

LUODE CONSULTING OY 1636922-4

---

---

HELSINGIN KAUPUNKI - KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO

---

---

# Kruunuvuorenselän ja Sompasaaren edustan virtaus- ja vedenlaatumittaukset

---

---

**Antti Lindfors ja Joose Mykkänen**

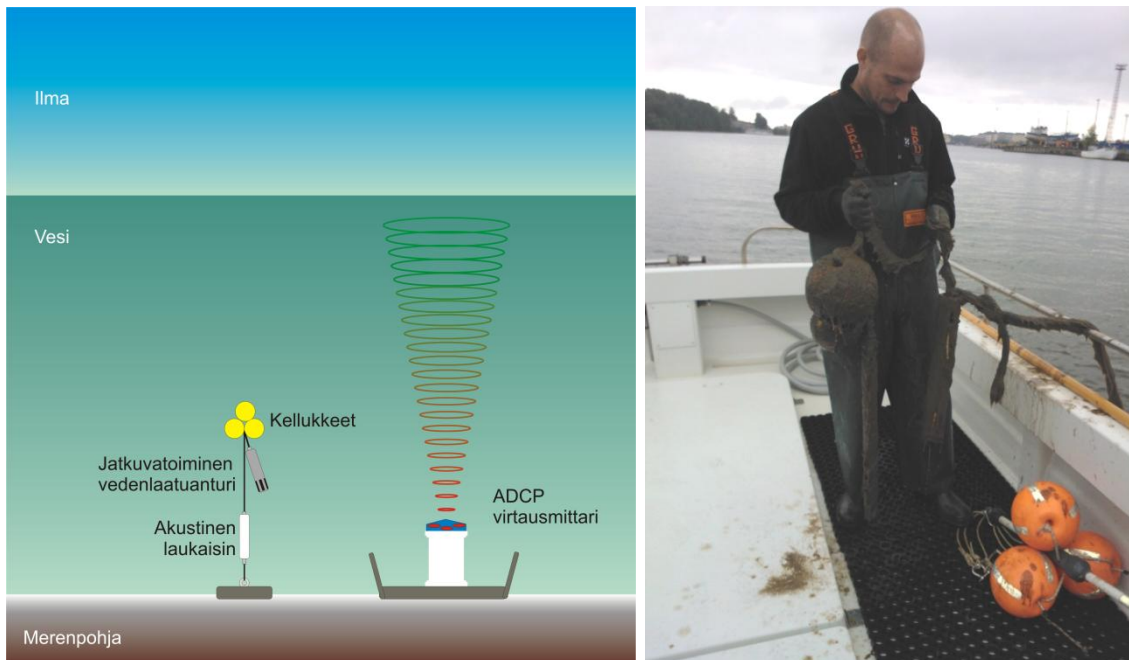
**Luode Consulting Oy**  
**9.12.2013**

## Sisällysluettelo

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Selvityksen lähtökohdat .....        | 3  |
| Mittausalueet ja mittalaitteet ..... | 3  |
| Tulokset ja johtopäätökset .....     | 4  |
| Virtausolosuhteet .....              | 4  |
| Vedenlaatu .....                     | 10 |
| Tiivistelmä tuloksista .....         | 12 |



-nopeuden metrin kerroksissa koko vesimassan paksuudelta. Kaikki mittalaitteet oli ohjelmoitu mittaamaan kerran tunnissa ja tallentamaan tulokset sisäiseen muistiin. Vedenlaatumittareissa on optiset mittausanturit, jotka puhdistetaan ennen jokaista mittausta mekaanisella pyyhkimellä. Alueen vesimassojen rehevyyden johdosta sameusanturit likaantuvat voimakkaasti ja niiden tuottamaa dataa on käytettävissä rajoitetulta ajanjaksolta riippuen mittauspaikan sijainnista (Kuva 2). Työssä käytettyjen mittalaitteiden mittausalueet, resoluutiot ja tarkkuudet on esitetty Taulukossa 1.



Kuva 2. Käytetyt mittauslaitteistot ja niiden asennusmenetelmät. Oikeanpuoleisessa kuvassa on vedenlaatuanturit 2kk mittausjakson jälkeen. Kuvasta näkyy selvästi alueen rehevyydestä aiheutuva voimakas kasvusto köysissä ja laitteissa.

Taulukko 1. Mittalaitteet ja mitatut parametrit.

| Laite Parametri          | Mittausalue  | Resoluutio | Tarkkuus             |
|--------------------------|--------------|------------|----------------------|
| <b>RDI virtausnopeus</b> | 0-5000 mm/s  | 1 mm/s     | parempi kuin 10 mm/s |
| <b>RDI virtaussuunta</b> | 0-360°       | 1°         | 5°                   |
| <b>YSI Sameus</b>        | 0 – 1000 NTU | 0,1 NTU    | 2% tai 0,3 NTU       |
| <b>YSI Saliniteetti</b>  | 0 – 70 ppt   | 0,01 ppt   | 1%                   |
| <b>YSI Lämpötila</b>     | -5 – +45°C   | 0,01°C     | 0,15°C               |

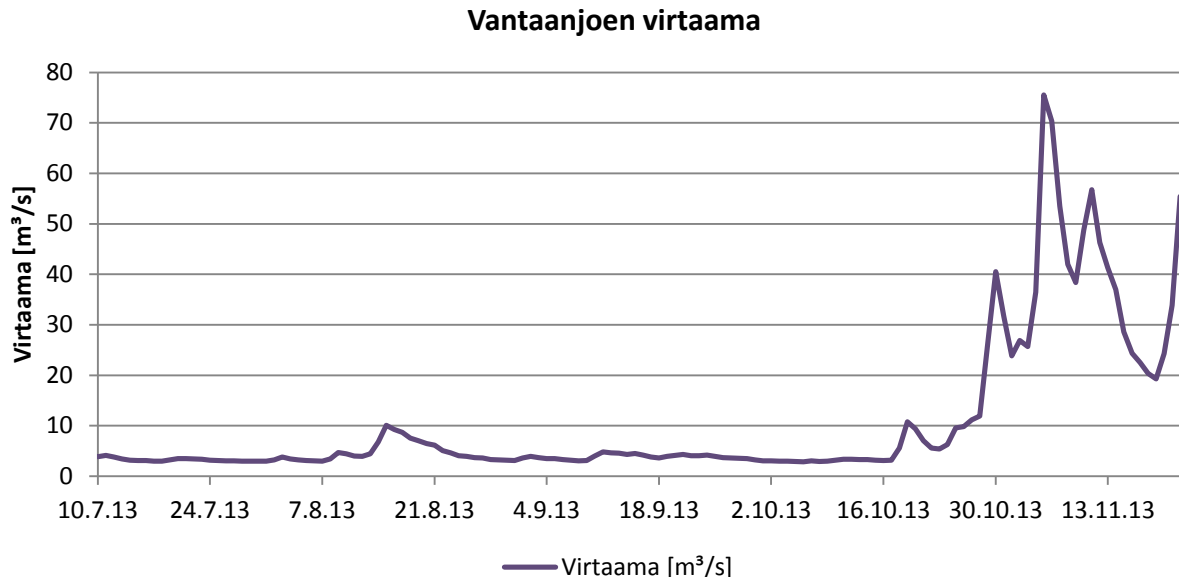
## Tulokset ja johtopäätökset

### Virtausolosuhteet

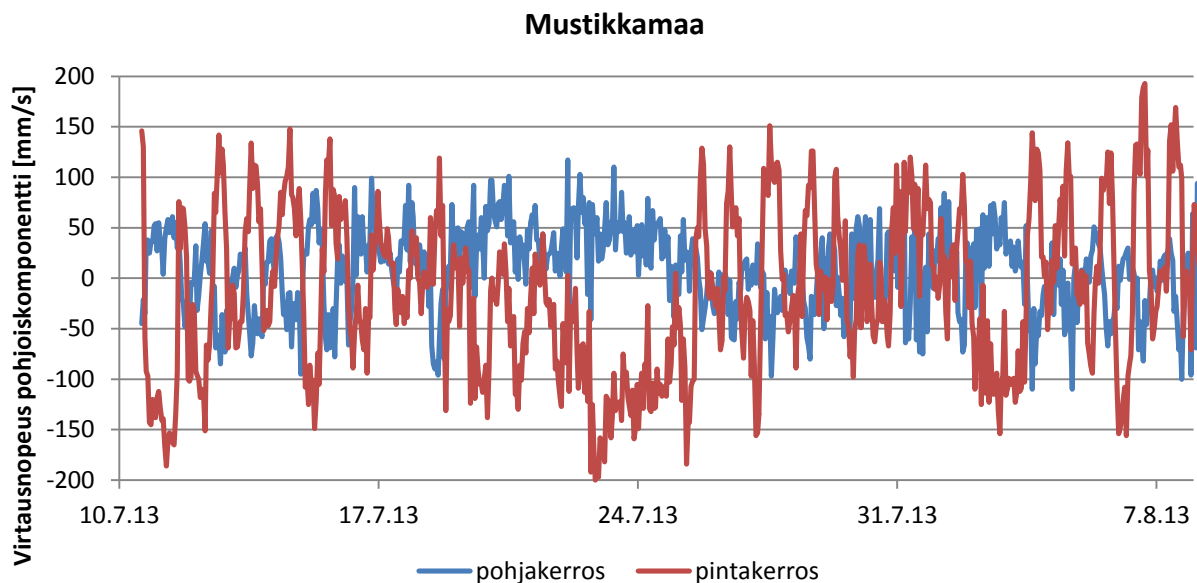
Suurimmat mitatut pohjanläheiset virtausnopeudet olivat Mustikkamaan mittausasemalla 32 cm/s, Katajanokan mittausasemalla 15 cm/s, Kruunuvuori läntisellä 17 cm/s ja itäisellä 19 cm/s. Keskimääräiset nopeudet olivat luokkaa 3-4 cm/s kaikilla neljällä mittauspaikalla. Pintakerroksen virtausnopeudet ovat tuulen ajamina selvästi suuremmat. Virtaukset ovat kaikilla neljällä mittauspisteellä voimakkaasti kerrostuneet, mikä tarkoittaa että normaalitilanteessa pinta- ja pohjakerroksen virtaukset kulkevat eri suuntiin. Toinen mittauksissa havaittu ilmiö liittyy Suomenlahden ominaisheilahteluun, minkä ansiosta pinta- ja pohjakerroksen virtaussuunnissa havaitaan noin 22-26 tunnin välein toistuva jakso. Jakson aikana

virtaussuunta kääntyy 180° ja palautuu takaisin lähtötilanteeseen. Koko alueen virtauskenttään vaikuttaa lisäksi voimakkaasti myös Vantaanjoen tuoma jokivesi, joka näkyy erityisen selvästi Mustikkamaan mittauspaikassa.

Vantaanjoen virtaama mittausjaksolla on esitetty kuvassa 3. Virtaama kasvoi voimakkaasti lokakuun puolivälin jälkeen. Alueella havaittu kaksikerrosvirtaus ja vuorokausirytmä näkyy erityisesti Mustikkamaan mittauspaikalla (Kuva 4). Kuvassa on esitetty ensimmäinen mittauskuukausi. Jokivedet voimistavat kaksikerrosvirtauksen syntyä.

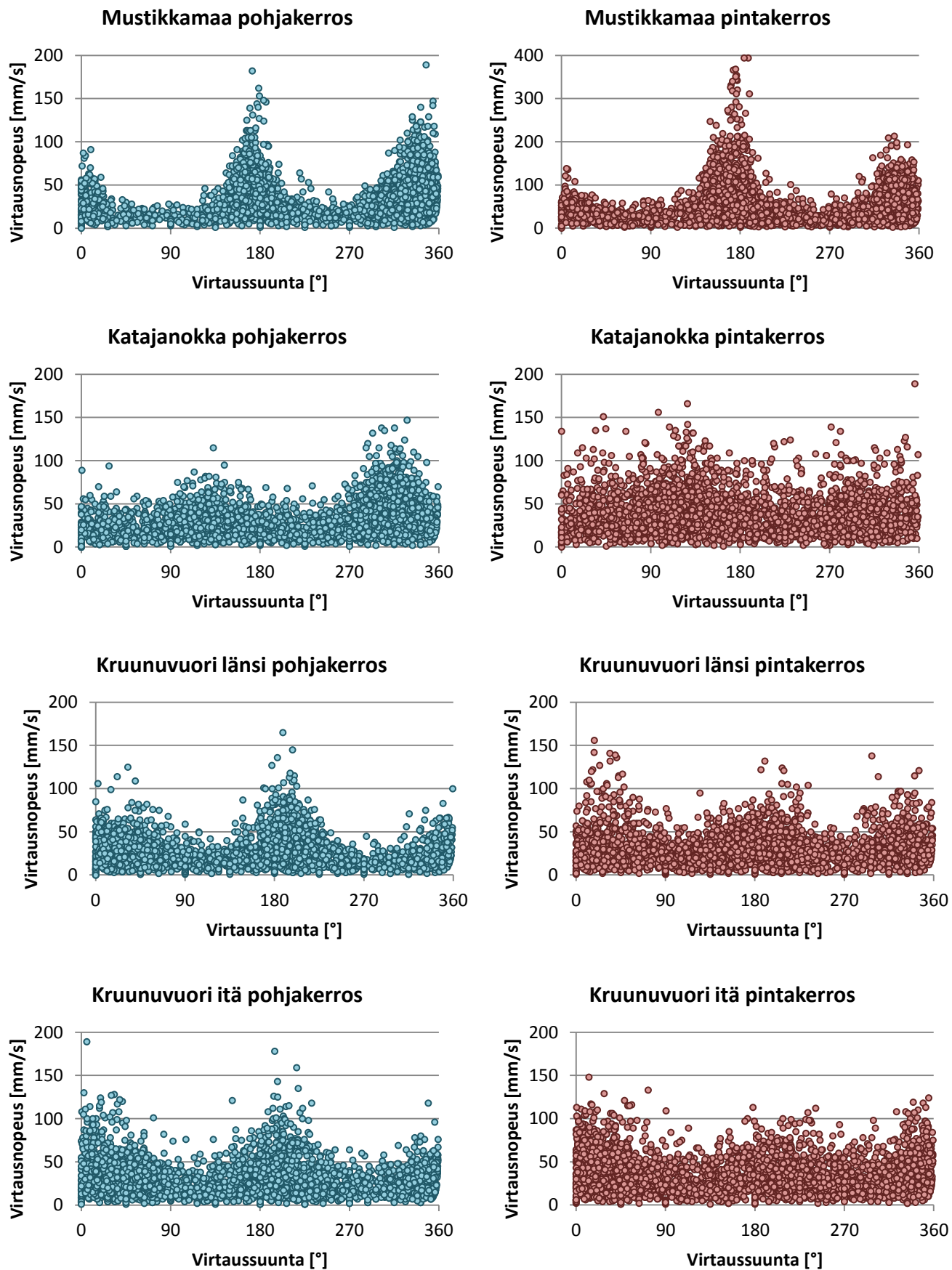


Kuva 3. Vantaanjoen virtaama mittausjaksolla. Tiedot Oiva-tietopalvelu.



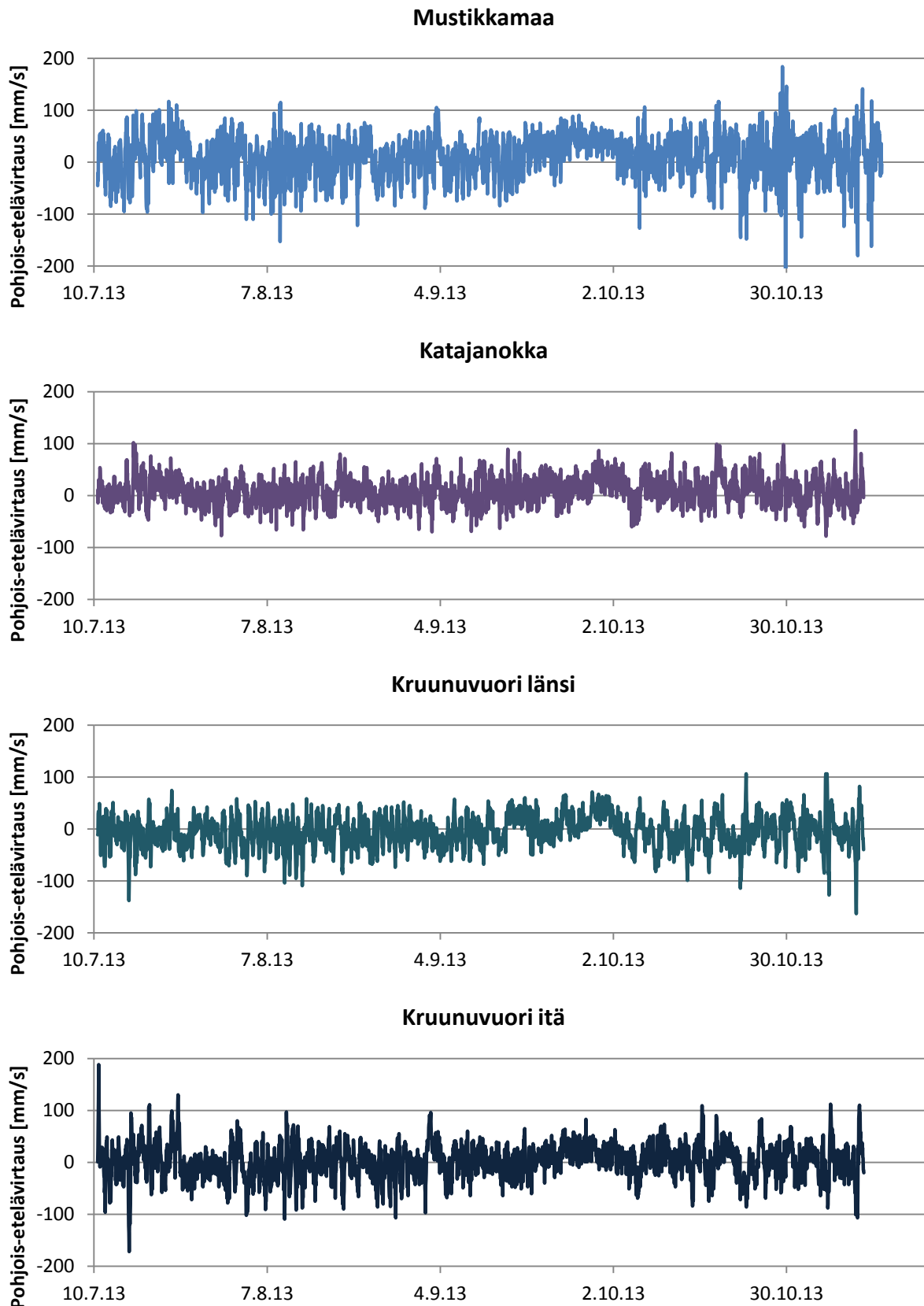
Kuva 4. Etelä-pohjoissuuntainen virtauskomponentti Mustikkamaan mittauspisteellä. Negatiiviset (– merkkiset) virtaukset kulkevat kohti etelää ja positiiviset (+ merkkiset) kohti pohjoista. Tuloksista näkyy voimaakasti virtausten vuorokausirytmä.

Mittauspaikkojen virtausnopeudet ja suunnat on esitetty kuvassa 5 erikseen pohja- ja pintakerrokselle. Kuvasta havaitaan, että alueen pohjakerroksessa esiintyvät virtausten päävirtaussuunnat ovat pohjois-eteläsuuntaisia. Katajanokan ja Kruunuvuori idän mittauspaikoissa pohjanmuodot kääntävät virtausta hieman sivuun. Pintakerroksessa hajontaa on enemmän riippuen mittauspaikkojen avoimuudesta tuulille.



Kuva 4. Virtaussuunnat ja nopeudet paikoittain. Huomaa Mustikkamaan pintakerroskuvan suurempi skaala.

Keskimääräiset pohjanläheiset virtausnopeudet jäävät suhteellisen alhaisiksi. Kaikilla mittauspaikoilla esiintyy kuitenkin yli 100 mm/s virtausnopeuksia, jota pidetään yleisesti resuspensorajana löyhälle materiaalille (Kuva 5). Tätä korkeammilla virtausnopeuksilla pohjalle laskeutunut materiaali voi nousta uudelleen virtauksen kuljetettavaksi.



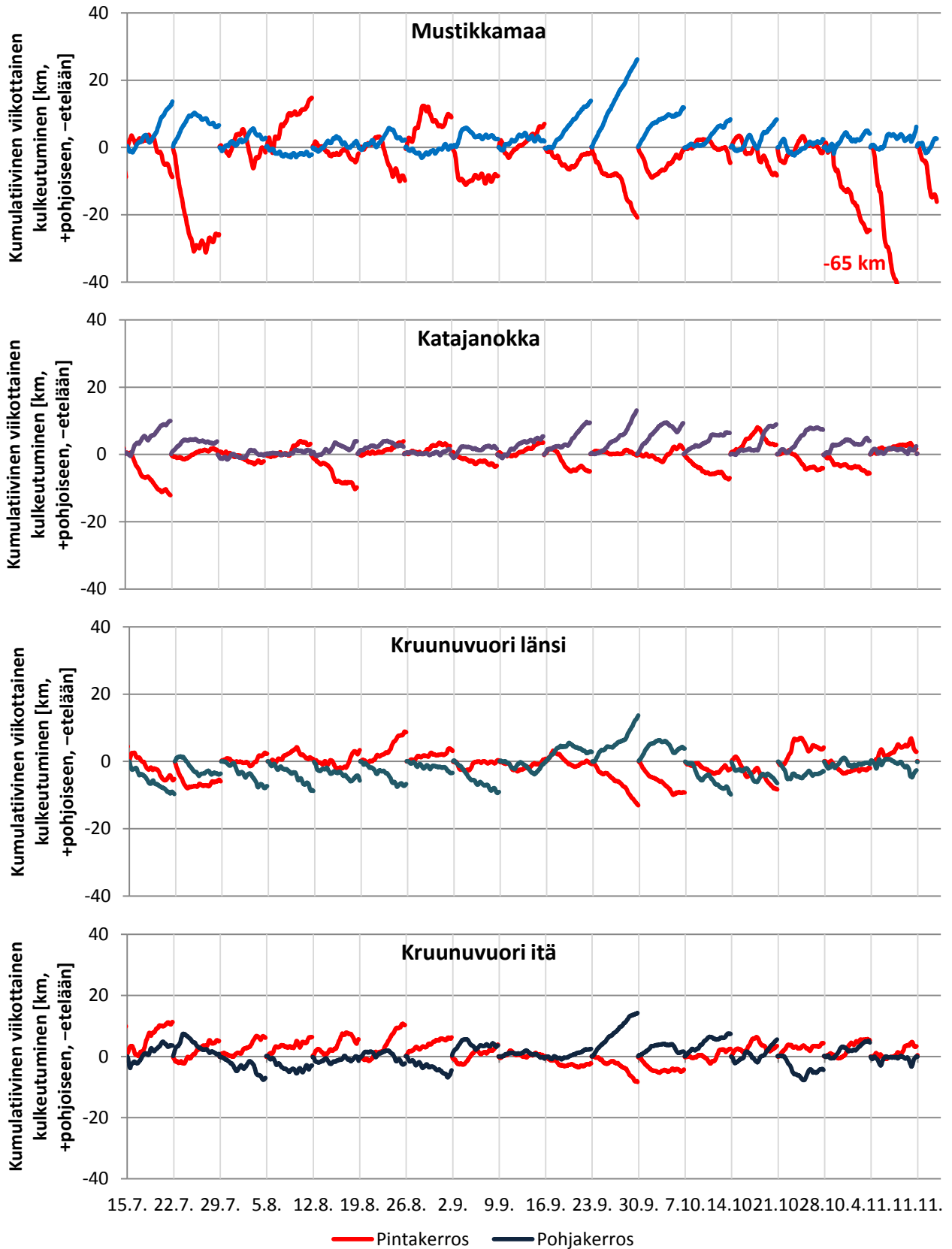
Kuva 5. Pohjanläheiset virtausnopeudet mittauspaikoittain. Kuvassa on esitetty virtauksen dominoiva etelä-pohjoiskomponentti.

Kulkeutumisalueen laajuuden selvittämiseksi laskettiin kumulatiivinen kulkeutuminen yhden viikon ajalle pohjois-eteläsuunnassa. Kulkeutumismatkat määritettiin erikseen pinta- ja pohjakerrokseen päätyneelle materiaalille kullekin mittauspaikalle. Laskenta tehtiin mitattujen virtausnopeuksien mukaan olettaen, että virtausnopeus pysyy koko kulkeutumismatkan mittauspisteeltä mitatuissa arvoissa. Näin ollen salmipaikkojen kulkeutumisarvot liioittelevat tuloksia virtausnopeuden todellisuudessa pienentyessä salmen jälkeen avoimemmilla vesialueilla. Laskettu kumulatiivinen kulkeutuminen havainnollistaa kuitenkin kulkeutumisen suuntaa hyvin ja antaa samalla karkean arvion kulkeutumisetäisyydestä.

Virtaustuloksista on laskettu teoreettiset kulkeutumismatkat osoittavat että materiaali ehtii yhden viikon aikana kulkeutua tyypillisesti 2-5 kilometrin päähän alkuperäiseltä paikaltaan. Kovien myrskyjen tai jokivirtaamien aiheuttamien virtauspiikkien aikaan kulkeutumismatkat ovat selvästi tätä suurempia (Kuva 6). Materiaalin kulkeutumiselle on tyypillistä myös ensimmäisten päivien aikana tapahtuva edestakainen liike mittauspaikan ohitse.

Syys-lokakuun vaihteessa esiintyi tilanne jolloin pohjanläheinen virtauskenttä koko mittausalueella kulkeutui pohjoiseen useiden päivien ajan. Vastaavassa tilanteessa vesistötöiden olessa käynnissä kiintoaineen kulkeutuminen Vanhakaupungin selälle olisi todennäköistä.





Kuva 6. Kumulatiivinen kulkeutumismatka pinta- ja pohjakerrokseen päätyneelle hienojakoiselle materiaalille yhden viikon aikana.

## Vedenlaatu

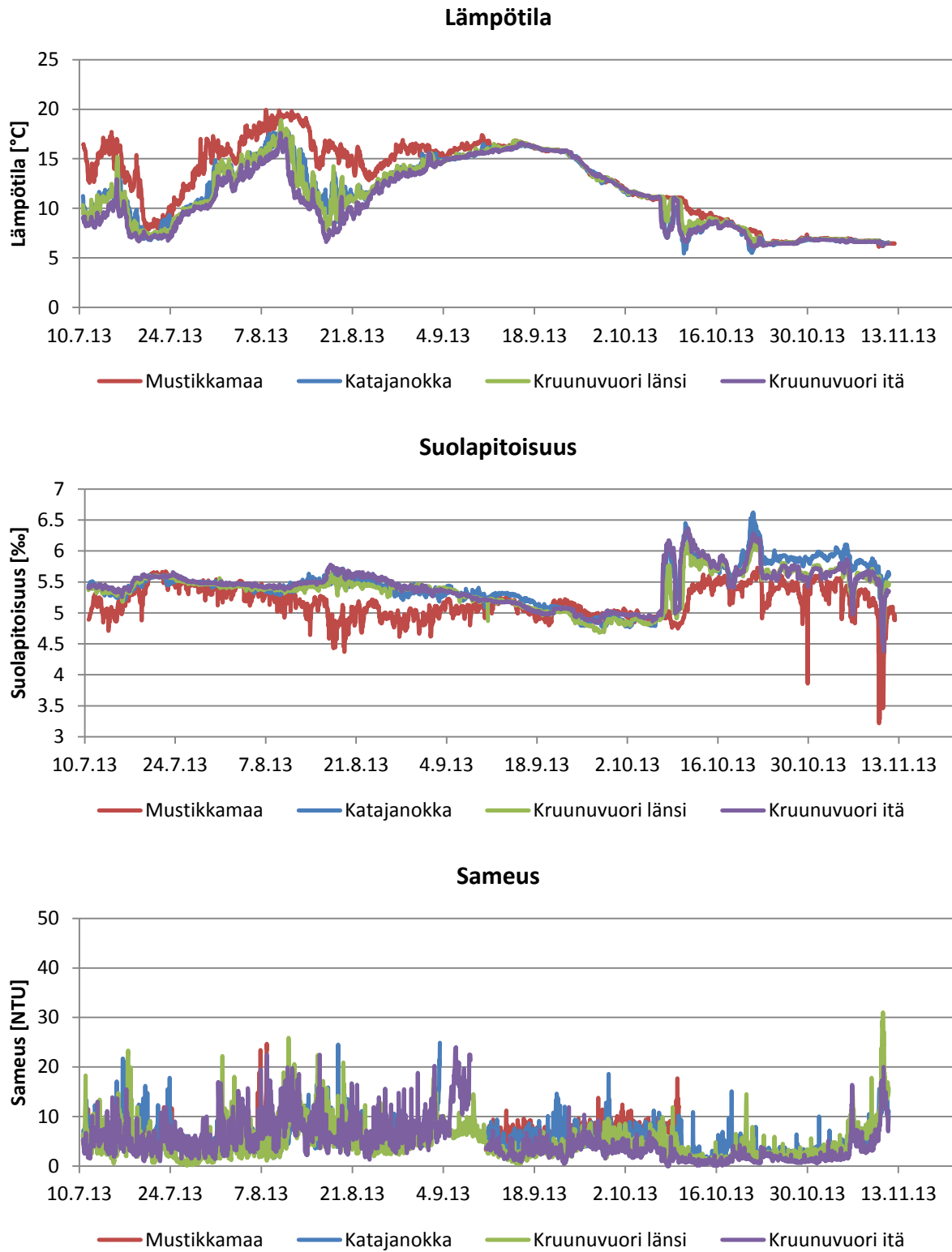
Alueen lämpötiloissa havaittiin mittauspaikkojen syvyyseroista sekä sijainnista aiheutuvia pieniä eroja. Mustikkamaan mittauspaikkaa dominoi Vantaanjoen vähäsuolaisempi ja kesäkaudella lämpimämpi vesi, kun taas muissa mittauspaikoissa veden lämpötiloissa tai suolapitoisuuksissa ei havaittu merkittäviä eroja (Kuva 7). Lämpötila-arvoissa havaitaan selvänä elokuun puolivälissä jakso jolloin lämpötilat laskivat ja vastaavasti suolapitoisuus nousi alueelle kulkeutuneen merellisen vesimassan ansioista. Vastaava tilanne havaittiin myös heinäkuun lopussa, jolloin Helsingin edustalla havaittiin rannikonläheinen kumpuamistilanne. Kumpuamistilantessa pintaveden kulkeutuivat kohti Viron rannikkoa ja tilalle tuli korvaavaa kylmempää ja runsasuolaisempaa vettä syvemmmältä.

Mustikkamaan mittauspaikan suolapitoisuusarvoissa havaittiin selvästi lisääntyneiden jokivirtaamien aiheuttama suolapitoisuuden lasku. Vastaava ilmiö havaittiin heikompana myös muilla mittauspaikoilla.

Sameusarvot olivat tyypillisiä sisäsaariston arvoja, joihin vaikuttaa voimakkaasti myös Vantaanjoen tuoma savisameus. Yleisellä tasolla sameusarvoissa nähtiin alkusyksyllä tyypillinen kirkastuminen.

Alueella sijaitti myös uusi ns. älyviittatekniikalla toteutettu vedenlaatuasema, joka keräsi tietoja pintaveden lämpötilasta, suolapitoisuudesta, sameudesta sekä a-klorofyllipitoisuudesta (Liite 1). Mittaustulosten perusteella havaittiin pintaveden suolapitoisuuksissa nopeita muutoksia. Samoin levämäärää kuvaava a-klorofyllipitoisuus ja sameus muuttuivat merkittävästi kesän aikana. Leväpitoisuudet olivat koholla erityisesti elo-syyskuun välissä.

Alueella esiintyvä kaksikerrosvirtaus vaikuttaa voimakkaasti myös sedimentoituvan aineksen kertymiseen sekä yleiseen suolapitoisuuteen. Mahdolliset pohjavirtausta rajoittavat rakenteet voivat lisätä alueen liettymistä sekä suolapitoisuuden laskua.

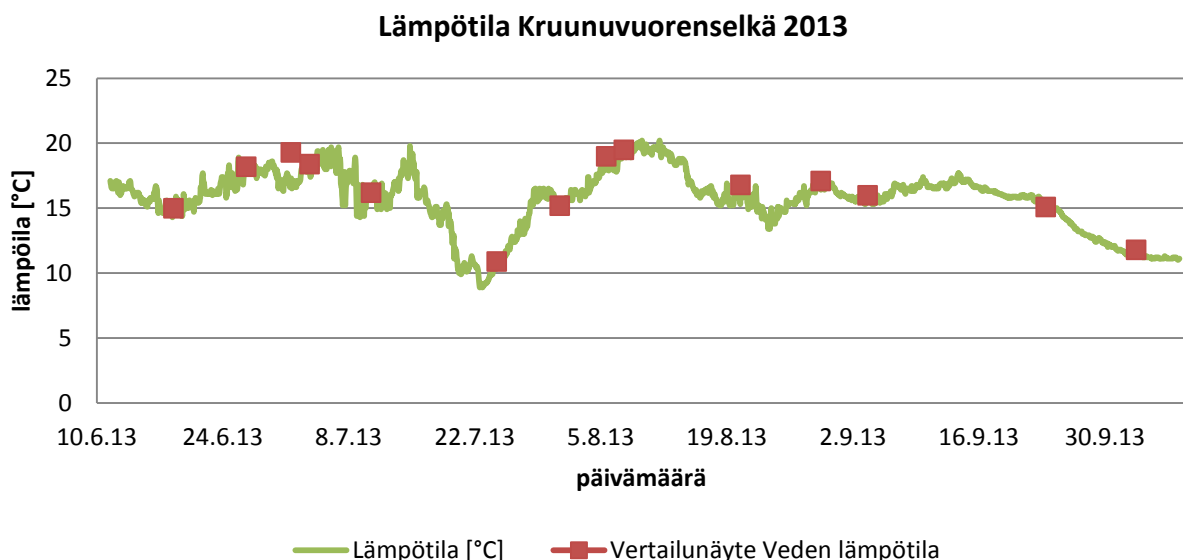


Kuva 7. Mitatut lämpötila-, suolapitoisuus- ja sameusarvot havaintopaikoittain Sameusarvoista on poistettu voimakkaan likaantumisen aiheuttamat virheelliset lukemat.

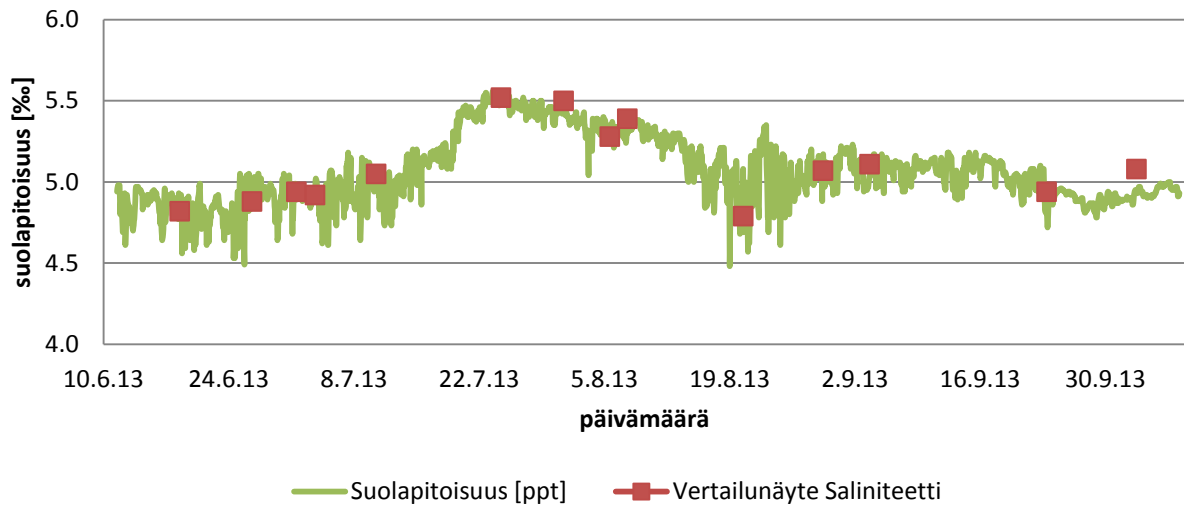
## Tiivistelmä tuloksista

- Alueella esiintyy voimakas vuorokausisykli virtaussuunnissa ja nopeuksissa, joka aiheutuu Suomenlahden-Itämeren altaan ominaisheilahtelusta.
- Alueen vesimassat kulkevat kaksikerrosvirtauksena siten, että pinta ja pohjakerroksen virtaussuunnat ovat usein päinvastaiset.
- Alueen pääasialliset virtaussuunnat ovat etelä-pohjoissuuntaisia, joskin myös muita virtaussuuntia esiintyy varsinkin tuulille alttiissa pintakerroksessa.
- Keskimääräiset virtausnopeudet ovat matalia, mutta hetkellisesti mitataan kaikilla paikoilla yli 10cm/s virtausnopeuksia, mitä pidetään resuspension raja-arvona hienojakoiselle materiaalille.
- Laajimmat sameusvaikutukset vesistötöistä tulisivat kohdistumaan em. etelä-pohjoissuuntaiselle alueelle joidenkin kilometrien etäisyydelle vesistöyökohteista.
- Alueen vesimassojen laatua dominoivat Vantaanjoen vesimassat sekä alueella usein toistuvat kumpuamiset, jotka voivat tuoda alueelle nopeasti kylmempää ja runsassuolaista vettä Suomenlahden pohjalta.
- Alue on Vantaanjoen tuoman kuormituksen ansiosta luontaisesti rehevää ja sameaa. Kiintoainekuormitus on myös suhteellisen suurta.

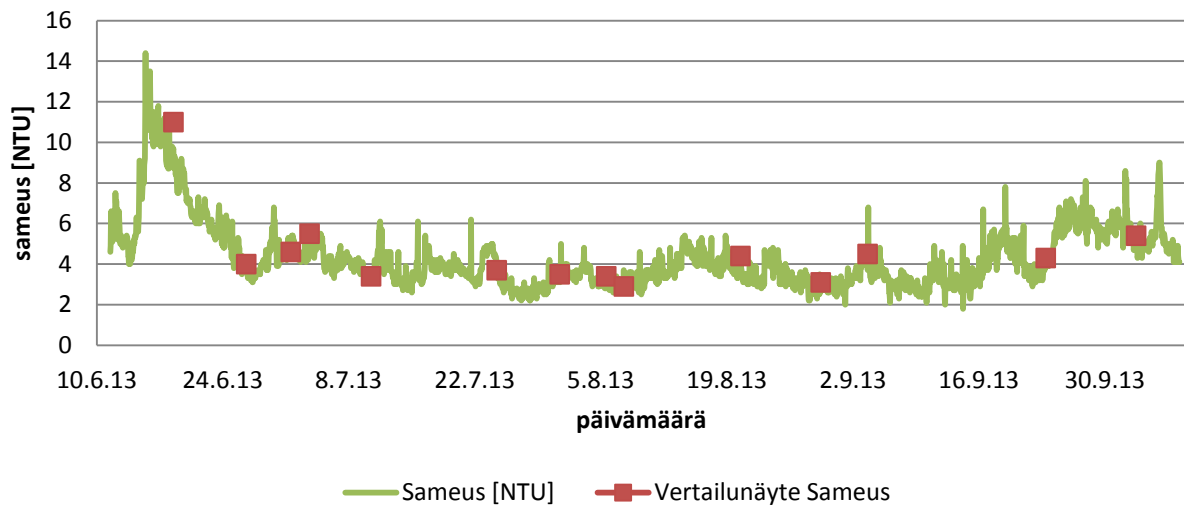
*Liitekuva. Älyviitalla kerätyt vedenlaadun mittausaineistot Kruunuvuorenselän läntisen aseman läheisyydestä kesältä 2013. Vedenlaatatiedot Luode Consulting Oy, vertailunäytteet SYKE ja Helsingin kaupunki.*



### Suolapitoisuus Kruunuvuorenselkä 2013



### Sameus Kruunuvuorenselkä 2013



### Klorofyllipitoisuus Kruunuvuorenselkä 2013

