



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# DATATIETOPANKKI

Tutkimustulosten tietopankki Kuopion jätekeskukselle

TEKIJÄ/T: Janne Pasanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Janne Pasanen	
Työn nimi Datatietopankki: Tutkimustulosten tietopankki Kuopion jätekeskukselle	
Päiväys	28.4.2015
Sivumäärä/Liitteet	33/1
Ohjaaja(t) Teemu Räsänen, Päätoiminen tuntiopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Jätekkukko Oy	
Tiivistelmä	
<p>Opinnäytetyö auttaa ympäristötutkimustulosten analysoinnissa ja dokumentoinnissa. Tällä hetkellä ympäristötutkimusdatan dokumentointi on vain Kuopion jätekeskuksella työskentelevän ympäristö- ja laatuvaastaavan vastuulla. Nykyinen jo olemassa oleva data on tallennettuna Therefore -tietojärjestelmään tai vain ympäristö- ja laatuvaastaavan henkilökohtaiselle verkkoasemalle, mistä tietoa on osattava muiden henkilöiden etsiä ja tämä voi olla hyvinkin työlästä ja aikaa vievää. Ongelmalliseksi tilanne muuttuu silloin jos tästä dokumentoinnista vastaava on pitkään poissa työpaikalta. Tässä opinnäytetyössä luotava tietopankki auttaa tarvittaessa jokaista jätekeskuksen työntekijää toimimaan dokumentoijana olemassa olevien tai tulevien tutkimustulosten tulkinnassa ja dokumentoinnissa. Tällöin tutkimustulosten saanti nopeasti helpottuu, eikä tieto ole vain yhden henkilön hallussa. Tilaaja tilasi tietopankin Microsoft Windows Excel -pohjaisena, mikä on kustannuksiltaan halvin ja käyttäjäystävällisin dokumentointikonaisuus. Tilaajan kanssa sovittiin että tämä työ tulisi keskittymään pääsääntöisesti vain vesitulos-ten tallentamiseen mutta tietokanta olisi sellainen, että siihen on helppo lisätä myöhemmin mukaan myös osiot kaasujen, melun ja pölyn mittaustuloksista.</p> <p>Olemassa oleva data on kerätty yhteen aikaisemmilta vuosilta ja dokumentoitu tietopankkiin. Opinnäyttyöraportissa on ohjeistettu dokumentoimaan tuleva data suoritettavista tutkimuksista liittyen jätekeskuksen alueella syntyvistä jäte-, pinta- ja pohjavesistä. Opinnäytetyön raportissa kerrotaan myös miten jätekeskukselta lähtevät pintavedet vaikuttavat jätekeskusta ympäröivään luontoon ja vesistöön. Vesien laatu- ja vesitietojen perusteella määritetty datapankkiin myös vesien laadulle ns. raja-arvoja ja ohje-arvoja, jotka ovat vuotuisia keskiarvoja ja joihin saatuja uusia vesien laatu-arvoja verrataan. Tietopankki koostuu Excel -tiedostosta ja välilehdistä, joihin tallennetaan vuosittain kullekin vuodelle tiedot mittauspistekohtaisista mittaustuloksista kyseiseltä vuodelta. Tämä tiedosto sisältää mittauspistekohtaiset tulokset saaduista ympäristöön ja erityisesti vesistöön vaikuttavista haitta- ja ravintoaineista. Vuosivälilehdille dokumentoidaan tiedot kaikista mittauspisteistä erottaen vesilaadut omille vuosilehdilleen.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tuloksena saatiin aikaiseksi käyttökelpoisen työkalun helpottamaan Jätekkukko Oy:n ympäristö- ja laatuvaastaavan jokapäiväistä työtä. Työ helpottuu tulosten automaattisella analysoinnilla, jossa otetaan huomioon mittaustulosten lisäksi myös ehdotetut ohje- ja raja-arvot. Tietopankki helpottaa myös ilmoitusveloitteisen viranomaisilmoituksen laadinnassa, mikä tulee tehdä kuukauden sisällä mittauskertojen mittaustulosten saapumisen jälkeen väliraportointina, vuosittain tehtävällä alueen toimijakohtaisella ja viiden vuoden välein tehtävillä kaikkien alueen toimijoiden yhteisellä yhteenvetoraportilla Kuopion kaupungin ympäristöviranomaiselle ja Pohjois-Savon ELY -keskukselle. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (Vna 103/2015) asettaa valtion lupa- ja valvontaviranomaiselle sekä kunnan ympäristösuojeluviranomaiselle velvollisuuden tallentaa tiedot kaatopaikan ympäristöluvasta sekä seuranta- ja tarkkailutiedot ympäristösuojelun tietojärjestelmään. Tiedot on toimitettava myös Suomen ympäristökeskukselle.</p>	
Avainsanat Jätekeskus, jätevedet, pintavedet, pohjavedet, sisäiset vedet, mittaustulokset, haitta-aineet, ravintoaineet, tietopankki	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Janne Pasanen			
Title of Thesis Databank for Results of Environment Research in waste Centre in Kuopio			
Date	13.4.2015	Pages/Appendices	33/1
Supervisor(s) Mr. Teemu Räsänen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Jätekuukko Ltd			
<p><b>Abstract</b></p> <p>The subject of this thesis was to create a databank for results of environmental researches in waste Centre in Kuopio. The databank is made with Excel program, which is one program of the Microsofts Office package. Excel is very easy to use and costs of the program are low.</p> <p>This thesis is commissioned by Jätekuukko Ltd. The chief of operations, who works in the Kuopios waste Centre, wanted that it could be made with Excel program. Also it is easiest way to make reports of the results and report to the environmental officers such as ELY center and city of Kuopio.</p> <p>This work started by gathering together the existing data; which was delivered to me by the environmental and quality manager in Jätekuukko Ltd. With this data, the databank was created by using Excel program.</p> <p>There are several worksheets in databank: year worksheets and research point worksheets. From each point has gathered informations about several components that are harmful to the nature or they are nutrient to the nature and causes eutrofication to water ecosystem.</p> <p>By the knowledge and information that was added to this thesis, will be helpful of understanding the environmental effects, which the human made functions are caused. For example in this case, the landfill and its waste- and catchment waters are highly compounded with the harmful substances and nutrients to the environment. Jätekuukko Ltd is obligated to research those components in their waste waters and inform the authorities if the results are elevated.</p> <p>These compound values are compared to the natural values on this area in waste Centre. There are certain samplepoints of natural values of compounds and those points are compared to the certain values gathered from where those harmful waters are came from. Also the setpoints and limit values were created.</p> <p>The result of this thesis was a helpful and usable tool, what can be used to analyse the results of the environmental researches. The daily work of environmental and quality manager will be easier with this tool.</p>			
Keywords Databank, research, landfill			

Kiitokset Jätekukko Oy:lle kun annoitte mahdollisuuden tämän opinnäytetyön tekemiselle. Erityiskiitokset työn tilaaja Pekka Hyväriselle ja työn ohjaaja Leena Pulkkiselle, joka olit suurena apuna selvittäessä jätekeskuksen toimintaan liittyviä asioita ja näytepisteiden paikantamisessa sekä näytepisteiden keskinäisten suhteiden merkityksen ymmärtämisessä. Opin paljon uutta ympäristömittauksesta ja siitä mitä ympäristömittaukset tarkoittavat jätekeskuksella. Kiitokset myös avoimuudesta ja siitä, että otitte minut vastaan työpaikallenne. Tunsin itseni tervetulleeksi.

Työ vahvisti kuvaani ympäristövastaavan ja käyttöpäällikön toimenkuvasta jätehuollon alalla, ja nimenomaan toimimisesta jätekeskuksessa, jossa on suuri vastuu toimia ympäristön hyväksi.

Toivottavasti tämä tekemäni tietopankki edesauttaa ympäristötutkimustulosten dokumentoinnissa ja tulisi olemaan käytössä arkipäivän työssä. Toivon sen helpottavan myös yhteisymmärrystä viranomaisten suuntaan ja joka olisi helposti tulkittavissa myös heidän toimestaan.

Kiitos myös opettajille ja kanssaopiskelijoille, joiden kanssa oli mukava työskennellä. Erityiset kiitokset opinnäytetyön ohjaavalle opettajalleni Teemu Räsäselle, jolta sain hyviä ohjeita ja riittävästi tukea tämän työn kirjoittamisessa.

Kuopiossa 9.3.2015

Janne Pasanen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Työn tausta ja tavoitteet .....	6
1.2	Kuopion jätekeskus .....	7
2	JÄTEKESKUKSEN JÄTE-, PINTA- JA POHJAVESIEN LAATUVAATIMUKSIA .....	9
2.1	Haitta- ja ravintoainepitoisuuksien vertailuarvoja .....	9
2.2	Pitoisuuksien vertailu.....	9
3	JÄTEKESKUKSEN YMPÄRISTÖTUTKIMUS.....	10
3.1	Haitta- ja ravintoaineet ja niiden vaikutus vesistöön ja ympäristöön .....	10
3.1.1	pH.....	11
3.1.2	Kiintoaine .....	11
3.1.3	Sähkönjohtavuus.....	13
3.1.4	Happi .....	13
3.1.5	Väri.....	14
3.1.6	BOD <sub>7</sub> .....	15
3.1.7	COD <sub>Mn</sub> .....	16
3.1.8	COD <sub>Cr</sub> .....	16
3.1.9	Kokonaisfosfori .....	17
3.1.10	Kokonaistyyppi ja typen epäorgaaniset muodot .....	18
3.1.11	Kloridi.....	20
3.1.12	Fekaaliset koliformiset bakteerit .....	21
3.1.13	Fe .....	21
3.1.14	Sulfaatti.....	22
3.1.15	Muut haitta-aineet.....	22
3.2	Alueen sadanta ja virtaama .....	24
4	TIETOPANKIN SUUNNITTELU JA TEKEMINEN .....	26
4.1	Aloitussivu .....	26
4.2	Dokumentointisivu .....	27
5	TULOKSET .....	29
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	32
	LIITE 1: VESIEN TARKKAILUOHJELMAN MUKAISET MITTAUSPISTEET .....	34

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aihe on Microsoft Office Excel -ohjelmaan pohjautuva tietopankki, johon dokumentoidaan ympäristömittaustuloksia suunnitelluista kohteista Kuopion jätekeskuksen alueelta ja sen läheisyydestä. Mittauspisteet näkyvät kartasta liitteessä 1.

Työ perustuu ympäristösuojelulain (27.6.2014/527) mukaan vaadittavassa ympäristöluvassa (PSA-2005-Y-243-121, 2005) mainittuun ilmoitus- ja tarkkailuvelvollisuuteen sekä Kuopion kaupungin ympäristöviranomaisen ja Jätekuukko Oy:n yhdessä laatimaan Excel-taulukko nimeltä Analyysitaulukko (Pärjälä, Erkki 2014). Työn perustaa tukevat vesianalyysien suorittaneiden laboratorioden tulostaulukoihin, joissa esitetään tarkkailuun kuuluvat haitta- ja ravintoaineet sekä vesien ominaisuudet, jotka esitetty tässä työssä myöhemmin.

### 1.1 Työn tausta ja tavoitteet

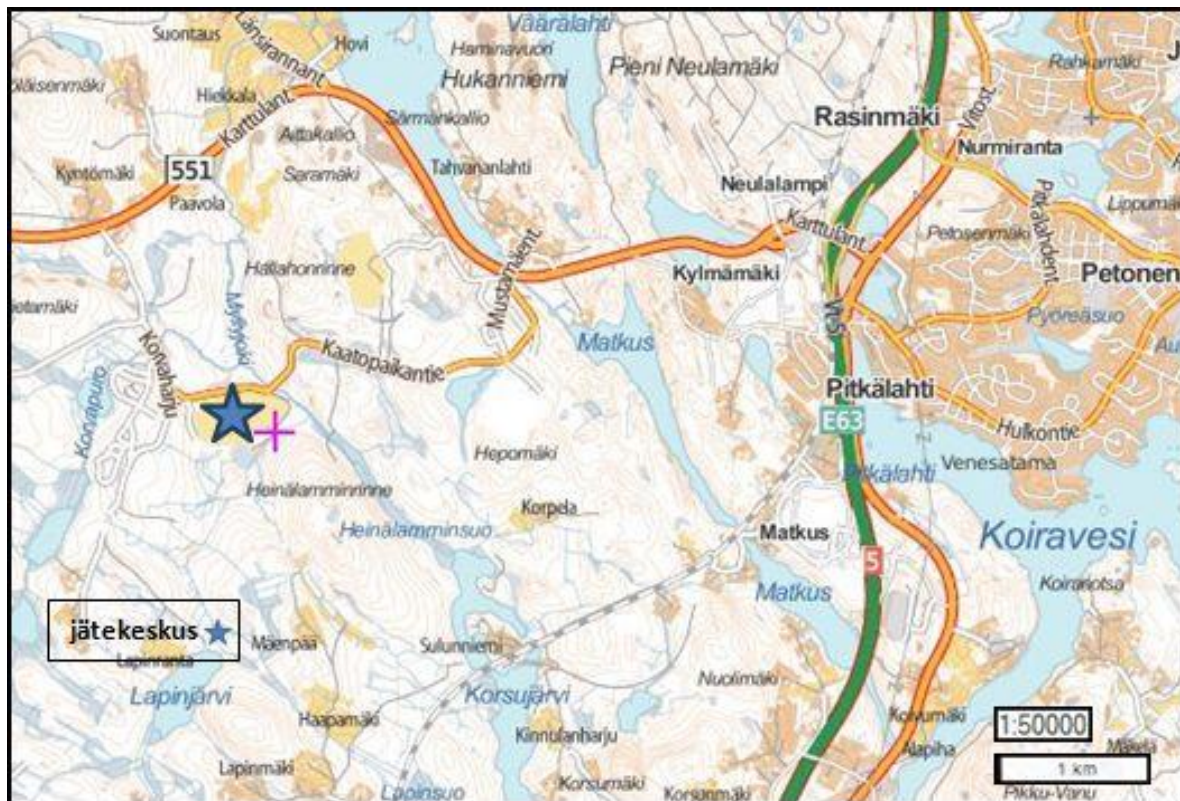
Datapankkia tullaan käyttämään ympäristötutkimutulosten analysoinnissa ja dokumentoinnissa. Aiempien vuosien ympäristötutkimusten tulokset on sijoitettuna Jätekuukko Oy:n yhteiselle verkkosivustolle ja ympäristötutkimukset suorittaneilla yhteistyökumppaneilla ja -laboratorioilla. Tulevaisuudessa tietopankki ja siihen nyt dokumentoidut tähän päivään mennessä saadut tulokset tullaan sijoittamaan Therefore Navigator tallennusohjelmalla Jätekuukko Oy:n verkkotallentimelle ja kenties myös Intranet sivustolle, josta se olisi kaikkien Jätekuukko Oy:n työntekijöiden luettavissa.

Tilaaaja tilasi tietopankin Microsoft Windows Office Excel -pohjaisena, mikä on kustannuksiltaan halvin ja käyttäjäystävällisin dokumentointikononaisuus. Excel -taulukon tulisi olla helppokäyttöinen ja selkeä sekä saatuja ja dokumentoituja tutkimustuloksia voitaisiin verrata vaivatta keskenään. Taulukon solujen väri ilmoittaisi mittaustuloksen haitta- tai ravintoaineen arvon aiemmin saatuihin arvoihin vertaamalla. Leena Pulkkinen mukaan jätevesiä koskien arvoja verrataan vuosikeskiarvoon sekä pinta- ja pohjavesiä verrataan alueen luonnonmukaisiin arvoihin sekä asetetaan taulukko ohje- ja raja-arvot.

Työn alkuvaiheessa, heti aloituspalaverin jälkeen, sovimme ohjaajani Leena Pulkkinen kanssa, että lopullisessa minun tekemässäni työssä olisi mukana vain jäte-, pinta-, pohja- ja kaatopaikan sisäisiä jätevesiä koskevan datan aineisto. Myöhemmin tietopankkia voitaisiin laajentaa myös muiden mitta- ja näytteenottotulosten kirjaamiseen. Tietopankki auttaa tarvittaessa jokaista jätekeskuksen työntekijää toimimaan dokumentoijana olemassa olevien tai tulevien tutkimustulosten tulokinnassa ja dokumentoinnissa. Tällöin tutkimustulosten saanti nopeasti helpottuu, eikä tieto ole vain yhden henkilön hallussa. Tietopankki helpottaa ilmoitusvelvoitteisen viranomaisilmoituksen laadinnassa, koska uusien tuloksien on helpompi verrata aiempiin tuloksiin. Tällä hetkellä vain ympäristö- ja laatuvaastaava hoitaa ympäristötutkimusdatan analysoinnin, dokumentoinnin ja raportoinnin. Jos dokumentoinnista vastaava on pitkään poissa työpaikalta, tämä tilanne on osoittautunut ongelmalliseksi.

## 1.2 Kuopion jätekeskus

Kuopion jätekeskus sijaitsee Kuopion kaupungin omistamalla kiinteistöllä nimeltään Kukkola ja sen kiinteistörekisteritunnus on 297-411-34-3. Kiinteistön pinta-ala on 138,866 ha. Jätekkukko Oy on vuokrannut alueen Kuopion kaupungilta (kuva 1).



Kuva 1. Kuopion jätekeskus kartalla (Google Maps, muokannut Janne Pasanen).

Lähin asutus on noin 800 m päässä luoteessa, jossa sijaitsee maatila. Noin 2 km:n päässä sijaitsee Haminalahden leirikeskus. Pelastusopiston harjoitusalue sijaitsee jätekeskuksen länsipuoleisella vierisellä tontilla. Jätekeskuksen alueelle on määritetty suojavyöhykkeet, jotka sijoittuvat jätekeskuksen ympärille. Lähin suojavyöhyke on 300 m levyinen metsävyöhyke, jota seuraa toinen 300:n levyinen maa- ja metsätalousalueen suojavyöhyke. Nämä suojavyöhykkeet on määritetty kaavoituksessa ja määritetty myös ettei alueille saa rakentaa rakennuksia ja puuston harvennukset on tehtävä lähimmällä vyöhykkeellä tietyin ehdoin, jotta suojaava puusto säilyisi ennallaan. (PSA-2007-Y-268-111, 2007.)

Jätekkukko Oy:lla on voimassa neljä ympäristölupaa (PSA-2005-Y-243-121, PSA-2007-Y-268-111, ISAVI/196/04.08./2010 ja ISAVI/54/04.08./2012), joita on jouduttu hakemaan jätekeskuksen olennaisesti muuttuneiden toimintojen vuoksi. Näistä uusista toiminnoista on siis mahdollista seurata niiden ympäristövaikutuksia.

Jätekeskuksen toiminnot ovat

- hyödynnettävien jätteiden vastaanotto ja välivarastointi
- yhdyskunta-, rakennus- ja energiajätteiden lajittelu ja murskaus
- loppusijoitettavien jätteiden vastaanotto
- vaarallisten vastaanotto ja välivarastointi
- jätteiden esikäsittely ja käsittely
- jätteiden siirtokuormaus sekä
- romuajoneuvojen ja väliaikaisesti käytöstä poistettujen ajoneuvojen varastointi.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään jätekeskuksen jäte-, pinta-, pohja- ja kaatopaikan sisäisten jätevesien laatuun liittyviin seurantatuloksiin. Jätekeskuksen ulkopuoliselta alueelta valuvat pintavedet johdetaan ympärysojaa pitkin alueen ohitse Heinälamminojaan. Jätekeskuksen alueella vastaanottorakennuksen piha-alueelta ja teiltä valuvat kuivatusvedet muodostuvat kuivatusvesistä, jotka johdetaan alueen ulkopuolisiin ojiin. Ympäristölupien mukaisesti kaikilta jätteen käsittely- ja varastointialueilta hulevedet ja jätetäyttöjen suotovedet johdetaan jätevesien tasausaltaaseen. Jätekeskuksen alueella ei sijaitse merkittävää pohjavesiesiintymää, jonka vettä käytettäisiin talousvetenä.

Konehallista tulevat pesupaikan jätevedet ja toimistorakennuksen saniteetti vedet johdetaan saniteettivesiviemäriin, joka purkautuu jätevedenpumppaamolle ja siitä edelleen Kuopion Vesi Oy:n Lehtoniemen jätevedenpuhdistamolle. Loppusijoitusalueella muodostuvat jätetäyttöjen suotovedet ja öljyisten maiden vastaanottokentältä valuvat vedet sekä siirtokuormausalueen ja kompostointialueen jätevedet johdetaan jätevesien tasausaltaaseen ja siitä edelleen jätevedenpuhdistamolle. Öljyisten maiden vastaanottokentältä tuleva vesi ohjataan öljynerotuskaivon kautta. (PSA-2005-Y-243-121.)



## 2 JÄTEKESKUKSEN JÄTE-, PINTA- JA POHJAVESIEN LAATUVAATIMUKSIA

Kuopion jätekeskus toimii kaatopaikkatoimintaan tarvittavien ympäristölupien mukaisesti suorittamalla tarvittavat velvoitemittaukset ympäristölupien, yhteistarkkailusuunnitelman ja Kuopion Vesi Oy:n kanssa sovitun mukaisesti. Kuopion jätekeskuksen päätoimintoja ovat jätteen vastaanottaminen, käsittely ja välivarastointi.

Tarkkoja raja- tai ohjearvoja ei kaikille haitta- ja ravintoaineiden pitoisuuksille ole annettu kenenkään viranomaisen toimesta. Ympäristöluissa on ohjattu, että voidaanko valumavedet ohjata jätekeskuksen alueen ohi virtaaviin ojiin tai jäteveden puhdistamolle. Käytännössä tämä olisi mahdollista, jos jätekeskuksella olisi pintavesien tasausallas. Tämä ohjeistus koskee kokonaisfosforia, kokonaistyppeä, arseenia, kromia ja kuparia, joista selonteko myöhemmin tässä työssä.

### 2.1 Haitta- ja ravintoainepitoisuuksien vertailuarvoja

Hyviä vertailuarvoja sain tähän työhön vesistöasiantuntija Matias Viitasalon vesistövaikutusten arviointi -esitelmästä (Viitasalo, 2015), jonka hän piti Kuopion jätekeskuksella Jätekeskuksen vesistövaikutus ja riskienarviointi -koulutuksessa. Olen koonnut taulukot jokaista mitattavaa haitta- ja ravintoainetta tai ominaisuutta käsitteleviin lukuihin koulutuksessa saaduista ja olemassa olevista Kuopion jätekeskusta koskevista mittausaineistoista. Valitsin taulukoihin arvot vuodelta 2014 jäteveden mittauspisteeltä J205b, koska kyseisen pisteen arvoista voidaan päätellä mm. tasausaltaan mahdollisia vuotoja, jotka ilmenevät luonnollisiin arvoihin verrattuna kohonneina pitoisuuksina. Toinen taulukoihin valitsemani mittauspiste on pintavesipiste J201. Se on piste, josta vesinäytteet otetaan pintavedestä puron kohdasta, johon koko kaatopaikan alueen ohittavat pintavedet yhdistyvät ja jatkavat edelleen Kalleveeten. Yksi merkittävä pintavesipiste, josta saadaan luonnonmukaisia arvoja alueen pintavesistä, on mittauspiste J204. Kiintoaineen osalta valitsin pisteeksi J/H209, koska tältä pisteeltä saadaan luonnonmukainen arvo kiintoaineelle. Pohjavesipisteeksi valitsin J11/01:n. Vertailuarvoja sain myös Geologian tutkimuslaitoksen tutkimusaineistoista, joista löysin tutkimustuloksia Suomen vesistöjen arvoista koskien samoista mitattavista haitta- ja ravintoaineista ja vesien ominaisuuksista.

### 2.2 Pitoisuuksien vertailu

Haitta- ja ravintoaineiden mittaaminen suoritetaan luotettavan toimijan toimesta sovitusta pisteistä jätekeskuksen alueelta Heinälamminrinteen ja Hepomäen alueen toiminnanharjoittajien jäte-, pinta- ja pohjavesien tarkkailuohjelman mukaisesti. Vaadittavat haitta- ja ravintoaineiden pitoisuus- ja ominaisuusmittaukset on suoritettava seuraaville aineille ja yhdisteille: lämpötila, pH, väri, sähkönjohtavuus, happi, väri, kemiallinen hapenkulutus ( $COD_{Cr}$  tai  $COD_{Mn}$ ), biologinen hapen kulutus, kokonaisfosfori, kokonais typpi, ammoniumtyppi, kloridi, fekoliset koliformiset bakteerit, rauta, sinkki, lyijy, kadmium, kromi, arseeni, nikkeli, elohopea, kupari, sulfaatti, liuottimet, öljyt, AOX (absorboituneet orgaaniset halogeenit)(Meronen 2010, 5.) ja vesikirput. (Väänänen, 2014.)

### 3 JÄTEKESKUKSEN YMPÄRISTÖTUTKIMUS

Tässä kappaleessa pyrin selkeyttämään kunkin jätekeskuksen alueen mittauspisteillä mitattavan haitta- ja ravintoaineen mahdollisia pitkäaikaisvaikutuksia ympäristöön ja vesistöön. Selkeyttämään siksi, että muutkin henkilöt kuin Jätekuukko Oy:n ympäristö- ja laatuvaastaava, jotka toimivat dokumentoijina, ymmärtäisivät kokonaisvaltaisesti haitta- ja ravintoaineiden mahdollisen vaikutuksen ympäristöön ja vesistöön sekä ymmärtäisivät paremmin ympäristötutkimusten ja velvoitemittausten tärkeellisyyden.

#### 3.1 Haitta- ja ravintoaineet ja niiden vaikutus vesistöön ja ympäristöön

Jätekeskus toimii sille myönnettyjen ympäristölupien mukaisesti. Tällöin vedet on ohjattava jätevesien tasausaltaaseen ja siitä edelleen jätevedenpuhdistamolle. Jos jätekeskuksella olisi olemassa pintavesien tasausallas, olisi sen kautta ohjattavat puhtaammat pintavedet mahdollista ohjata suoraan ohi virtaaviin ojiin, mikäli ne täyttäisivät niille ympäristöluvassa määrätyt raja-arvot. Pintavesien tasausallasta ei Kuopion jätekeskuksella kuitenkaan ole, joten kaikki vedet ohjautuvat jätevedenpuhdistamolle jätevesien tasausaltaan kautta. Lisää tähän kappaleeseen selvitykset mitä mikin vesilaatu on: Jätevesi, pintavesi, pohjavesi ja suotovesi. Suotovesillä tarkoitetaan jätetäyttöjen sisäisiä jätevesiä.

Haitta- ja ravintoaineet sekä vesien ominaisuudet ja niistä mahdollisesti aiheutuvat ympäristövaikutukset ovat seuraavassa esitetty siinä järjestyksessä missä ne ovat tietopankissa. Velvoitetarkkailulla tarkoitetaan ympäristöluvanvaraisen toiminnanharjoittajan velvollisuutta tarkkailla toiminnastaan mahdollisesti ympäristölle vaaraa aiheuttavien haitta-aineiden pitoisuuksien seuranta. Jätekeskuksen ympäristöluvan varaisen toiminnan edellyttämänä tässä tapauksessa velvoitemittaukset siis tarkoittavat jäte-, pinta- ja pohjavesien laaduntarkkailua. (PSA-2005-Y-243-121, 2005.)

Kyllästetyn puun vastaanotto- ja käsittelykentältä valuma eli pintavesien mukana tulevien arseenin, kromin ja kuparin osalta ympäristölupa ja Kuopion Vesi Oy:n kanssa tehty sopimus vaativat, etteivät arvot saa olla jätevesien tasausaltaassa virtaamapainotteisena vuosikeskiarvona tarkasteltuna arseenilla yli 0,1 mg/l:aa, kuparilla ja kromilla yli 0,5 mg/l:aa. Jos ylityksiä tulee kolmella perättäisellä kerralla, on ryhdyttävä toimenpiteisiin, jotta ko. arvo saataisiin alenemaan. (PSA-2007-Y-268-111, 2007.) Kohonneet arvot voivat olla seurausta jätetäyttöjen pohja- ja pintarakenteisiin tulleista vaurioista (PSY-2005-Y-243-121, 2005).

### 3.1.1 pH

pH kuvastaa aineen tai yhdisteen happamuutta, joten tässä työssä keskitytään kaatopaikan vesien happamuuteen ja sen vaihteluihin sekä pH:n merkitykseen osallisuudessa ympäristövaikutuksiin. Osittain kaatopaikalla syntyvien jäte- ja valumavesien happamoitumisesta on seurausta luonnostaan hieman happamien sateiden mukanaan tuomasta happamoitumisesta. Päästöt ilmaan, joista erityisen mainittavaa ovat typpipäästöt, laskeutuvat sateiden mukana takaisin maahan.

pH on mukana metallien liukenemisessä veteen, sillä happamat vedet liuottavat metalleja sitä voimakkaammin mitä pienempi on pH. Pienen pH:n alueella metallit ovat muuttuneet toksiseen eli eliöstöille myrkylliseen muotoon. Kun taas korkean pH:n alueella, jos pH on yli 8, ammonium esiintyy toksisena ammoniakkinä. Vesistöjen elämä on sopeutunut elämään pH:n alueella 6 - 8, jonka ylä- tai alapuolella kaikki veden elämä häiriintyy ja vain harvat eliöt voivat selviytyä pH:n alueen 5 - 9 ulkopuolella. Veden pH on siis merkittävä ominaisuus, jonka muutoksilla voi olla merkittävä vaikutus vesiekosysteemissä, siksi pH kuvastaakin hyvin vesistön ja sen ekosysteemin tilaa. Yleisiä pH-arvoja Suomen vesistöissä on esitetty taulukossa 1, josta ilmenee hyvin pH:n voimakas vaihtelu sen mukaan mistä tutkitut vedet ovat peräisin. Pohjavedet ovat yleisesti Suomessa happamia. (Viitasalo, Matias 2015, 17 - 18)

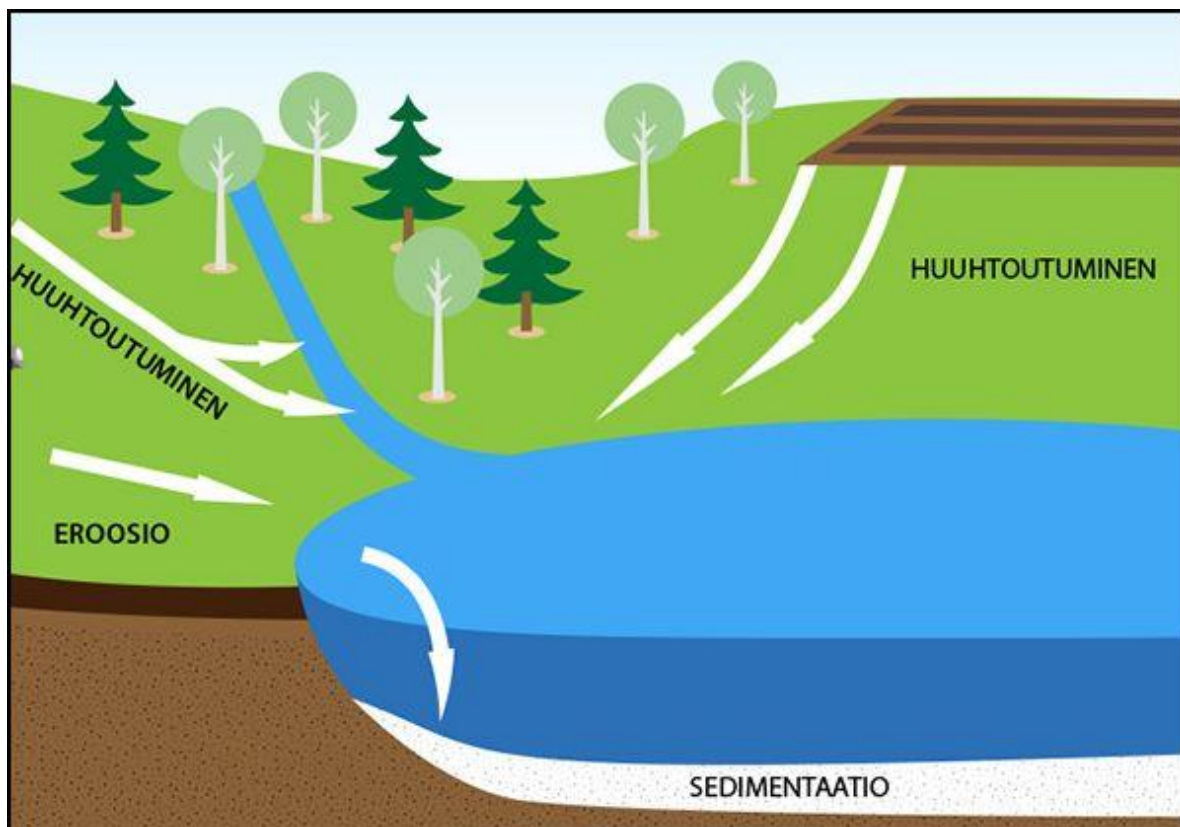
Taulukko 1. pH:n vertailuarvoja ja mitattuja arvoja

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)		
		J205b jätevesi	J201 pintavesi	J11/01 pohjavesi
Puot (mediaani)	6,5		6.75	
Vesistö happamoitunut	<5,3			
Lumien sulamisvedet	4,5			
Nuorten kaatopaikkojen vedet	6,2 - 7,8	7,95		7,05
Vanhojen kaatopaikkojen vedet	2,8 - 8,6			
Kompostoinnin neste	5,5 - 6,5			
Lentotuhkan kaatopaikan vesi	>12			

### 3.1.2 Kiintoaine

Jätekeskuksen alueelta kiintoaine kulkeutuu sateen ja lumen sulamisvesien seurauksena syntyvien valumavesien mukana vesistöön. Kiintoaineella tarkoitetaan eloperäistä ainesta, joka on peräisin jätekeskuksen alueen peitettyjen jätetäyttöjen pintamateriaaleista ja alueen ohi virtaavien purojen penkereiden eroosion aiheuttamasta kulumisesta. Kiintoaine on myös purojen pohjalle kerrostunutta sedimenttiä, joka on pääasiassa kuolleita kasveja.

Kiintoaineen kulkeutuminen (kuva 2) aiheuttaa järviin sedimentin kerrostumista ja näin ollen edesauttaa rehevöitymistä laajentamalla kasvillisuuden kasvualustaa, johon ravintoaineet sitoutuvat. Samalla kiintoaine aiheuttaa veden samentumista ja näin ollen estää auringon valon pääsyn syvempiin vesikerroksiin, mikä estää kasvien yhteyttämistä. Veden samentuminen heikentää petokalojen näkyvyyttä vesistössä (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013. Kiintoaine), mikä aikaan saa saalis- kalojen runsastuvaa lisääntymistä, mikä taas edesauttaa edelleen rehevöitymistä lisääntyneen kalojen ravintopitoisten ulosteiden kautta.



Kuva 2. Kiintoaineen huuhtoutuminen. Kiintoaine päätyy vesistöön huuhtouman kautta. (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013.)

Kiintoaineen vertailuarvoja vesistöissä ja kaatopaikoilla Suomessa on esitelty seuraavassa tekemässäni taulukossa 2, josta ilmenee Viitasalon (2015, 35 - 36) mukaan nuoren ja vanhan kaatopaikan sekä yleisesti suomalaisten vesien vertailuarvoja. Korkea kiintoainepitoisuus pohjavedessä voi olla seurausta huonosti puhdistetusta näyteputkesta ennen näytteen ottamista.

Taulukko 2. Kiintoaineen vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)		
<b>Kiintoaine:</b> mg/l		J205b jätevesi	J/H209 pintavesi	J11/01 pohjavesi
Puhdas vesi	<1			
Järvivesi	1-3			
Jokivesi	3-15		2,5	
Nuori kaatopaikka	7,6 – 550	87,1		72
Vanha kaatopaikka	<1 – 520			

### 3.1.3 Sähkönjohtavuus

Sähkönjohtavuus kuvastaa veteen liuenneiden suolojen eli kationien ja anionien määrää. Suomen vesistöissä sähkönjohtavuustaso pysyy melko vakiona, mutta ihmisen toiminta voi muuttaa merkittävästikin sen tasaisuutta. Esimerkiksi sulfaattipäästöt, mitkä ovat ihmisen aiheuttamia, nostavat sähkönjohtavuutta. Taulukkoon 2 on koottu joitain vertailuarvoja sähkönjohtavuudesta. (Viitasalo 2015, 19 - 20.) Leena Pulkkisen mielestä Kuopion jätekeskuksen suotovesien vaikutukset näkyvät arvoissa ja niiden vaihteluväli alapuolisissa pohjavesipisteissä on 50 - 250 mS/m.

Taulukko 3. Sähkönjohtavuuden vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo, Matias	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)		
<b>Sähkönjohtavuus:</b> mS/m		J205b jätevesi	J201 pintavesi	J11/01 pohjavesi
Suomen järvedet	<10		8,25	
Purovedet	<20			
Pohjavedet	<20			
Ihmistoiminta (sulfaatti)	>30			
Nuorien kaatopaikkojen vedet	47 - 780	320		155
Vanhojen kaatopaikkojen vedet	4,6 - 820			

### 3.1.4 Happi

Happi on elämää ylläpitävä alkuaine, jota ilman elämä maapallolla ei ole mahdollista. Tässä työssä tutkittaessa kaatopaikan vesiä, on happi mukana jokaisessa niistä. Happi toimii tässä yhteydessä mukana voimakkaana hapettimena, jolloin se osallistuu kemiallisiin reaktioihin mm. raudan hapettimena. Hapettuessaan rauta muuttuu osittain liukoiseen muotoon ja päättyy valumavesien mukana vesistöön, jossa se kuluttaa edelleen happea. Happikato edelleen voimistaa rehevöitymistä ja veden kerrostuneisuus estää happitäydennystä. (Viitasalo 2015, 37 - 38.)

Tutkittaessa happipitoisuutta vedestä on syytä mitata myös veden lämpötila, koska lämpötila vaikuttaa hapen veteen liukenevuuteen. Hapetta liukenee 0°:seen veteen 14,6 mg/l ja 20°:seen veteen 9,1 mg/l. (Viitasalo 2015, 37.) Taulukossa 4 esitetään hapen vertailuarvoja.

Vesistön happipitoisuuteen vaikuttavat seuraavat tekijät (Viitasalo 2015, 38)

- sää ja vuodenaika
- vesistön syvyysuhteet ja kerrostuneisuus
- veden kiertoajan tehokkuus ja virtaukset
- vesistön rehevyys sekä
- hapetta kuluttavan orgaanisen aineksen määrästä johtuva kuormitus.

Taulukko 4. Hapen vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)		
<b>Happi:</b> mg/l		J/H209 pintavesi	J201 pintavesi	J5 pohjavesi
			8,3	9,9
Puhdas järvi	4 - 8	5,4		
Vesielämä kärsii	< 4 – 5			
Hapeton	< 1			

### 3.1.5 Väri

Veden väri kuvastaa veden sisältämän humuksen määrää, mitä kirkkaampaa vesi on, sitä vähemmän se sisältää humusta eli orgaanista ainesta. Järvet voidaan luokitella veden värin mukaan eri tyyppisiin. (Pajula, 2014.)

- erittäin karu järvi (ultraoligotrofinen) on kirkasvetinen ja erittäin vähän humusta sisältävä
- karu järvi (Oligotrofinen) on kirkasvetinen mutta humusta vähän sisältävä
- keski rehevä tai lievästi rehevöitynyt (Mesotrofinen) järvi on jo selvästi havaittavissa humuspitoiseksi
- rehevöitynyt (Eutrofinen) järvi on jo voimakkaammin rehevöitynyt sekä
- erittäin rehevöitynyt (Hypertrofinen) järvi on voimakkaasti rehevöitynyt.

Kuopion jätekeskuksen vesien väriarvoja on lueteltu taulukossa 5, jossa tarkasteltuna pohjavesipisteitä jätekeskuksen alueen ylä- ja alapuolelta. Jätekeskuksen alueen vedet ovat selvästi humuspitoisempia alueen alapuolisissa vesissä kuin yläpuolisissa. Geologian tutkimuskeskuksen tutkimukset osoittavat, että Suomen purojen väriarvon mediaani vuonna 2006 oli 75 mgPt/l (Geologian tutkimuskeskus 2008).

Taulukko 5. Jätekeskukselta mitattuja ja Geologian tutkimuskeskuksen tutkimia arvoja

Väri: mgPt/l	toukokuu 2014	heinäkuu2014	GTK
			75
J1 (yläpuolella)	39	24	
J2 (yläpuolella)		22	
J11/01 (alapuolella)	30	37	
J15 (alapuolella)		230	

3.1.6 BOD<sub>7</sub>

Kuvastaa biologista hapenkulutusta seitsemän päivän seuranta-ajanjakson aikana. Biologinen hapenkulutus kuvastaa orgaanisen aineksen vesistökuormitusta. Orgaanisen aineksen hajotessa, se kuluttaa happea vedestä tai sedimentistä, mikä puolestaan aiheuttaa muutoksia vesistön pohjan ominaisuuksissa. Vaikutuksena tulee olemaan sisäisen kuormituksen korostuminen lisäten ravinteita ja rehevyyttä vesistöön ja sen sedimenttiin. (Viitasalo 2015, 4.) Koska biologista hapen kulutusta mitataan vain jätevesistä, otin taulukkoon 6 vertailun vuoksi mittaustuloksen vuodelta 2014 ja tutkin kymmenen vuoden ajanjaksolta keskiarvot, joista määritin keskiarvon.

Taulukko 6. BOD<sub>7</sub> vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo, Matias	Mittaustulokset vuosi 2014 k.a. / k.a. 10 v.	
<b>BOD<sub>7</sub></b> : mg O <sub>2</sub> /l		J205b jätevesi	pitkän ajan k.a. 10 v.
Puhdasvesi	2		
Lievästi likaantunut	2-5		
Selvästi häiriintynyt	5-15		
Mahdollinen happikato (yhdyskuntajätevesi)	>20		
Nuori kaatopaikka (keskiarvo)	2800	27,3	103
Vanha kaatopaikka (keskiarvo)	270		

Viitasalon mukaan (taulukko 6) biologisen hapenkulutuksen ylittäessä arvon 20 mg O<sub>2</sub>/l voi kyseessä olla jo mahdollinen happikato. Kun tätä happikadon rajaa vertaa vanhan tai uuden kaatopaikan arvoon, voidaan päätellä, että kaatopaikkojen jätettyttöjen jätevedet ovat täysin hapettomia.

3.1.7 COD<sub>Mn</sub>

Kemiallinen hapenkulutus, jossa hapettimena on osallisena kaliumpermanganaatti. Tämä kemiallisen hapenkulutuksen tarkkailu antaa kuvan vesien sisältämän kemiallisesti hapettuvan orgaanisen aineksen eli humuksen kokonaiskuormituksesta. Humus on osallisena haitta- ja ravintoaineiden kulkeutukseen, koska humus sitoo itseensä näitä aineita. Tällä menetelmällä orgaanisen aineksen määrästä hapettuu 20 - 80 %, jolloin happi on siis voimakkaasti läsnä hajoamisprosessissa. Yleisiä COD<sub>Mn</sub> arvoja Suomen vesissä on esitetty taulukossa 7, (Viitasalo, 2015) johon olen lisäksi koontanut mittaustuloksia.

3.1.8 COD<sub>Cr</sub>

Kemiallinen hapenkulutus, jossa hapettimena on hapettimena dikromaatti. Tämä kemiallisen hapenkulutuksen tarkkailu, jota käytetään jätevesien tarkkailussa, antaa hyvän kuvan jätevesien käsiteltävyydestä. Määrittämissä ollessa alle 30 mg O<sub>2</sub>/l. Viitasalon (2015, 7) mukaan tässä yhteydessä on syytä tutkia myös BOD<sub>7</sub>:n ja COD<sub>Cr</sub>:n suhdetta. Jos suhde on pienempi kuin 0,1, on orgaaninen aines huonosti biohajoavaa. Mikä kertoo siitä, että kaatopaikka on jo vanha ja jätetäytön biohajoavan jätteen hajotusvaihe on loppuvaiheessa. Jos suhde on suurempi kuin 0,5, on orgaaninen aines helposti biohajoavaa, mikä kertoo kyseessä olevan nuoren kaatopaikan ja biohajoavaa jätettä on vielä runsaasti hajoamatta. (Viitasalo 2015, 7.)

Verrattaessa taulukoiden 6 ja 7 BOD<sub>7</sub> ja COD<sub>Cr</sub> suhdetta, voidaan todeta suhdeluvun olevan alle 0,1. Tällöin jätetäytössä on huonosti hajoavaa biojätettä, joka on mätänemisprosessin loppuvaiheessa. Mikä tarkoittaa Kuopion jätekeskuksen jätetäyttöjen sisältävän enää vähän hajoavaa biojätettä.

Taulukko 7. COD<sub>Mn</sub>:n ja COD<sub>Cr</sub>:n vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo, Matias	Mittaustulokset vuosi 2014 (ka)		
		J/H209 pintavesi	J205b jätevesi	J11/01 pohjavesi
<b>COD<sub>Mn</sub></b> : mg O <sub>2</sub> /l		22,5		18
Puhdasvesi	<4			
Suomalaisissa vesistöissä	10 - 30			
<b>COD<sub>Cr</sub></b> : mg O <sub>2</sub> /l				
Nuori kaatopaikka (keskiarvo)	980 - 8300		567	
Vanha kaatopaikka (keskiarvo)	40 - 5200			



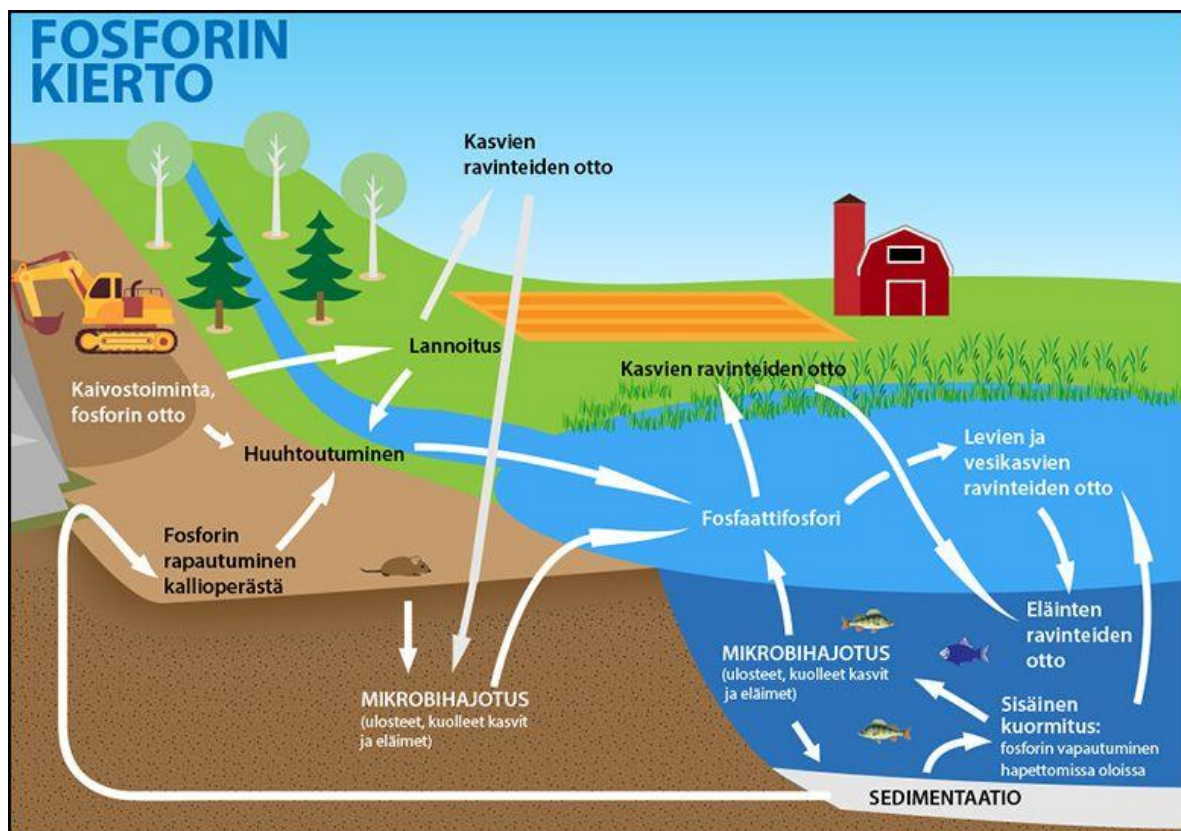
### 3.1.9 Kokonaisfosfori

Fosfori ei itsestään lisääny ekosysteemissä (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013. Fosforin kierto), vaan se on liuenneena jätekeskuksen alueella syntyvissä jäte- ja valumavesissä. Taulukosta 8 voidaan nähdä millaisia fosforipitoisuuksia kaatopaikkojen suotovesissä esiintyy. Tässä työssä esitellulleessa tapauksessa fosfori on peräisin mm. jätetäyttöjen anaerobisissa olosuhteissa mätänevästä eloperäisestä aineksesta, jota jätetäyttöön on kertynyt kaatopaikan historian aikana merkittäviä määriä ennen kuin biojätteen lajittelu ja tietoisuus lajittelun tärkeydestä yleistyivät. Nykyään kuitenkin vain murto-osa sekajätteestä menee loppusijoitukseen, suurimman osan mennessä murskauksen kautta energiakäyttöön. Lähitulevaisuudessa Jätekuukko Oy tulee lopettamaan kokonaan sekajätteen murskauksen, koska jätekeskuksella siirrytään sekajätteen siirtokuormaukseen. Osa fosforista on liennut valumavesiin peitettyjen jätepenkkojen peitemateriaaleista, joissa on käytetty eloperäistä ainesta.

Taulukko 8. Kokonaisfosforin vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)		
		J205b jätevesi	J204 pintavesi	J11/01 pohjavesi
<b>Kokonaisfosfori:</b> µg/l				
Pienet joet	15 - 40		17,5	10,5
nuoret kaatopaikat	230 - 5500	1,9		
vanhat kaatopaikat	16 - 3900			

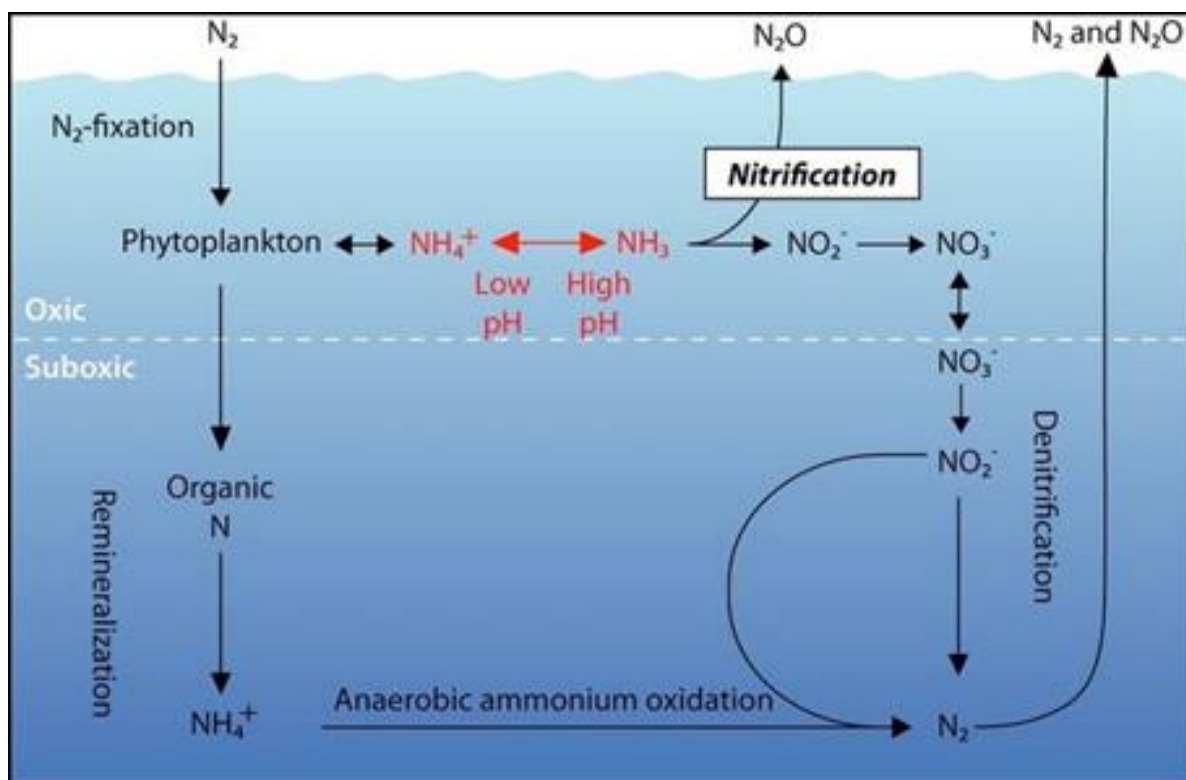
Fosfori on yksi merkittävimmistä vesistön ravintoaineista (kuva 3), jota kasvit hyödyntävät fosfaattina, ja jonka lisääntyessä vesistössä sekä kasvien että levien kasvuvauhti voimistuu. Tällöin puhutaan vesistön rehevöitymisestä. (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013. Fosforin kierto.)



Kuva 3. Fosforin kierto. Jätekeskukselta fosfori päätyy vesistöön huuhtouman kautta (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013.)

### 3.1.10 Kokonaistyyppi ja typen epäorgaaniset muodot

Typpi (kuva 4) on fosforin ohella eräs merkittävimmistä kasviravinteista, jonka epäorgaanisia muotoja eli ammoniakkia, nitriittia ja nitraattia kasvit voivat käyttää hyödykseen. Yhteistarkkailuohjelman mukaisesti velvoiteseurannan osalta tarkkaillaan jätekeskuksen tarkkailupisteillä kokonaistyyppiä ja ammoniumtyppiä,  $\text{NH}_4\text{-N}$ , mikä on jätekeskuksen jäte- ja valumavesissä peräisin jätetäyttöjen sisällä elävien hajottajamikrobien hajottaessa nitraatteja ja nitriitteja typpikaasuksi (Denitrifikaatio), jota taas typensitojabakteerit muuttavat kasveille käyttökelpoiseen muotoon ammoniumtypeksi. Vesistössä tai maassa elävät bakteerit muuttavat edelleen ammoniumtypen hapellisissa olosuhteissa nitraateiksi ja nitriitiksi (Nitrifikaatio). (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013. Typen kierto.)



Kuva 4. Typhen kierto (www.CO<sub>2</sub>-raportti.fi)

Typpi on yksi merkittävimmistä kaatopaikkojen kuormituksen aiheuttajista. Kaatopaikkavedet sisältävät typhen muodoista eniten juuri ammoniumtyyppiä (Viitasalo 2015, 11 - 12), jota seurataan yhteistarkkailuohjelman mukaisesti kaikilla näytteenottopisteillä. Pisteellä 205b seuranta suoritetaan joka kuukausi. Kokonaistypen ja ammoniumin vertailuarvoja ja mittaustuloksia on lueteltu taulukossa 9, josta voidaan päätellä sivuojien kokoomaajan pisteissä J201 ja J204 arvot ovat hyvät. Tasausaltaan alapuolisen jätevesipisteen J205b arvo on voimakkaasti koholla, mikä on tyypillistä jätevesille. Laimentumiseen vaikuttaa myös happi, jonka kanssa reagoiessaan ammonium muuttuu typeksi ja typpioksidiksi (kuva 4).

Taulukko 9. Kokonaistypen ja ammoniumin vertailuarvoja sekä mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)			
		J204 pintavesi	J205b jätevesi	J201 pinta- vesi	J11/01 pohja- vesi
<b>kokonaistyyppi:</b> mg/l					
nuoret kaatopaikat	3,7 - 390 mg/l	0,55	170	1,23	4,2
vanhat kaatopaikat	5 - 370 mg/l				
<b>ammoniumtyppi:</b>					
järvien pintavedet	satoja µg/l, (hapet- tomuus)				
suoalueiden purot/hapeton järven pohja	tuhansia µg/l				
nuoret kaatopaikat	5,7 – 360 mg/l	0,098	120,7	0,33	1,95
vanhat kaatopaikat	<1 – 370 mg/l				

## 3.1.11 Kloridi

Kloridin luontainen arvo on yleensä hyvin vakaa. Jos luonnontila altistuu kuormitukselle, kertoo kloridipitoisuuden muutos sen ensimmäisenä. Kaatopaikoilla kloridi ei itsessään ole vaaraa aiheuttava aine, mutta on merkittävä haitta-aine, koska se syövyttää esimerkiksi rautaa, kuparia ja sinkkiä. (Viitasalo 2015, 23 - 24.) Siksi kaikkien näiden pitoisuuksia seurataan yhteistarkkailuohjelman mukaisesti. Kloridille ominaisia vertailuarvoja on lueteltu taulukossa 10, josta ilmenee suuret vaihtelut nuoren ja vanhan kaatopaikan välillä. Jätekeskuksen alueen pohjavesipisteellä J11/01 nähdään kohonnut pitoisuus, kun vertaa sitä pintavesipisteen J204 arvoon.

Taulukko 10. Kloridin vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k-a)		
		J205b jätevesi	J11/01 pohjavesi	J204 pintavesi
nuoret kaatopaikat	30 - 720	266,7	80,5	0,73
vanhat kaatopaikat	<1 – 1800			

### 3.1.12 Fekaaliset koliformiset bakteerit

Fekaaliset koliformiset bakteerit ovat anaerobisissa eli hapettomissa olosuhteissa eläviä ihmisen tai muun nisäkkään ulosteperäisiä bakteereita, kuten e-Coli -bakteeri. Muut koliformiset bakteerit voivat elää myös maaperässä tai jopa jätevesissä. Puhdasvesituotannossa näitä bakteereita pidetään yhtenä juomaveden saastumisen ilmentäjänä (Opetushallitus). Jätekeskuksen alueella näiden bakteerien esiintymistä seurataan yhteistarkkailuohjelman mukaisesti kaikilla näytteenottopisteillä. Mittaustulokset osoittavat suuria määriä fekaalisia koliformisia bakteereita.

### 3.1.13 Fe

Rauta on yleensä jätevesissä liuenneena rautana. Kaatopaikalla se on anaerobisissa oloissa liuenneena jätetäyttöjen sisäisten vesien mukana kulkeutuvana ja aerobisissa oloissa saostuneena. Korkean pH:n alueella rauta liukenee ja saostuu voimakkaammin, mikä edelleen alentaa veden pH:ta. Humusiset vedet sitovat rautaa, joten sedimentoituva humus sisältää näin ollen suuriakin määriä rautaa (taulukko 10). Tämä korostuu erityisesti järvien syvänteiden hapettomissa oloissa. (Viitasalo 2015, 33.)

Taulukosta 11 nähdään, että kokoojapurosta mitattu arvo on koholla verrattuna Suomen purojen mediaaniarvoon. Myös pohjaveden arvo on koholla, mikä kuitenkin Viitasalon (2015, 33) mukaan on normaalia kaatopaikkojen pohjavesille. Pohjaveden rautapitoisuuden vaihteluväli on ollut hyvin suuri verrattaessa eri mittauspisteitä ja eri vuosia keskenään. Vaihteluväli on ollut muutamasta kymmenestä kymmeniintuhansiin µg/l. Huomattava ero on ollut myös saman vuoden sisällä samasta mittauspisteestä mitatuilla eri kerroilla.

Taulukko 11. Raudan vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)		
		J205b	J201	J11/01
<b>Rauta:</b> µg/l		J205b	J201	J11/01
Puroissa Suomessa (mediaani)	680			
Humuspitoisissa vesissä	1000			
Sameat jokivedet	tuhansia		1117	
Kaatopaikkojen suotovedet (mediaani)	6100	2500		5068

### 3.1.14 Sulfaatti

Kaatopaikkojen sulfaatti on peräisin kipsistä, joka on kertynyt esimerkiksi rakennusjätteiden mukana jätepenkkaan. Muita lähteitä ovat sulfidipitoinen maa-aines, kaivannaisjätteet, lentotuhka ja rikkivedyn hapettuminen. Sulfaatin luonnollinen pitoisuus vesistöissä on melko vakaa, siksi sen muutokset ovatkin hyvä merkki luonnontilan kuormituksen muutoksesta. Jos sulfaattipitoisuudet ovat kohonneet yli 20 mg/l, voi vesistöjen syvänteiden fosforin sidontakyky heikentyä merkittävästi. Jos pitoisuudet kohoavat edelleen useisiin satoihin mg/l, voi tästä aiheutua osittain pysyvää kerrostuneisuutta, mikä edelleen aiheuttaa vajaan täyskierron ja tällöin ongelmat vesistöissä kertaantuvat. (Viitasalo 2015, 21 - 22.)

Olen koonnut taulukkoon 12 sulfaatin vertailuarvoja ja Kuopion jätekeskuksen alueen mittaustuloksia. Vuoden 2014 mittaustuloksen pintavesipisteeltä J203 tulos on hieman koholla verrattuna Suomen järvien ja purojen yleisiin arvoihin.

Taulukko 12. Sulfaatin vertailuarvoja ja mittaustuloksia

Vertailuarvoja	Viitasalo	Mittaustulokset vuosi 2014 (k.a.)	
		J205b jätevesi	J203 pintavesi
Suomen järvissä ja puroissa	3,8		6,5
Toksiset vaikutukset	>500		
Makuhaitta talousvedessä (r-a)	250		
Vanhat kaatopaikat	110	9,3	

### 3.1.15 Muut haitta-aineet

Arseeni, kupari ja kromi ovat raskasmetalleja, näin ollen myös haitta-aineita, jotka heikentävät vedenpuhdistuslaitoksen puhdistusprosessia. Jos näiden aineiden pitoisuuksien raja-arvot ylittyvät, olisi syytä tehostaa esipuhdistusta ennen jätevesien johtamista vedenpuhdistuslaitokselle. (PSA-2007-Y-268-111, 2007.)

Kadmium, nikkeli, lyijy ja sinkki ovat vesiekosysteemissä haitta-aineita, jotka ovat ympäristölle ja eliöstölle toksisia liiallisina pitoisuuksina. Vesistöistä metallit mitataan vesiliukoisina pitoisuuksina. Olen koonnut taulukkoon 13 jätekeskuksen alueen luonnonmukaisia arvoja ja arvoja jätevesien sisältämistä pitoisuuksista. Liitin samaan taulukkoon edellä mainituille aineille myös Geologian tutkimuslaitoksen tutkimia arvoja purojen fysikaalisista ominaisuuksista ja alkuaainepitoisuuksista. Kadmiumin arvo on puron sedimentistä, koska vedestä sitä ei ollut tutkittu (Geologian tutkimuskeskus, 2008, Tutkimusraportti 172, Taulukko 6.)

Taulukko 13. Kuopion Jätekeskukselta mitattuja ja Geologian tutkimuskeskuksen tutkimia arvoja

Haitta-aine, µg/l	J205b jätevesi	J203 pintavesi	J11/01 pohjavesi	GTK
Kadmium	<0,1	<0,02	<0,02	170 µg/l
Nikkeli	0,44	0,67	2,9	0,5 µg/l
Lyijy	2,8	0,18	<0,05	0,31 µg/l
Sinkki	0,133 (ka)	1,9	9	3,36 µg/l

Liuttimilla tässä yhteydessä tarkoitetaan MTBE:a ja TAME:a, jotka päästyään pohjaveteen kulkeutuvat helposti vesiliukoisina yhdisteinä. Näitä käytetään polttoaineiden lisäaineina, eivätkä ne adsorboitu eli eivät kiinnity merkittävästi maaperän orgaaniseen tai epäorgaaniseen ainekseen vaan pysyvät pohjavedessä. Molemmat ovat erittäin heikosti biohajoavia. TAME on MTBE:a hieman myrkyllisempää vesieliöille.

Trimetyleenibentseeni ei liukene veteen ja on vettä raskaampi aine, joka laskeutuu pohjaveden pohjalle. Se on hyvin hitaasti hajoava yhdiste. Trimetyylibentseeni on hyvin metaboloituva aine, jolla on reaktiivisia aineenvaihduntatuotteita ja joka suurentaa syövän vaaraa. Trimetyleenibentseeniä on eniten käytetty maaliteollisuudessa liuotinaaineena. (Närhi, Pia-Lena 2008.)

Öljyillä tässä yhteydessä tarkoitetaan hiilivetyketjuja (C10-C21) sekä raskaita jakeita (C21-C40). Bensiini koostuu C5-10 -hiilivedyistä ja lisäaineista, jotka ovat liuottimissakin käytettävät MTBE ja TAME. Öljyt ovat niukasti veteen liukenevia ja myrkyllisiä vesieliöille tuhoten mm. mikrobeja ja vaikuttaen näin ollen ekosysteemiin.

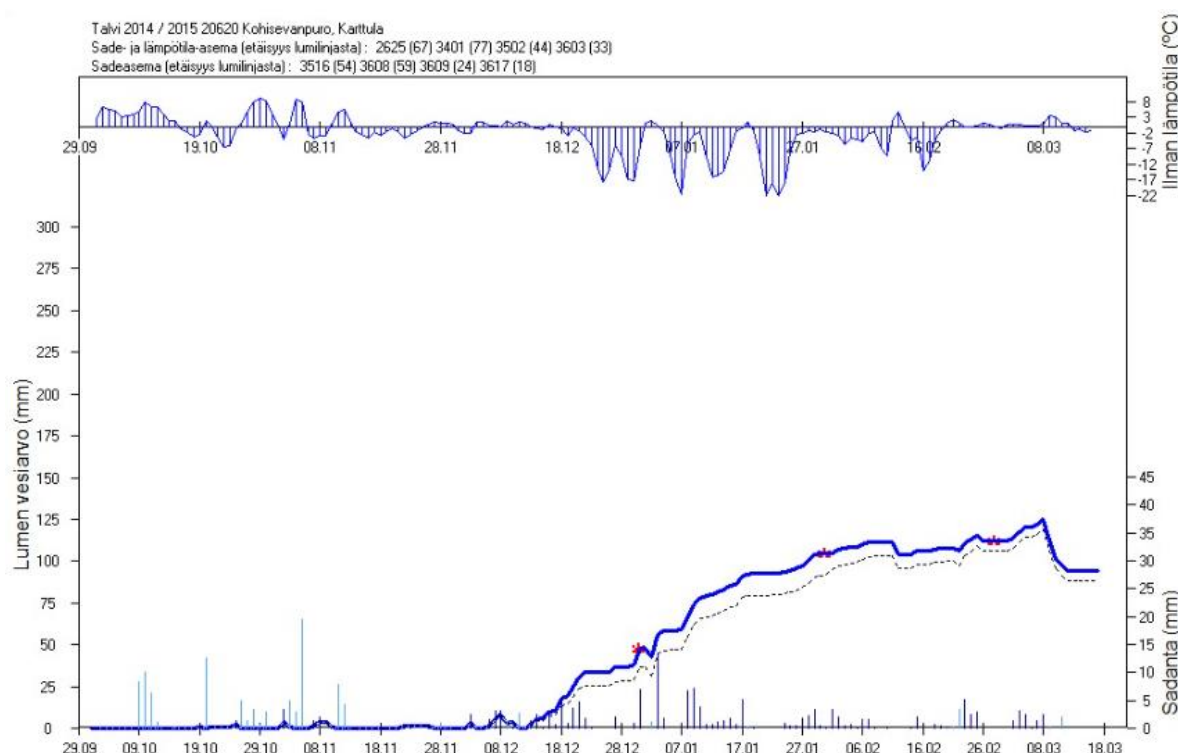
Tässä yhteydessä tutkitaan myös vesien toksisuutta eli myrkyllisyyttä vesikirppujen avulla. Vesikirpputestillä mitataan vesinäytteen akuuttia toksisuutta. Aineen myrkyllisyydellä tarkoitetaan sen kykyä vaikuttaa vähäisinäkin annoksina elimistöön jouduttuaan aiheuttaen kemiallisesti elimistön toiminnan häiriöitä. Vesien myrkyllisyys ilmenee vesikirppujen liikkeen loppumisena. Näyte on sitä toksisempaa, mitä pienempi EC50-arvo on. Näin ollen vesi vaatii vastaavasti laimentumisen suurempaan vesimäärään, jotta myrkyvaikutuksia ei enää ilmaantuisi.

Tässä yhteydessä AOX:llä tarkoitetaan haihtuvia klooriyhdisteitä. Eräät AOX -yhdisteet voivat maahan päästessään muuntua myrkyllisiksi yhdisteiksi kuten syöpää aiheuttavaksi vinyylikloridiksi. (Leskelä, Antti 2007.)

### 3.2 Alueen sadanta ja virtaama

Sadanta ja virtaama perustuvat yleiseen sadannan määrään Suomessa ja tilastollisiin määriin Pohjois-Savossa tarkasteltuna kaatopaikan ja sen ympäristön aluetta valuma-alueena. Kaatopaikan alueen ja sen ympäristön valuma-alue on laajuudeltaan noin 350 ha. Keskimääräisen vuotuisen sadannan mukaan, joka on 700 mm/a, sekä imeytymiskertoimen ollessa 0,2, pohjavettä kertyy alueelle noin 1300 - 1500 m<sup>3</sup>/d. (PSA-2005-Y-243-121. 2005.)

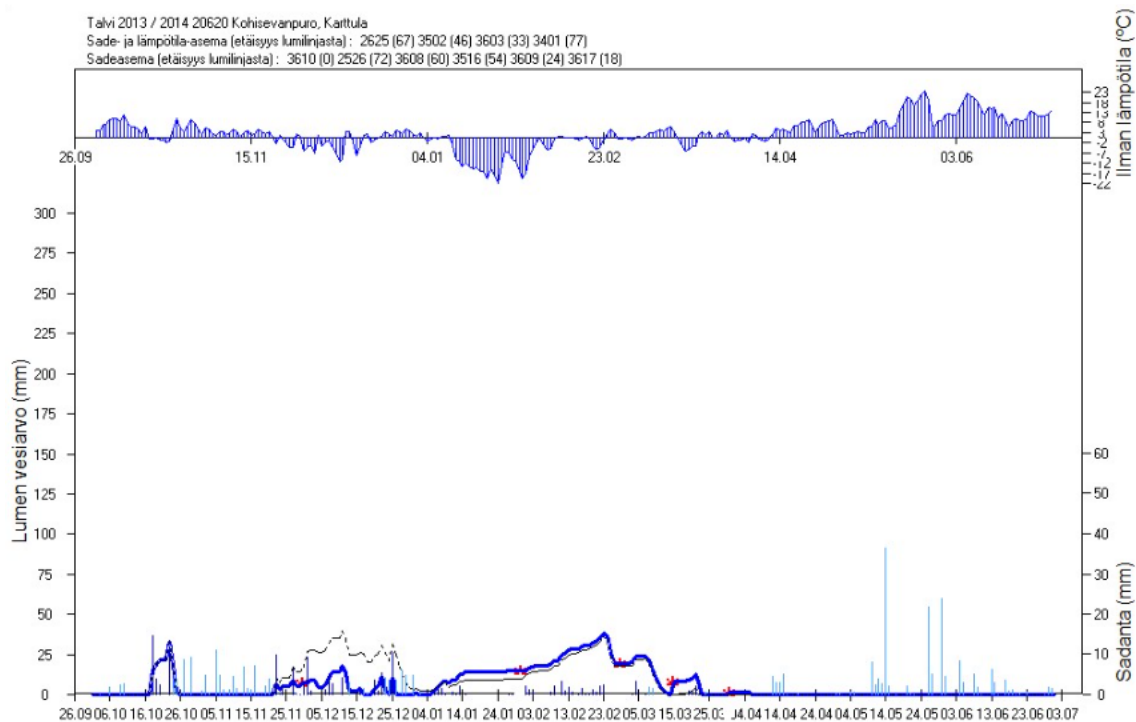
Suurten virtaamien aikana keväisin ja syksyisin, sateisena kesänä ja leutoina talvina virtaamat alueella ovat suurempia, mikä edesauttaa haitta- ja ravintoaineiden laimentumista. Tällöin suuretkin haitta-ainepitoisuudet laimenevat paljon ennen kuin ne päätyvät Kallaveteen. Kuvaajista 5 ja 6 voidaan nähdä kuinka suuri vaihtelu voi olla pakkastalven ja leudon talven välillä vertailtaessa lumen sisältämää vesiainetta. Lumen vesiarvo (mm) ja sadanta (mm) tarkoittavat kg/m<sup>2</sup> eli lumipeitteen paksuus ilmoitettuna millimetreinä muutetaan kilogrammoiksi neliometriä kohden.



Kuvio 5. Lumen vesiarvo ja sadanta Kohisevanpurossa talvella 2014 - 2015 (SYKE 2014-2015).

Pienten virtaamien aikoina, kuten pakkastalvina, virtaamat ovat alueella pieniä. Tällöin haitta- ja ravintoaineiden pitoisuudet vedessä ovat kohonneet merkittävästi ja ne voivat kertyä alueen maa-ainekseen, etenkin alueen ympärysojien sedimenttiin.





Kuvio 6. Lumen vesiarvo ja sadanta Kohisevanpurossa talvella 2013-2014 (SYKE 2013-2014).

## 4 TIETOPANKIN SUUNNITTELU JA TEKEMINEN

Työn suunnittelun lähtökohdat olivat mittauspisteet, mitattavat haitta- ja ravintoaineet sekä mittausvälit. Datatietopankin tekeminen alkoi tutustumalla ympäristö ja laatu vastaava Leena Pulkkiselta saatuihin lähtöaineistoihin, joista merkittävimiksi osoittautuivat Excel-taulukoina olevat ympäristötutkimustulokset, alueen toimijoiden yhteinen Vesientarkkailu -ohjelma sekä siihen liittyvät raportit. Mittauspistekartta on erittäin tärkeä lähtöaineisto, josta voi hahmottaa kokonaisuudessaan jätekeskuksen laajuuden, toiminnalliset alueet eri toimintoihin sekä mittauspisteiden sijoittumisen joko ala- tai yläpuolelle aluetta. Mittauspisteiden tuntemus auttaa ymmärtämään alueen pinta- ja pohjavesipisteiden sijainti ja korkeussuhteita keskenään, mitkä pisteet eivät voi olla jätekeskuksen toiminnan vaikutusten alaisia ja mitkä kuuluvat toiminta-alueen alapuolisiin pisteisiin. Tätä tietoa tarvitaan mittaustulosten analysoinnissa.

### 4.1 Aloitussivu

Varsinaisen Excel-tiedoston eli tietopankin tekeminen aloitettiin etusivusta (kuva 7), jossa on lueteluna ylhäältä alaspäin kaikki jätekeskuksen mittauspisteet. Ylimmäksi asetettiin jätevedet ja niitä koskevat mittauspisteet. Toiseksi ylimmäksi sijoitettiin pintavedet ja niitä vastaavat mittauspisteet. Toiseksi alimmaiseksi asetettiin pohjavedet ja niitä vastaavat mittauspisteet. Alimmaiseksi asetin jätetäytön sisäiset vedet. Näiden vesilaatujen vieressä on lueteltuina kaikki niiden laatujen mittauspisteet, joiden nimikointisolu toimii samalla linkkinä kyseisen pisteen dokumentointisivulle, jolle mittaustulokset syötetään.

Jokaiselle erilaiselle vesilaadulle asetin solun värit, jotka toimivat samalla vesilaatujen erottelijoina ja helpottamaan erottelua laatujen välillä. Jäte- ja sisäiset vedet ovat vesilaaduista väkevimpiä, joten niiden värit ovat pinkki ja punainen, kun taas pinta- ja pohjavedet ovat laimeampia, jolloin niiden väreiksi tuli vihreä ja sininen. Halusin lisäksi kertoa aloitussivulla hieman informaatiota mitä tarkoitetaan haitta-aineilla ja ravintoaineilla vedenlaatumittauksien yhteydessä sekä mitä mittauspisteiden ja vesilaatujen mittaustuloksia vertaillaan keskenään.

Jätekuikko Oy Datatietopankki			
<b>JÄTEVEDET</b>		mittauspiste	Jätevedet ja jätekeskuksen sisäiset vedet ohjataan maastovietoin ja viemäröinnin jätekeskuksen tasausaltaaseen, josta ne ohjautuvat viemäröitynä jätevedenpuhdistamolle. Suurina määrinä jäteveten liuenneet haitta- ja ravintoaineet aiheuttavat merkittävän kuormituksen jätevedenpuhdistuslaitokselle, jolla on vaatimustasot jäteveden puhdistustuloksilla. Merkittävimpiin kaatopaikan jätevesien haitta- ja ravintoaineisiin kuuluvat kiintoaine, typpi ja fosfori.
2015	2014	2005	J210
	2013	2004	J205b
	2012		J213
	2011		J216
	2010		J214
	2009		J217
	2008		JKAIVO1
	2007		JKAIVO2
	2006		
<b>PINTAVEDET</b>		mittauspiste	Haitta-aine: Aine, jonka pitoisuus kaatopaikan jätevedessä ylittää luonnollisen ko. aineen pitoisuuden alueella. Pitoisuutta jätevedessä verrataan alueen vertailupisteestä saatuihin arvoihin, joka kertoo kaatopaikan alueen luonnollisen haitta-ainepitoisuuden, sekä vuosikeskiarvoon. Esim. Pinta- ja pohjavesipisteistä saatuja arvoja verrataan pintavesipisteisiin J208 ja J211 (pisteillä tarkkaillaan tasausaltaan mahdollisia vuotoja) sekä alueen tärkeimpään pintavesipisteeseen J201, jossa mittaus tuloksissa näkyy koko alueen vaikutus pintavesiin koska ko. piste sijaitsee alueen alapuolella ja josta pintaveden valuvat Kallaveteen. Mittauspiste J204 toimii referenssipisteinä, josta saadaan alueen luonnolliset pintavesiarvot.
2015	2014	2004	J201
	2013		J203
	2012		


Kuva 7. Tietopankin aloitussivu, josta ilmenevät vesilaadut, vuodet, mittauspisteet ja kartta

Kun dokumentointi aloitetaan, voidaan aloittaa valitsemalla halutun vesilaadun kohdalta (jätevesi, pintavesi, pohjavesi, sisäiset jätevedet) haluttu vuosi, joka on oletettavasti kuluva vuosi (kuva7). Vaihtoehtoisesti dokumentointi voidaan aloittaa valitsemalla mittauspiste aloitussivulta. Klikkaamalla haluttua vuotta tai mittauspistettä siirrytään dokumentointi sivulle, jossa saadut arvot tallennetaan mitattavan aineen tai ominaisuuden alle.

#### 4.2 Dokumentointisivu


Dokumentointi aloitetaan kuitenkin ensin merkkamalla mittauspäivämäärä päivämääräsolun alle, johon palstalle mahtuvat kaikki sen vuoden aikana tulevat tulokset allekkain. Dokumentointia voidaan sitten jatkaa kirjaamalla saadut tulokset kustakin mitatusta aineesta tai ominaisuudesta (vaakarivit) sekä kaikista kyseisen vesilaadun pisteestä, jotka lueteltu pystysarakkeeseen sivun kummallakin laidalla. Tämä koskee vain vuosikohtaista dokumentointisivua.

Jokaisella mittauspisteen dokumentointisivulla (kuva 8) on juuri siltä pisteeltä vaadittujen mittauksien nimisolut ja mittauskerrat on lueteltu roomalaisina numeroina. Esimerkiksi: roomalainen numero V tarkoittaa toukokuuta eli kyseisessä mittauspisteessä tulee suorittaa toukokuussa mittaukset kyseisille aineille ja ominaisuuksille mitä sivulla on listattuna. Sivulla kerrotaan myös mittaustiheys, koska joiltakin pisteiltä ei mittauksia tietyille aineille tarvitse tehdä joka vuosi. Mittaustiheys käy ilmi myös vuosikohtaisilta sivuilta.

Jätekkukko Oy, Heinälamminrinteen kaatopaikka, näytteenotto, jätevedet																
Etusivulle		<b>mittauspiste J205b</b>		x	y											
				6969777	3527419											
		J205b		määritykset neljä kertaa vuodessa, lisäksi *-merkityt joka kuukausi												
mittauspiste	Vuosi	kk	PVM	pH *	kiintoaine *	säh.joht. *	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>7</sub> *	kok. N *	NH <sub>4</sub> -N *	kok. P *	kloridi	fek. Kolib.	rauta	sinkki	
J205b		I														
		II														
		III														
		IV														
		V														
		VI														
		VII														
		VIII														
		IX														
		X														
		XI														
		XII														
Nämä näytteet otetaan vuosittain toukokuussa.																
		V		Pb	Cd	Cr	As	Ni	Hq	Cu	SO <sub>4</sub>	liuottimet	öljyt	AOX	vesikirput	fenoli
Tälle lomakkeelle kirjataan mittaustulokset vain yhdeltä vuodelta. Tiedot siirtyvät linkitettyinä vuosi kohtaiselle välilehdelle.																

Kuva 8. Mittauspisteen dokumentointisivu mittauspisteestä J205b

Kaikki mittauspisteiden dokumentointisivut ovat välilehtinä rinnakkain aloitussivun jälkeen oikealla. Välilehdilläkin toistuvat samat värikoodit kuin aloitussivulla vastaten kyseistä vesilaatua mihin kyseinen vesilaatu kuuluu (kuva9).

Jätekkukko Oy, Heinälamminrinteen kaatopaikka, näytteenotto, jätevedet																
Etusivulle		<b>mittauspiste J205b</b>		x	y											
				6969777	3527419											
		J205b		määritykset neljä kertaa vuodessa, lisäksi *-merkityt joka kuukausi												
mittauspiste	Vuosi	kk	PVM	pH *	kiintoaine *	säh.joht. *	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>7</sub> *	kok. N *	NH <sub>4</sub> -N *	kok. P *	kloridi	fek. Kolib.	rauta	sinkki	
J205b		I														
		II														
		III														
		IV														
		V														
		VI														
		VII														
		VIII														
		IX														
		X														
		XI														
		XII														
Nämä näytteet otetaan vuosittain toukokuussa.																
		V		Pb	Cd	Cr	As	Ni	Hq	Cu	SO <sub>4</sub>	liuottimet	öljyt	AOX	vesikirput	fe

Kuva 9. Kuvan alalaidassa on näkyvillä Excel -taulukon välilehdet, jotka ovat järjestetty mittauspisteittäin ja lähin vuosi ensimmäisenä

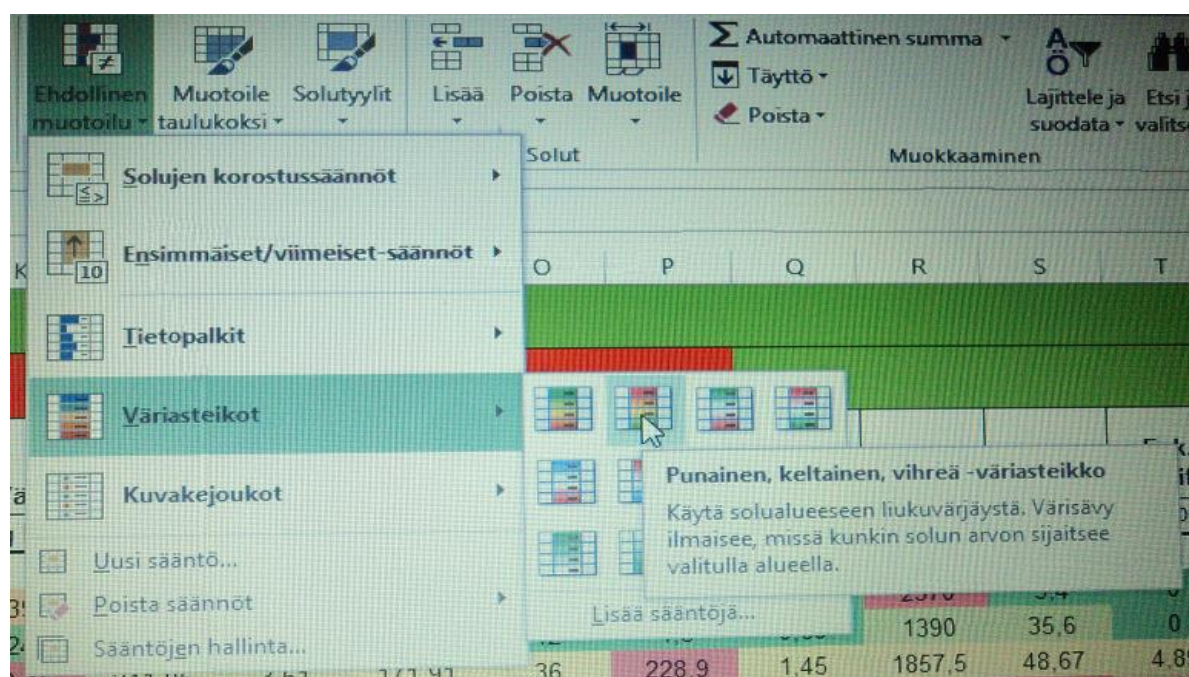
Aloitussivun ja kunkin mittauspisteen dokumentointivälilehden jälkeen tulee vuosikohtaiset välilehdet, jotka sijoitin aikajärjestykseen niin, että nykyinen tai edellinen vuosi ovat lähimpänä toisiaan ja niin edelleen edeten vanhimpaan vuoteen siirryttäessä välilehdillä oikealle. Dokumentointi voidaan tehdä myös mittauspisteittäin suoraan näille vuosikohtaisille välilehdille.

## 5 TULOKSET

Tuloksena syntyi useista välilehdistä koostuva Excel-taulukko, joka on käyttökelpoinen dokumentoijan työkalu ja jota voidaan käyttää apuna jokapäiväisessä työssä ympäristömittaustulosten dokumentoinnissa ja analysoinnissa. Vuosikohtaiset taulukot ja etenkin solujen värikoodit nopeuttavat tulosten analysointia vertaamalla tuloksia keskiarvoihin, referenssipisteen arvoihin sekä laatimiini ohje- ja raja-arvoihin. Taulukoista on mielestäni aiempia Excel -taulukoita helpompi poimia mittaus-tuloksia kuvaajia varten niin mittauspistekohtaisesti kuin vuosiraporttejakin varten.

Työn loppuvaiheessa käydyssä palaverissa totesimme Leena Pulkkinen kanssa, että pistekohtaiset taulukot ovat hyvät olla olemassa, mutta niillä ei välttämättä ole käytettävyyden kannalta merkitystä, koska vuosikohtaisiin taulukoihin tulee tiedot kultakin mittauspisteeltä dokumentoitaessa suoraan tulokset vuosikohtaisiin taulukoihin. Dokumentoinnin tekeminen mittauspistekohtaiselle taulukolle on siis käytännössä turhaa. Päätimme ne kuitenkin jättää vielä lopulliseen tietopankkiin.

Totesimme, että tulosten analysointi helpottuu kun kutakin tulosta vastaavat solut on määritetty Excelin ehdollinen muotoilu -toiminnon kautta muuttamaan solun värin mittaustuloksen arvon mukaan kun arvot vertautuvat automaattisesti referenssipisteen arvoon ja ohje- sekä raja-arvon mukaan. Vuosikohtaisesta välilehdestä kuvassa 10 on näkyvillä ehdollisen muotoilun käyttö ja mittauspisteiden arvojen välistä vertailua keskenään kuvassa 11. Kuvassa 11 mittauspisteen J203 pH:n arvoa verrataan mittauspisteen J204 alueen luonnolliseen pintaveden arvojen keskiarvoon. Siis arvoja verrataan ennen veden virtaamista jätekeskuksen vaikutusalueen piiriin. Mittauspisteillä on ehdollinen muotoilu asetettu ottamaan huomioon referenssipisteen arvon lisäksi tässä työssä luotu ohje- ja raja-arvo. Kuvassa näkyy esimerkin mukaisesti ehdollisen muotoilun alaiset solut.



Kuva 10. Ehdollisen muotoilun käyttö

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
8											
9	mittaus- piste	Vuosi	kk	PVM	°C	pH	O2	O2 kylläisyys	säh.joht.	väri	CC
10		2013	X	21.10.2013	2,2	6,78	12	86	5,9	300	
11	J201	2014	V		12,3	6,42	9	84	4,5	190	
12	TÄRKEÄ		VII		17,3	7,08	7,6	79	12	240	
13			X								
14											
15											
16		ohjearvo (10 v k.a.) yläpuoliset				11,7	6,16	7,75	69,43	4,13	185,22
17	raja-arvo					<6,5	4	80	375	318	
18						>8,5					
19											
20	J203	2013	X	21.10.2013	1,7	6,93	12	86	8,6	170	
21		2014	V		11,9	6,53	9	83	5,6	150	
22			VII		16,3	7,17	7,5	77	19	170	
23			X								
24		J204 k.a.					5,95	7,9	83,5	2,65	185
25	ohjearvo (10 v k.a.) yläpuoliset pisteet										
26	raja-arvo					<6,5	4	80	375	318	
27						>8,5					
28											
29	J204	2013	X	21.10.2013	2,5	6,06	11	82	3,0	200	
30		2014	V		13,9	5,82	8,7	84	2,6	200	
31			VII		23	6,08	7,1	83	2,7	170	
32			X								
33		ohjearvo (10 v k.a.) yläpuoliset pisteet									
34	raja-arvo					<6,5	4	80	375	318	
35						>8,5					
36											

Kuva 11. Excel-ohjelman ehdollisen muotoilun käyttöä ja arvojen vertailua keskenään

Leenan Pulkkinen kommentit: "Vesientarkkailun analyysitulokset on kirjattu datapankkiin selkeästi. Yksittäisen aineen osalta saa piirrettyä kuvaajaa useammalta vuodelta ja kuvaajasta näkee helposti, onko arvoissa tapahtunut muutoksia vuosien aikana. Syöttötaulukon analyysit ovat samassa järjestyksessä kuin laboratoriotulokset, joten tulokset on helppo kopioida datapankkiin. Arvojen vaihtelu on esitetty eri värein ja se tekee tulosten tulkinnasta helppoa. Datapankkiin täytyy kuitenkin vielä määrittää tarkempia raja-arvoja, joihin taulukon värit perustuvat. Datapankin etusivulle on koottu yleistä tietoa vesistä ja vesientarkkailusta jätekeskuksen alueella. Etusivulle voisi laittaa vielä linkit vuosivälilehdille, joista pääsee suoraan oikeisiin taulukoihin. Datapankki tulee varmasti käyttöön ja se on pienellä kehittämisellä oikein hyvä työkalu vesientarkkailutulosten tulkitsemiseen. Datapankkiin voisi laittaa havainnoillistavia karttakuvia, jossa näkyy näytteenottopaikat. Vedenlaatutietoja piste-kohtaisesti voisi myös esittää kartalla".

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tavoitteena oli, että tietopankki on käyttökelpoinen ympäristö ja laatu vastaavan jokapäiväisessä työssä, jossa datapankki toimisi työkaluna ympäristömittaustulosten analysoinnissa, dokumentoinnissa ja viranomaisraportoinnin laatimisessa. Siinä on vielä kuitenkin kehitettävää ja siitä puuttuu osittain vielä tulosten dokumentointi aiemmilta vuosilta. Työtä voitaisiin jatkaa liittämällä siihen tutkimusdata myös muista mitattavista päästöistä kuin vain vesiä koskevista. Jokaiselle päästölle voitaisiin myös tehdä vastaava tietopankki kullekin omansa. Tilaajan toive oli saada kaikki tutkimustulokset koskien kaikkia päästöjä samaan tietopakettiin. Tästä ajatuksesta jouduttiin kuitenkin luopumaan, koska pelkän kaatopaikan vesiä koskevan tietopankin luominen ja olemassa olevan datan dokumentointi osoittautui erittäin paljon aikaa vaativaksi, eikä siihen ajallisesti mitenkään olisi kyetty. Nyt kun aikaiseksi on saatu hyvä runko tietopankille vesien osalta, voidaan tuota työn runkoa helposti soveltaa muita päästöjä koskevan datan tietopankkiin.

Tietopankin aloitussivulle tehtiin vielä Pulkkinen vaatimat lisäykset vuosilukuvälilehtien linkityksistä sekä liitin tässä raportissa olevan liitteenmukaisen karttakuvan, jossa mittauspisteet on esitetty. Pinta- ja pohjavesiä koskien voitaisiin ohjearvot asettaa pitkänajan keskiarvoilla laskettuna. Pintavesiarvot saataisiin pisteiltä J204, joka toimii referenssipisteenä ja jolta saadaan alueen luonnollinen pintavesiarvo. Toisena keskiarvopisteenä toimisi mittauspiste J/H209, joka nostaa pitkänajan keskiarvoa jo kohonneilla arvoilla, koska arvoissa näkyy Morenia Oy:n toiminnan aiheuttama arvojen nousu. Mittauspiste J220 olisi kolmas piste, jolla nykyisi mahdollisesti läheisen maatilan toiminnan aiheuttamana jo valmiiksi kohonneita arvoja.

Näistä, esimerkiksi viiden tai kymmenen vuoden pistekohtaisista keskiarvoista, lasketaan lopullinen keskiarvo, joka toimii ohjearvona kaikilla pisteillä. Saman voisi laskea alueen ulkopuolisten pohjavesipisteiden mukaan. Pisteet olisivat esimerkiksi J1, J7 ja J102, jotka ovat jätekeskuksen alueen yläpuolisia pisteitä, näin ollen niistä saataisiin alueen pohjavesien luonnolliset arvot, joihin nimenomaan jätekeskuksen jäte-, pinta- ja suotovedet eivät vielä ole vaikuttaneet. Siksi alueen alapuolisia pohjavesipisteitä ei voida ottaa huomioon laskettaessa ohjearvoja pohjavesille. Saadut ohjearvot voitaisiin asettaa tietopankkiin, joka vertaisi arvoja ehdollisen muotoilun kautta saatuihin mittaustuloksiin. Saadut ja dokumentoidut tulokset muuttaisivat Excel -tiedoston solun väriä joko vihreään, eli hyvään suuntaan jos arvo ei ylity tai punaiseen, eli huonoon suuntaan, jos raja-arvo ylittyy. Raja-arvot määritin Matias Viitasalon laatiman aineiston pohjalta, josta ilmenevät arvot vaihteluväleineen Suomen vesistöissä, vanhoilla ja nuorilla kaatopaikoilla sekä yleisiä tutkimustulosten mukaisia taulukoita.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

CO<sub>2</sub>-raportti.fi. Typen kierto. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-09.] Saatavissa: [http://www.co2-raportti.fi/?heading=Merien-happamoituminen-vaikuttaa-typen-kiertoon-meriss%C3%A4&page=ilmastouutisia&news\\_id=2831](http://www.co2-raportti.fi/?heading=Merien-happamoituminen-vaikuttaa-typen-kiertoon-meriss%C3%A4&page=ilmastouutisia&news_id=2831)

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS 2008. Tutkimusraportti 172, 18-19, Taulukko 6. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-29.] Saatavissa: [www.arkisto.gsf.fi/tr/tr172.pdf](http://www.arkisto.gsf.fi/tr/tr172.pdf)

ISAVI/196/04.08./2010. Ympäristölupa. [verkkajulkaisu] [Viitattu 8.4.15.] Saatavissa: [www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion\\_jatekeskus/ymparisto/kuopion\\_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php](http://www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion_jatekeskus/ymparisto/kuopion_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php)

ISAVI/54/04.08/2012. Ympäristölupa. [verkkajulkaisu] [Viitattu 8.4.15.] Saatavissa: [www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion\\_jatekeskus/ymparisto/kuopion\\_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php](http://www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion_jatekeskus/ymparisto/kuopion_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php)

KEINÄNEN, Marja, KIISKINEN, Jenni, TURTIAINEN, Mirva ja VUORINEN, Pekka J. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä nro 7/2012. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-08.] Saatavissa: [www.rktl.fi/julkaisut/aiheet/elinymparistot.html?p=3](http://www.rktl.fi/julkaisut/aiheet/elinymparistot.html?p=3)

LESKELÄ, Antti 2007. Heinälammirinteen ja Hepomäen alueen toiminnanharjoittajien jäte-, pinta- ja pohjavesien tarkkailun vuosiraportti 2008. Saatavissa: Pulkkinen Leena, Kaatopaikantie 316, Kuopio

LÄNSI-UUDENMAAN VESI JA YMPÄRISTÖ RY 2013. Fosforin kierto. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-08.] Saatavissa: [www.pelastajarvi.fi/fosforin\\_kierto](http://www.pelastajarvi.fi/fosforin_kierto)

LÄNSI-UUDENMAAN VESI JA YMPÄRISTÖ RY 2013. Typen kierto. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-08.] Saatavissa: [www.pelastajarvi.fi/typen\\_kierto](http://www.pelastajarvi.fi/typen_kierto)

LÄNSI-UUDENMAAN VESI JA YMPÄRISTÖ RY 2013. Kiintoaine. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-08.] Saatavissa: [www.pelastajarvi.fi/kiintoaine](http://www.pelastajarvi.fi/kiintoaine)

MERONEN, Hannele 2010. Orgaanisten klooriyhdisteiden määrittäminen AOX-menetelmällä. Tampereen ammattikorkeakoulu. Laboratorioalan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-08.] Saatavissa: [www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12149/Meronen\\_Hannele.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12149/Meronen_Hannele.pdf?sequence=1)

NÄRHI, Pia-Lena 2008. Heinälammirinteen ja Hepomäen alueen toiminnanharjoittajien jäte-, pinta- ja pohjavesien tarkkailun vuosiraportti 2008. Saatavissa: Pulkkinen Leena, Kaatopaikantie 316, Kuopio

OPETUSHALLITUS. Ympäristöanalyysit. Koliformiset bakteerit. [verkkajulkaisu] [Viitattu 2015-03-08.] Saatavissa: [www.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit\\_koliformiset\\_bakteerit.html](http://www.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_koliformiset_bakteerit.html)



PAJULA, Pasi 2014. Vesistöjen hoito-kurssi. Savonia-ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Kurssimateriaali. Viitattu 2014-01-05.

PSA-2005-Y-243-121, 2005. Ympäristölupa. [verkkajulkaisu] [Viitattu 10.1.15.] Saatavissa: [www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion\\_jatekeskus/ymparisto/kuopion\\_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php](http://www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion_jatekeskus/ymparisto/kuopion_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php)

PSA-2007-Y-268-111, 2007. Ympäristölupa. [verkkajulkaisu] [Viitattu 10.1.15.] Saatavissa: [www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion\\_jatekeskus/ymparisto/kuopion\\_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php](http://www.jatekukko.fi/www/fi/palvelut/kuopion_jatekeskus/ymparisto/kuopion_jatekeskus/ymparistoluvat/Ymparistoluvat.php)

PÄRJÄLÄ, Erkki 2014-09-26. Analyysitaulukko -exceltiedosto. Saatavissa: Pulkkinen Leena, Kaatopaikantie 316, Kuopio

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS 2014-2015. Lumen vesi-arvo lumilinjoilla Pohjois-Savon ELY-keskuksen alueella. [Viitattu 17.3.15.] Saatavissa: <http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/lumilinja/2014-2015/PSA.htm>

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS 2014-2015. Lumen vesi-arvo lumilinjoilla Pohjois-Savon ELY-keskuksen alueella. [Viitattu 17.3.15.] Saatavissa: <http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/lumilinja/2013-2014/PSA.htm>

VIITASALO, Matias 2015-01-27. Jätekeskuksen vesistövaikutukset ja riskinarviointi -koulutusmateriaali. Power Point -esitys. [Viitattu 27.1.15.] Saatavissa: [leena.pulkkinen@jatekukko.fi](mailto:leena.pulkkinen@jatekukko.fi)

VÄÄNÄNEN, Leena 2014-09-26. Yhteinen vesien tarkkailuohjelma -word dokumentti. Saatavissa: Leena Pulkkinen, Kaatopaikantie 316, Kuopio

## LIITE 1: VESIEN TARKKAILUOHJELMAN MUKAISET MITTAUSPISTEET

