa $R = 1$ (Iwaki 2002; Iwaki 2005).

Hanhikankaan ja Hietalahden vedenottamoilla käytetty pumppu A oli toimintakuntoinen. Pumppu A pumppasi valmistajan ilmoittamien arvojen puitteissa, pumppaamalla kuitenkin 2,4 l/h enemmän maksimiteholla kuin oli ilmoitettu. Tulokset väliltä 270 - 360 iskua minuutissa hylätään, koska pumppu ei pumpannut tarpeeksi näillä iskuntiheyksillä. Pumpun suuria iskuntiheyksiä ei myöskään tarvita Hanhikankaalta tai Hietalahdelta lähtevien vesimassojen desinfiointiin. Liitteenä olevan desinfiointiohjeistuksen liitteestä 1, taulukosta 1 huomataan että keskihajonta oli alle 0,6 l/h kaikilla A-pumpusta saaduilla mittaustuloksilla. Keskihajonta kasvoi iskuntiheyttä nostettaessa ja siitä johtuen myös keskiarvon keskivirhe kasvoi iskuntiheyden kasvaessa. Desinfiointiohjeistuksen liitteestä 1, taulukosta 1 voidaan todeta, että iskuntiheyden välillä 0 - 90 keskihajonnat olivat alle 0,12, minkä vuoksi ne eivät näy kuvassa 2. Näin ollen pumppu on varmempi käyttää pienemmillä iskuntiheyksillä. Luottamusvälien koko selittyy osittain toistojen vähäisyydestä (Desinfiointiohjeistuksen Liite 1, taulukko 1). Mikäli toistoja olisi voitu tehdä enemmän, olisi tulos ollut tarkempi, ja keskiarvon keskivirhe pienempi. Aikatauluista johtuen, ei tässä tutkimuksessa pystytty toistoja suorittamaan enempää. Koska keskiarvot asettuivat lineaariselle suoralle ($y=0,031x$; $R=0,99$), todettiin pumpun olevan luotettava natriumhypokloriitin annosteluun. (Kuva 2.)

Pursialassa käytetty B-pumppu osoittautui epävarmemmaksi käyttää kuin Hietalahdella ja Hanhikankaalla käytetty pumppu A. Vaikka molempien pumppujen toimintatapa on sama, ei B-pumpun tuloksista saatu yhtä suoraa linjaa. Pumppu pumppasi suhteessa vähemmän iskuntiheyksillä 180 - 240 iskua/min. Iskuntiheyden välillä 180 - 240 tulosten keskihajonta oli kuitenkin pieni, alle 1,2 l/h, mikä viittaa pumpun luotettavaan toimintaan. Keskihajonta oli alle 3,6 l/h kaikille B-pumpun mittaustuloksille. Toisin kuin pumpussa A, suurimmat keskihajonnat olivat iskuntiheyden välillä 60 - 120 iskua/minuutti. Pumpusta A poiketen, keskihajonnat eivät kasvaneet järjestelmällisesti iskuntiheyden noustessa pumpulla B. Desinfiointiohjeistuksen liitteestä 1, taulukosta 2 voidaan huomata, että muutamat keskiarvojen keskihajonnat ovat pienempiä kuin 0,6 eivätkä näin ollen näy kuvassa 2. Pumppu B pumppasi keskimäärin maksimitehollaan noin 9 l/h enemmän kuin valmistaja oli maksimipumppaustehoksi ilmoittanut. (Kuva 3.) Liitteenä olevan desinfiointiohjeistuksen liitteestä 1, taulukosta 2 voidaan todeta

että keskiarvojen virhemarginaalit eivät kasva suhteessa iskuntiheyteen. Virhemarginaalien suuruus voidaan selittää osittain pienellä toistojen määrällä ja satunnaisilla melko suurilla keskihajonnoilla. Tulosten tarkkuutta olisi voinut parantaa tekemällä useampia toistoja mittauksissa. Aikataulullisista syistä useammat toistomittaukset eivät olleet tässä tutkimuksessa mahdollisia. Koska virtauksen keskiarvoille voitiin asettaa iskuntiheyden mukaisesti kasvava suora ($R = 0,98$), pumpun B tulokset katsottiin tarpeeksi tarkoin käytettäväksi desinfiointiohjeistuksen annostelusuoralle $y = 0.1044x$ (Kuva 3). Natriumhypokloriitin syöttö on aina tarkastettava näytteenotolla syötön aloittamisen jälkeen, ja tuloksista tehtyä natriumhypokloriitin syöttösuoraa käytetään suuntaa antavasti iskuntiheyksille 180- 240 iskua/min. (Liite 1.)

B-pumppu oli mittaustilanteessa vaikeampi käyttää kuin pumppu A. Pumppu B jouduttiin ”juottamaan” useasti siihen muodostuvien ilmalukkojen vuoksi. Ilmalukot eivät ole vaikuttaneet mittaustuloksiin, sillä jokaisella mittauskerralla on varmistettu, ettei pumpussa ole ollut ilmaa mittausta aloittaessa eikä imuletkunpää ole noussut ilmaan mittauksen aikana. Pumppuun A ei muodostunut ilmalukkoja käytettäessä. A-pumppu ”juotettiin” vain mittauksia aloittaessa, muttei kesken mittausten.

Jatkossa nykyisen ohjeistuksen mukaisen kloorauksen riittävyys Mikkelin vesilaitoksen vesijohtoverkoston kokonaisvaltaiseen klooraukseen pitäisi tutkia. Lisäksi pitäisi tarkastella Mikkelin vesijohtoverkoston kunnan vaikutusta kloorauksen onnistumiseen.

Aikaisempi opinnäytetyö Mikkelin vesilaitokselle antaa viitteitä verkostossa olevista ravinteista, jotka voisivat mahdollistaa mikrobikasvuston kasvamisen (Raatikainen 2010). Ravinteet ja mikrobikasvusto vesijohtoverkostossa voivat heikentää kloorauksen tehoa ja lisätä kloorauksen sivutuotteiden syntymistä (Gray 1999).

Myös mahdollisessa vesijohtoverkoston kloorauksessa käytettävien, siirrettävien, natriumhypokloriittipumppujen toimintakuntoa olisi tarkasteltava samoilla menetelmillä kuin tämän opinnäytetyön tutkimuksessa. Näin voitaisiin luoda yhtenäinen ohjeistus myös Mikkelin vesilaitoksen käyttämille siirrettäville natriumhypokloriittipumpuille.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Molemmat pumput olivat testattaessa toimintakuntoiset eikä uusiin pumppuinvestointeihin ole tarvetta tutkituilla pohjavesilaitoksilla Pursialassa, Hanhikankaalla tai Hieta-
lahdessa. Laatujärjestelmän desinfiointiohjeistus (Liite 1) on päivitetty vastaamaan pumppujen toimintaa ja siihen on merkitty mahdollisesti tarvittavat säätöarvot hypokloriittipumpuille klooraustarpeen ilmetessä. Mikkelin vesilaitoksen henkilökunta hallitsee natriumhypokloriittipumppujen säädön ohjeistuksen mukaisesti.

LÄHTEET

- Bang & Bonsomer. 2011. Natriumhypokloriitin 10 % käyttöturvallisuustiedote. Group Oy.
- Estrela, Carlos, Estrela, Cyntia, Barbin, Luis Edeuardo, Spano, Julio Cecar, Marchesan, Melissa, Pecora Jesus. 2002. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite. Federal University of Goias. Brazil WWW-dokumentti.
<http://www.scielo.br/pdf/bdj/v13n2/v13n2a07.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 5.3.2012.
- Euroopan neuvosto. 1998. Neuvoston direktiivi 98/83/EY. WWW-dokumentti.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:FI:PDF>. Päivitetty 5.12.1998. Luettu 3.3.2012.
- Gray, N.F 1999, Water Technology. An introduction for Environmental Scientist and Engineers. Third Edition 2010. London Iwa publishing.
- IARC, International Agency for Research on Cancer. 2006. WWW-dokumentti.
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>. Päivitetty 22.2.2012. Luettu 5.3.2012
- Iwaki. 2002. EH Controller 20EPM-AT. Pumpussa olevat tiedot.
- Iwaki. 2005. EH-E35VC-20EP5. Pumpussa olevat tiedot.
- Kaipainen, Sami. 2012. Suullinen tiedonanto. 1.12.2011 – 5.3.2012. Käyttömestari. Mikkelin Vesilaitos.
- Keinänen-Toivola, Minna, Ahonen, Merja, Kaunisto, Tuija. 2007. Talousveden laatu Suomessa vuosina 1984–2006. WWW-dokumentti.
<http://www.prizz.fi/linkkitiedosto.aspx?taso=2&id=344&sid=671>
 Päivitetty 2.2.2007. Luettu 1.3.2012.
- Lahti, Heidi, Vieno, Niina, Kaunisto, Tuija. 2011. Talousveden käsittelykemikaalit ja stardartisointi. WWW-dokumentti.
<http://www.prizz.fi/linkkitiedosto.aspx?taso=2&id=619&sid=671>.
 Päivitetty 2.3.2011. Luettu. 10.3.2012.
- Le Chavallier, Mark. 1981. Effect of turbidity on chlorination efficiency and bacterial persistence in drinking water. WWW-dokumentti.
<http://aem.asm.org/content/42/1/159.full.pdf+html> Ei päivitystietoja. Luettu 7.3.2012.
- Legay, Christelle, Rodrigues, Manuel, Serodes, Jean, Levallois, Patric. 2010. The assessment of population exposure to chlorination by-products: a study on the influence of the water distribution system. WWW-dokumentti.
<http://www.ehjournal.net/content/9/1/59>. Ei päivitystietoja. Luettu 3.3.2012.
- Mikkelin vesilaitos, Vesilaitoksen tilastot 2010.

- Microsoft Office. Excelin ohje ja toimintaohjeet 2012. WWW-dokumentti. <http://office.microsoft.com/fi-fi/excel-help>. Ei päivitystietoja. 26.3.2012.
- Melvin R. 1980. Patent number: 4329526. Chlorination method. WWW-dokumentti. <http://www.google.fi/patents?hl=fi&lr=&vid=USPAT4329526&id=Gk0tAAAAEBAJ&oi=fnd&dq=chlorination+methods&printsec=abstract#v=onepage&q=chlorination%20methods&f=false>. Ei päivitystietoja. Luettu 7.3.2012.
- Nagatani, Toru. 2006. Residual chlorine decay simulation in water distribution system. WWW-dokumentti. http://www.dhigroup.com/upload/publications/mikenet/Nagatani_Residual_Chlorine.pdf Ei päivitystietoja. Luettu 7.3.2012.
- NCBI. 2011. Choloramine T - Substance Summary WWW-dokumentti. <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?sid=7849503>. Päivitetty 2.8.2011. Luettu 7.3.2012.
- OECD SIDS. 2004. SIDS Initial Assesment Report. Calsium hypochloride, WWW – dokumentti. <http://www.inchem.org/documents/sids/sids/7778543.pdf>. Ei päivitystietoja. Luettu 5.3.2012.
- Pönkkä, Antti. 2006. Terveystuojelu. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä
- Raatikainen, Jonne. 2010. Pitkien vesilinjojen vaikutus juomaveden laatuun. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000. WWW-dokumentti. www.finlex.fi. Ei päivitystietoja. Luettu 15.1.2012.
- Sosiaali- ja terveysministeriö. 2010. Ympäristöterveyden erityistilanteet. WWW-dokumentti. http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=1087414&name=DLFE-12714.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 13.2.2012.
- Terveystuojelulaki 1994/763. WWW-dokumentti. www.finlex.fi. Ei päivitystietoja. Luettu 6.1.2012.
- Tilastokeskus. WWW-dokumentti. <http://www.stat.fi/meta/kas/index.html?L>. Ei päivitystietoja. Luettu 29.3.2012.
- TUKES, (Turvatekniikan keskus). 2003. Klooridioksidin valmistuksen turvallisuusopas 6/2006 WWW-dokumentti. http://tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/6_2003.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 6.3.2003.
- Turunen, Seppo. 2005. Biologia: Ihminen. WSOY Helsinki.
- Työterveyslaitos. 2011. Ova-ohje: Natriumhypokloriitti. WWW-dokumentti.www.ttl.fi. Päivitetty 13.1.2011. Luettu 7.2.2012.

UN News Center.2010. General Assembly declares access to clean water and sanitation is a human right. WWW-dokumentti.
<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=35456&Cr=SANITATION&Cr1=#>.
Ei päivitystietoja. Luettu. 21.3.2012.

Valvira. 2009. Erityistilanne suunnitelma. WWW-dokumentti.
http://www.valvira.fi/ohjaus_ ja_valvonta/terveydensuojelu/talousvesi. Päivitetty.
1.4.2009. Luettu. 2.3.2012.

Verkerk Gerrit. 2007. Binas. Handbook for physics,chemistry, biology and mathematics. Wolters –Noordhoff. Groningen.

Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos. 2006. Talousveden klooraus. Helsinki

Wilén, Britt-Marie. 2011. Disinfection of drinking water. Chalmers. WWW-dokumentti.
http://www.chemeng.lth.se/vva030/Arkiv/Lecture_Disinfection_drinking_water.pdf.
Ei päivitystietoja. Luettu 6.3.2012.

WHO. Guidelines for drinking- water quality. 2008. WWW-dokumentti.
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 5.3.2012.

WHO. 2009.Water Safety Plan Manual. WWW-dokumentti.
http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241562638_eng.pdf. Ei päivitystietoja. Luettu 13.2.2012.

World chlorine council. 2008. Drinking water chlorination. WWW-dokumentti.
http://www.worldchlorine.org/publications/pdf/WCC_Policy_Paper_Water_Chlorination.pdf. Päivitetty 20.12.2007. Luettu 9.1.2012.

Zacheus, Outi. 2005. Suurten EU:lle raportoivien laitosten toimittavan talousveden valvonta ja laatu vuonna 2003. WWW-dokumentti.
<http://www.sttv.fi/Talousvesiraportti2003.pdf> . Päivitetty 25.5.2005. Luettu 10.3.2012

Siiri Kangas

Desinfiointiohjeistus

Hietalahti
Hanhikangas
Pursiala

Mikkelin vesilaitos

Laatujärjestelmän ohjeistus

Huhtikuu 2012

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TYÖTURVALLISUUS	1
3	LAIMENNUSOHJEET	2
3.1	Laimennuskaava	2
3.2	Esimerkki laimennuslaskusta	3
3.3	Kaava virtaukselle pumpusta	4
3.4	Esimerkki virtauslaskusta	4
4	HIETALAHDEN VEDENOTTAMO	5
4.1	Ohjeet natriumhypokloriitin annosteluun Iwaki EH Controller B20EPM-AT – pumpulla	5
4.2	Annosteluora 1 % natriumhypokloriittiliuokselle 45m ³ /h virtaamaan Hietalahden vesilaitokselle	6
4.3	Shokkiklooraus Hietalahden vesilaitoksella eli annosteluora 10 % natriumhypokloriittiliuokselle 45m ³ /h virtaamaan	7
5	HANHIKANKAAN VEDENOTTAMO	8
5.1	Ohjeet natriumhypokloriitin annosteluun Iwaki EH Controller B20EPM-AT – pumpulla	8
5.2	Annosteluora 1 % natriumhypokloriittiliuokselle 80 m ³ /h virtaamaan Hanhikankaan vesilaitokselle	9
5.3	Shokkiklooraus Hanhikankaan vesilaitoksella eli annosteluora 10 % natriumhypokloriittiliuokselle 80 m ³ /h virtaamaan	10
6	PURSIALAN TEKOPHJAVESILAITOS	11
6.1	Ohjeet natriumhypokloriitin annosteluun Iwaki EH-E35VC-20EPE5 pumpulla	11
6.2	Annosteluora 1 % natriumhypokloriittiliuokselle 300m ³ /h virtaamaan Pursialan vesilaitokselle	12
6.3	Shokkiklooraus Pursialan vesilaitoksella eli annosteluora 10 % natriumhypokloriittiliuokselle 300m ³ /h virtaamaan	13

LIITTEET

1. Tulokset pumppujen koepumppauksista
2. Natriumhypokloriitin käyttöturvallisuustiedote

1 JOHDANTO

Tämän desinfiointiohjeistuksen on tehnyt Siiri Kangas Mikkelin ammattikorkeakoulusta, osana opinnäytetyötään ”Poikkeustilannedesinfiointi Mikkelin vesilaitoksella”. Työn on ohjannut Mikkelin vesilaitoksen käyttömestari Sami Kaipainen.

Desinfiointiohjeistus on tehty Hietalahden, Hanhikankaan ja Pursialan vedenottamoilta poikkeustilanteisiin, joissa talousveden mikrobiologinen laatu on vaarantunut tai vaarassa heikentyä.

2 TYÖTURVALLISUUS

Poikkeustilannedesinfiointin suurimman työsuojellisen riskin aiheuttaa natriumhypokloriitin käsittely. Natriumhypokloriitti on voimakas hapetin, ja se reagoi voimakkaasti palavien aineiden kanssa. Typpiyhdisteiden kanssa reagoiessaan se vapauttaa typpikaasua ja tuottaa myrkyllisiä kloramiineja. Räjähävää typpitriokloridia voi muodostua, jos natriumhypokloriitti pääsee reagoimaan ammoniumsuolojen kanssa. Räjähdyksvaara voi myös syntyä, jos natriumhypokloriitti reagoi metanolin kanssa muodostaen metyylihypokloriittia. Natriumhypokloriitti on syövyttävä aine. Se syövyttää heikosti metalleja mutta liuottaa nahkaa, joitakin muoveja, tekstiilejä, terästä ja betonia. Natriumhypokloriitin myrkyllisyys perustuu sen emäksisyyteen ja aktiivisen kloorin hapettavuuteen. (Käyttöturvallisuustiedote, Aqua Nova; Ova-ohje: Natriumhypokloriitti)

Jos natriumhypokloriitille altistuu, oireina ovat silmä- ja ihoärsytys. Koska natriumhypokloriitti on syövyttävää, on se siksi erityisen vaarallista silmille. Jos natriumhypokloriittia juo, syövyttää se limakalvoja. Natriumhypokloriitti voi aiheuttaa keuhkotulehduksen tai kuumeen oksennettaessa tai keuhkoihin joutuessa. Natriumhypokloriittia niellyt pitää toimittaa lääkäriin mahdollisimman pian ja hänelle voi tarjota vettä juotavaksi sekä suun huuhteluun. Joutuessaan ruuansulatusjärjestelmään natriumhypokloriitti aiheuttaa voimakasta kipua, mikä voi johtaa tajuttomuuteen ja sisäelinvammiin. Ensiapu natriumhypokloriitti roiskeille on mahdollisen vaaratuksen poisto ja roiskekohdan huuhteleminen runsaalla vedellä. Tuuletus, ja raittiiseen ilmaan hakeutuminen, lepääminen ovat ensiapu hengitysteitse tapahtuneeseen altistukseen. Jos natriumhypokloriittia joutuu silmiin, tai potilas on huonovointinen, on potilaan hakeuduttava

lääkäriin heti ensi-avun jälkeen. Natriumhypokloriitti on myrkyllistä eliöille suurina annoksina, mutta sen ei ole todettu kertyvän ravintoketjuun. Se on täysin vesiliukoinen. Natriumhypokloriitti ei saa päästä vesistöön, maaperään tai viemäriin. (Käyttöturvallisuustiedote, Aqua Nova; International Chemical Safety Cards Natriumhypokloriitin kemikaalikortti)

Natriumhypokloriitti on säilytettävä auringon valolta suojattuna, viileässä hyvin tuuletetussa tilassa. Maaperävuodot on oltava mahdollista estää ja säilytys astian tulee olla ehdottomasti puhdas, jotta natriumhypokloriitin reaktiot voidaan ennalta ehkäistä.

Ennen 10% natriumhypokloriitin käyttöä on ensin luettava huolellisesti kyseisen tuotteen valmistajan käyttöturvallisuustiedote. Natriumhypokloriittia käytetään pääasiassa desinfiointi- tai valkaisukemikaalina. Sitä käyttäessä täytyy huomioida tarvittavien suojakäsineiden, suojapukeutumisen ja suojalasien tai kasvojen suojamaskin käyttö. (Käyttöturvallisuustiedote, Aqua Nova)

3 LAIMENNUSOHJEET

Talousveden desinfioinnissa käytetään pääsääntöisesti 1% natriumhypokloriittia joka on laimennettu avaamattomasta pakkauksesta olleesta 10% natriumhypokloriitista. Natriumhypokloriitti saa olla korkeintaan vuoden vanhaa, mutta suositeltavaa olisi, ettei se ole vanhempaa kuin 2-3 kuukautta. (Vesi- ja viemärilaitosyhdistys 2006.)

Tärkeää on, että ennen natriumhypokloriitin käyttöä sen osto/valmistus päivämäärä tarkistetaan. Natriumhypokloriitti astiat säilytetään Pursialassa, laitoksen putkikanalissa.

3.1 Laimennuskaava

$$\text{Raakaliuoksen määrä (l)} = \frac{\text{Lopullisen liuoksen tilavuus (l)} \times \text{tiheys (kg/l)} \times \text{haluttu pitoisuus (\%)} }{\text{raakaliuoksen tiheys (kg/l)} \times \text{raakaliuoksen pitoisuus (\%)}}$$

3.2 Esimerkki laimennuslaskusta

100 l verkostoon pumpattavaa 1 % natriumhypokloriittiliuosta sekoitetaan 91,45 litrasta vettä ja 8,55 litrasta 10 % natriumhypokloriittia.

Raakaliuoksen määrä= $100 \text{ l} \times 1 \text{ kg/l} \times 0,01 / 1,17 \text{ kg/l} \times 0,10 = 8,55 \text{ l}$

$100 \text{ l} = 91,45 \text{ l} + 8,55 \text{ l}$

Katso natriumhypokloriitin ominaisuudet Taulukosta 1!

Taulukko 1. Laimentamattoman natriumhypokloriitin ominaisuuksia

%	Kloori g/l	Tiheys
10,0	120,0	1,17
9,2	110,0	1,15
8,3	100,0	1,13
7,5	90,0	1,115
6,7	80,0	1,1

4 HIETALAHDEN VEDENOTTAMO

Ennen työskentelyn aloittamista lue huolellisesti natriumhypokloriitin työturvallisuusohjeet ja tutustu 10 % Natriumhypokloriitin käyttöturvallisuustiedotteeseen (Liite 2). Ota näyte käytettävästä 10 % natriumhypokloriitista ja määritä aktiivisen kloorin määrä ennen syöttöliuoksen laimentamista.

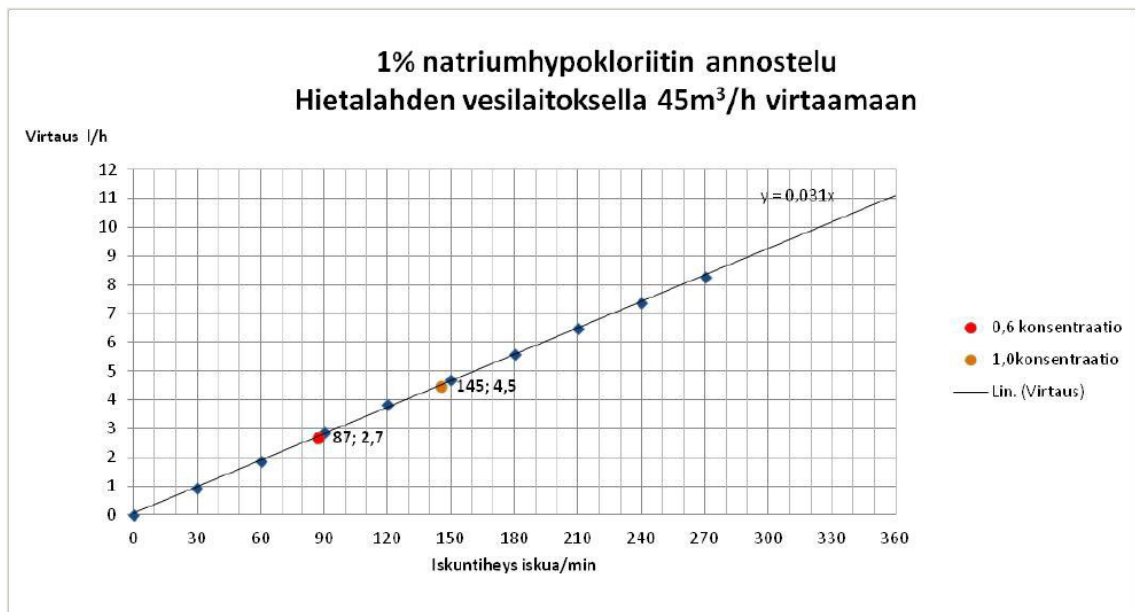
Hietalahden tekopohjavesilaitoksella natriumhypokloriitti annostellaan suoraan vapaaseen tilaan alavesisäiliöön suodattimesta tulevan putken juureen Iwaki EH Controller B20EPM-AT – pumpulla.

4.1 Ohjeet natriumhypokloriitin annosteluun Iwaki EH Controller B20EPM-AT – pumpulla

- ◆ Säädä laitokselta lähtevän talousveden virtaus noin 45 m³/h
- ◆ Laimenna haluamasi konsentraatio annostelusäiliöön
- ◆ Kytke annostelupumppu virtausohjattuun pistorasiaan ja säädä iskunpituus pumpun käydessä (stroke length) 100 %
- ◆ Tarkista *annostelu* liuoksen virtaustarve ja haluttu iskuntiheys
- ◆ Säädä iskuntiheys liuoksen virtaus tarpeen mukaan
- ◆ Käynnistä natriumhypokloriitin annostelu
- ◆ Seuraa pumpun toimintaa
- ◆ Tarkista natriumhypokloriitin teho: Ota näyte laboratoriota varten!
- ◆ Säädä annostusta tarpeenmukaisesti
- ◆ Tarkista aina, natriumhypokloriitin syötön ohella, hypokloriitin todellinen teho näytteiden otolla.

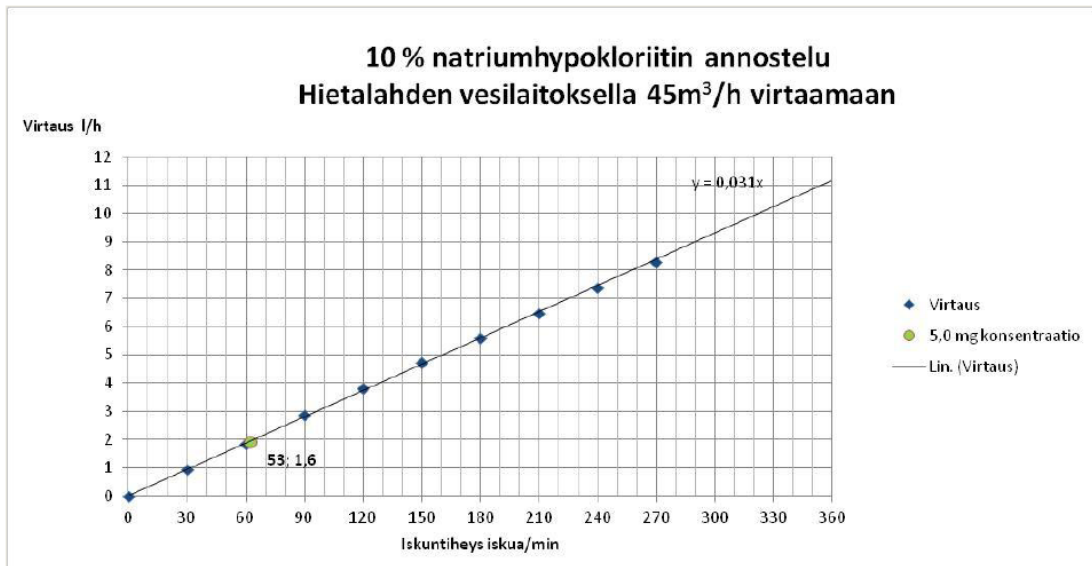
4.2 Annosteluosuora 1 % natriumhypokloriittiliuokselle 45m³/h virtaamaan Hietalahden vesilaitokselle

Jos vesijohtoverkoston halutaan 0,6 mg/l aktiivisen kloorin konsentraatio, täytyy silloin 1 % natriumhypokloriitin virtaus olla 2,7 l/h. Virtaus saadaan säätämällä kalvopumpun iskuntiheys 87 iskuun minuutissa, kun iskunpituus on 100 %. Samalla menetelmällä voidaan suoralta lukea verkostoon halutun natriumhypokloriitin pitoisuuksien tarvittavat iskuntiheydet kun virtaama tiedetään. Pumppuun tarvittavan virtaaman laskukaava on laimennusohjeiden esimerkeissä.



4.3 Shokkiklooraus Hietalahden vesilaitoksella eli annosteluosuora 10 % natriumhypokloriittiliuokselle 45m³/h virtaamaan

Jos vesijohtoverkostoon halutaan shokkiklooraus, eli 5mg/l aktiivisen kloorin konsentraatio tai enemmän, täytyy silloin 10 % natriumhypokloriitin virtaus olla vähintään 1,6/h. Virtaus saadaan säätämällä kalvopumpun iskuntiheys 53 iskuun minuutissa iskuntavuuden ollessa 100 %. Samalla menetelmällä kuvaajasta voidaan katsoa verkostoon halutun natriumhypokloriitin pitoisuuksien tarvittavat iskuntiheydet kun haluttu virtaama tiedetään. Pumppuun tarvittavan virtaaman laskukaava on laimennusohjeiden esimerkeissä.



5 HANHIKANKAAN VEDENOTTAMO

Ennen työskentelyn aloittamista lue huolellisesti natriumhypokloriitin työturvallisuusohjeet ja tutustu 10 % Natriumhypokloriitin käyttöturvallisuustiedotteeseen. Ota näyte käytettävästä 10 % natriumhypokloriitista ja määritä aktiivisen kloorin määrä ennen syöttöliuoksen laimentamista.

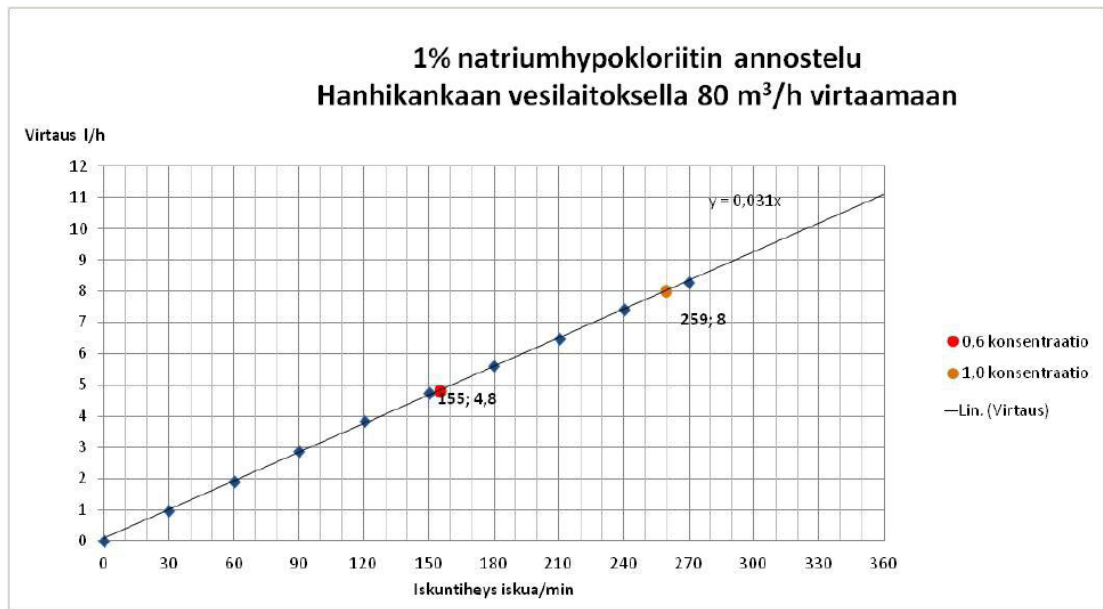
Hanhikankaan tekopohjavesilaitoksella natriumhypokloriitti annostellaan suoraan vapaaseen tilaan alavesisäiliöön Iwaki EH Controller B20EPM-AT – pumpulla.

5.1 Ohjeet natriumhypokloriitin annosteluun Iwaki EH Controller B20EPM-AT – pumpulla

- ◆ Säädä laitokselta lähtevän talousveden virtaus noin 80 m³/h
- ◆ Laimenna haluamasi konsentraatio annostelusäiliöön
- ◆ Kytke annostelupumppu virtausohjattuun pistorasiaan ja säädä iskunpituus (stroke length) 100 % pumpun käydessä
- ◆ Tarkista *annosteluosuorasta* liuoksen virtaustarve ja haluttu iskuntiheys
- ◆ Säädä iskuntiheys liuoksen virtaus tarpeen mukaan.
- ◆ Seuraa pumpun toimintaa
- ◆ Tarkista natriumhypokloriitin teho: Ota näyte laboratoriota varten!
- ◆ Säädä amostusta tarpeenmukaisesti
- ◆ Tarkista aina, natriumhypokloriitin syötön ohella, hypokloriitin todellinen teho näytteiden otolla.

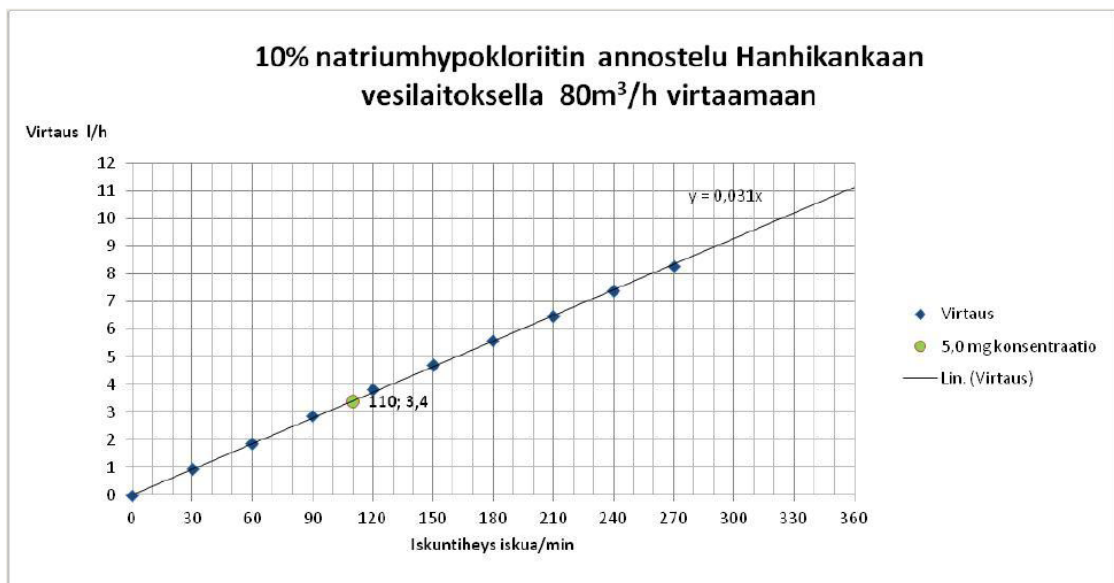
5.2 Annosteluosuora 1 % natriumhypokloriittiliuokselle 80 m³/h virtaamaan Hanhikankaan vesilaitokselle

Jos vesijohtoverkoston halutaan 0,6 mg/l aktiivisen kloorin konsentraatio täytyy silloin 1 % natriumhypokloriitin virtaus olla 4,8 l/h. Virtaus saadaan säätämällä kalvo-pumpun iskuntiheys 155 iskuun minuutissa, kun iskunpituus on 100 %. Samalla menetelmällä voidaan suoralta lukea verkoston halutun natriumhypokloriitin pitoisuuksien tarvittavat iskuntiheydet kun virtaama tiedetään. Pumpun tarvittavan virtaaman laskukaava on laimennusohjeiden esimerkeissä.



5.3 Shokkiklooraus Hanhikankaan vesilaitoksella eli annosteluosuora 10 % natriumhypokloriittiliuokselle 80 m³/h virtaamaan

Jos vesijohtoverkoston halutaan shokkiklooraus, eli 5mg/l aktiivisen kloorin konsentraatio tai enemmän, täytyy silloin 10 % natriumhypokloriitin virtaus olla vähintään 3,4l/h. Virtaus saadaan säätämällä kalvopumpun iskuntiheys 110 iskuun minuutissa, kun iskunpituus on 100 %. Samalla menetelmällä voidaan kuvaajasta katsoa verkoston halutun natriumhypokloriitin pitoisuuksien tarvittavat iskuntiheydet, kun haluttu virtaama tiedetään. Pumppuun tarvittavan virtaaman laskukaava on laimennusohjeiden esimerkeissä.



6 PURSIALAN TEKOPOHJAVESILAITOS

Ennen työskentelyn aloittamista lue huolellisesti natriumhypokloriitin työturvallisuus ohjeet ja tutustu 10 % Natriumhypokloriitin käyttöturvallisuustiedotteeseen. Ota näyte käytettävästä 10 % natriumhypokloriitista ja määritä aktiivisen kloorin määrä ennen syöttöliuoksen laimentamista.

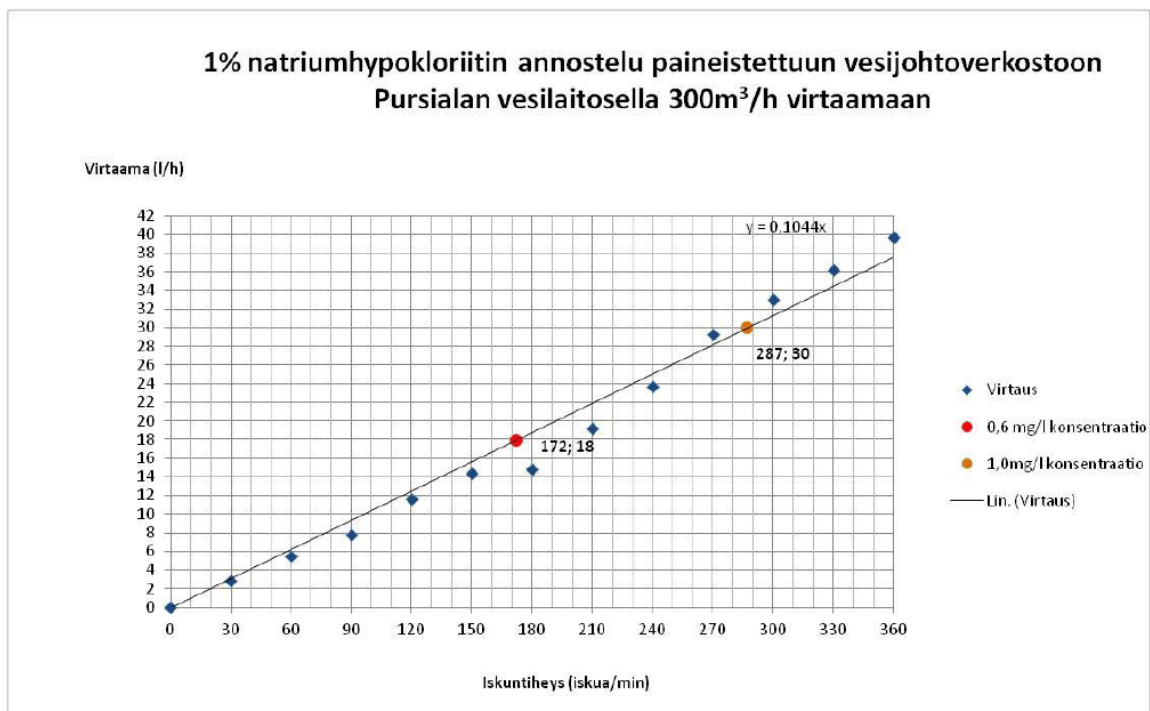
Pursialan tekopohjavesilaitoksella natriumhypokloriitti annostellaan paineistettuun verkostoon Iwaki EH-E35VC-20EPE5 pumpulla joka sijaitsee kiinteästi Pursialan pumppuhuoneessa.

6.1 Ohjeet natriumhypokloriitin annosteluun Iwaki EH-E35VC-20EPE5 pumpulla

- ◆ Säädä lähtevän talousveden virtaus noin 300 m³/h ja kytke virta natriumhypokloriitti – pumpun virtausohjattuun pistorasiaan.
- ◆ Sulje sameusmittarin venttiili ja avaa vieressä oleva natriumhypokloriittipumpun syöttöventtiili pumppuhuoneessa.
- ◆ Laimenna haluamasi konsentraatio annostelusäiliöön.
- ◆ Kytke annostelupumppu virtausohjattuun pistorasiaan ja säädä iskunpituus pumpun ollessa käynnissä (stroke length) 100 %.
- ◆ Tarkista *annostelu*suorasta liuoksen virtaustarve ja haluttu iskuntiheys
- ◆ Säädä iskuntiheys liuoksen virtaus tarpeen mukaan
- ◆ Seuraa pumpun toimintaa
- ◆ Tarkista natriumhypokloriitin teho: Ota näyte laboratoriota varten!
- ◆ Säädä annostusta tarpeenmukaisesti
- ◆ Tarkista aina, natriumhypokloriitin syötön ohella, hypokloriitin todellinen teho näytteiden otolla.

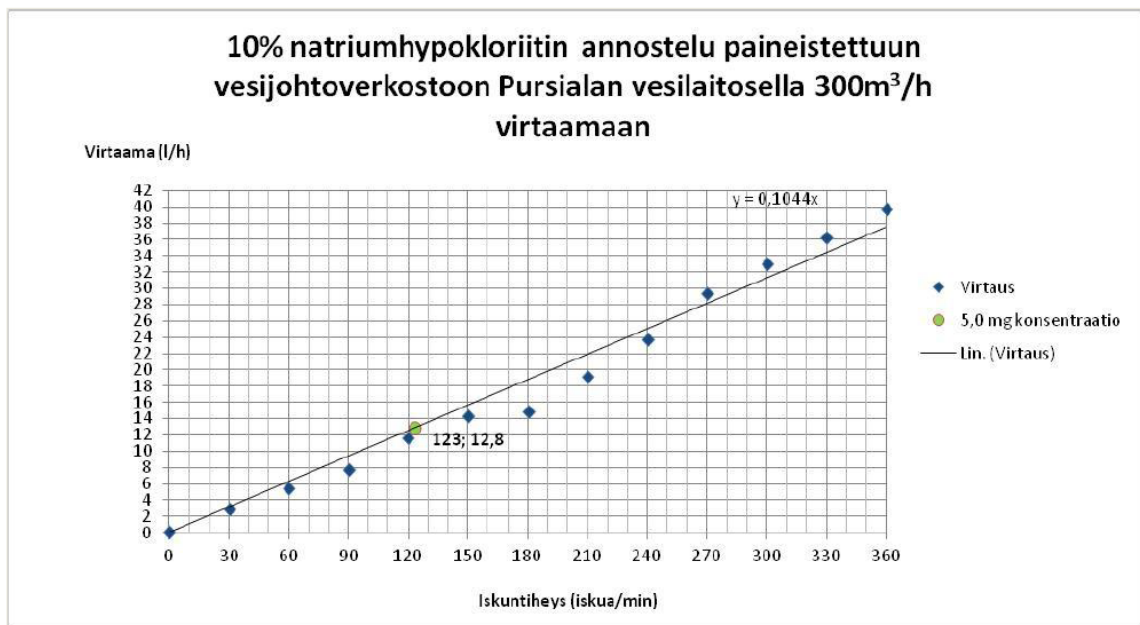
6.2 Annosteluosuora 1 % natriumhypokloriittiliuokselle 300m³/h virtaamaan Pursialan vesilaitokselle

Jos vesijohtoverkoston halutaan 0,6 mg/l aktiivisen kloorin konsentraatio täytyy silloin 1 % natriumhypokloriitin virtaus olla 18 l/h. Virtaus saadaan säätämällä kalvopumpun iskuntiheys 172 iskuun minuutissa, kun iskunpituus on 100 %. Samalla menetelmällä voidaan suoralta lukea verkostoon halutun natriumhypokloriitin pitoisuuksien tarvittavat iskuntiheydet kun virtaama tiedetään. Pumppuun tarvittavan virtaaman laskukaava on laimennusohjeiden esimerkeissä.



6.3 Shokkiklooraus Pursialan vesilaitoksella eli annosteluosuora 10 % natriumhypokloriittiliuokselle 300m³/h virtaamaan

Jos vesijohtoverkoston halutaan shokkiklooraus, eli 5mg/l aktiivisen kloriitin konsentraatio tai enemmän, täytyy silloin 10 % natriumhypokloriitin virtaus olla vähintään 12,8 l/h. Virtaus saadaan säätämällä kalvopumpun iskuntiheys 123 iskuun minuutissa, kun iskunpituus on 100 %. Samalla menetelmällä voidaan kuvaajasta katsoa verkostoon halutun natriumhypokloriitin pitoisuuksien tarvittavat iskuntiheydet, kun haluttu virtaama tiedetään. Pumppuun tarvittavan virtaaman laskukaava on laimennusohjeiden esimerkeissä.



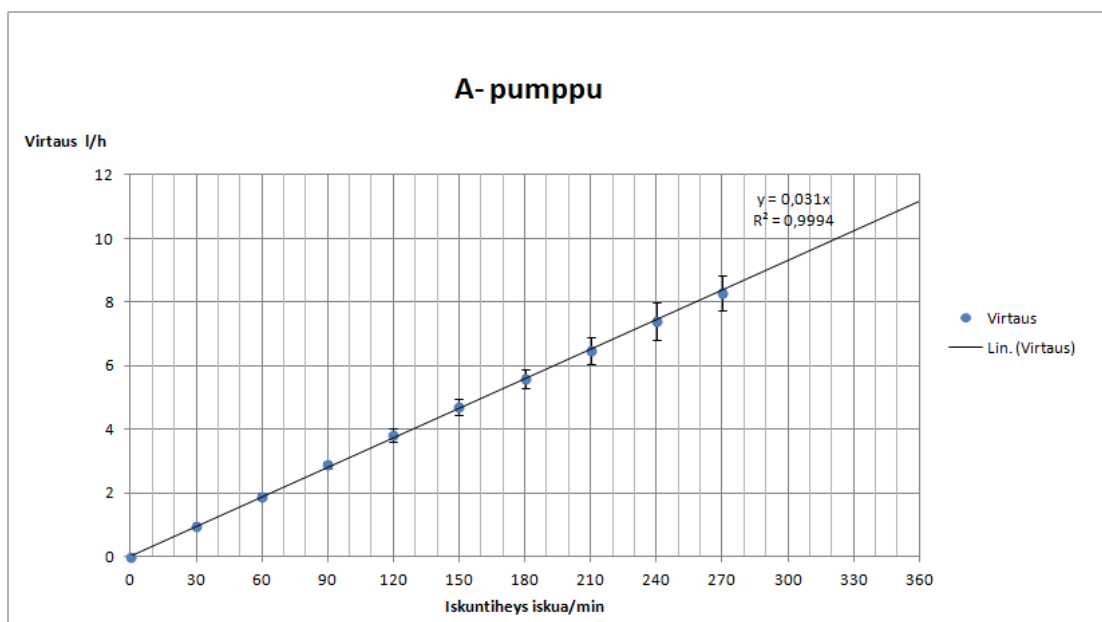
LÄHTEET

Käyttöturvallisuustiedote, Aqua Nova. WWW-dokumentti. www.aqaunova.fi Ei päivitystietoja. Luettu 20.2.2012

International Chemical Safety Cards (ICSCs). Natriumhypokloriitin 10% kemikaalikortti. WWW-dokumentti. <http://kappa.ttl.fi/kemikaalikortit> Ei päivitystietoja. Luettu 20.2.2012

Ova-ohje: Natriumhypokloriitti. WWW-dokumentti. www.ttl.fi. Ei päivitystietoja. Luettu 7.2.2012

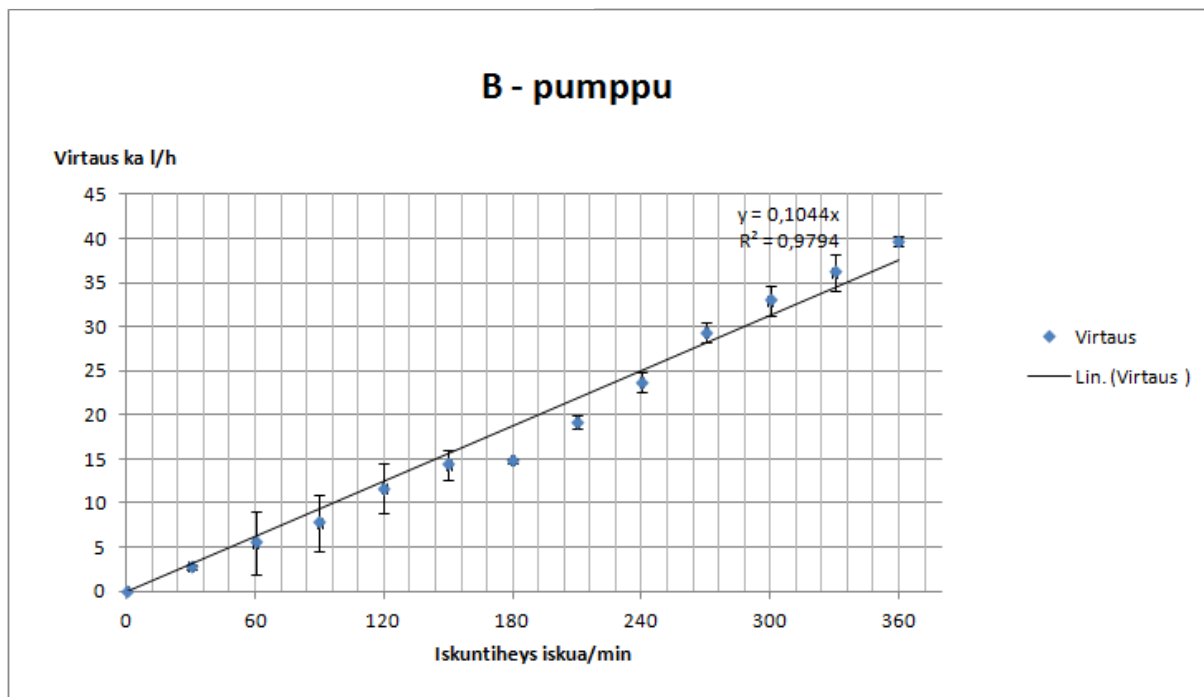
Talousveden klooraus, Vesi- ja viemärlaitosyhdistyslaitos 2006, Helsinki



Kuva 1. Pumpun A virtausten keskiarvot ja niiden keskihajonnat

Pumpun A virtauksen tulokset				
Iskuntiheys (iskua/min)	Keskiarvo (l/h)	Keskihajonta	Keskiarvon keskivirhe	Luottamusväli 95 %
0	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,96	0,00	0,00	0,00
60	1,88	0,07	0,04	0,08
90	2,88	0,12	0,07	0,14
120	3,84	0,21	0,12	0,24
150	4,72	0,25	0,14	0,28
180	5,60	0,30	0,17	0,34
210	6,48	0,43	0,25	0,49
240	7,40	0,59	0,34	0,67
270	8,28	0,55	0,32	0,62

Taulukko 1. Pumpun A virtauksen keskiarvot ja niiden keskihajonnat, sekä keskiarvon keskivirheet 95 % luottamusväleineen.



Kuva 2. Pumpun B virtauksen keskiarvot ja niiden keskihajonnat

Pumpun B virtauksen tulokset				
Iskuntiheys iskua/ min	Keskiarvot	Keskihajonta	Keskiarvon keskivirhe	Luottamusväli 95 %
0	0,00	0,00	0,00	0,00
30	2,83	0,29	0,17	0,33
60	5,50	3,54	2,04	4,00
90	7,75	3,18	1,84	3,60
120	11,67	2,89	1,67	3,27
150	14,33	1,76	1,01	1,99
180	14,83	0,29	0,17	0,33
210	19,17	0,76	0,44	0,86
240	23,67	1,15	0,67	1,31
270	29,33	1,15	0,67	1,31
300	33,00	1,73	1,00	1,96
330	36,17	2,02	1,17	2,29
360	39,67	0,58	0,33	0,65

Taulukko 2. Pumpun B virtauksen keskiarvot ja niiden keskihajonnat, sekä keskiarvon keskivirheet 95 % luottamusväleinen.

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 1 / 7

NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %

Päiväys: 9.6.2011

Edellinen päiväys: 22.12.2010

1. AINEEN TAI SEOKSEN JA YHTIÖN TAI YRITYKSEN TUNNISTETIEDOT

- 1.1 Tuotetunniste
- 1.1.1 Kauppanimi
NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %
- 1.2 Aineen tai seoksen merkitykselliset tunnistetut käytöt ja käytöt, joita ei suositella
- 1.2.1 Käyttötarkoitus
Veden puhdistus ja desinfiointi.
Kemikaalien, kemiallisten tuotteiden ja tekokuitujen valmistus.
Pesuaineiden, farmaseuttisten ja kosmeettisten tuotteiden valmistus.
- 1.3 Käyttöturvallisuustiedotteen toimittajan tiedot
- 1.3.1 Valmistaja, maahantuoja, muu toiminnanharjoittaja
Bang&Bonsomer Group Oy
- Postiosoite Itälahdenkatu 18 A
Postinumero ja -toimipaikka 00210 HELSINKI
Puhelin 09-681 081
Telefax 09-692 4174
Y-tunnus 0103570-7
Sähköposti company@bangbonsomer.fi
- 1.4 Hätäpuhelinnumero
- 1.4.1 Numero, nimi ja osoite
HYKS /Myrkytystietokeskus, Tukholmankatu 17, 00270 HELSINKI, Puh. 09-4711

2. VAARAN YKSILÖINTI

Tässä kohdassa mainittujen H- ja R-lausekkeiden täydelliset tekstit ovat kohdassa 16.

- 2.1 Aineen tai seoksen luokitus
1272/2008 (CLP)
Met. Corr. 1, H290
Skin Corr. 1B, H314
Eye Dam. 1, H318
STOT SE 3, H335
Aquatic Acute 1, H400
EUH031
67/548/EEC - 1999/45/EC
C; R31-34
- 2.2 Merkinnät
1272/2008 (CLP)
GHS09 - GHS07 - GHS05
Huomiosana Vaara
Vaaralausekkeet
- H290 Voi syövyttää metalleja.
H314 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.
H318 Vaurioittaa vakavasti silmiä.
H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.
H400 Erittäin myrkyllistä vesieliöille.
EUH031 Kehittää myrkyllistä kaasua hapon kanssa.
- Turvalausekkeet
P273 Vältettävä päästämistä ympäristöön.



KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 2 / 7

NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %

Päiväys: 9.6.2011

Edellinen päiväys: 22.12.2010

- P280 Käytä suojakäsineitä/suojavaatetusta/silmiensuojainta /kasvonsuojainta.
P303+P361+P353 JOS KEMIKAALIA JOUTUU IHOLLE (tai hiuksiin): Riisu saastunut vaatetus välittömästi. Huuhto/suihkuta iho vedellä.
- P403+P233 Varastoi paikassa, jossa on hyvä ilmanvaihto. Säilytä tiiviisti suljettuna.
P501 Sisältö/astia toimitettava hävitettäväksi hyväksytyyn jätteenkäsittelylaitokseen.
P310 Ota välittömästi yhteys MYRKYTYSTIETOKESKUKSEEN tai lääkäriin.
- 2.3 Muut vaarat
Voimakkaasti emäksinen , hapettava aine.
Kehittää myrkyllistä kaasua hapon kanssa. Muodostuva kloorikaasu ärsyttää silmiä ja hengityselimiä.

3. KOOSTUMUS JA TIEDOT AINEOSISTA

CAS/EY-numero ja rek.nro	EINECS	Aineosan nimi	Pitoisuus	Luokitus
7681-52-9	231-668-3	Natriumhypokloriitti	9-11%	C; R34, R31, N; R50 Met Corr. 1, H290; Skin Corr. 1B, H314; Eye Dam. 1, H318; STOT SE 3, H335; Aquatic Acute 1, H400
1310-73-2	215-185-5	Natriumhydroksidi	1- 2%	C; R35 Skin Corr. 1A, H314

4. ENSIAPUTOIMENPITEET

- 4.1 Ensiaputoimenpiteiden kuvaus
Näytettävä tätä käyttöturvallisuuustiedotetta hoitavalle lääkärille.
- 4.1.2 Hengitys
Siirrettävä raittiiseen ilmaan Pidettävä levossa, lämpimässä, puoli-istuvassa asennossa.
Riisuttava välittömästi tahriintunut vaatetus ja jalkineet.
Kutsu lääkäri välittömästi. Annettava happea tai tekohengitystä tarvittaessa.
- 4.1.3 Iho
Roiskeet pestävä välittömästi runsaalla vedellä sekä riisuttava tahriintuneet vaatteet ja kengät.
- 4.1.4 Roiskeet silmiin
Huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä, myös silmäluomien alta, vähintään 15 minuutin ajan.
Yhteydenotto erikoislääkäriin, mikäli silmien ärsytys jatkuu.
- 4.1.5 Nieleminen
Välittömästi huuhdeltava suu ja juotava runsaasti vettä.
Yhteydenotto lääkäriin välittömästi. Vältettävä oksentamista mikäli mahdollista.
- 4.2 Tärkeimmät oireet ja vaikutukset, sekä välittömät että viivästyneet
Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.
- 4.3 Mahdollisesti tarvittavaa välitöntä lääketieteellistä apua ja erityishoitoa koskevat ohjeet
Ota välittömästi yhteys MYRKYTYSTIETOKESKUKSEEN tai lääkäriin.

5. PALONTORJUNTATOIMENPITEET

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 3 / 7

NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %

Päiväys: 9.6.2011

Edellinen päiväys: 22.12.2010

- 5.1 Sammutusaineet
- 5.1.1 Sopivat sammutusaineet
Käytä ympäristöön sopivia sammutusmenetelmiä.
- 5.2 Aineesta tai seoksesta johtuvat erityiset vaarat
Tulipalossa voi muodostua myrkyllistä kloorikaasua.
- 5.3 Palontorjuntaa koskevat ohjeet
Tulipalossa käytettävä paineilmalaitetta.
- 5.4 Muita ohjeita
Tuote itsessään ei pala.
Tulipalossa vapautuvat klooriyhdisteet syövyttävät metalleja ja vahingoittavat rakenteita.

6. TOIMENPITEET ONNETTOMUUSPÄÄSTÖISSÄ

- 6.1 Varotoimenpiteet, henkilösuojaimet ja menettely hätätilanteessa
Käytettävä henkilökohtaista suojaruustusta.
Ihmisten pääsy estettävä päästön/vuodon alueelle ja ihmiset pidettävä tuulen yläpuolella.
Huolehditava riittävästä ilmanvaihdosta.
- 6.2 Ympäristöön kohdistuvat varotoimet
Vältettävä tuotteen pääsemistä maakerroksiin.
- 6.3 Suojarakenteita ja puhdistusta koskevat menetelmät ja -välineet
Kootaan mekaanisesti talteen sopiviin ja asianmukaisesti merkittyihin säiliöihin hävittämistä varten.
Lopuksi alue voidaan pestä runsaalla vedellä.
- 6.4 Viittaukset muihin kohtiin
Katso kohdissa 7 ja 8 lueteltuja suojatoimenpiteitä.

7. KÄSITTELY JA VARASTOINTI

- 7.1 Turvallisen käsittelyn edellyttämät toimenpiteet
Varottava kemikaalin joutumista iholle ja silmiin. Käytettävä henkilökohtaista suojaruustusta.
Käytettävä ainoastaan tuotteen käsittelyyn suunniteltuja työvälineitä ja -laitteita.
Ei saa sekoittaa happojen kanssa. Kehittää myrkyllistä kaasua hapon kanssa.
Voi syövyttää metalleja. Vahingoittaa nahkaa ja tekstiilejä .
- 7.2 Turvallisen varastoinnin edellyttämät olosuhteet, mukaan luettuina yhteensopimattomuudet
Säilytettävä kuivassa, viileässä ja hyvin ilmastoidussa paikassa. Suojattava valolta.
Säilytettävä suojassa lämmöltä ja sytytyslähteistä. Säilytettävä -10 - +20 °C lämpötilassa.
Varastoitava vapaastihengittävässä ja ehdottoman puhtaassa paikassa.
Sopiva pakkausmateriaali: muovi (PE, PP, PVC), titaani, jotkut lujitemuovit.
Sopimaton pakkausmateriaali: metallit.
Vältettävät materiaalit: hapot, nahka, tekstiilit, metallit, epäpuhtaudet , happamasti reagoivat aineet.
Ei saa päästää ympäristöön.
- 7.3 Erityinen loppukäyttö
Vedenkäsittelyssä huomioitava viranomaismääräykset.

8. ALTISTUMISEN EHKÄISEMINEN JA HENKILÖNSUOJAIMET

- 8.1 Valvontaa koskevat muuttujat
- 8.1.1 HTP-arvot
1310-73-2 Natriumhydroksidi 2 mg/m³ (15 min)

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 4 / 7

NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %

Päiväys: 9.6.2011

Edellinen päiväys: 22.12.2010

		kattoarvo (HTP2007)	
7681-52-9	Natriumhypokloriitti	0,5 ppm (8 h)	1 ppm (15 min)
		1,5 mg/m ³ (8 h)	2,9 mg/m ³ (15 min)
8.1.2	Muut raja-arvot		
	Kloori: välitön terveys- tai hengenvaara IDLH: 5 ppm; STEL: 0,5 ppm, 1,5 mg/m ³		
8.2	Altistumisen ehkäiseminen		
8.2.1	Tekniset torjuntatoimenpiteet		
	Käytettävä henkilökohtaista suojavarustusta.		
	Varmistettava, että silmähuuhteluasemat ja hätäsuihkut sijaitsevat työpisteen lähellä.		
8.2.2	Henkilökohtaiset suojatoimenpiteet		
8.2.2.1	Hengityksensuojaus		
	Käytettävä sopivaa hengityslaitetta, mikäli ilmastointi on riittämätön, suodatintyyppi B2-P3.		
8.2.2.2	Käsiensuojaus		
	Läpäisemättömät käsineet :		
	Butyylikumi, Kloropreeni, Nitrilikumi, Luonnonkumi Viton (R).		
	Läpimurtoaika > 480 min.		
	Jatkuvassa kontaktissa kemikaaliin suositellaan käytettäväksi vain puolet läpäisyajasta. Käsineet poistettava/vaihdeettava välittömästi kun merkkejä kulumisesta tai läpäisemisestä ilmenee.		
8.2.2.3	Silmien tai kasvojen suojaus		
	Tiiviisti asettuvat suojalasit.		
8.2.2.4	Ihonsuojaus		
	Kemikaaleilta suojaava kokovartalopuku. Riisuttava tahriintunut vaatetus ja pestävä ne ennen seuraavaa käyttöä.		
8.2.3	Ympäristöaltistumisen torjuminen		
	Ei saa päästää ympäristöön.		

9. FYSIKAALISET JA KEMIAALLISET OMINAISUUDET

9.1	Fysikaalisia ja kemiallisia perusominaisuuksia koskevat tiedot		
9.1.1	Olomuoto		
	Kellertävä neste		
9.1.2	Haju	lievästi pistävä	
9.1.4	pH	14	
9.1.5	Sulamis- tai jäätymispiste	-6°C (5 % liuos)	
9.1.6	Kiehumispiste ja kiehumisalue	96 - 120 °C (1.013 hPa)	
9.1.11	Höyrynpaine	20 hPa (20°C)	
9.1.14	Liukoisuus (liukoisuudet)		
9.1.14.1	Vesiliukoisuus	Täysin liukeneva	
9.1.18	Viskositeetti	2,6 - 4,2 mPas (20°C), dynaaminen	
9.1.20	Hapettavuus	Hapettava	
9.2	Muut tiedot		
	Bulkitiheys: 1,155-1,185 kg/m ³		

10. STABIILISUUS JA REAKTIIVISUUS

10.1	Reaktiivisuus
	Pienikin korroosio voi aiheuttaa natriumhypokloriitin hajoamista.

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 5 / 7

NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %

Päiväys: 9.6.2011

Edellinen päiväys: 22.12.2010

- 10.2 Kemiallinen stabiilisuus
Alhainen pH ja lämpötilan nousu hajottaa natriumhypokloriittia natriumkloraatiksi ja suolaksi. Epäpuhtaudet, kuten esim. metalli-ionit, hajottavat tuotteen suolaksi ja hapeksi.
- 10.3 Vaarallisten reaktioiden mahdollisuus
Voi syövyttää metalleja.
- 10.4 Vältettävät olosuhteet
Yli 20 °C lämpötilat, altistuminen valolle ja epäpuhtaudet.
Hajooa hitaasti itsestään muodostaen suolaa ja happea.
- 10.5 Yhteensopimattomat materiaalit
Hapot, nahka, tekstiilit, metallit, happamasti reagoivat aineet.
- 10.6 Vaaralliset hajoamistuotteet
Kehittää myrkyllistä kaasua hapon kanssa; Kloori, Cl₂.

11. MYRKYLLISYYTEEN LIITTYVÄT TIEDOT

- 11.1 Tiedot myrkyllisistä vaikutuksista
Natriumhypokloriitti, NaOCl:
LD50/suun kautta/rotta = 8200 mg/kg
LD50/suun kautta/hiiri 5800 mg/kg
LD50/ihon kautta/kani = >10000 mg/kg
- Natriumhydroksidi, NaOH:
LD50/suun kautta/rotta = 140-340 mg/kg
LD50/ihon kautta/kani = 1350 mg/kg
LD50/ vatsaontelo /hiiri = 40 mg/kg
- 11.1.2 Ärsyttävyyys ja syövyttävyyys
Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.
Vaurioittaa vakavasti silmiä.
Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.
- 11.1.5 Elinkohtainen myrkyllisyys - kerta-altistuminen
Tuote aiheuttaa silmien, ihon ja limakalvojen ärsytystä tai syöpymisvaurioita. Erityisen vaarallista silmille.
Saattaa vahingoittaa silmän sidekalvoa ja sarveiskalvoa.
Nieltynä aiheuttaa vakavia syöpymiä suuhun ja nieluun sekä ruokatorven ja mahalaukun läpisyöpymisvaaran.
Oireina mm. voimakas kipu ja vakavissa tapauksissa tajuttomuus.

12. TIEDOT VAARALLISUUDESTA YMPÄRISTÖLLE

- 12.1 Myrkyllisyys
12.1.1 Myrkyllisyys vesieläölle

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 6 / 7

NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %

Päiväys: 9.6.2011

Edellinen päiväys: 22.12.2010

Erittäin myrkyllistä vesieliölle.
 Natriumhypokloriitti (Pitoisuus kloorina)
 LC50/48t/kirjolohi = 0,07 mg/l
 LC50/96t/mutu (Fathead minnows) = 0,22-5,9 mg/l
 LC50/96t/Lepomis macrochirus (isoaurinkoahven): 0,3-5,3 mg/l
 LC50/96t/vesikirppu (Daphnia) = 2,1 mg/l
 LC50/48t/vesikirppu (Daphnia) = 0,05-0,07 mg/l
 EC50/48t/vesikirppu (Daphnia) = 0,2-2,6 mg/l
 EC50/24h/levä (Phaeodactylum tricornutum): 0,6 mg/l
 EC50/20h/viherlevä /Chlorella sp.): 0,6 mg/l

Natriumhydroksidi:
 LC50/48t/vesikirppu (Daphnia) = 30-100 mg/l
 LC50/96t/kirjolohi = 45,4 mg/l
 LC50/96h/Gambusia affinis (moskiittokala): 125 mg/l

- 12.2 Pysyvyys ja hajoavuus
 12.2.1 Biologinen hajoavuus
 Biologisen hajoamisen määritysmenetelmät eivät sovellu epäorgaanisille aineille.
 12.2.2 Kemiallinen hajoavuus
 Natriumhypokloriitti hajoaa joko suolaksi ja hapeksi tai natriumkloraatiksi ja suolaksi.
 12.3 Biokertyvyys
 Ei biokerry.
 12.4 Liikkuvuus maaperässä
 Liukenee täysin veteen. Voi huuhtoutua pohjaveteen.
 12.5 PBT- ja vPvB-arvioinnin tulokset
 Tietoa ei ole käytettävissä.
 12.6 Muut haitalliset vaikutukset
 Tuotetta ei saa antaa päästä viemäreihin, vesistöihin tai maaperään.
 Käyttäytyminen jätevedenpuhdistamoissa : LOEC/aktiiviliete, Hengityksen estäminen : 0,375 mg/L
 Valmisteen myrkyllisyys perustuu natriumhydroksidin alkaalisuuteen ja aktiivikloorin hapettavuuteen.
 Useimmille makean veden kalalajeille Ph 9:n ylitys on haitallista ja levät häviävät pH:n ylittäessä 8,5.

13. JÄTTEIDEN KÄSITTELYYN LIITTYVÄT NÄKÖKOHDAT

Vältettävä päästämistä ympäristöön. Lue erityisohjeet/käyttöturvallisuustiedote.
 Sisältö/astia toimitettava hävitettäväksi hyväksytyyn jätteenkäsittelylaitokseen.

- 13.1 Jätteiden käsittelymenetelmät
 Jätteet hävitettävä paikallisten ja kansallisten säädösten mukaisesti.

14. KULJETUSTIEDOT

- | | | |
|------|--|--------------------|
| 14.1 | YK-numero | 1791 |
| 14.2 | Kuljetuksessa käytettävä virallinen nimi | Hypokloriittiliuos |
| 14.3 | Kuljetuksen vaaraluokka | 8 |
| 14.4 | Pakkausryhmä | II |
| 14.5 | Ympäristövaarat | |

KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTE

Sivu 7 / 7

NATRIUMHYPOKLORIITTI 10 %

Päiväys: 9.6.2011

Edellinen päiväys: 22.12.2010

- Ympäristölle vaarallinen
Marine pollutant
- 14.6 Erityiset varotoimet käyttäjälle
Ei erityisohjeita.
- 14.7 Kuljetus irtolastina MARPOL 73/78 -sopimuksen II liitteen ja IBC-säännösten mukaisesti
Ei erityisohjeita.

15. LAINSÄÄDÄNTÖÄ KOSKEVAT TIEDOT

- 15.1 Nimenomaisesti ainetta tai seosta koskevat turvallisuus-, terveys- ja ympäristösäännökset tai -lainsäädäntö
Ei erityisohjeita.
- 15.2
Ei erityisohjeita.

16. MUUT TIEDOT

- 16.1 Muutokset edelliseen versioon
Muutettu kohta 14.4.
- 16.5 Luettelo R-lausekkeista, vaaralausekkeista, S-lausekkeista ja/tai turvalausekkeista
- R31 Kehittää myrkyllistä kaasua hapon kanssa.
R34 Syövyttävää.
H290 Voi syövyttää metalleja.
H314 Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa.
H318 Vaurioittaa vakavasti silmiä.
H335 Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä.
H400 Erittäin myrkyllistä vesieläimille.
- 16.7 Käyttörajoitukset
Noudatettava valmistajan laatimia käyttöohjeita.