

## EKO/GRID -käsittelyn kenttäpilotti Matjärvellä

Kesä 2012



LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristöteknologia  
Ympäristötekniikka  
Syksy 2012  
Joni Javanainen

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	<u>1</u>
2	TOTEUTUS	<u>2</u>
2.1	Taustaa	<u>2</u>
2.2	Näytteenotto 19. syyskuuta.	<u>2</u>
2.3	Näytteenotto 24. lokakuuta.	<u>4</u>
3	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	<u>5</u>
3.1	Vesinäytteet	<u>5</u>
3.1.1	Lämpötila	<u>5</u>
3.1.2	Ravinteet	<u>6</u>
3.1.3	Klorofylli-a	<u>7</u>
3.1.4	Happi	<u>8</u>
3.1.5	Rauta	<u>10</u>
3.2	Sedimentti	<u>11</u>
3.3	Levähavainnot	<u>13</u>
4	YHTEENVETO	<u>14</u>

## 1 JOHDANTO

EKO/HARDEN Technologies Oy on kehittänyt maan ja pohjaveden puhdistamiseen EKO/GRID -menetelmän. Menetelmässä käsiteltävään kohteeseen asetetaan teräselektrodit, joita pitkin kohteeseen johdetaan heikko sähkövirta. Sähkökenttä kuljettaa vettä ja siinä olevia epäpuhtauksia haluttuun suuntaan, tätä kutsutaan elektro-osmoosiksi. EKO/GRID -menetelmässä elektro-osmoosia tehostetaan pulssitetun syöttöjännitteen ja polarisaation vaihtelun avulla. Järjestelmän aikaansaamien elektrokineettisten hapetusreaktioiden avulla on onnistuttu poistamaan kohteesta muun muassa polttoaineita sekä BTEX- ja PAH-yhdisteitä.

EKO/GRID -menetelmän soveltuvuutta rehevöityneiden vesistöjen ja sedimenttien hoitoon tutkitaan Asikkalassa Matjärvellä, jonka rantaan asennettiin 12. heinäkuuta 2012 kenttäpilottilaitteisto.

Tässä raportissa keskitytään Matjärvellä 19. syyskuuta ja 24. lokakuuta 2012 suoritettuihin vesinäytteenottoihin ja niiden tuloksiin.

## 2 TOTEUTUS

### 2.1 Taustaa

Kenttäpilottilaitteisto sijoitettiin 12. heinäkuuta 2012 Matjärven pohjoispuolella Ranta-Perttulantien lähellä sijaitsevan Nurmisen maatalon rantaan. Pilottia varten järven rantaan asennettiin pystyyn kaksi vankkaa kolmimetristä muovista ojarumpua, joiden molempien halkaisija on yksi metri. Toiseen putkista asennettiin EKO/GRID -elektrodit ja toinen jätettiin vertailukohteeksi. Putket sijoitettiin ponttonilaiturin viereen näytteenoton helpottamiseksi. Laitteiston asennuksen ohella otettiin järvestä myös vesinäyte.

Seuraava näytteenottopäivä oli 15. elokuuta 2012. Tällöin otettiin molemmista putkista sekä ympäröivästä järvestä vesi- ja klorofyllinäytteet sekä mitattiin happimittarilla happipitoisuutta ja lämpötilaa eri syvyyksistä.

### 2.2 Näytteenotto 19. syyskuuta.

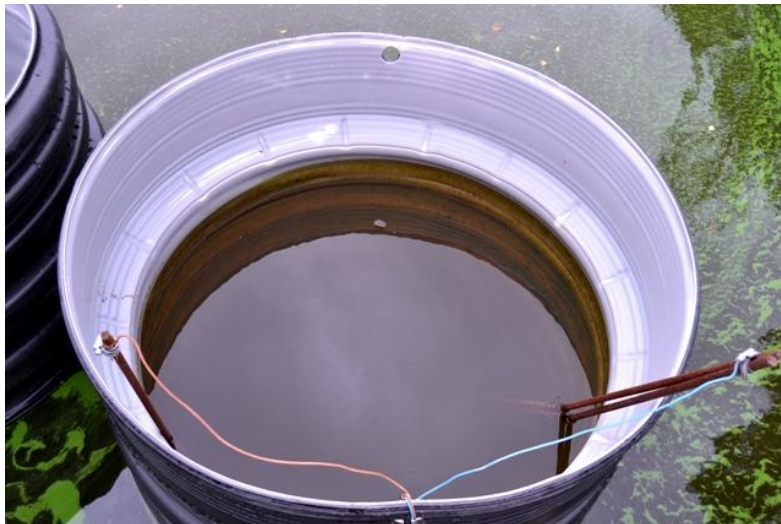
Sää oli pilvinen, lämpötila oli noin 13 °C ja tuulen voimakkuus noin 1 m/s koilliseen.



KUVA 1. Kontrolliputki ja levää 19.9. (Kuva: Anne Aaltonen)

Kohteeseen saavuttuamme kiinnittyi huomiomme aluksi järiveden leväpitoisuuteen; rantavedessä kellui runsaasti pieniä levälauttoja. Kontrolliputkessa oli myös runsaasti levää, kun taas käsittelyputkessa sitä ei ainakaan silmämääräisesti voinut havaita.

Todettuamme tilanteen, aloitimme näytteenoton mittaamalla mittanauhalla veden syvyyttä kontrolliputkesta, käsittelyputkesta sekä niiden ulkopuolelta. Tämän jälkeen viritimme happimittarin käyttökuntoon ja otimme sillä lukemat eri syvyyksistä talteen. Käsittelyputken ja järiveden mittaukset pystyimme suorittamaan laiturilta, kun taas kontrolliputkea varten oli tarpeellista käyttää venettä apuna ja suorittaa mittaukset sen kyydistä.



KUVA 2. EKO/GRID - järjestelmällä varustettu putki 19.9. (Kuva: Anne Aaltonen)

Mittausten jälkeen laitoimme Limnos-näytteenottimen käyttökuntoon ja otimme ensimmäisen näytteen putkien välistä yhden metrin syvyydestä. Ensimmäisestä nostosta täytimme kaksi vesinäytettä yhden litran muovipulloihin sekä yhden happinäytteen pieneen lasipulloon. Happinäytteeseen lisäsimme säilövät reagenssit heti pullon täyttämisen jälkeen. Nostimme myös toisen näytteen, josta otimme yhden vesinäytteen Lahden Ammattikorkeakoulun laboratoriossa tutkittavaksi. Näytteenoton yhteydessä arvioitiin myös veden laatua värin ja hajun suhteen, sekä

mittasimme veden lämpötilan. Otimme vastaavat näytteet myös molemmista putkista ja kun näytteet oli otettu, säilöttiin ne lämpöeristettyyn laatikkoon, jossa ne toimitettiin kaupalliseen laboratorioon analysoitaviksi.

Lopuksi oli edessä vielä sedimenttinäytteiden otto ja samalla uuden näytteenotinprototyypin testaus. Näytteenotin koostui kahdesta muoviputkesta, joista toinen on läpinäkyvä ja toisen saa toisesta päästä tiiviisti korkilla umpeen. Putket liitettiin päistä yhteen ja liitos tiivistettiin ilmastointiteipillä. Näytteenotto tapahtui työntämällä putken läpinäkyvä pää sedimenttiin, jonka jälkeen toinen pää suljettiin tiiviisti korkilla. Teoriassa putken sisään muodostuisi tällöin alipaine, joka pitäisi sedimenttinäytteen putken sisällä. Läpinäkyvän alaosan ansioista sedimentin kerrostumista voitiin havainnoida tässä vaiheessa.

Käytännön harjoituksissa sedimenttiä kuitenkin usein valui putkesta, jolloin näytteenottotekniikkaa jouduttiin säätämään useampaan otteeseen. Toimivimmaksi menetelmäksi havaittiin putken lyhentäminen ja näytteenottimen työntäminen mahdollisimman syvälle sedimenttiin, niin että putken sulkeminen tapahtui veden alla. Edellä mainitulla menetelmällä otimme molemmista putkista ja järvestä sedimenttinäytteet lasipurkkeihin.

### 2.3 Näytteenotto 24. lokakuuta.

Sää oli pilvinen, välillä satoi heikosti. Lämpötila 4 °C ja tuuli 4 m/s itään.

Vesi oli runsaiden sateiden johdosta noussut huomattavasti sekä järvestä että putkissa. Levää ei järvestä voinut juurikaan havaita, kontrolliputken sisäpintaan puolestaan oli kasvanut varsin runsaasti levää. Käsittelyputkessa ei vedenpinnan nousun lisäksi ollut havaittavissa muutosta edellisestä.

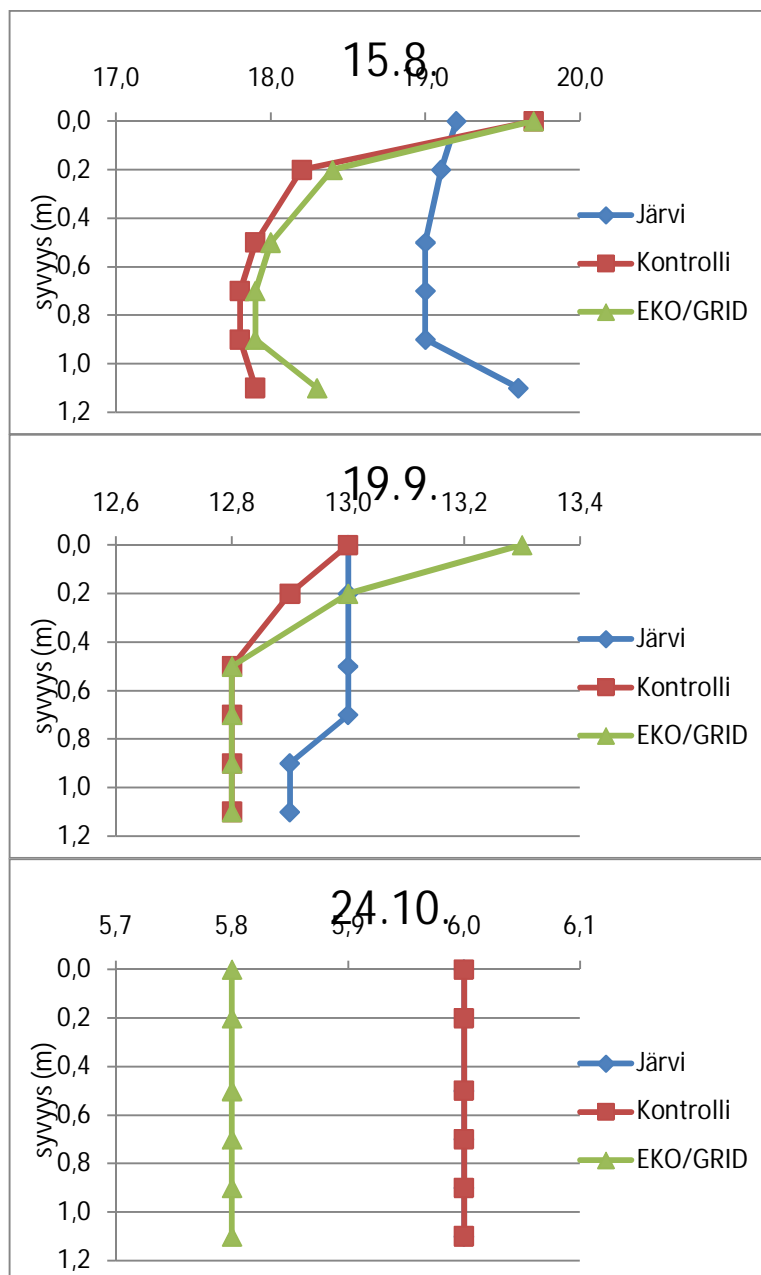
Näytteenotto tapahtui pitkälti kuten edellisellä kerralla. Poikkeuksena sedimenttinäytteenotto, joka sujui edellisemmän harjoituksen ansioista jo huomattavasti sujuvammin.

### 3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

#### 3.1 Vesinäytteet

##### 3.1.1 Lämpötila

Kuviossa 1 on esitetty eri syvyyksissä suoritettujen lämpötilamittausten tulokset.



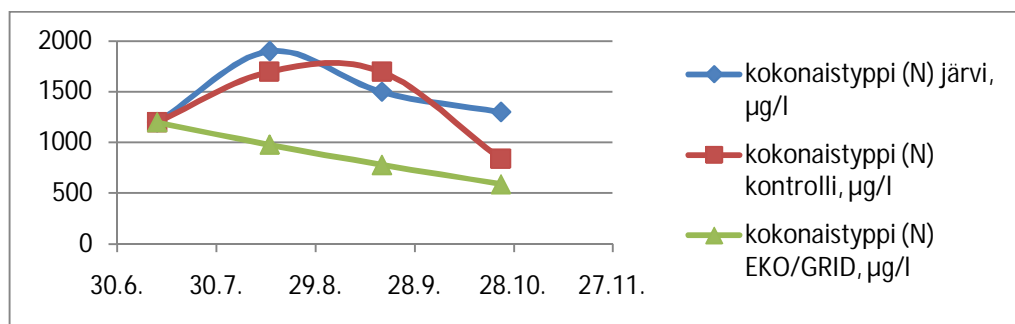
KUVIO 1. Lämpötilaprofiilit eri mittauspisteissä

Kuten kuviosta 1 näemme, voidaan järveden ja putkien lämpörakenteessa huomata pieniä eroja. Elokuussa havaittavissa oleva kontrolli- ja EKO/GRID -putkien pintaveden korkeampi lämpötila, joka kuitenkin laskee nopeasti syvemmälle mentäessä, johtuu auringon vaikutuksesta. Lokakuussa suoritetussa mittauksessa järveden ja kontrolliputken lämpötilat olivat samat. Koska eroavaisuudet putkien välillä ovat hyvin pieniä, ei voida katsoa EKO/GRID -järjestelmällä olevan vaikutusta lämpötilaan. Erot järveden ja putkien välillä johtunevatkin siitä, etteivät virtaukset tai tuuli pääse sekoittamaan vettä putkissa yhtä tehokkaasti kuin avoimella järvellä. Vesien yleinen kylmeneminen ajan kuluessa johtuu syksyn etenemisestä.

### 3.1.2 Ravinteet

Vesinäytteistä tutkittiin ravinteiden osalta typpi- ja fosforipitoisuuksia. Liian korkeat ravinnepitoisuudet aiheuttavat vesistöjen rehevöitymistä sekä sinileväkukintoja. Ravinnepitoisuuksien seuraaminen oli tärkeää, koska se kertoo paljon EKO/GRID -järjestelmän tehosta.

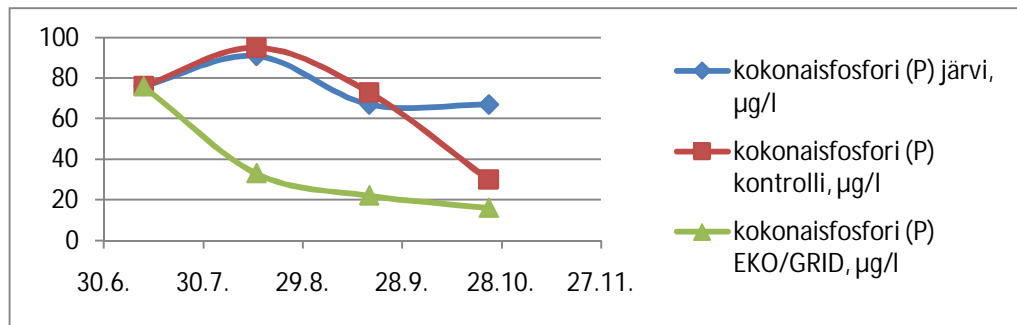
Vesinäytteistä määritettyjen pitoisuuksien perusteella voidaan piirtää kuvio 2, jossa näemme typpipitoisuuksien kehityksen eri mittauspisteissä pilotin aikana.



KUVIO 2. Typpipitoisuudet

Kuviossa 3 on esitetty vastaavasti esitetty fosforipitoisuuden kehitys.



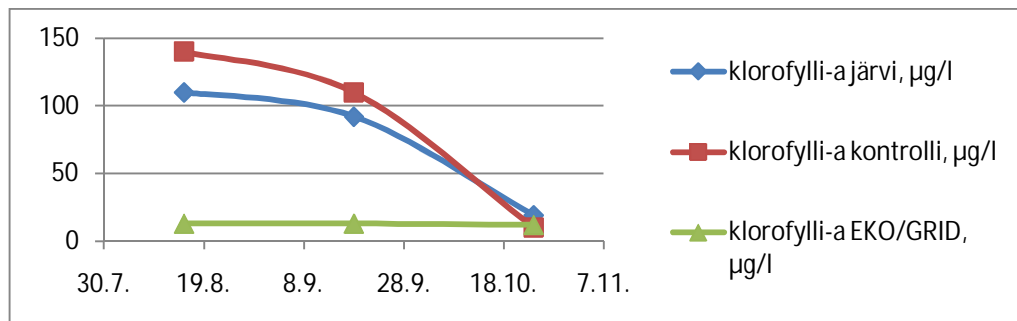


KUVIO 3. Fosforipitoisuudet

Kuten kuvioista 2 ja 3 voidaan nähdä on ravinteiden määrä EKO/GRID-järjestelmällä varustetussa putkessa laskenut huomattavasti kahden muun mittauspisteen tulosten myötäillessä toisiaan. Järjestelmällä voidaan siis todeta olevan potentiaalia vesistöjen ravinnekuormituksen pienentämiseen.

### 3.1.3 Klorofylli-a

Kuviossa 4 on esitetty klorofylli-a -pitoisuudet eri mittauksen aikana.

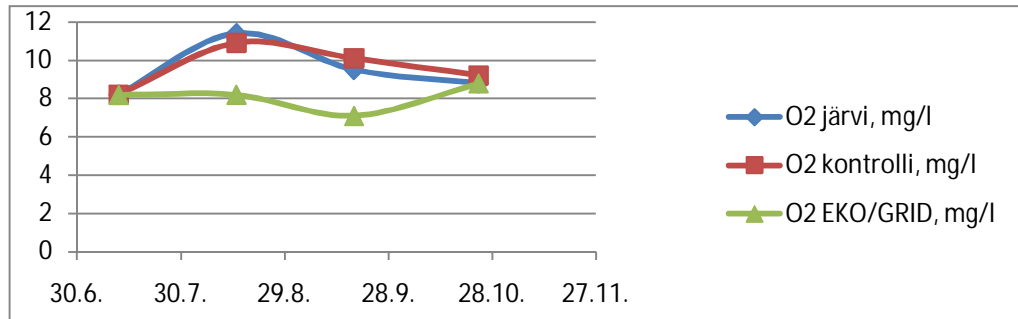


KUVIO 4. Klorofylli-a -pitoisuudet

Kuten kuvioista 4 näemme, ovat järven planktonlevien runsautta kuvaavat klorofylli-a pitoisuudet EKO/GRID-putkessa huomattavasti vertausnäytteitä alemmat. Alhaisempi leväpitoisuus selittyy ravinnepitoisuuksien laskulla. Käsittelylaitteiston sähkövirran pienyydestä johtuen, sähköllä tuskin on havaittavaa vaikutusta leväpitoisuuksiin. Lopussa tapahtuva pitoisuuksien romahdus johtuu syksyn etenemisestä.

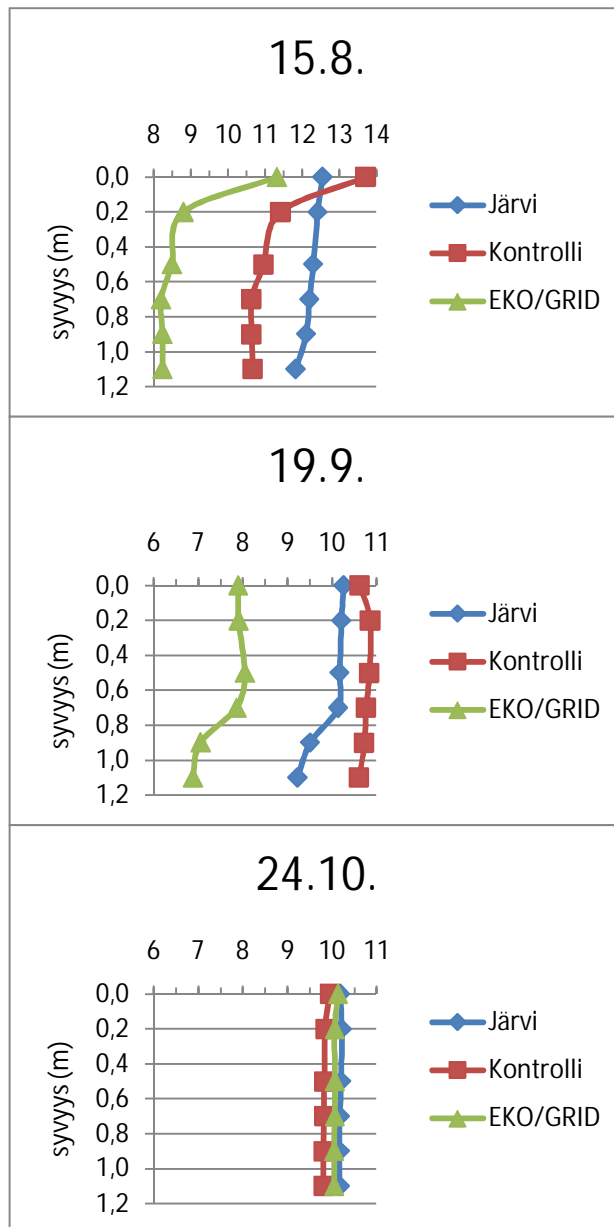
### 3.1.4 Happi

Kuviossa 5 on esitetty happipitoisuuden kehitys eri mittauspisteissä.



KUVIO 5. Happipitoisuudet

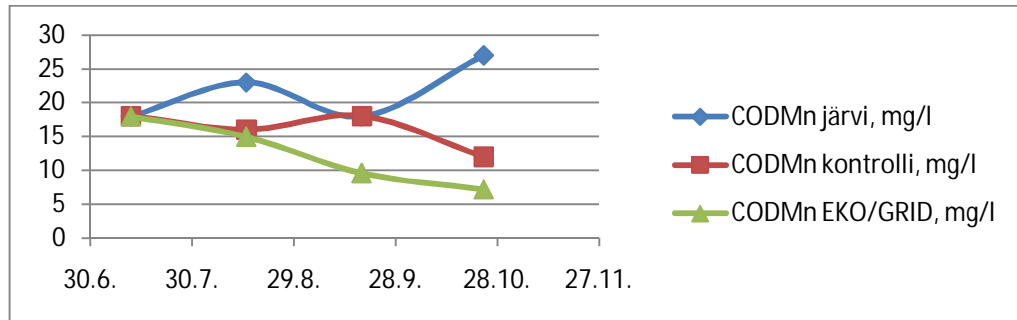
Kuten kuviosta 5 näemme, on happipitoisuuksissa on havaittavissa pieniä eroja. Toisaalta, myös putket itsessään vaikuttavat veden happiprofiiliin, kuten näemme kuviosta 6, jossa on esitetty happimittarilla eri ajankohtina saadut happipitoisuudet eri syvyyksissä.



KUVIO 6. Happipitoisuudet eri syvyyksissä

Kuten kuviosta 6 näkyy, eroavat profiilit jokseenkin toisistaan. Molemmissa määrittämenetelmissä voidaan havaita, että EKO/GRID -varustetussa putkessa happipitoisuus on muita pienempi. Tämä selittyy suurimmaksi osaksi sillä, ettei putkessa ole ravinnepitoisuuksien pienuudesta johtuen samoissa määrin levä, jotka lisäisivät hapen määrää yhteyttämisellään. Pieni osa happea kulunee myös elektrokineettisissä hapetusreaktioissa joihin järjestelmän teho perustuu. Syksyn edetessä ja sen myötä levän luonnonmukaisesti vähetessä ovat myös happipitoisuudet tasaantuneet.

Kemiallista hapenkulutusta mitataan, koska se kertoo vedessä olevien kemiallisesti hapettuvien orgaanisten aineiden määrästä, näitä ovat esimerkiksi luonnonhuuhtoumat tai karjatalouden päästöt. Kuviossa 7 on esitetty kemiallinen hapenkulutus ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ) tarkkailujakson aikana.



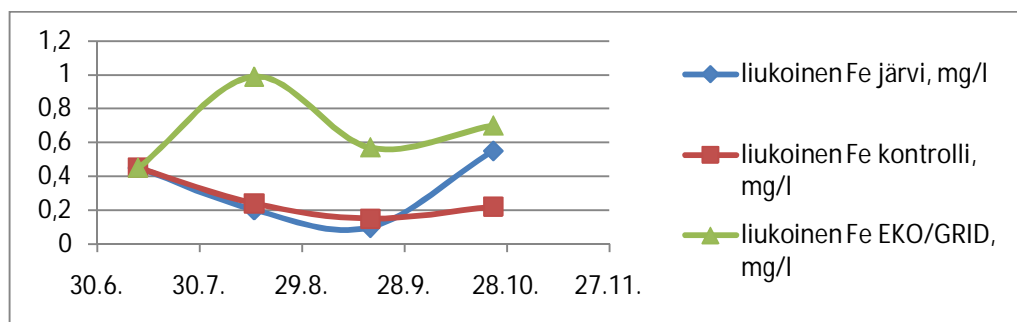
KUVIO 7. Kemiallinen hapenkulutus

Kuten kuvioista 7 näemme, on kemiallinen hapenkulutus vähentynyt tasaisesti EKO/GRID -varustetussa putkessa. Lopun piikki järven arvoissa johtunee lokakuun runsaista sateista, jotka ovat huuhtoneet orgaanista ainesta järveen.

### 3.1.5 Rauta

Rautaelektrodien käytöstä johtuen oli hyvä seurata myös veden rautapitoisuuksia. Raudalla voidaan myös sitoa fosforia sedimenttiin, mutta toisaalta liian suuret rautapitoisuudet yhdistettynä happamaan veteen voivat tukehduttaa kaloja tukkimalla niiden kidukset.

Kuviossa 8 on esitetty vesinäytteistä määritetyt rautapitoisuudet.



KUVIO 8. Liukoisen raudan pitoisuudet

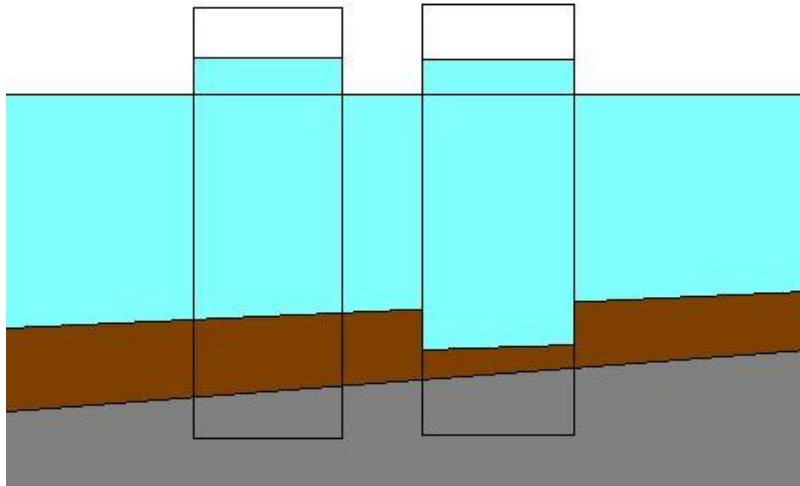
Kuviosta voimme nähdä miten rautapitoisuus on harpannut ylöspäin EKO/GRID-putkessa. Tämä johtuu menetelmässä käytettävän sähkövirran johtamiseen käytettävistä rautaisista elektrodeista. Koska kontrolliputkessa ei ole mitään raudanlähdetä, jää epäselväksi paljonko sähkövirta vaikuttaa raudan liukenemiseen. Lopussa kohonnut järiveden rautapitoisuus voi jälleen johtua runsaista sateista ja niiden huuhtoumista.

### 3.2 Sedimentti



KUVA 3. Sedimenttinäytteet näytteenottimessa (Järvi / EKO/GRID / Kontrolli)

Ensimmäiset sedimenttinäytteet otettiin vasta syyskuussa, koska sedimentille haluttiin antaa aikaa laskeutua ja asettua putkien asennuksen jälkeen. Kuvassa 2 näkyvien sedimenttinäytteiden ulkonäön perusteella on piirretty kuvio 9, joka kuvaa sedimentin paksuutta järvestä ja putkissa.



KUVIO 9. Sedimentin profiili

Kuviossa harmaalla esitetään pohjan savikerrosta, ruskealla sedimenttiä ja sinisellä vettä. EKO/GRID -putki on kuviossa oikealla ja kontrolliputki vasemmalla. Kuten voimme havaita, on käsittelyputkessa pohjalla ohuempi kerros sedimenttiä kuin muissa mittauspisteissä. Havaintoa tukevat myös sedimenttinäytteistä suoritettut hekkutushäviömittaukset, joista kävi ilmi, että käsittelyputken sedimentissä on muita vähemmän orgaanista ainetta.

Sedimenttinäytteistä seurattiin myös niiden ravinnepitoisuuksia, jotka on esitetty taulukossa 1.

	19.9.			24.10.		
	Järvi	Kontrolli	EKO/GRID	Järvi	Kontrolli	EKO/GRID
Fosfori (mg/kg ka)	760	840	720	900	780	780
Rauta (mg/kg ka)	43000	37000	43000	68000	44000	38000

TAULUKKO 1. Sedimenttien ravinnepitoisuudet

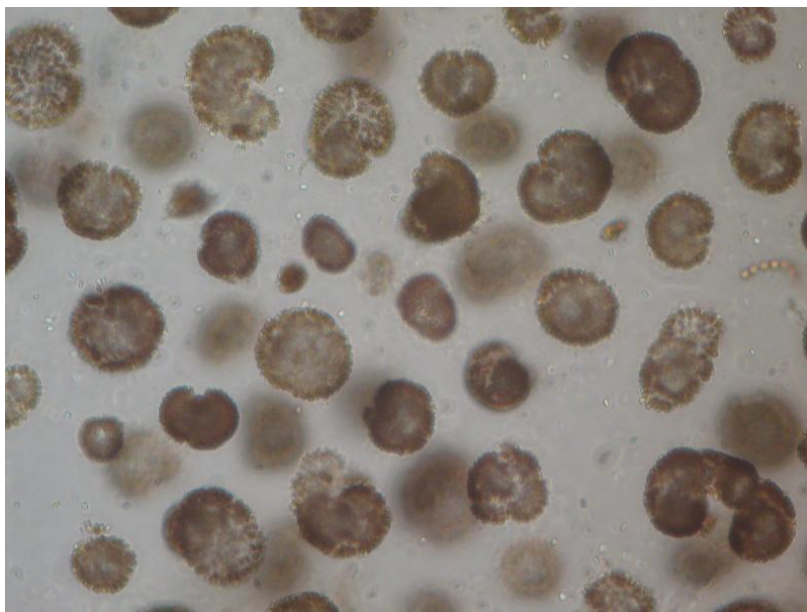
Kuten taulukosta näkyy, ei pitoisuuksien ja putkien välisestä suhteesta voi juurikaan mitään todeta. Syyskuussa erot olivat varsin pieniä, kun taas lokakuussa järven sedimentin pitoisuudet ovat molemmat hypänneet reilusti ylöspäin.

### 3.3 Levähavaintoja



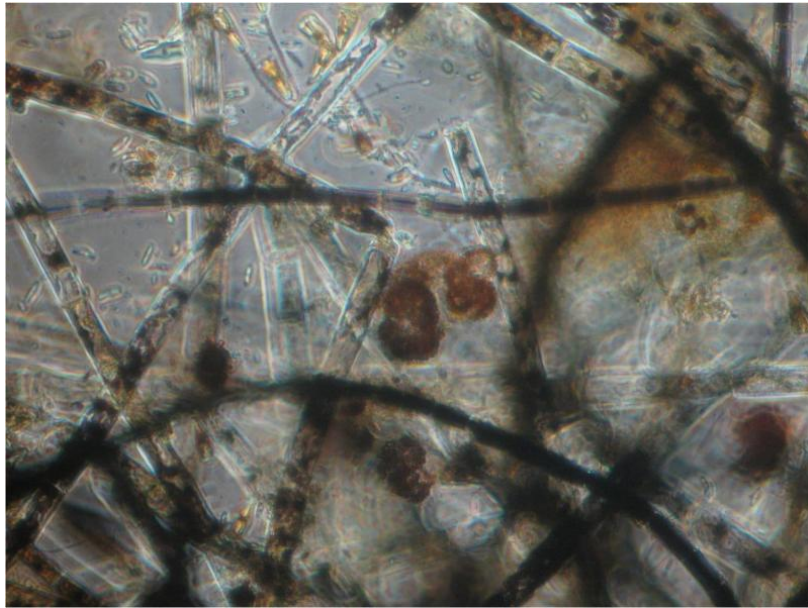
KUVA 4. Levää syyskuussa (Kuva: Anne Aaltonen)

Syyskuun silminnähden runsaasta levämäärästä otettiin näyte, joka lähetettiin Helsingin yliopistossa tohtoriksi kouluttautuvalla Pauliina Salmelle tutkittavaksi. Tutkimuksissa levä paljastui *Woronichinia naegliana* -lajiksi, joka on rehevöityneissä vesistöissä hyvin yleinen sinilevälaji.



KUVA 5. *Woronichinia naegliana* (Kuva: Pauliina Salmi)

Lokakuussa havaittiin kontrolliputken kyljessä runsaasti hattaramaista leväkasvustoa, josta lähetettiin jälleen näyte tutkittavaksi. Levä paljastui pikkujärvissä ja -lammissa yleiseksi *Spirogyra* -suvun yhtymäleväksi, jonka pintaan oli kiinnittynyt *Woronichinia naeglianaa* sekä *Gomphonema* -suvun piileviä.



KUVA 6. *Spirogyraa* ja siihen kiinnittyneitä piileviä (Kuva: Pauliina Salmi)

#### 4 YHTEENVETO

EKO/GRID -järjestelmän kenttäpilotissa havaitun ravinne- ja leväpitoisuuden pienentymisen myötä voidaan todeta, että järjestelmällä on potentiaalia rehevöityneiden vesistöjen hoitoon.

Järjestelmän tehoa tutkitaan tällä hetkellä Hollolan Purailanviepään vuonna 2007 rakennetussa kosteikossa, jonka puhdistusteho on jäänyt kehnomman puoleiseksi. Kosteikon kolmesta altaasta keskimmäiseen asennettiin 8. lokakuuta EKO/GRID -järjestelmä käyttämällä monesta kohtaa altaan poikki vedettyjä kaapeleita elektrodeina. Kokeen tavoitteena on kirkastaa altaan vettä tarpeeksi, jotta altaan pohjaan voisi kasvaa vesikasveja, jotka poistaisivat vedestä ravinteita. Kokeen on määrä kestää vuoden 2014 kesään asti.