

Savonlinnan kaupunki

Tekninen toimiala

Olavinkatu 27

57130 Savonlinna

**SAVONLINNAN KAUPUNGIN
KAAKKOLAMMEN VANHAN KAATOPAIKAN
VELVOITETARKKAILU
VUONNA 2016**

Kuopiossa 12.12.2016

Eeva Kauppinen

Sisällys

1. JOHDANTO.....	3
2. SÄÄTILÄ.....	3
3. ALUEEN KUVAUS JA KUORMITUSTEKIJÄT	4
4. VESIEN KULKU JA JOHTAMINEN ALUEELLA.....	5
4.1 Hirvasjärven Kuikkalahden suuntaan purkautuvat vedet	6
4.2 Hirvasjärven Tervahaudanlahden suuntaan purkautuvat vedet	7
4.3 Jouhenjärveen suuntaan purkautuvat vedet	7
5. TOIMENPITEET YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN VÄHENTÄMISEKSI.....	8
5.1 Pohjavesien suojapumppaukset ja likaisten kaatopaikkavesien pumpppaushistoria	8
5.2 Hirvasjärven ja Jouhenjärven hapetus	9
TOIMINNAN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN TARKKAILU JA RAPORTOINTI.....	9
6. TULOKSET.....	10
6.1 V15 vertailupiste	10
6.2 Hirvasjärven suuntaan kulkeutuvat vedet.....	12
6.2.1 Pintavedet Kuikkalahden suuntaan (V8)	12
6.2.2 Pohjavedet Kuikkalahden suuntaan (P3, P13 ja P5).....	13
6.2.3 Pohjavedet Tervahaudanlahden suuntaan (P8A ja P11)	15
6.2.4 Kuikkalahti (Hirvasjärvi 038/V9) ja Hirvasjärven pääsyväanne (Hirvasjärvi 198/V12)	16
6.3 Jouhenjärven suuntaan kulkeutuvat vedet	18
6.3.1 Pintavedet Jouhenjärven suuntaan (V2)	18
6.3.2 Pohjavedet Jouhenjärven suuntaan (P2, P7).....	19
6.3.3 Jouhenjärvi (V3).....	21
7. YHTEENVETO	22
8. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	23
9. LÄHTEET	24
10. LIITTEET	25

1. JOHDANTO

Savonlinnan kaupungin tarkkailuvelvoite 15.8.2001 suljetun Kaakkolammen kaatopaikan pinta- ja pohjavesien tarkkailuun on määrätty Itä-Suomen vesioikeuden päätöksessä nro 12/94/3 (25.2.1994).

Vuonna 2016 Kaakkolammen tarkkailussa noudatettiin uutta näytteenottosuunnitelmaa (Saarijärvi 16.10.2014), jonka Etelä-Savon ELY -keskus hyväksyi alkuvuodesta 2015. Vuoden 2015 alusta näytteiden analysointi siirtyi Eurofins Viljavuuspalvelulta Ramboll Finlandille (Lahti). Tarkkailuohjelmasta erotettiin siihen aiemmin kuuluneet Nousialan jäteaseman havaintopaikat.

Vuonna 1967 perustetun ja vuonna 2001 suljetun Kaakkolammen kaatopaikan ympäristön vesien laatua on seurattu säännöllisesti 1970-luvulta lähtien. Varsinainen velvoitetarkkailu aloitettiin vuonna 1985. Sulkemisen jälkeen kaatopaikan pintarakenteiden tiiveys viimeisteltiin vuonna 2005.

Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vaikutuksia alapuolisiin vesistöihin on vähennetty pumppaamalla kaatopaikalta suotautuvia vesiä Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolle. Pumppauksia on tehty elokuusta 1995 alkaen. Kaakkolammen kaatopaikan toiminta-aikoina kaatopaikkavedet johdettiin kaatopaikan kaakkoispuolella olevan suoalueen pintavalutuskentälle ja sieltä edelleen Jouhenjärveen.

Vuonna 2014 Kaakkolammen kaatopaikan ympärillä ei tehty suojapumppauksia, tarkoituksena selvittää suojapumppauksen tarve. Vuonna 2015 suojapumppaukset aloitettiin uudelleen syyskuun alussa.

Kaatopaikkavesien vaikutuksia alapuolisissa vesistöissä on kompensoitu hapetuksen avulla. Hirvasjärven pääsyvännettä ja Kuikkalahden syvännettä on hapetettu talvesta 2002 lähtien erilaisilla laitekoonpanoilla. Vuosina 2014-2016 selvitettiin hapetuksen tarpeellisuutta, pitämällä hapetin- ja ilmastinlaitteita pois päältä kerrostuneisuuskausien aikana. Vuonna 2014 kokeilu kohdistui Kuikkalahteen (laite käynnistettiin taas 2.5.2015). Kevästä 2015 kevääseen 2016 pois käytöstä olivat pääaltaan puolen laitteet. Jouhenjärveä ilmastettiin AireO₂-pintailmastimella aina syksyyn 2014 asti, jonka jälkeen laite on ollut pois käytöstä rikkoutumisesta johtuen.

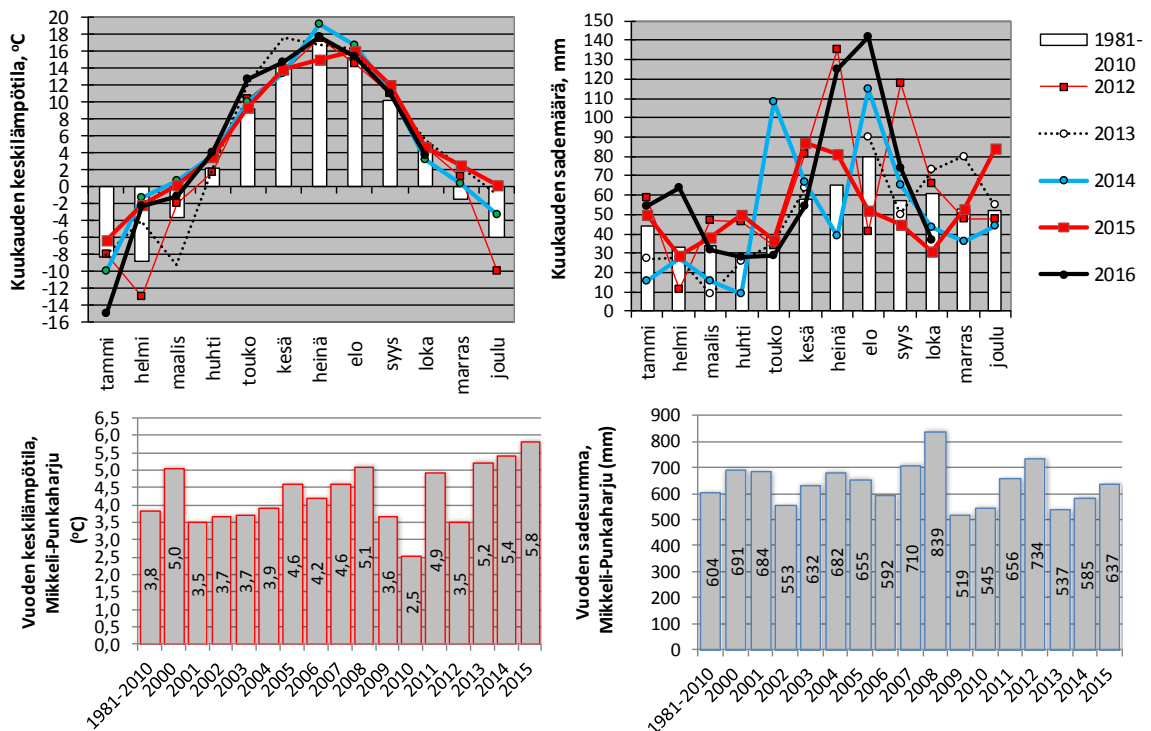
2. SÄÄTILA

Sääkatsaus perustuu Ilmatieteenlaitoksen Punkaharjun Laukansaaren mittausaseman havaintoihin.

Vuoden 2016 alku oli kylmä. Tammikuun keskilämpötila Punkaharjulla oli -15 °C, eli tammikuussa oli 6,7 astetta kylmempää kuin keskimäärin. Tammikuun jälkeen kuukausikeskilämpötilat nousivat ja loppupalven säätila oli jopa harvinaisen lauha. Helmikuussa kuukausikeskilämpötila oli 6,5 °C tavanomaista korkeampi. Tammi- ja helmikuussa satoi keskimääräistä enemmän, helmikuussa jopa puolet tavanomaista enemmän. Maalis-huhtikuu olivat vähäsateisia. Helmikuun alkupuolen lauha sää ja vesisateet nostivat hetkellisesti virtaamia ja vedenpintoja. Varsinainen lumien sulaminen alkoi maaliskuussa.

Toukokuu oli lämmin, kuukauden keskilämpötilan ollessa 3,5 astetta tavanomaista korkeampi. Kuun lopulla oli monin paikoin helteistä. Pintavesien lämpötilat nousivatkin nopeasti, ollen kaikilla Suomen ympäristökeskuksen tarkkailupisteillä useita asteita tavanomaista korkeampia. Toukokuu oli vähäsateinen.

Kesä (kesäkuusta syyskuuhun) oli lämpötilojen suhteen pitkänajan keskiarvoon verrattuna tavanomainen. Kesäkuuta lukuun ottamatta sateita saatiin runsaasti. Erityisen sateista oli heinäkuussa, jolloin Punkaharjulla mitattu sademäärä oli lähes kaksinkertainen tavanomaiseen verrattuna. Lokakuussa lämpötilat laskivat, ja kuukauden keskilämpötila jäi lähes asteen verran alle pitkänajan keskiarvon. Lokakuu oli vähäsateinen.



Kuva 1. Kuukauden keskilämpötilat ja sademäärät vuosina 2012-2016, sekä vertailukaudella 1981-2010. Vuosikeskilämpötila ja sademäärät 2000-2015, sekä vertailukaudella 1981-2010. Havaintoasema: Mikkeli 2000-2010 ja vuodesta 2011 lähtien Punkaharju. Lähde: Ilmatieteen laitoksen ilmastokatsaus-lehdet.

3. ALUEEN KUVAUS JA KUORMITUSTEKIJÄT

Tarkastelualueella sijaitsee Savonlinnan kaupungin vuonna 2001 suljettu Kaakkolammen vanha kaatopaikka, ja sen itäpuolella vuonna 2001 käyttöön otettu Savonlinnan Seudun Jätehuolto Oy:n Nousialan jäteasema.

Vanha kaatopaikka ja Nousialan jäteasema rajoittuvat pohjoisessa, etelässä ja lännessä kallioon ja kalliopainanteisiin. Kalliota peittää alimmilla rinnealueilla moreenimuodostuma, joilla pohjavettä muodostuu vähäisiä määriä. Alueen koillis- ja itäkulma rajoittuu lajittuneeseen harjumuodostumaan, jonka alueella pohjaveden muodostuminen on runsasta. Kaartilan-Tanhuvaaran alueen pohjavesissä on todettu olevan runsaasti rautaa (Säämänen 2015).

Kallioisten mäkien ja harjumuodostuman välinen painannealue, johon vanha kaatopaikka ja Nousialan jäteaseman täyttöalue pääosin sijoittuvat on turvepeitteistä maastoa. Kaakkolammen vanhan kaatopaikan alle on jäänyt Kaakkolampi. Turvekerroksen alapuolinen maaperä koostuu tiivistä moreenikerroksista. Pohjaveden muodostuminen painannealueella on maaperän tiiveydestä johtuen erittäin vähäistä.

Kaakkolammen vanhan kaatopaikan jätetäytön pinta-ala on noin 8,6 ha. Alue on maisemoitu ja pintarakenteet tiivistetty 2005. Täytön ympärillä on salaojitus. Salaojaan kertyvät suotovedet johdetaan jätevedenpuhdistamolle. Nousialan jäteaseman jätetäyttöalueen pinta-ala on noin 3,6 ha. Nousialan jätetäyttöalueen pohjarakenteet täyttävät kaatopaikkadirektiivin vaatimukset. Alueen kallistukset on tehty siten että täyttöalueen suotovedet voidaan kerätä ja ohjata hallitusti tiiviiseen tasausaltaaseen ja sieltä edelleen jätevedenpuhdistamolle.

Muita kuormittavia toimintoja alueella ovat Kaakkolammen vanhan kaatopaikan luoteis- ja länsipuolella oleva asfalttiasema ja vanhan asfaltin läjitysalue, eteläpuolella oleva iso kalliolouhos, Moinsalmentien pohjoispuolella oleva motocrossrata ja maankaatopaikka.

Louhoksella käytetyistä kemikaaleista ei ole tietoa. Käytettävien räjähdeseineiden jäämistä voi aiheutua typpikuormitusta, ja pölynsidontaan mahdollisesti käytettävistä suoloista hulevesien suolaantumista (kloridipitoisuuden ja sähkönjohtavuuden nousu). Motocrossradan kuormitusriskit liittyvät lähinnä öljypäästöihin. Maankaatopaikalta, jonne on tuotu puhtaita maita rakennustyömailta, voi aiheutua ravinne- ja kiintoainekuormitusta.

Louhoksen laajentuessa, Kaakkolammen eteläpuolella on tehty isoja hakkuita, mm. keväällä 2012. Myös Hirvasjärven luusuan suunnalla tehtiin vuoden 2015 aikana hakkuita. Hakkuiden aiheuttamat kuormitusvaikutukset ovat kuitenkin lyhyitä, muutamia vuosia.

Vuosina 2009-2013 rakennetun Savonlinnan ohiajotien (Vt14) työmaalle kuljetettiin louhetta Kaakkolammen eteläpuolella olevalta louhoksesta. Louheajon aikana Moinsalmentietä suolattiin kesäaikana pölyämisen estämiseksi. Suolaaminen on voinut nostaa tieltä tulevien valumavesien suolapitoisuutta ja sähkönjohtavuutta. Muutoin Moinsalmentien (maantie 15197) liukkaudentorjunta hoidetaan hoitoluokituksen (luokka II) mukaan hiekoittamalla.

4. VESIEN KULKU JA JOHTAMINEN ALUEELLA

Kaakkolammen vanhalta kaatopaikalta, mahdollisesti myös kalliolouhoksen ja asfalttiaseman alueelta, kulkeutuu pintavesiä Hirvasjärven Kuikkalahteen. Pohjavesivirtaukset alueelta suuntautuvat pohjoiseen Hirvasjärven Kuikkalahteen, itä-koilliseen Hirvasjärven Tervahaudanlahteen ja kaakkoon Jouhenjärven suuntaan.

Kaakkolammen vanha kaatopaikka ja Nousialan jäteasema muodostavat yhdessä 1,3 km², kokoisen alueen, josta Jouhenjärven suuntaan purkavan alueen osuus on suuruusluokkaa 1,2 km² ja Hirvasjärveen purkavan 0,07 km².



Kuva 2. Havaintopaikat ja vesien johtaminen Kaakkolammen vanhalta kaatopaikalta sekä Nousialan jäteasemalta. Huom! Jouhenjärven havaintopaikka V3 ei sijaitse kuvan osoittamassa kohdassa (paikka muutettu kuvateknisistä syistä). Jouhenjärvi ei näy kuvassa kokonaan.

4.1 Hirvasjärven Kuikkalahden suuntaan purkautuvat vedet

Hirvasjärven Kuikkalahden suuntaan purkautuvat pintavedet kulkevat ojapisteen V8 kautta.

Havaintopaikalle V8 tulee pintavesiä

- Moinsalmentien varressa olevasta sade- ja valumavesien keruualtaasta, joka on otettu käyttöön 2004. Altaaseen kertyy vesiä Kaakkolammen vanhaa täyttöaluetta kiertävistä avo-ojista.
- Ojapisteelle V8 voi tulla vesiä myös louhokselta ja asfalttiasemalta.

Ojapisteelle V8 ei pitäisi tulla Kaakkolammen vanhan kaatopaikan suotovesiä, jotka on kerätty syväsalaojastolla ja pumpattu edelleen Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolle (1995 alkaen). Kaakkolammen pohjoispuolen syväsalaojastoa ja vesien ohjausta tehostettiin kesän 2015 aikana Ramboll Finland Oy:n laatiman selvityksen ja suunnitelman (Säämänen 2015) mukaisesti. Samassa yhteydessä myös tarkkailupisteen V8 ympäristöä raivattiin ja purkupuutken pää kaivettiin esiin.

Kuikkalahden suuntaan purkautuu myös pohjavesiä, joiden määrää ei tunneta. Kuikkalahden suuntaan purkautuvien pohjavesien laatua tarkkaillaan havaintopaikoilla P1, P13 ja P16.

4.2 Hirvasjärven Tervahaudanlahden suuntaan purkautuvat vedet

Tervahaudanlahden suuntaan ei purkaudu vanhan Kaakkolammen kaatopaikan tai Nousialan jäteaseman alueella syntyviä pintavesiä.

Pohjavesillä on Kaakkolammen suljetun kaatopaikan itäpuolella sijaitsevalta soistuneelta painannealueelta virtausyhteys alueen koillispuoliseen harjumuodostumaan ja edelleen muodostuman poikki itä-koilliseen, kohti Tervahaudanlahtea johtavaa paksujen ja hyvin vettä johtavien harjukerrostumien peittämää kallioperän ruhjepainannetta (kuva 2) pitkin. Pohjaveden virtaus suuntautuu ruhjeessa itä-koilliseen, kohti Tervahaudanlahtea (kuva 2). (Ympäristölupapäätös ESA-2004-Y-243-111). Pohjaveden laatua tarkkaillaan pohjavesipisteillä P8A (pinta) ja P8C (pohja) sekä P11.

Nousialan jäteaseman koillispuolella, ruhjealueeseen rajoittuvalla harjualueella, kallion pinta kohoaa laajalti pohjavesitason yläpuolelle, muodostaen pohjaveden virtausta rajoittavan kynnyksen (Ympäristölupapäätös ESA-2004-Y-243-111).

4.3 Jouhenjärven suuntaan purkautuvat vedet

Jouhenjärven suuntaan virtaavat vedet kulkevat ojahavaintopaikan V2 kautta. Havaintopaikalle V2 tulee

- Nousialan jäteaseman laitosalueelta koottuja puhtaita hulevesiä, jotka ohjataan selkeytys- ja tarkkailualtaan kautta maastoon ja edelleen ojaa pitkin Jouhenjärveen.
- Kaakkolammen vanhan kaatopaikan eteläpuolen pintavedet. Vedet johdetaan putkessa Nousialan jäteaseman täyttöalueen alitse ja puretaan V2-havaintopisteelle johtavaan avo-ojaan Nousialan jäteaseman eteläpuolella.
- Valumavesiä kaatopaikka-alueen eteläpuoliselta metsäalueelta, jossa on toteutettu hakkuita. Vesien laatua seurataan havaintopisteellä Niskaoja 15 (V15), joka on samalla tarkkailualueelta tulevien pintavesien vertailupiste.

Jouhenjärven suuntaan purkautuu myös pohjavesiä Kaakkolammen vanhan kaatopaikan suunnalta. Pohjavesien laatua tarkkaillaan havaintopaikoilla P2, P6, P7 ja P10.

Nousialan jäteaseman yhdyskuntajätteen täyttöalueen suotovedet ja öljyisten maiden kompostikentän valumavedet johdetaan jäteaseman alueella olevaan tasausaltaaseen (suotovesiallas) ja edelleen Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolle (TA-pumppaus). Altaalle tulee vesiä myös Kaakkolammen vanhan kaatopaikan täyttöalueen eteläpuolen syväsalaojastosta, jonka pumppu korjattiin syyskesällä 2015. Tasausaltaaseen kertyvistä vesistä ei kohdistu kuormitusta Jouhenjärveen tai Hirvasjärveen. Tasausaltaan vedenlaatu tarkkaillaan havaintopaikalla Nousialan suotovesi.

5. TOIMENPITEET YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN VÄHENTÄMISEKSI

5.1 Pohjavesien suojapumppaukset ja likaisten kaatopaikkavesien pumppaushistoria

Kaakkolammen vanhan kaatopaikan ympärillä kulkee salaojaverkosto. Vuodesta 1995 lähtien Kaakkolammen kaatopaikalla suotautuvia vesiä on pumpattu Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolle ns. vanhan pumppaamon kautta (kuva 2), joka sijaitsee täyttöalueen itäpuolella.

Maaliskuussa 2003 suojapumppaustehoa lisättiin, aloittamalla pumppaukset suljetun kaatopaikan itäpuolella, kuilukaivosta ja siiviläputkikaivosta (kuva 2). Lisäksi pumppauksia on tehty suljetun kaatopaikan pohjoispuolisella ns. pohjoisella salaojakaivolla. Vedet on pumpattu Pihlajaniemen jätevedenpuhdistamolle.

Suojapumppauksen avulla on vähennetty Hirvasjärven suuntaan kulkeutuvien likaisten suotovesien määrää. Pumppauksen avulla on laskettu pohjaveden pintaa pumppauspaikalla Kaakkolammen itä-koillispuolisen harjumuodostuman reuna-alueen vesipinnan tason alapuolelle. Näin on pyritty estämään pilaantuneiden vesien pääsy harjumuodostuman poikki johtavan ruhjepainanteen kautta Hirvasjärveen. Myöhemmin on todettu, ettei pohjaveden pinnan tason säätelyllä ole havaittu olevan merkittävää vaikutusta tähän.

Vuonna 2010 suojapumppauksia vähennettiin, lopettamalla pumppaukset kuilukaivosta, koska Kaakkolammen kaatopaikan vaikutukset olivat olennaisesti pienentyneet (Tikka 29.10.2009, Etelä-Savon ELY lausunto 09.02.2010 Dnro ESAELY/71/07.00/2010). Päätöksen mukaan pumppaukset tuli keskittää Tervahaudanlahden suunnan ruhjeeseen, siiviläputkikaivoon. Siiviläputkikaivon pumppaukset loppuivat tietävästi kuitenkin samoihin aikoihin kuin kuilukaivon pumppaukset. Pumppauksia tehtiin edelleen vanhalla pumppaamolla ja pohjoisella salaojakaivolla.

Kaikki suojapumppaukset lopetettiin ELY -keskuksen hyväksynnällä määräajaksi, tarkoituksena selvittää ja kohdentaa suojapumppauksen tarve (ESAELY/213/07.00/2010). Pumppaustauko ajoittui vuodelle 2014.

Pumppauksia jatkettiin vuonna 2015 siiviläputkikaivolla ja Kaakkolammen vanhan kaatopaikan pohjoislaidalla olevalla uudella painelinjalla (syväsalaojastosta kertyvä vesi) syyskuun alusta lähtien. 2.9.-30.12.2015 siiviläputkikaivosta ($1\,629\text{ m}^3$) ja painelinjalta ($4\,334\text{ m}^3$) jätevedenpuhdistamolle pumpattu vesimäärä oli yhteensä $5\,963\text{ m}^3$. Kaakkolammen eteläpuolen syväsalaojasta pumpattiin samaan aikaan vettä Nousialan tasausaltaalle $2\,068\text{ m}^3$ (26.10.-31.12.2015).

Vuonna 2016 pumppauksia tehtiin seuraavasti:

- 1) Kaakkolammen vanhan kaatopaikan pohjoislaidalla olevalla uudella painelinjalla (syväsalaojasta kertyvä vesi) pumpattu 1.1.-31.10.2016 yhteensä $2\,199,27\text{ m}^3$.
- 2) Eteläinen pumppaamo (eteläinen syväsalaoja) pumpattu $5\,331\text{ m}^3$.
- 3) Siiviläputkikaivosta pumpattu 1.1.-30.6.2016 yhteensä $8\,487\text{ m}^3$.
- 4) Vanhasta kaivosta pumpattu kaksi viikkoa (3.11-15.11.) ja määrällisesti $2\,630,8\text{ m}^3$.

Vanhalla kaatopaikka-alueella muodostuvien likaisten suotovesien määräksi on arvioitu vuodessa 6000 m³/vuosi. Pumppausmäärät ylittävät nykyisin arvioidun vesimäärän. Todennäköisesti arvioitua enemmän puhtaita pohjavesiä kulkeutuu pumppauspaikoille sekoittuen suotovesiin. Suojapumppausten aiempaa parempi kohdentaminen on selvitystyön alla.

5.2 Hirvasjärven ja Jouhenjärven hapetus

Hirvasjärven Kuikkalahden ja pääaltaan alusveden ilmastuksella ja hapetuksella pyritään vähentämään Kaakkolammen suljetulta kaatopaikalta kulkeutuvien valumavesien aiheuttamaa haittaa. Hirvasjärveä on hapetettu erilaisilla laitekoonpanoilla vuodesta 2002 lähtien. Syksystä 2011 asti käytössä ovat olleet Kuikkalahdella toimiva Mixox 500 –hapetin, pääaltaaltaan Visiox AT 4 kW -alusvesi-ilmastin ja pääaltaan itäosan Mixox 750 –hapetin. Mixox-hapettimet toimivat pinnan alla, pumpaten hapekasta päällysvettä pohjan lähelle. Alusvesi-ilmastin puolestaan imee heikkohappista alusvettä pinnalle ilmastettavaksi ja palauttaa ilmastetun veden takaisin alusveteen.

Mixox 750 ja 4 kW ilmastin olivat pois päältä kevästä 2015 alkaen aina toukokuun loppuun 2016. Hapetustauon aikana seurattiin Hirvasjärven tilaa hapetuksen tarpeellisuuden arvioimiseksi.

Jouhenjärveä on ilmastettu AireO₂-pintailmastimella talvi- ja kesäaikaisten alusveden happiongelmien takia. Ilmastin rikkoutui syksyllä 2014, josta lähtien laite on ollut pois päältä.

Taulukko 1. *Hirvasjärven hapetin- ja ilmastinlaitteiden toiminta 2014-2016.*

	2014	2015	2016
Mixox-500 Kuikkalahti (Hirvasjärvi 038/V9)	Pois toiminnasta sähköistysvian vuoksi.	Käynnistetty 5.2015. Toiminnassa koko loppu vuoden.	Toiminnassa koko vuoden
Mixox-750 pääaltaan itäpää	Toiminnassa koko vuoden.	Pysäytetty 29.4.2015. Laite oli pois päältä loppuvuoden.	Pois käytöstä talvella 2016. Käynnistetty 28.5.2016.
4 kW alusvesi-ilmastin (Pääallas, Hirvasjärvi 198/V12)	Toiminnassa koko vuoden.	Pysäytetty 29.4.2015. Laite oli pois päältä loppuvuoden.	Pois käytöstä talvella 2016. Käynnistetty 28.5.2016.

TOIMINNAN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN TARKKAILU JA RAPORTOINTI

Kaakkolammen vanhan kaatopaikan tarkkailuhavaintopaikat on esitetty kuvassa 2. Näytteenotto ja analysointi on tehty viranomaisen hyväksymillä menetelmillä. Näytteenotosta huolehti sertifioitu näytteenottaja Anneli Makkonen Ramboll Finland Oy:stä. Näytteet on analysoinut Ramboll Finland Oy (Lahti) vuodesta 2015 lähtien.

Vuosiyhteenvedon on laatinut Eeva Kauppinen Vesi-Eko Oy Water-Eco Ltd:stä. Raportoinnin laaduntarkistuksen on tehnyt limnologi Erkki Saarijärvi Vesi-Eko Oy:stä.

Havaintopaikat vuonna 2016 ja näytteenottoajankohdat on esitetty taulukossa 2. Kesällä 2016 Hirvasjärvestä otettiin ylimääräisiä vesinäytteitä laajemmalla analyysivalikoimalla leväongelmien ilmaannuttua.

Taulukko 2. Kaakkolammen vanhan kaatopaikan ja Nousialan jäteaseman tarkkailupisteet vuonna 2016. Nousialan tarkkailupisteillä merkintä (N).

	Havaintopaikka	Tunniste	Näytteenotto, pvm 2016	KKJ- Yhtenäisk. P	KKJ- Yhtenäisk. I
OJAT JA PUROT					
	Jouhenjärveen laskeva oja	V2	13.4., 18.10.	6858958	3606306
	Hirvasjärven Kuikkalahteen laskeva oja	V8A	13.4., 18.10.	6859720	3605467
	Niskaoja (vertailu)	V15 (N)	13.4., (18.10. ei näytettä, oja kuiva)	6859139	3605654
JÄRVIPISTEET					
	Jouhenjärvi 041	V3	12.1., 11.2.	6858181	3606839
	Hirvasjärvi 038 (Kuikkalahti)	V9	12.1., 11.2., 23.3., 7.6., 19.7., 22.8.	6859940	3605468
	Hirvasjärvi 198 (pääallas)	V12	12.1., 11.2., 23.3., 19.7., 22.8.		
POHJAVEDET					
	Kuikkalahden suunta, peruskalliossa	P1	-	6859622	3605494
	Ent. tasausaltaan läh., peruskalliossa	P2	3.5., 18.10.	6859359	3605832
	Kaatopaikka	P3	-	6859477	3605447
	Jäteaseman hulevesialtaan länsipuoli	P7	-	6859374	3606016
	Kaatopaikan koillispuoli	P8A (pinta)	3.5., 18.10.	6859629	3605871
	Hirvasjärven Tervahaudanlahden läh.	P11	3.5., 18.10.	6859718	3606188
	Hirvasjärven Kuikkalahteen laskevan ojan lähellä	P13	3.5., 18.10.	6859753	3605455
	Kaivo	K1 (N)	3.5., 18.10.		
SUOTOVESIALLAS					
	Nousialan suotovesi	(N)	18.5., 29.8.	6859244	3606000

6. TULOKSET

6.1 V15 vertailupiste

Kaakkolammen eteläpuolella sijaitsevan havaintopaikan V15 vedenlaatu kuvaa Kaakkolammen kaatopaikan lähialueelta tulevien vesien laatua. Havaintopaikalle V15 tulee vesiä metsäalueelta, jossa on paikoin toteutettu hakkuita (mm. 2012-2013). Vedet virtaavat pisteeltä V15 kohti havaintopaikkaa V2, ja edelleen Jouhenjärveen.

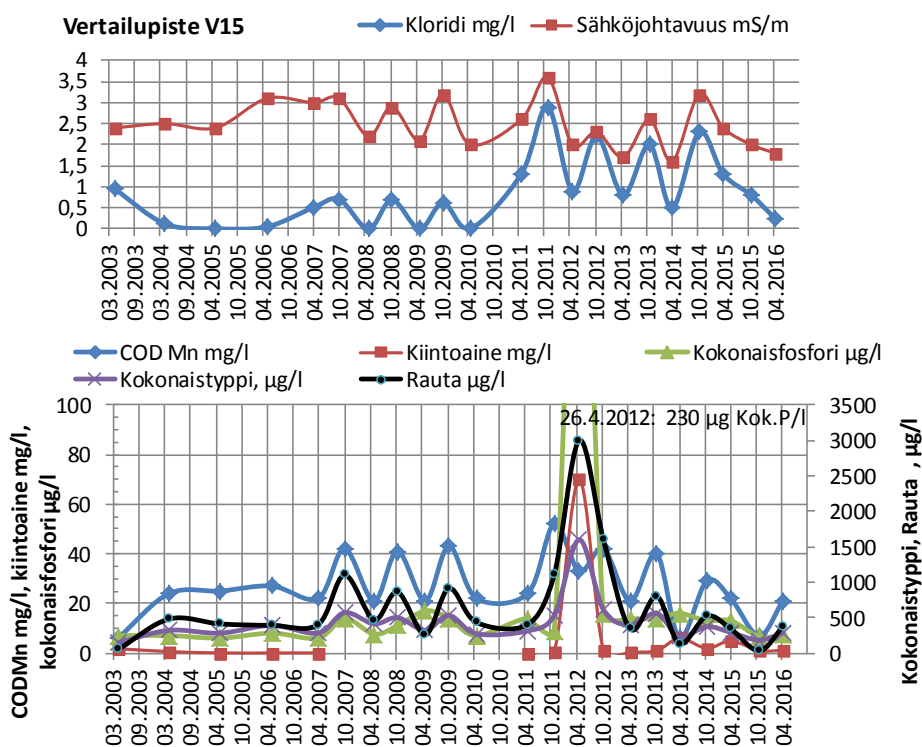
Havaintopaikan V15 vedenlaatu on ollut hyvin tasainen vuosina 2003-2016. Vuodesta 2007 lähtien 2 kertaa vuodessa otetut näytteet aiheuttavat näennäistä muutosta vedenlaatuun, syksyllä otettujen näytteiden pitoisuuksien ollessa kevättä korkeampia. Kevään 2012 korkeat ravinne-, kiintoaine- ja orgaanisen aineksen pitoisuudet liittyivät alueella tehtyihin hakkuisiin

(kenttähavainto 26.4.2012, näytteenottaja Anneli Makkonen, Ramboll Finland), kuormituspiikin kuitenkin tasoittuessa seuraavaan kevääseen mennessä.

Vertailuhavaintopaikan vedenlaadussa ei näy kaatopaikkavesien vaikutusta: sähkönjohtavuus, kloridi- ja ravinnepitoisuudet ovat pieniä. Kloridin osalta pitoisuuksissa on havaittavissa tason nousu kaikkien havaintoajankohtien osalta vuonna 2011, jonka jälkeen keväällä otettujen näytteiden kloridipitoisuudet ovat lähteneet laskuun.

Vertailuhavaintopaikan ravinnepitoisuudet huhtikuun 2012 tuloksia lukuun ottamatta ovat olleet pieniä (Kok.P 6-17 µg/l ja Kok.N 150-610 µg/l (ka. 370 µg/l). Mahdollista kaatopaikkavesivaikutusta kuvaavat kloridipitoisuudet ovat olleet pieniä, maksimissaan 2,9 mg/l (ka. 0,86 mg/l), kuten sähkönjohtavuuskin ($\leq 3,6$ mS/m, ka. 2,5 mS/m). Rautapitoisuus on sen sijaan ollut ajoittain korkea, ilmeisesti alueen kallioperän laadusta johtuen (30-3000 µg/l, ka. 654 µg/l, mediaani 420 µg/l). CODMn pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 6-52 mg/l (ka. 27 mg/l), kuvastaen veden humusleimaisuutta.

Vuoden 2016 huhtikuun puolivälin havaintokerran tuloksissa ei ollut havaittavissa merkittävää muutosta aiempaan. Ainoastaan kloridipitoisuus oli pienempi kuin kevään havaintokerroilla vuosina 2011-2015. Lokakuussa 2016 ei otettu näytettä, koska oja oli kuiva.



Kuva 3. Vertailupisteen V15 vedenlaatu 2003-2016.

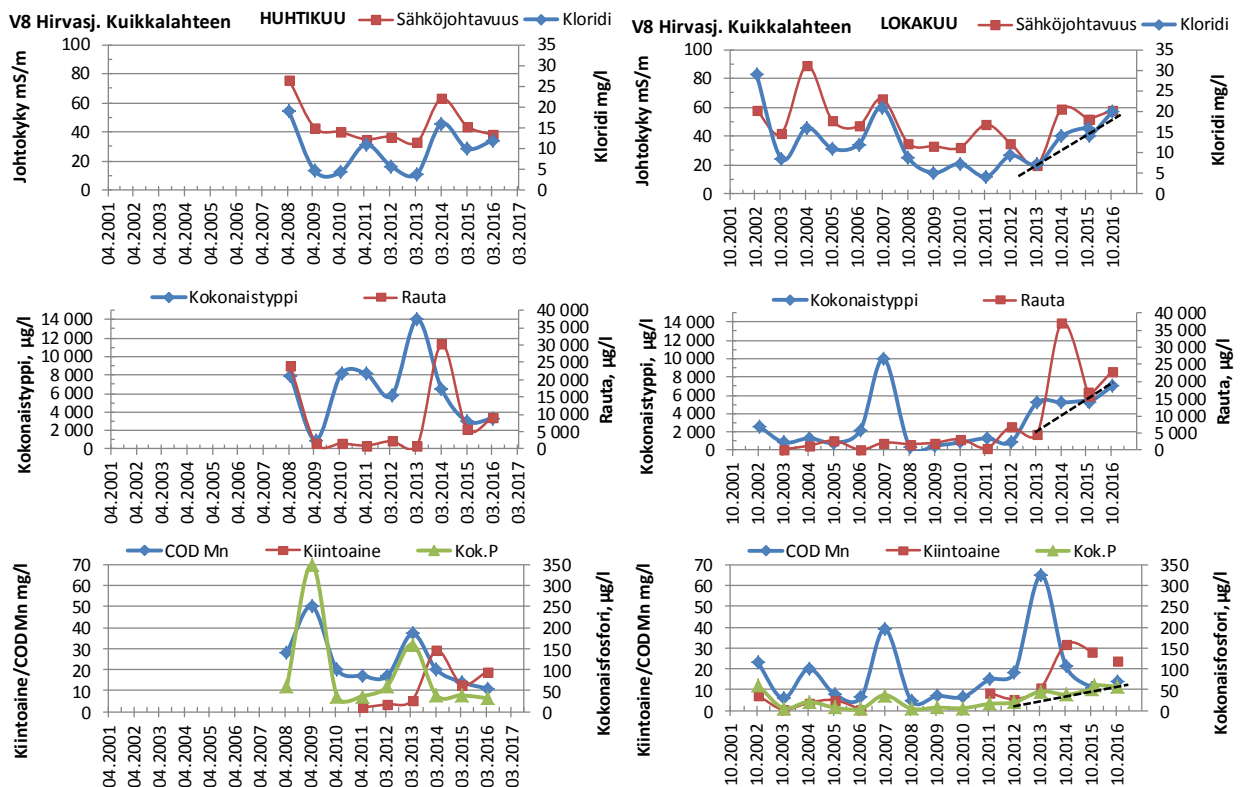
6.2 Hirvasjärven suuntaan kulkeutuvat vedet

6.2.1 Pintavedet Kuikkalahden suuntaan (V8)

Vanhan Kaakkolammen kaatopaikan pintavalumavedet on johdettu Hirvasjärven Kuikkalahden suuntaan ojapisteelle V8, Moinsalmentien varressa olevan sade- ja valumavesialtaan kautta vuodesta 2004. Havaintopaikalla ei ole automaattista virtaaman mittausta eikä v-patoa. Näytteitä on otettu keväällä ja syksyllä. Havaintopaikan V8 vedenlaatu eroaa vertailuhavaintopaikan V15 vedenlaadusta, laadun ollessa selvästi heikompi.

Vuonna 2016 havaintopisteen V8 kokonaistyyppipitoisuus oli 3300-7000 µg Kok.N/l (ka. 5150 µg Kok.N/l), kokonaisfosforipitoisuus 32-57 µg Kok.P/l ja rautapitoisuus 9000-23 000 µg/l (ka. 16 000 µg/l), ollen selvästi suurempia kuin vertailupisteellä V15. Veden kloridipitoisuus (12-20 mg/l) ja sähkönjohtavuus (38-58 mS/m) olivat lähes 20-kertaisia vertailuhavaintopaikkaan V15 verrattuna.

Lokakuussa otettujen näytteiden perusteella V8 vedenlaatu on heikentynyt vuodesta 2013 lähtien kloridin, sähkönjohtavuuden, ravinteiden ja raudan osalta. Vastaavanlainen pitoisuustason muutos, tosin hetkellinen, havaittiin kaikkien suureiden osalta vuonna 2007 ja keväällä 2008, todennäköisesti vanhan kaatopaikan pintarakenteiden viimeistelytyöhön liittyen. Myös vuosi 2014 erottuu piikkiä. Vuosina 2014-2016 myös kiintoainepitoisuudet ovat olleet koholla.



Kuva 4. Pintavedet Kuikkalahden suuntaan. Ojahavaintopiste V8 vedenlaatu 2002-2016 huhtikuussa ja lokakuussa. Huom! Huhtikuussa näytteitä on otettu vuodesta 2008 lähtien.

6.2.2 Pohjavedet Kuikkalahden suuntaan (P3, P13 ja P5)

Kuikkalahden ja vanhan kaatopaikan väliin jäävät pohjavesihavaintopaikat P3 (keskellä vanhaa täyttöaluetta), P16 (Moisiontien eteläpuolella, pintavesialtaan vieressä) ja P13 (Moisiontien pohjoispuolella, lähellä V8-olahavaintopistettä).

Vuonna 2016 Kuikkalahden suuntaan purkautuvista pohjavesistä otettiin näyte havaintopaikalta P13 (18.10.2016). Näytteestä määritettiin sähköjohtavuus, kloridipitoisuus ja lämpötila. Tuloksia verrattiin havaintopaikan P3 vedenlaatuun.

Havaintopaikan P13 vedenlaadussa on ollut havaittavissa kaatopaikkavesivaikutus, aiemmin lievempänä, mutta vuosina 2015-2016 kloridin osalta voimistuen.

Pohjavesihavaintopaikan P13 kloridipitoisuudessa on ollut vaihtelua havaintopaikkaan P3 verrattuna (kuva 5), jonka kloridipitoisuuden trendi oli laskeva vuoteen 2009 asti ja sen jälkeen melko tasainen. Havaintopaikan P13 kloridipitoisuus puolestaan laski vuonna 2002 vallinneelta noin 28 mg/l tasolta tasolle 5,5 mg/l kevääseen 2010 mennessä, josta pitoisuudet nousivat hetkellisesti tasolle 17-23 mg/l (2011-2012). 2013-2015 välisenä aikana pitoisuudet olivat pienempiä, luokkaa 4,7-9,5 mg/l. Kevään 2015 jälkeen pitoisuudet ovat kuitenkin jälleen nousseet.

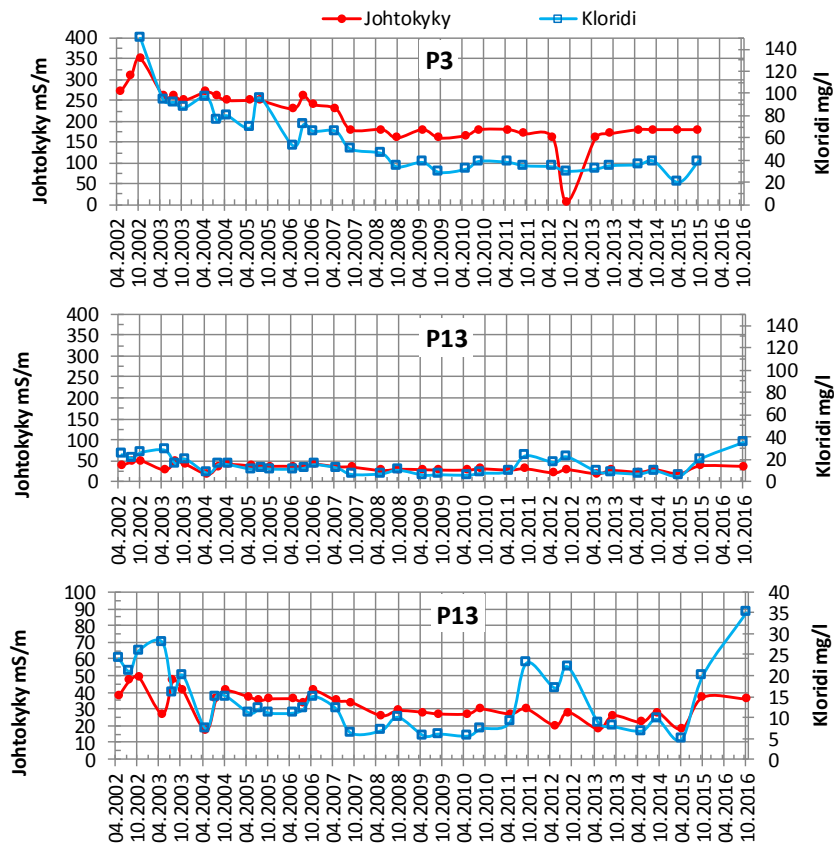
Vuoden 2016 lokakuussa havaintopaikan P13 kloridipitoisuus oli tarkkailujakson korkein (35 mg/l), ylittäen vesienhoitoasetuksen ympäristölaatunormin¹ (25 mg/l). Pitoisuus oli lähellä Kaakkolammen vanhan kaatopaikan täytön keskellä olevan pohjavesiputken P3 kloridipitoisuuksia (noin 40 mg/l) (kuva 5).

Kohonneista kloridipitoisuuksista huolimatta sähkönjohtavuus havaintopaikalla P13 on selvästi pienempi (36 mS/m) kuin havaintopaikalla P3 (esim. 2015: 180 mS/m).

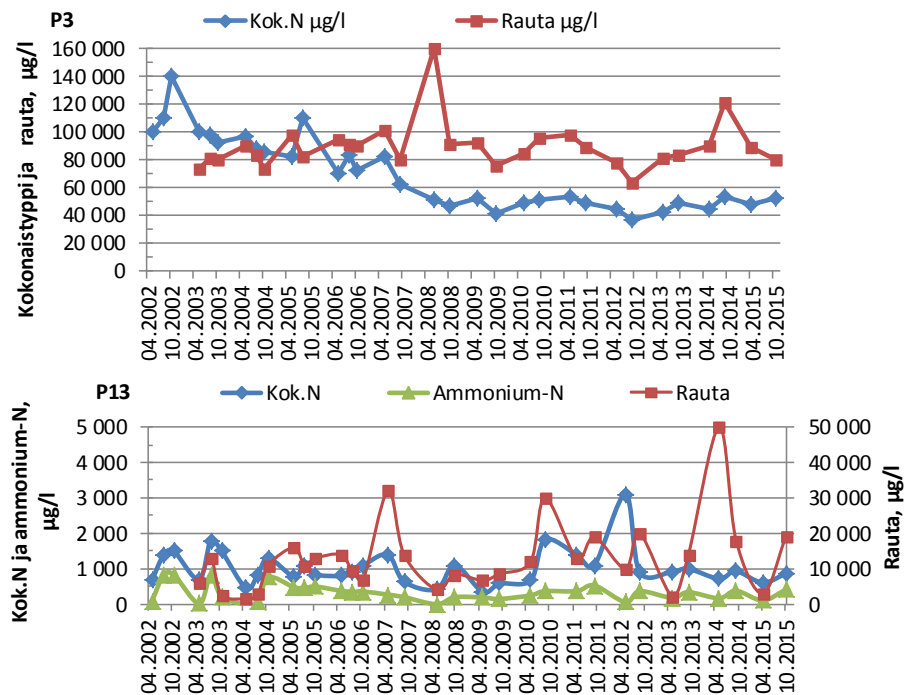
Ammoniumtyppipitoisuudet havaintopaikalla P13 olivat vuosina 2002-2014 tasolla 1-840 µg/l (ka. 326 µg/l) (kuva 6), ylittäen suurimmalla osasta havaintokertoja ympäristölaatunormin 200 µgNH₄-N/l. Ammoniumtyppipitoisuudet ovat kuitenkin olleet huomattavasti pienempiä kuin havaintopaikalla P3 (vanhan kaatopaikan täyttöalueella). Vuonna 2016 ammoniumtyypeä ei analysoitu.

Pohjavesiputken P13 vesi on aiempina vuosina ollut pääasiassa hapellista (1,3-12 mg/l), mutta lokakuussa 2015 vesi oli poikkeuksellisesti hapetonta. Vuonna 2016 happea ei mitattu.

¹ Pohjaveden ympäristölaatunormilla tarkoitetaan Valtioneuvoston asetuksessa 341/2009 sekä Euroopan yhteisön tasolla vahvistettua pilaavan aineen, pilaavien aineiden ryhmän tai pilaantumisen indikaattorin pitoisuutta pohjavedessä ilmaistuna laatunormina, jota ihmisen terveyden tai ympäristön suojelemiseksi ei saa ylittää sekä kansallisesti vahvistettua direktiivin 2006/118/EY artiklassa 2 kohdassa 2 tarkoitettua raja-arvoa.



Kuva 5. Pohjavesihavaintopaikkojen P3 (Kaakkolammen vanhan kaatopaikan täyttöalue) ja P13 (Kuikkalahden suuntaan purkavat pohjavedet) kloridipitoisuus ja sähkönjohtavuus vuosina 2002-2016. HUOM! kaksi alinta kuvaa esittävät samaa asiaa (erona y-akselien asteikko).



Kuva 6. Pohjavedet Kuikkalahden suuntaan. Havaintopaikkojen P3 (Kaakkolammen vanhan kaatopaikan täyttöalue) ja P13 kokonaistyyppi-, ammoniumtyyppi- ja rautapitoisuus vuosina 2002-2015 (P13, ei määrityksiä vuonna 2016).

6.2.3 Pohjavedet Tervahaudanlahden suuntaan (P8A ja P11)

Kaakkolammen vanhalta kaatopaikalta virtaa pohjavesiä myös koilliseen, Hirvasjärven Tervahaudanlahden suuntaan (kartta, kuva 2). Pohjavesien laatua tarkkailtiin vuonna 2016 havaintopisteillä P8A ja sen alapuolisella pisteellä P11.

Tervahaudanlahden suuntaan ei mene pintavesiä vanhan kaatopaikan tai viereisen Nousialan jäteaseman suunnalta.

Pohjavesitarkkailupisteellä P8A on havaittavissa selvä kaatopaikkavesivaikutus, vedenlaadun vastatessa hyvin pitkälti jätetäyttöalueen keskellä olevan havaintopaikan P3 vedenlaatua.

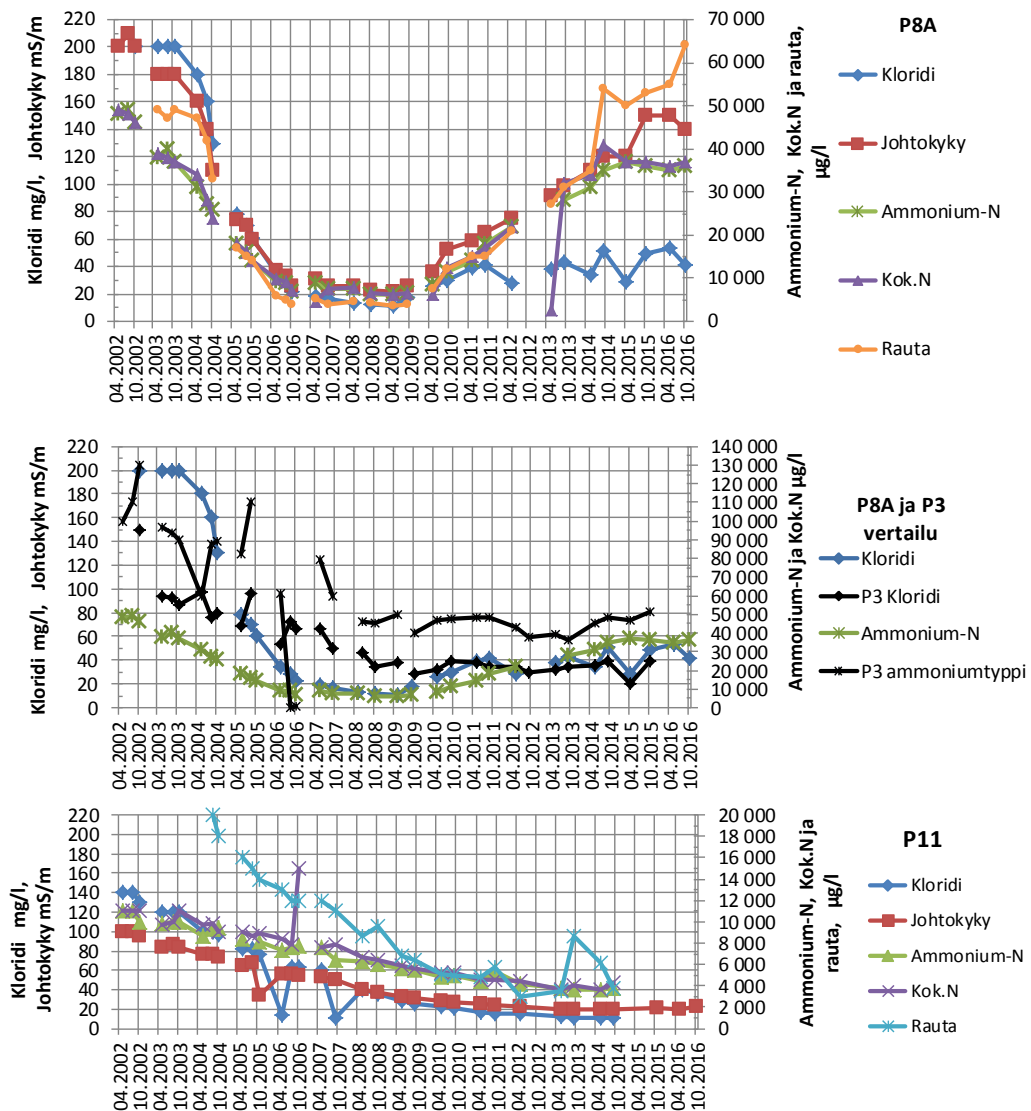
Tarkastelujaksolla 2002-2016 havaintopaikan P8A vedenlaatu parani nopeasti vuoteen 2007 asti, jonka jälkeen tilanne oli melko vakaa aina syksyyn 2009 asti, jolloin pitoisuudet lähtivät jälleen nousuun (kuva 7). Typen (Kok.N ja NH₄-N) pitoisuudet nousivat jyrkästi aina kevääseen 2015 asti, jonka jälkeen tilanne on tasaantunut. Myös johtokyvyn muutoksessa on havaittavissa tasaantumista syksystä 2015 lähtien. Rautapitoisuus vaikuttaa sen sijaan nousevan edelleen. Kevään 2014 jälkeen havaintopaikan P8A rautapitoisuus on noussut aiempaa nopeammin. Kloridin osalta pitoisuustason nousu on ollut huomattavasti hitaampaa.

Vuonna 2016 havaintopaikan P8A vesi oli hapeton, kuten aiempinakin havaintokertoina. Vedessä oli paljon rautaa (55 000-64 000 µg/l), osin hapettomuudesta johtuen. Liuenneesta raudasta, mutta myös kloridista johtuen, veden sähkönjohtavuus (140-150 mS/m) oli korkea. Kloridipitoisuus (41-54 mg/l) oli samaa tasoa kuin 2010-2015, ilmentäen kaatopaikkavesivaikutusta. Typeä oli paljon, ja se oli täysin ammoniumtyyppimuodossa (35 000 µg/l), osin hapettomuudesta johtuen. Ammoniumtyyppipitoisuus oli 5,5-kertainen 2008-2009 vallinneeseen tasoon (pitoisuuden laskua seurannut tasaantumisvaihe) nähden. Ammoniumtyyppipitoisuus ylitti Valtioneuvoston asettaman ympäristölaatunormin pohjaveden ammoniumtyyppipitoisuudelle (200 µg/l).

Havaintopaikalla P11 oli havaittavissa selvä kaatopaikkavesivaikutus 2000-luvun alussa, jonka jälkeen vedenlaatu on parantunut (kuva 7). Pitoisuudet laskivat tasaisesti aina vuoteen 2014 asti, jonka jälkeen tilanne vaikuttaa tasaantuneen. Havaintopaikan P11 vedenlaatu parempi kuin pisteellä P8A, vastaten lähinnä pohjavesipisteen P13 vedenlaatua.

Vuosina 2015-2016 havaintopaikan P11 vedenlaatua on tarkkailtu vain sähkönjohtavuuden avulla. Vuonna 2016 johtokyky oli 19-23 mS/m, ollen samaa luokkaa kuin vuotta aiemmin.

Pohjavesiputkessa P8A todettiin jälleen polttonestemäistä ja putkessa P11 liuotinmaista hajua. Lisäksi molempien putkien vesi haisi rikkivedyltä, mikä on merkki hapettomuudesta. Huhtikuussa 2015 putkessa P8A todettiin haihtuvia hiilivetyjä sekä keskiraskaita ja raskaita öljyhiilivetyjä, joiden pitoisuudet jäivät kuitenkin alle ympäristölaatunormien. Putkesta P11 pitoisuuksia ei mitattu. Havaintopaikan P8A arseenipitoisuus oli <1,0-1,2 µg/l, ollen alle pohjavesille asetetun ympäristölaatunormin (5 µg/l) ja talousvesiasetuksen raja-arvon 10 µg/l. Havaintopaikalta P11 arseenipitoisuutta ei määritetty.



Kuva 7. Tervahaudanlahden suuntaan purkautuvien pohjavesien vedenlaatu havaintopaikoilla P8A ja P11, sekä havaintopaikkojen P8A ja P3 kloridi- ja ammoniumtyppipitoisuuksien vertailu (keskimäinen kuva).

6.2.4 Kuikkalahti (Hirvasjärvi 038/V9) ja Hirvasjärven pääsyväne (Hirvasjärvi 198/V12)

Kaatopaikkavesien vaikutus Hirvasjärvessä on ollut havaittavissa korkeina kloridipitoisuuksina ja sähkönjohtavuutena. Kloridipitoisuudet nousivat Hirvasjärvessä kaatopaikan perustamisen (1967) jälkeen, aina 1990-luvun alkuun asti (Kuikkalahti max. 1993: 21 mg/l, pääallas max. 1993: 16 mg/l), jonka jälkeen pitoisuudet lähtivät laskuun.

Vuonna 2016 Kuikkalahden pohjanläheisen veden kloridipitoisuus oli 5,3-5,5 mg/l. Pitoisuustaso on hyvin lähellä 1960-luvun lopulla ja 1970-luvun alussa havaittuja pitoisuuksia (0,6-6,6 mg/l, ka. 4,6 mg/l). Pääaltaan puolella kloridipitoisuus on laskenut melko tasaisesti 90-luvun lopulta lähtien, pohjanläheisen veden kloridipitoisuuden vaihdella vuonna 2016 välillä 3,9-6,4 mg/l.

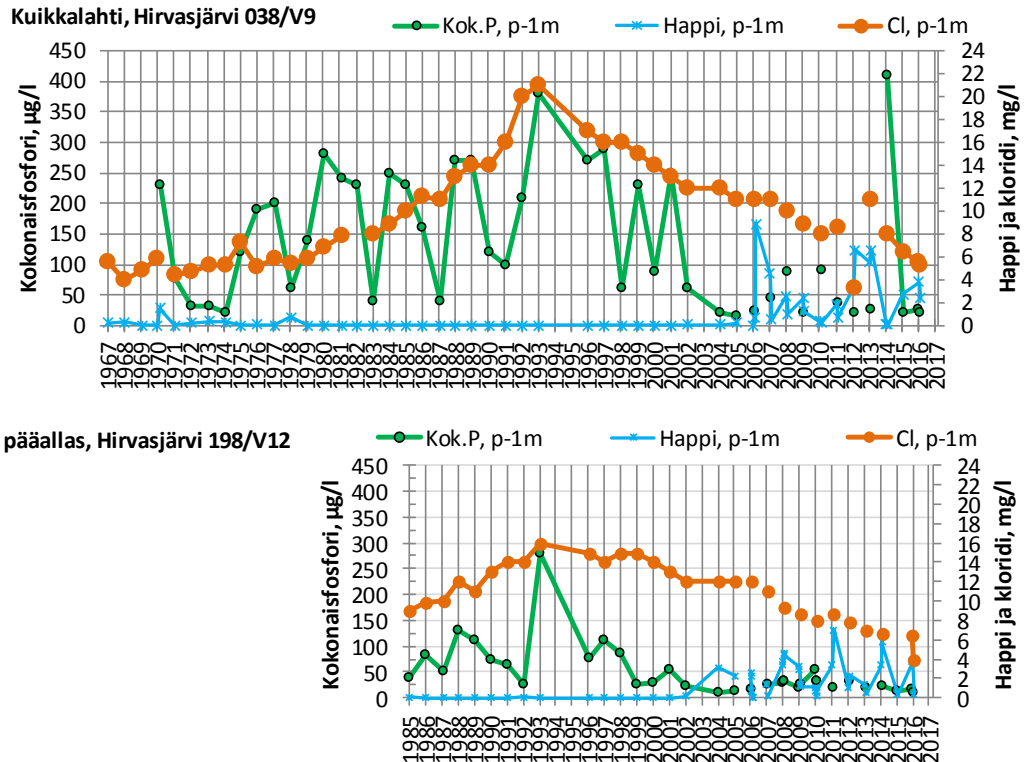
Hirvasjärven pääallasta ja Kuikkalahtea hapetetaan kaatopaikalta tulevien vesien vaikutusten kompensoimiseksi. Etelä-Savon ympäristökeskuksen asettamat ilmastuksen vähimmäistavoitteet alusveden alaosan happipitoisuudelle olivat vuoden 2007 huhtikuulle saakka vähintään 2 mg/l (kirje 28.1.2003 nro 0595Y0009-123). Voimassa olevassa ESA:n ohjelmassa ei numeraalisia tavoitteita asetettu.

Kuikkalahden (Hirvasjärvi 038/V9) Mixox-500 –hapetinlaite oli pois käytöstä vuoden 2014 alusta aina toukokuuhun 2015, jolloin se käynnistettiin uudelleen. Hapetin oli käytössä koko vuoden 2016. Pääsyvänteen (Hirvasjärvi 198/V12) 4 kW alusvesi-ilmastin oli käytössä 2014, mutta se pysäytettiin kokeiluluonteisesti toukokuun alussa 2015. Laite oli pois päältä koko loppuvuoden 2015 sekä talven 2016. Ilmastin käynnistettiin kesäksi 2016.

Talvella 2016 Kuikkalahden happitilanne oli erinomainen. Pohjanläheisen veden happipitoisuus oli maaliskuun lopulla 9 mg/l. Pohjanläheinen vesi oli viileää (p-1m 1,6-2 °C). Pääsyvännettä ei ilmastettu eikä hapetettu, mutta happitilanne säilyi koko talven hyvänä 10 metriin asti. Pohjan lähellä happea oli maaliskuun lopulla 1,5 mg/l, pitoisuuden muutosnopeuden ollessa 0,12 mg/l/d tammikuun ja helmikuun havaintojen perusteella. Pääsyvänteen alusveden lämpötila oli talven aikana 2,8-3,1 °C. Lämpötilan ja hapen lisäksi muita suureita ei analysoitu kummaltakaan havaintopaikalta.

Kesällä 2016 Hirvasjärveä hapetettiin koko laitekapasiteetilla. Kuikkalahdella ≥ 5 m syvyiset alueet olivat alusvettä. Alusvesi oli lämmintä hapetuksesta johtuen. Alusveden happitilanne heikkeni kesän aikana siten, että heinäkuun puolivälissä happea oli 3,8 mg/l ja elokuun loppupuolella 2,4-4,3 mg/l. Hapettomuutta ei havaittu. Alusveden ravinnepitoisuus oli kuitenkin kesän aikana hieman suurempi kuin päällysveden, pitoisuuseron ollessa suurin heinäkuun havaintokerralla, jolloin päällysveden fosforipitoisuus oli 16 µg/l (lievästi rehevä) ja pohjanläheisen veden 27 µg/l. Klorofyllipitoisuudet vaihtelivat kesän aikana välillä 5,4-21 µg/l, keskipitoisuuden ollessa 12 µg/l (rehevä). Perustuottajien runsautta ilmensi myös päällysvedessä koko kesän vallinnut happiylitylläystila (103-127%), joka oli suurin heinäkuussa.

Pääaltaan happitilanne heikkeni kesän aikana siten, että heinäkuussa pohjan lähellä oli happea 3,7 mg/l ja elokuussa 0,4 mg/l. Sisäistä kuormitusta ei kuitenkaan havaittu, vaan kuten kesällä 2015, pohjanläheisen veden fosforipitoisuus oli kesän molemmilla havaintokerroilla pienempi kuin päällysveden (ka. 1 m 16,5 µg Kok.P/l, ka. p-1m 13 µg/l).



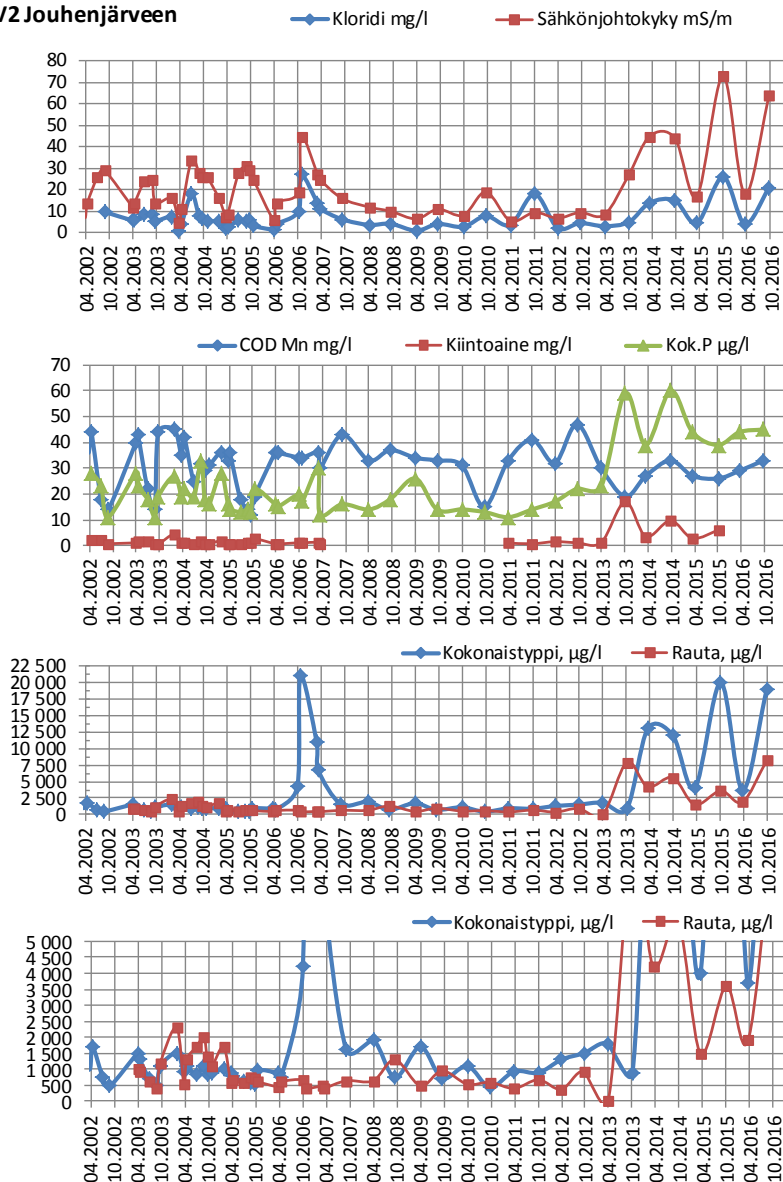
Kuva 8. Hirvasjärven Kuikkalahden (038) ja pääsyvänteet (198) pohjanläheisen veden happi-, kloridi- ja kokonaisfosforipitoisuus **loppukesällä, heinä-syyskuussa.**

6.3 Jouhenjärven suuntaan kulkeutuvat vedet

6.3.1 Pintavedet Jouhenjärven suuntaan (V2)

Jouhenjärveen laskevan ojahavaintopaikan V2 vedenlaadussa tapahtui muutos huonompaan syksyllä 2013. Vuonna 2016 sähkönjohtavuus, kloridi-, rauta- ja kokonaistyyppi-, kokonaisfosforipitoisuus olivat edelleen koholla aiempien vuosien tasoon verrattuna (kuva 9). Kloridipitoisuus oli keväällä pieni (4,2 mg/l), samaa tasoa kuin edellisenä keväänä. Lokakuussa pitoisuus oli 21 mg/l, edelleen samaa tasoa kuin vuonna 2015 vastaavaan aikaan. Lokakuussa mitattu kloridipitoisuus oli nelinkertainen vuosien 2002-2013 keskipitoisuuteen (n. 5 mg/l) verrattuna, ja monikymmenkertainen vertailuhavaintopaikan V15 keskimääräiseen kloridipitoisuuteen verrattuna (ka. 0,86 mg/l, max. 2,9 mg/l).

V2 Jouhenjärveen



Kuva 9. Jouhenjärveen laskeva ojahavaintopiste V2, vedenlaatu 2002-2016. Huom! kaksi alinta kuvaa esittävät samaa asiaa, raudan ja kokonaistypen pitoisuutta, y-akselin asteikon ollessa eri.

6.3.2 Pohjavedet Jouhenjärven suuntaan (P2, P7)

Pohjavesien virtaussuunta Kaakkolammen vanhan kaatopaikan ja Nousialan jäteaseman suunnasta kohti Jouhenjärveä on luode-kaakko. Pohjaveden laatua Nousialan jäteaseman alueella on tarkkailtu havaintopaikoilla P2 ja P7. Vuonna 2016 näytteitä otettiin vain putkesta P2 (kartta, kuva 2).

Pohjavesiputkien P2 ja P7 vedessä on havaittavissa kaatopaikkavesivaikutus kohonneina kloridipitoisuuksina. Havaintoputken P2 kloridipitoisuudet ovat nousseet vuodesta 2012 lähtien, ollen vuonna 2015-2016 22-33 mg/l, ka. 26,5 mg/l (vrt. 2006 n. 3 mg/l). Havaintopaikan P7 kloridipitoisuus on puolestaan laskenut hiljalleen vuodesta 2006, pitoisuuden ollessa vuonna 2015 ka. 22,5 mg/l (vrt. 2006 ka. 41 mg/l). Parin viime vuoden (2015-2016) aikana kloridipitoisuudet havaintopaikoilla P2 ja P7 ovat olleet samalla tasolla

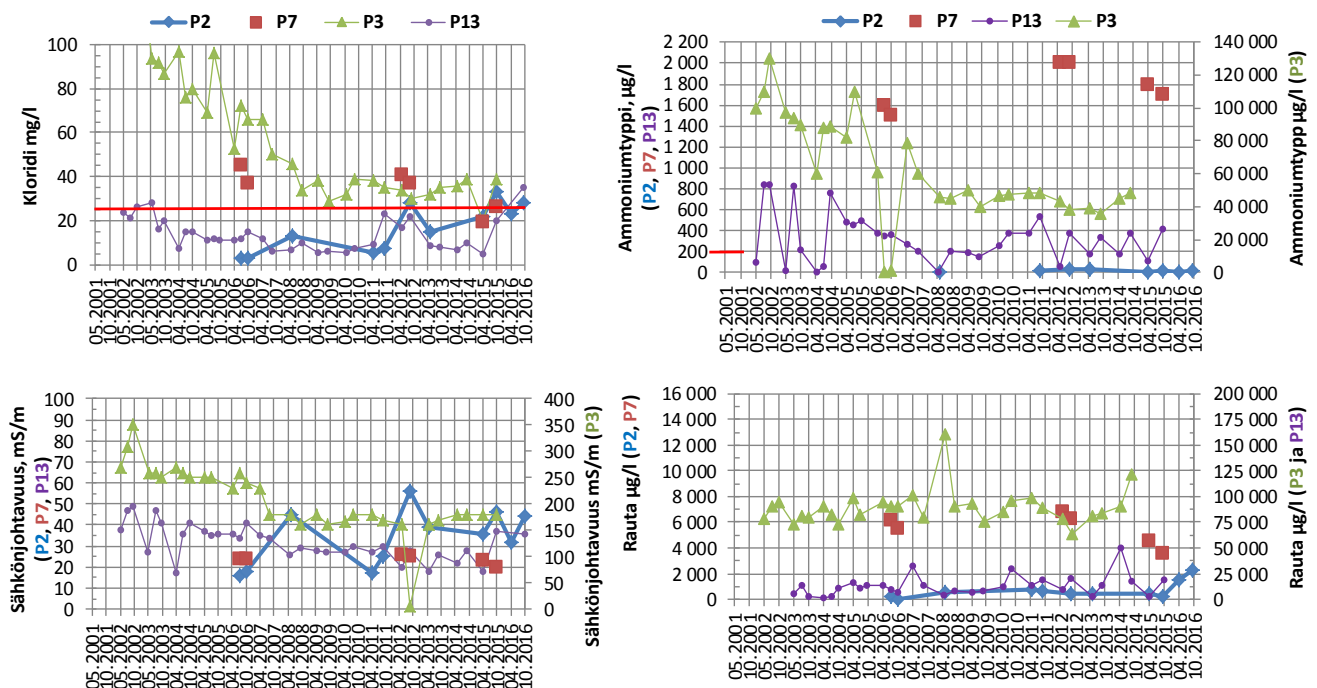
Kaakkolammen vanhan kaatopaikan täyttöalueen keskellä olevan pohjavesihavaintoputken P3 ja Kuikkalahden lähellä olevan putken P13 kanssa (kuva 10).

Havaintoputkessa P2 vesi on hapellista ja putkessa P7 hapetonta, vaikuttaen aineiden liukenemiseen ja havaittuihin pitoisuuksiin. Havaintoputken P7 veden rautapitoisuus on ollut korkea (2006-2015: 3600-6800 µg/l, ka. 5483 µg/l), ja putken P2 puolestaan alle kymmenesosa siitä, ka. 414 µg/l (2006-2015). Vuonna 2016 havaintopaikan P2:n rautapitoisuus oli kuitenkin moninkertainen aiempaan verrattuna (1500-2300 µg/l), vaikka veden happipitoisuudessa ei havaittu muutosta aiempaan.

Havaintopaikalla P2 sähkönjohtavuus on ollut vuosina 2006-2015 16-56 mS/m (ka. 33 mS/m), ja vuonna 2016 32-44 mS/m. Havaintopaikalla P7 sähkönjohtavuus on ollut korkeammasta rautapitoisuudesta huolimatta hieman pienempi, 20-26 mS/m (ka. 26 mS/m).

Havaintopaikkojen P2 ja P7 vedenlaadut eroavat merkittävästi ammoniumtyyppipitoisuuden osalta. Havaintopaikalla P7 ammoniumtyypin pitoisuuden ovat olleet korkeita (1500-2000 µg/l), ylittäen ympäristölaatunormin (200 µg NH₄N/l), kun taas P2:lla pitoisuudet ovat olleet pieniä (2-31 µg/l (ka. 14 µg/l)). Havaintopaikan P7 korkeat ammoniumtyyppipitoisuudet voivat liittyä hapettomuuteen, kuten myös korkeat rautapitoisuudet, osittain mahdollisesti myös kaatopaikkavesivaikutukseen. Pitoisuudet ovat kuitenkin olleet huomattavasti pienempiä kuin Kaakkolammen vanhan kaatopaikan keskellä olevalla havaintopaikalla P3 (36 000-130 000 µg/l).

Arseenipitoisuus havaintoputkissa P2 ja P7 ovat olleet alle ympäristölaatunormin (5 µg/l). Esimerkiksi vuonna 2015 arseenin pitoisuus oli havaintopaikalla P2 2,2-3 µg/l ja P7 1,2-1,3 µg/l. Vuonna 2016 arseenipitoisuus havaintopaikan P2 vedessä oli tavanomaista suurempi, 9,5-12 µg/l, ylittäen ympäristölaatunormin.



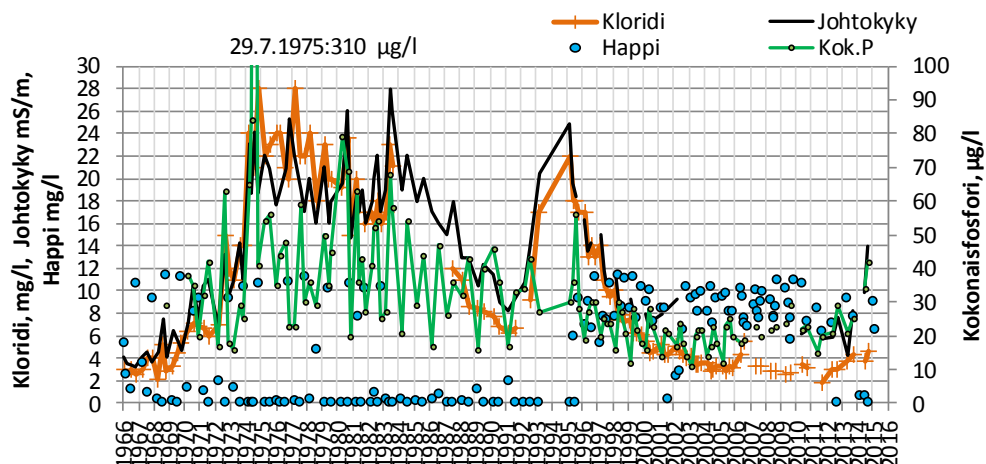
Kuva 10. Vedenlaatu pohjavesiputkissa P2 ja P7, sekä vertailunpisteillä P3 ja P13. **HUOM!** Rauta-, ammoniumtyppi- ja sähköjohtavuuskuvissa on kaksi y-akselia.

6.3.3 Jouhenjärvi (V3)

Jouhenjärven tarkkailusyvänteellä V3 on ollut jatkuvia talvi- ja kesäaikaisia alusveden happiongelmia (kuva 11), jonka takia syvännettä on ilmastettu AireO₂-pintailmastimella. Ilmastus loppui syksyllä 2014 laiteviasta johtuen. Vuonna 2015 Jouhenjärvellä pidettiin kokeellinen hapetustauko ilmastustarpeen selvittämiseksi. Pohjanläheinen vesi oli hapeton kaikilla havaintokerroilla (18.3., 11.6. ja 31.8.: 0,1-0,6 mg/l, kyll% 1-5). Elokuussa havaittiin hapettomuudesta johtuvaa ravinteiden ja raudan liukenemista.

Ilmastustauko Jouhenjärvellä jatkui vuonna 2016. Näytteitä otettiin vain talvella, 12.1. ja 11.2.2016. Happitilanne oli hyvä molemmilla havaintokerroilla. Helmikuussa pohjan lähellä oli happea 6,6 mg/l (48 kyll%) ja vesi oli 2,6 asteista. Muita suureita ei määritetty.

Jouhenjärven kloridipitoisuudet olivat korkeimmillaan 1970-luvulla (max. 28 mg/l), sekä 1990-luvun puolivälissä (max. 19,5 mg/l), jonka jälkeen pitoisuudet laskivat aina vuoteen 2012 asti. Vuosina 2013-2015 kloridipitoisuuksissa oli havaittavissa lievää nousua. Jouhenjärven kloridipitoisuus (2014-2015: 3,7-4,7 mg/l) on kuitenkin edelleen noin puolet pienempi kuin esimerkiksi Hirvasjärven Kuikkalahden syvänteessä.



Kuva 11. Jouhenjärven happi-, kloridi- ja kokonaisfosforipitoisuus, sekä veden sähköjohtavuus 1996-2016.

7. YHTEENVETO

Kaakkolammen vanhan kaatopaikan Kuikkalahden suuntaan purkautuvien vesien keräystä ja ohjausta parannettiin kesän ja syksyn 2015 aikana. Parannuksia tehtiin maisemoidulta vanhalta täyttöalueelta kertyvien suotovesien keräyslinjojen osalta. Lisäksi kunnostettiin siiviläputkikaivoa suojapumppauksien optimoimiseksi.

Hirvasjärven Kuikkalahteen laskevat pintavedet havaintopisteellä V8 ilmensivät kuormitusvaikutusta yläpuoliselta valuma-alueelta. Syysnäytteiden perusteella havaintopaikan kloridi-, rauta- ja ravinnepitoisuudet sekä johtokyky ovat nousseet vuodesta 2013 lähtien. Pitoisuudet ovat moninkertaisia vertailupisteen V15 vedenlaatuun verrattuna.

Kuikkalahden suuntaan purkautuvissa pohjavesissä (P13) havaittiin heikko kuormitusvaikutus. Havaintopaikan P13 vedenlaatu on hiljalleen parantunut 2000-luvun alun tilanteeseen verrattuna, mutta tulosten perusteella **kloridipitoisuus on jälleen noussut syksystä 2015 lähtien.** Vuonna 2016 pitoisuus oli 35 mg/l, ylittäen pohjavesille asetetun ympäristölaatunormin (25 mg/l). Havaittu kloridipitoisuus vastaa vanhan kaatopaikan keskellä olevan pohjavesihavaintopaikan P3 tasoa (n. 40 mg/l). Muita suureita ei analysoitu.

Hirvasjärven Tervahaudanlahden suuntaan kulkeutuu pohjavesiä Kaakkolammen vanhan kaatopaikan ja Nousialan jäteaseman alueelta. **Tervahaudanlahden suuntaan kulkevassa ruhjevyöhykkeessä olevan pohjavesihavaintopaikan P8A vedenlaadussa oli jälleen havaittavissa selvä kaatopaikkavesivaikutus,** vastaten pohjavesihavaintopaikan P3 vedenlaatua. Vuonna 2010 alkanut vedenlaadun heikkeneminen on pysähtynyt typen osalta, mutta kloridipitoisuus ja ennen kaikkea johtokyky ja rautapitoisuus nousevat edelleen. Tarkkailupisteellä P8A havaittiin jälleen polttonestemäistä hajua, haihtuvien ja raskaampien öljyhiilivetyjen pitoisuuksien jäädessä kuitenkin alle Valtioneuvoston asetuksessa mainittujen ympäristölaatunormien. **Ruhjevyöhykkeen Tervahaudanpuoleisessa päässä olevalla pohjavesihavaintopaikalla P11 kaatopaikkavesivaikutus oli lievä.** Vedenlaatu vastasi lähinnä havaintopaikan P13 laatua. Johtokyvyn perusteella havaintopaikan P11 vedenlaadussa 2002-2013 havaittu positiivinen muutoskehitys on pysähtynyt ja tila on tasaantunut.

Hirvasjärven Kuikkalahdessa ja pääaltaan syvänteessä havaittiin enää hyvin lievä kaatopaikkavesien kuormitusvaikutus. Pohjanläheisen veden kloridipitoisuudet olivat avovesikaudella luokkaa 4-6 mg/l, eli keskimäärin noin kolmannes ojahavaintopaikan V8 pitoisuuksista. Hirvasjärvellä vuonna 2016 havaitut kloridipitoisuudet lähentelevät 60-70-lukujen tasoa (noin 4 mg/l). Kloridipitoisuuden trendi vaikuttaisi olevan edelleen laskusuunnassa.

Hirvasjärven Kuikkalahtea hapetettiin talvella 2015-2016. Hapetilanne oli erinomainen vielä maaliskuun lopulla. Pääallasta ei hapetettu eikä ilmastettu talven aikana. Alusveden loppupalvinen hapetilanne oli heikko, mutta hapettomuutta ei havaittu.

Kesällä 2016 Hirvasjärveä hapetettiin koko laitekapasiteetilla. Kuikkalahdella alusveden hapetilanne heikkeni loppukesää kohti, mutta hapettomuutta ei havaittu. Hapellisista olosuhteista huolimatta Kuikkalahden alusveden kokonaisfosforipitoisuus oli sekä heinä- että elokuussa päällysvettä korkeampi, viitaten ravinteiden vapautumiseen pohjalta. Alusveden kokonaisfosforista huomattava osa oli liukoisessa, leville suoraan käyttökelpoisessa fosfaattifosforimuodossa. Liukoisten ravinteiden osalta tulee kuitenkin huomioida

epävarmuus, joka liittyy näytteenoton ja analysoinnin välisestä aikaerosta: liukoisten ravinteiden pitoisuus näytteessä muuttuu kuljetuksessa jo tuntien aikana, ellei näytteitä esikäsitellä (suodateta) jo kentällä. Hirvasjärven pääaltaalla happitilanne heikkeni kesän aikana siten, että loppukesällä pohjanläheinen vesi oli lähes hapeton. Pääsyvänteellä ei kuitenkaan havaittu sisäistä ravinnekuormitusta, pohjanläheisen veden kokonaisfosforipitoisuuden ollessa hieman päällysvettä pienempi.

Hirvasjärven päällysveden klorofyllipitoisuus oli kesän aikana tasolla 5-20 µg/l, vastaten lievästi rehevän ja erittäin rehevän veden arvoja. Pitoisuus oli korkein heinäkuussa, jolloin järvellä oli runsas sinileväkukinta.

Jouhenjärveen laskevien pintavesien (V2) laadussa vuonna 2013 havaittu heikkeneminen jatkui vuoden 2016 havaintokerroilla. Kloridipitoisuus oli suurin syksyn havaintokerralla, kuten vuotta aiemmin. Myös Jouhenjärven suuntaan purkautuvien pohjavesien laadussa on ollut havaittavissa muutosta havaintopaikan P2 osalta, jossa kloridipitoisuudet ovat selvästi nousseet vuodesta 2006. Havaintopaikalla P7 kloridipitoisuus on puolestaan laskenut.

Jouhenjärveä ei ilmastettu talvella 2016. Tammi- ja helmikuun havaintokerroilla happitilanne oli kuitenkin vielä hyvä. Jouhenjärveen laskevien vesien merkitystä Jouhenjärven kannalta ei voi voitu arvioida tarkemmin, koska näytteitä otettiin vain talvella, ja analysoitujen suureiden määrä rajoittui happeen ja lämpötilaan.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Hirvasjärven Kuikkalahden ja Jouhenjärven suuntaan kohdistuva kuormitus on lisääntynyt vuodesta 2013 lähtien ojahavaintopaikkojen pitoisuuksien kohoamisen perusteella. Syy vedenlaadun heikkenemiseen ei ole selvä, mutta kohonneet kloridipitoisuudet viittaavat kaatopaikkavesivaikutukseen.

Kaatopaikkavesivaikutus on yhteinen tekijä ojahavaintopaikoille V8 ja V2, koska havaintopaikoille johdetaan kaatopaikka-alueille kertyviä puhtaita pintavesiä, ja lisäksi niihin kohdistuu pohjavesivirtauksia Nousialan ja Kaakkolammen suunnalta.

Havaittuja vedenlaatumuutoksia voivat selittää muutokset suojapumppauspaikoissa ja määrissä, jolloin suoto- ja pohjavesien virtaukset, pinnankorkeuden tasot ja purkautumisreitit ovat saattaneet muuttua. Suoto- ja pohjavesien tarkkaa kulkeutumista ja purkautumista alueella ei kuitenkaan tunneta ja sitä tullessaankin selvittämään jatkossa.

Kaatopaikkavesien kaltaista kuormitusta voi aiheutua myös louhoksen valumavesistä (tyyppipitoiset räjähdysainejäämät ja polynsidontaan käytetyt suolat). Louhokselta tulevien vesien laadusta tai määrästä ei kuitenkaan ole tietoa. Pääosa louhos- ja asfalttiasemanalueen hulevesistä purkautuu Hirvasjärven Kuikkalahden suuntaan, joten sen vaikutus kohdistuisi vain havaintopaikkaan V8.

Hirvasjärven Kuikkalahden hapetuksen jatkaminen vaikuttaa olevan perusteltua hapettomuudesta aiheutuvan sisäisen kuormituksen estämiseksi. Kesän 2016 tulosten perusteella Kuikkalahden syväne näyttäisi toisinaan purkavan ravinteita hapellisista olosuhteista huolimatta. Hapetuksen myötä päälly- ja alusveden pitoisuuserot eivät

kuitenkaan ole enää yhtä suuria kuin esimerkiksi 1990-luvulla, joten Kuikkalahden tila on jossain määrin kohentunut.

Hirvasjärven pääaltaan tila vaikuttaisi Kuikkalahteen verrattuna vakaalta. Koeluonteinen ilmastustauko vuonna 2015 ja talvella 2016 ei lisännyt pohjalta vapautuvien ravinteiden määrää, vaikka happitilanne olikin loppukesällä ja lopputalvella heikko. Alusvesi-ilmastusta ei kuitenkaan voida suositella vielä lopettavan, koska mm. elokuun alussa 2015 alusveden alaosa oli hapeton 10 m syvemmällä alueilla.

Kuikkalahden syvännealueelta vapautuvat ravinteet vaikuttavat koko Hirvasjärven tilaan, ravinnerikkaampien vesien virratessa Kuikkalahdelta pääaltaan puolelle. Tämä näkyi kesällä 2015 ja 2016 pääaltaan puolella päällysveden alusvettä korkeampana ravinnepitoisuutena.

Ajoittain runsaaseen levien määrään vaikuttaa ravinteiden lisäksi myös esimerkiksi järven kalasto. Kalaston rakenteen vääristyessä (eläinplaktonia ravintonaan käyttävien pienten särkien ja ahventen määrän lisääntyessä) kasviplanktoniin kohdistuva laidunnuspaine vähenee ja seurauksena levämäärät kasvavat.

Hirvasjärven nykyisen tilan kannalta kaatopaikkavesiä merkittävämpää onkin järven sisäinen ravinteiden kierrätysprosessi. Kokonaisuutta tullaan selvittämään tarkemmin Hirvasjärven kunnostussuunnitelmaa tehtäessä vuoden 2017 aikana.

Kuopio 12.12.2016

Eeva Kauppinen
Maaperägeologi

Erkki Saarijärvi
Limnologi

9. LÄHTEET

Etelä-Savon ELY –keskuksen lausunto 09.02.2010 Dnro ESAELY/71/07.00/2010. Lausunto Kaakkolammen kaatopaikan suojapumppausten muuttamisesta.

Etelä-Savon ELY –keskuksen lausunto 10.2.2015 Dnro ESAELY/213/07.00/2010. Lausunto: Vesientarkkailuohjelma, Kaakkolammen vanha kaatopaikka; Hapettaminen ja suojapumppaukset.

Saarijärvi, E. 16.10.2014. Vesientarkkailuohjelma, Kaakkolammen vanha kaatopaikka.

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

Säämänen, A. 2015. Kaakkolammen kaatopaikan vesienhallinnan selvitys. Luonnos 15.5.2015. Ramboll Finland Oy.

Tikka, J. 29.10.2009. Selvitys Kaakkolammen kaatopaikan suojapumppauksen vaikutuksista. Savolab/Viljavuuspalvelu Oy.

Valtioneuvoston asetus vesien hoidon järjestämisestä 1040/2006, annettu 30.11.2006.

Ympäristölupapäätös ESA-2004-Y-243-111, annettu 2.10.2009. Savonlinnan Seudun Jätehuolto Oy:n Nousialan aluejätelaitoksen toiminta.

10. LIITTEET

Tulokset. Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vesistötarkkailu vuonna 2016

Ottopaikka	Ottopäivä	Vesipinta putken päästä	Näytteenottosyvyys	Näkösyvyys	Maksimisvyvyys	Lämpötila	Happipitoisuus (O2)	Hapen kylästyproscentti	Fek. koliformit (44 °C 24 h)	Sameus	Väriluku	pH	Sähköjohtavuus	Kloridi (Cl)	Typpi (N), kokonais-	Fosfori (P), kokonais-	Rauta (Fe)	Nitraatti- ja nitriittitypen summa (NO2-N + NO3-N)	Fosfaattifosfori (PO4-P), liuk.	Klorofylli-a	Kiintoaine (GF/C)	CODMn	Ammoniumityppi (NH4- N)	Ammoniumityppi (NH4- N)	Arseeni (As)	Sulfaatti (SO4)	Ulkonäkö	Haju	
		m	m	m	m	°C	mg/l	%	pmy/100 ml	NTU	mg Pt/l		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l			
Savonlinna, Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vesistötarkkailu, Hirvasjärvi V9																													
Hirvasjärvi V9	12.1.2016		1	4,3	14,0	1,0	12,7	89																			k	h	
Hirvasjärvi V9	12.1.2016		5			1,6	11,4	82																			k	h	
Hirvasjärvi V9	12.1.2016		10			1,6	11,6	83																			k	h	
Hirvasjärvi V9	12.1.2016		12,5			1,6	11,4	82																			k	h	
Hirvasjärvi V9	11.2.2016		1	5,8	14,2	0,5	12,5	87																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	11.2.2016		5			1,6	10,3	74																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	11.2.2016		10			1,8	10,2	73																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	11.2.2016		13			1,8	10,5	75																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	23.3.2016		1	4,8	13,5	1,2	11,1	79																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	23.3.2016		5			1,9	9,0	65																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	23.3.2016		10			2,0	8,8	63																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	23.3.2016		12,5			2,0	9,0	65																			k,v	h	
Hirvasjärvi V9	7.6.2016		1	3,4	13,3	16,0	10,2	103	2	1,4	10	7,7	11		350	15	23										k	lmt	
Hirvasjärvi V9	7.6.2016		5			13,3	8,0	76																			k	h	
Hirvasjärvi V9	7.6.2016		10			13,3	8,1	78																			k	h	
Hirvasjärvi V9	7.6.2016		12			13,3	8,2	78		2,6	20	7,2	11	5,4	330	15	50										k	h	
Hirvasjärvi V9	7.6.2016		0-2																	5,4									
Hirvasjärvi V9	19.7.2016		1	1,4	13,1	20,1	11,5	127					11		590	16		<4,0	<2,0								v, ls	mt	
Hirvasjärvi V9	19.7.2016		3			17,8																							
Hirvasjärvi V9	19.7.2016		5			16,6	3,9	40					11	5,5	450	23		7,6	2,9								v, ls	lähes hajuton	
Hirvasjärvi V9	19.7.2016		7			16,5																							
Hirvasjärvi V9	19.7.2016		10			16,5	3,8	39					11		450	22		7,9	3,8								v, ls	lähes hajuton	
Hirvasjärvi V9	19.7.2016		12			16,3	3,8	39					11	5,5	440	27		7,9	4,4								v, ls	lähes hajuton	
Hirvasjärvi V9	19.7.2016		0-2			20,0														21									
Hirvasjärvi V9	22.8.2016		1	2,5	13,1	18,5	9,8	104	0	2,4	20	7,6	10		390	18	120	<4,0	4,0								v,s	smt	
Hirvasjärvi V9	22.8.2016		3			18,1																							
Hirvasjärvi V9	22.8.2016		5			17,4	4,3	45					11		480	26		<4,0	3,9								v,s	smt	
Hirvasjärvi V9	22.8.2016		7			17,4																							
Hirvasjärvi V9	22.8.2016		10			17,4	2,8	29					11		490	22		6,1	4,6								v,s	smt	
Hirvasjärvi V9	22.8.2016		12			17,4	2,4	25		4,4	35	6,9	11	5,3	470	20	200	5,9	3,1								v,s	smt	
Hirvasjärvi V9	22.8.2016		0-2			18,5														10									
Savonlinna, Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vesistötarkkailu, Hirvasjärvi V12																													
Hirvasjärvi V12	12.1.2016		1	3,8	17,2	1,0	13,9	98																			k	h	
Hirvasjärvi V12	12.1.2016		5			1,5	11,7	83																			k	l	
Hirvasjärvi V12	12.1.2016		10			2,0	10,8	78																			k	s	
Hirvasjärvi V12	12.1.2016		15,5			2,5	9,7	71																			k	s	
Hirvasjärvi V12	11.2.2016		1	5,5	16,6	0,5	12,9	89																			k,v	h	
Hirvasjärvi V12	11.2.2016		5			2,1	10,0	73																			k,v	h	
Hirvasjärvi V12	11.2.2016		10			2,2	9,1	66																			k,v	h	
Hirvasjärvi V12	11.2.2016		15			2,8	6,0	44																			k,v	lmt	
Hirvasjärvi V12	23.3.2016		1	4,6	16,3	1,2	11,6	82																			k,v	h	
Hirvasjärvi V12	23.3.2016		5			2,2	8,2	60																			k,v	h	
Hirvasjärvi V12	23.3.2016		10			2,6	7,0	51																			k,v	h	
Hirvasjärvi V12	23.3.2016		15			3,1	1,5	11																			k,v	mt	
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		1	1,4	16,3	19,9	10,7	118					11		580	18		<4,0	<2,0								v, ls	mt	
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		3			18,2																							
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		5			15,1	4,5	45					11	5,4	420	15		7,6	<2,0								v, ls	mt	
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		7			14,8																							
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		10			13,5	5,3	51					11		440	13		13	<2,0								v, ls	mt	
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		12,5			12,0																							

Ottopaikka	Ottopäivä	Vesipinta putken päästä m	Näytteenottosyvyys m	Näkösyvyys m	Maksimisyyvyys m	Lämpötila °C	Happipitoisuus (O2) mg/l	Hapen kyllästysprosentti %	Fek. koliformit (44 °C 24 h) pmy/100 ml	Sameus NTU	Väriluku mg Pt/l	pH	Sähkönjohtavuus mS/m	Kloridi (Cl) mg/l	Typpi (N), kokonais- µg/l	Fosfori (P), kokonais- µg/l	Rauta (Fe) µg/l	Nitraatti- ja nitriittitypen summa (NO2-N + NO3-N) µg/l	Fosfaattifosfori (PO4-P), liuk. µg/l	Klorofylli-a µg/l	Kiintoaine (GF/C) mg/l	CODMn mg/l	Ammoniumtyppi (NH4-N) µg/l	Ammoniumtyppi (NH4-N) µg/l	Arseni (As) µg/l	Sulfaatti (SO4) mg/l	Ulkonäkö	Haju	
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		15			9,6	3,7	32					11	6,4	550	15		31	4,4								v, ls	mt	
Hirvasjärvi V12	19.7.2016		0-2			19,8														22								v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		1	2,8	16,2	19,2	9,4	102	0	1,7	15	7,7	10		370	15	42	<4,0	<2,0									v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		3			18,2							10		400	21		<4,0	<2,0									v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		5			17,2	4,3	45					10		400	21		<4,0	<2,0									v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		7			16,6							11		520	13		28	<2,0									v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		10			15,7	3,7	38					11		520	13		28	<2,0									v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		12,5			14,4																						v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		15			12,6	0,4	4,1		7,4	50	6,8	11	3,9	750	11	69	23	2,2									v,s	lmt
Hirvasjärvi V12	22.8.2016		0-2			19,2														7,6								v,s	lmt
Savonlinna, Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vesistötarkkailu, Jouhenjärvi V3																													
Jouhenjärvi V3	12.1.2016		1	2,6	6,1	0,5	12,6	87																				lke	l
Jouhenjärvi V3	12.1.2016		3			1,0	11,2	79																				lke	l
Jouhenjärvi V3	12.1.2016		5			2,0	9,1	66																				lke	l
Jouhenjärvi V3	11.2.2016		1	3,0	6,1	1,2	11,4	81																				ke	h
Jouhenjärvi V3	11.2.2016		3			1,8	9,6	69																				ke	h
Jouhenjärvi V3	11.2.2016		5			2,6	6,6	48																				ke	h
Savonlinna, Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vesistötarkkailu, Oja V2																													
V2 Jouhenjärveen laskeva puro 091	13.4.2016					1,2						6,9	18	4,2	3700	44	1900					<2,0	29					kirkas, ruskehtava	kaatopaikkamainen
V2 Jouhenjärveen laskeva puro 091	18.10.2016					4,8						7,1	64	21	19000	45	8200					10	33					ruskehtava, opalisoiva, vaahtoava	kaatopaikkamainen
Savonlinna, Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vesistötarkkailu, Oja V8A																													
V8A Oja 356 Hirvasjärven suuntaan	13.4.2016					3,0						6,7	38	12	3300	32	9000					19	11					kirkas	metalli-mainen
V8A Oja 356 Hirvasjärven suuntaan	18.10.2016					8,8						6,5	58	20	7000	57	23000					24	14					kellertävä, lähes kirkas	kaatopaikkamainen
Savonlinna, Kaakkolammen vanhan kaatopaikan vesistötarkkailu, pohjavesiputket																													
Havaintoputki P2	3.5.2016	7,30	35			6,4	2,7	22		23		7,1	32	23	120		1500							4		9,5		väritön, lähes kirkas	hajuton
Havaintoputki P8A	3.5.2016	3,40	8			6,2	<0,2	<2,0		260		6,5	150	54	36000		55000								35000	1,2	3,3	lähes kirkas, väritön, vaahtoava	polttonestemäinen
Havaintoputki P11	3.5.2016	1,00	9			7,2							19															väritön, opalisoiva	rikkivety/ liuotinmainen
Havaintoputki P2	18.10.2016	7,60	35			6,4	1,7	14		15		6,9	44	28	140		2300							11		12		lähes kirkas, väritön	hajuton
Havaintoputki P8A	18.10.2016	3,90	8			6,2	0,6	5		100		6,5	140	41	37000		64000								36000	<1,0	8,8	lähes kirkas, väritön, vaahtoava	selvä rikkivety, polttonestemäinen
Havaintoputki P11	18.10.2016	1,30	8			7,0							23															väritön, samea	selvä rikkivety, liuotinmainen
Pohjavesiputki P13	18.10.2016	2,65	4			8,0							36	35														lähes kirkas, väritön	metallimainen