



## ST1 BIOFUELS OY

Pietarsaaren bioetanolitehtaan vesistövaikutusten mallinnus



## St1 Biofuels Oy

### Pietarsaaren bioetanolitehtaan vesistövaikutusten mallinnus

#### Sisältö

<b>1</b>	<b>JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BIOETANOLITEHTAAN JÄTEVESIKUORMITUS.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>PIETARSAAREN MERIALUE.....</b>	<b>2</b>
3.1	Hydrologia.....	2
3.2	Kuormitus.....	3
3.3	Veden laatu ja vesistön ekologinen tila.....	3
<b>4</b>	<b>VESISTÖMALLINNUS .....</b>	<b>4</b>
4.1	Käytetty malli .....	4
4.2	Hilaverkosto ja mallinnuksen lähtötiedot.....	5
4.3	Laskenta ja tulokset .....	7
<b>5</b>	<b>VESISTÖMALLINNUKSEN TULOKSET.....</b>	<b>7</b>
5.1	Vaikutukset veden laatuun .....	7
5.2	Kokonaisfosfori .....	8
5.3	Kokonaistyyppi.....	9
5.4	Kemiallinen hapenkulutus, COD <sub>Cr</sub> .....	10
5.5	Kiintoaine .....	11
<b>6</b>	<b>YHTEENVETO .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>VIITTEET.....</b>	<b>13</b>

#### Liitteet

Liite 1	Laskentakerrosten lukumäärä
Liite 2	Aikasarjojen tulostuspisteet
Liite 3	Kokonaisfosforin mallinnustulokset aikasarjoina tulostuspisteittäin
Liite 4	Kokonaistypen mallinnustulokset aikasarjoina tulostuspisteittäin
Liite 5	Kemiallisen hapenkulutuksen (COD) mallinnustulokset aikasarjoina tulostuspisteittäin

Pohjakartat Maanmittauslaitoksen aineistoja

#### Pöyry Finland Oy

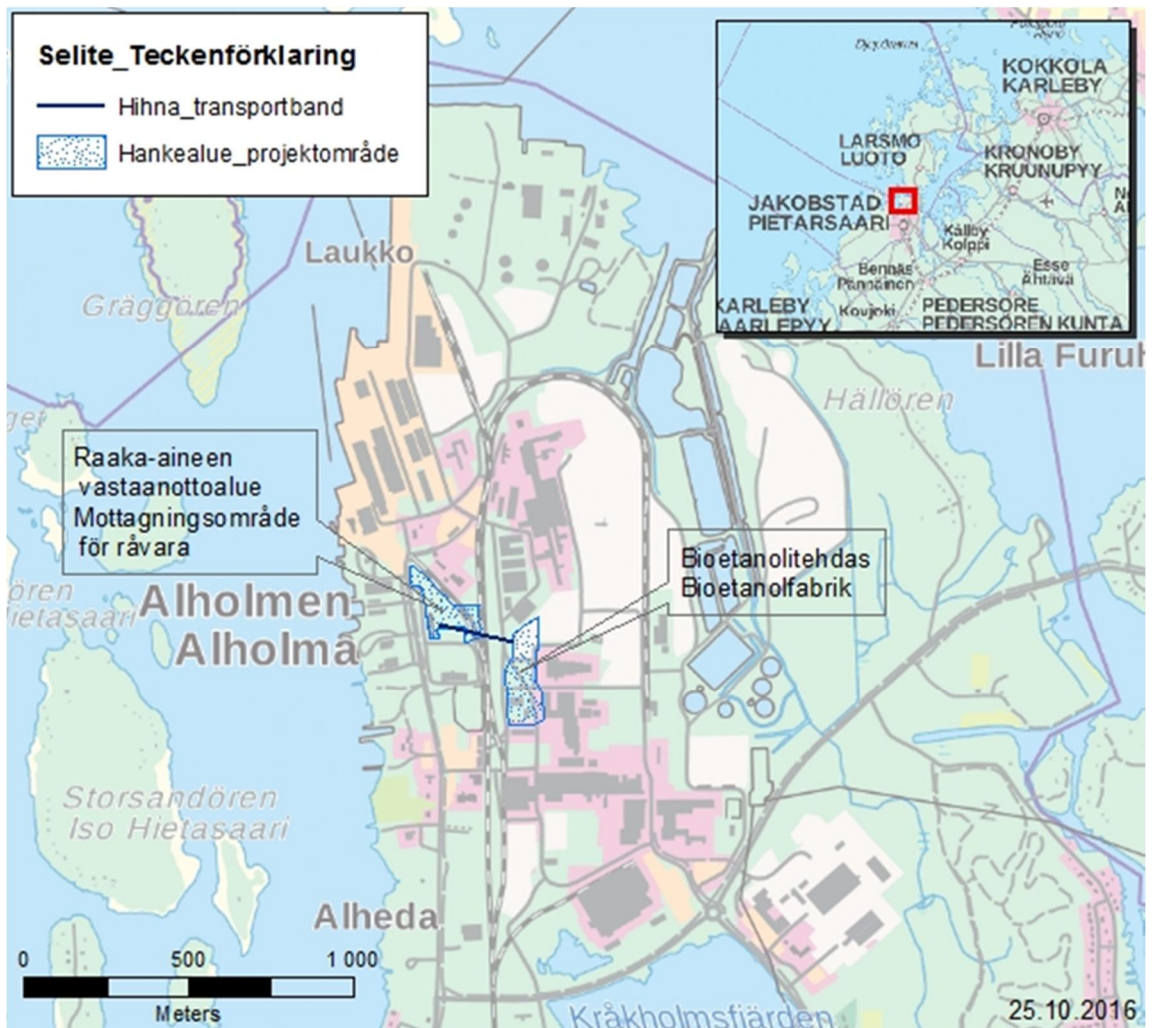
MMM Lasse Rantala  
FM Heimo Vepsä

Yhteystiedot  
PL 20, Elektroniikkatie 13  
90590 OULU  
puh. 010 33280  
sähköposti etunimi.sukunimi@poyry.com  
www.poyry.fi

## 1 JOHDANTO

St1 Biofuels Oy suunnittelee Pietarsaaren bioetanolitehdasta, joka valmistaisi 50 milj. litraa bioetanolia vuodessa. Hankkeen YVA-menettely on käynnissä, minkä jälkeen tehtaalle haetaan tarvittavat ympäristöluvut. Bioetanolitehdas käyttää etanolin valmistuksen raaka-aineena sahanpurua, sahaketta sekä kierrätyspuuta. Tehdas sijoittuu suunnitelmien mukaan Pietarsaaren Alholman teollisuusalueelle. Toiminnassa muodostuu jätevesiä, jotka käsitellään joko teollisuusalueen nykyisellä puhdistamolla tai tehtaan omalla puhdistamolla. Hankealueen sijainti on esitetty alla olevassa kuvassa.

Tässä selvityksessä arvioidaan vesistömallinnuksen avulla suunnitellun bioetanolitehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuvat vaikutukset Pietarsaaren merialueen veden laatuun, kun jätevedet käsitellään omalla puhdistamolla. Tulokset käytetään YVA-selostuksessa, jossa laajempi vaikutustarkastelu tehdään.



Kuva 1-1 St1 Biofuels Oy:n bioetanolitehtaan sijainti Pietarsaassa.

## 2 BIOETANOLITEHTAAN JÄTEVESIKUORMITUS

Suunnitellun bioetanolitehtaan jätevedenpuhdistamon mitoitusvirtaama on  $1\,800\text{ m}^3/\text{d}$  ja jätevesimäärä vuodessa noin  $657\,000\text{ m}^3$ . Tehtaan eri osaprosesseista muodostuvat jätevedet sisältävät ravinteita, orgaanisia yhdisteitä ja kiintoaineita. Käsitelty jätevesi johdetaan Alholmens Kraftin jäähdytysvesikanaaliin ja edelleen Alholmens Kraftin poisto-

tunnelin kautta Pietarsaaren merialueelle. Poistotunnelin virtaama on suuri, johon bioetanolitehtaan jätevedet laimentuvat. Purkupiste on merkitty kartalle seuraavassa kuvassa (Kuva 3-1)

Bioetanolitehtaan käsiteltyjen jätevesien laatu ja kuormitus on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2-1). Jäteveden pH on 6,8–7,2 ja lämpötila 35–38 °C. Bioetanolitehtaan käsitellyt jätevedet ovat laadultaan lähellä tavanomaisia käsiteltyjä yhdyskuntajätevesiä, typpipitoisuuden ollessa kuitenkin selvästi alempi.

**Taulukko 2-1 St1:n Pietarsaaren bioetanolitehtaan käsiteltyjen jätevesien laatu ja kuormitus.**

	mg/l	kg/d
Kok.P	1,0	1,8
Kok.N	10	18
COD	300	540
Kiintoaine	35	63

### 3 PIETARSAAREN MERIALUE

#### 3.1 Hydrologia

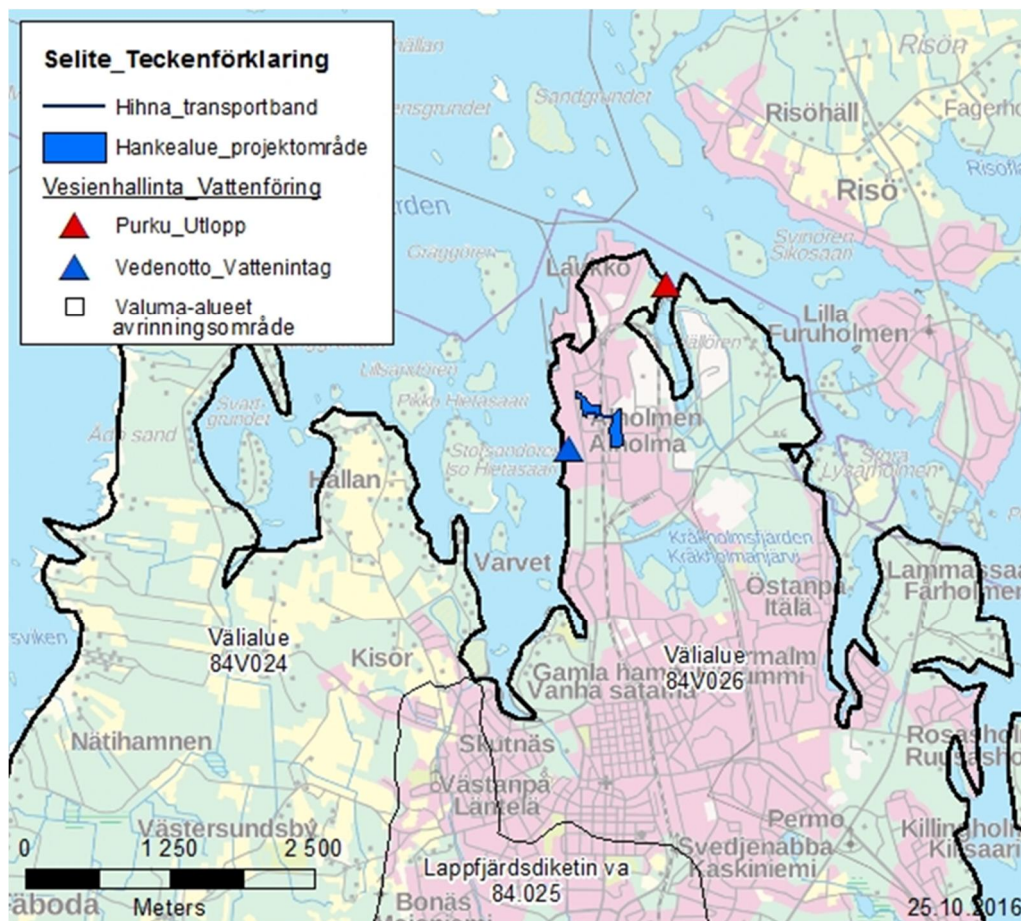
Pietarsaaren merialue on lukuisten saarien rikkomaa matalaa vesialuetta. Veden syvyys on enimmäkseen alle viisi metriä, syvempää vettä on länteen suuntautuvan meriväylän alueella ja ulommalla merialueella. Jäätälven pituus alueella on nykyisin nelisen kulkautta.

Merivedenpinta on vaihdellut vuosina 1922–2015 tasovälillä NN -1,13... NN +1,39. Pohjanlahdella maan kohoaminen on edelleen selvää ja merenkurkun kohdalla (Pietarsaari) maanpinta kohoaa arviolta 9,01...10,45 mm vuodessa, mistä johtuen rannikkoalue mataloituu edelleen.

Pietarsaaren Alholman teollisuusalueen itäpuolella sijaitsevien patoluukkujen kautta johdetaan mereen pääosa Luodonjärven vesistä (valuma-alueen pinta-ala 66 km<sup>2</sup>). Merenlahdesta padottuun Luodonjärveen laskevat Kovjoen (vesistöalue 45), Purmonjoen (vesistöalue 46) ja Ähtävänjoen (vesistöalue 47) sekä Kruunupyynjoen (vesistöalue 48) vesistöt, joiden yhteenlaskettu valuma-alue on 4 292 km<sup>2</sup>.

Hankealue sijoittuu Perämeren rannikkoalueen päävaluma-alueeseen (84) kuuluvalla Välialueen (84V026) valuma-alueelle (24,05 km<sup>2</sup>). Hankealue sijaitsee rantavyöhykkeellä noin 480 metriä merenrannasta ja sen käsitellyt jätevedet johdetaan Perämeren rantavyöhykkeelle (merialue 99.11). Alue kuuluu Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueeseen (VHA3).

Teollisuus ottaa prosessi- ja jäähdytysvetensä Luodonjärvestä, ja Alholmens Kraftin voimalaitos ottaa jäähdytysvetensä merestä. Teollisuus ja voimalaitos johtavat prosessi- ja jäähdytysvetensä mereen saman poistokanavan kautta Alholman koillisosassa (Kuva 3-1).



Kuva 3-1 Vesistöalueet, jäähdytysveden ottopaikka ja jätevesien purkupaikka.

### 3.2 Kuormitus

Pietarsaaren edustan merialuetta ovat pitkään kuormittaneet asutuksen ja teollisuuden käsitellyt jätevedet. Teollisuuden jätevesiä (UPM Kymmene Oyj, BillerudKorsnäs Finland Oy ja Outokumpu Stainless Tubular Products Finland Oy Ab) johdetaan Alholman edustalle teollisuuden yhteisen purkukanavan kautta. Samaan kanavaan johdetaan myös vesiä Alholmens Kraftin voimalaitokselta ja UPM Kymmene Oyj:n jäähdytysvesiä. Jätevesien purkukanavan edustalle Alholmaan tulee runsaasti Luodonjärven kautta haja-kuormituksesta peräisin olevia ravinne- ja humuspitoisia vesiä sekä lämpökuormaa. Alholmasta virtaukset suuntautuvat pääosin pohjoiseen.

Pietarsaaren kaupungin jätevedenpuhdistamo sijaitsee Alholman teollisuusalueen tuntumassa Alhedassa. Puhdistetut asumajätevedet johdetaan purkuputkella noin 5 metriä syvään veteen Alholmajärdenille, Pietarsaaren sataman eteläpuolelle. Jätevesistä aiheutuu lähinnä ravinteiden ja happea kuluttavien yhdisteiden kuormitusta.

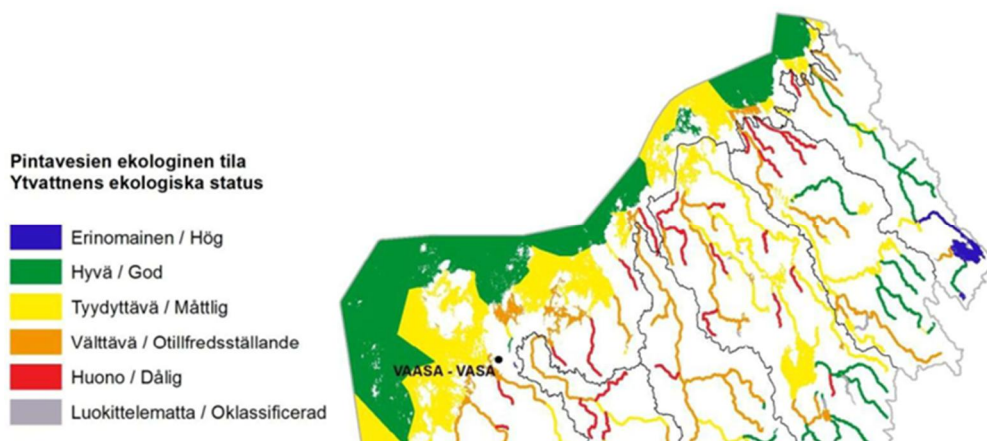
### 3.3 Veden laatu ja vesistön ekologinen tila

Pietarsaaren merialueen vedenlaatuun vaikuttavat teollisuuden sekä asutuksen jätevesikuormituksen ohella jäähdytysvedet sekä Luodon-Öjan makeavesialtaasta juoksutettavat humuspitoiset ja ajoittain happamat vedet. Alholmens Kraftin voimalaitokselta ja UPM-Kymmenen tehtaalta Alholmaan johdettavien lämpimien jäähdytysvesien vuoksi purkualue pysyy sulana koko talven. Mereen johdettavat käsitellyt jätevedet sekä jäähdytysvedet kulkeutuvat purkualueelta pääsääntöisesti pohjoisen suuntaan. Makeasta vedestä koostuvat jätevedet pysyvät pintavesissä meriveden pysyessä pohjassa. Jäte- ja järvi-

vesien vaikutukset näkyvät talvisin pintavedessä selvimmin Ådön–Hälsingön sisäpuoliossa saaristossa etenkin kohonneina väri- ja ravinnearvoina. Veden laadulle ovat talvella ominaisia voimakkaat alueelliset ja myös eri vuosien väliset vaihtelut. Kesällä vesien sekoittuminen on Alholman edustalla tehokasta eikä kerrostuneisuutta synny.

Klorofyllipitoisuuksien perusteella Pietarsaaren edustan merialue jakautui vuonna 2015 rehevydeltään kolmeen rehevyysluokkaan. Koko sisempi rannikkoalue, Käckursfjärden, Hälsingön sisäpuolinen alue ja Ådön ympäristö sijoittuivat luokkaan lievästi rehevä. Ulompi rannikkoalue Ådön pohjoispuolelta Örenin eteläpuolelle saakka kuului luokkaan rehevöitymässä. Karuiksi luokiteltiin uloimmat havaintopaikat. Perifytonselvityksen perusteella leväkasvu oli Alholmens Kraftin jäähdytysvesien ja UPM:n jäähdytys- ja jätevesien purkualueella yli 20-kertainen ulompana oleviin vertailualueisiin nähden. Luodonjärven juoksutukset vaikuttavat laajasti alueen veden laatuun. (Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry 2016)

Rannikkovesien vesienhoidon toimenpideohjelmassa Pietarsaaren–Luodon–Kokkolan saaristo on luokiteltu tyydyttävään ekologiseen tilaan (Kuva 3-2) ja Pietarsaaren sisäsaaristo välttävään ekologiseen tilaan. Syynä hyvää huonompaan tilaan on ravinnekuormitus, joka johtuu sekä hajakuormituksesta että teollisuuden ja asutuksen jätevesistä.



**Kuva 3-2 Vesistöjen ekologinen tila läntisellä vesienhoitoalueella (Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015).**

## 4 VESISTÖMALLINNUS

### 4.1 Käytetty malli

Vesistömallinnus on laskennallinen arviointimenetelmä, jolla pystytään erittelemään halutun kohteen kuormituksen vaikutukset. Virtaus- ja vedenlaatumallinnus toteutettiin Environmental Fluid Dynamics Code (EFDC) Explorer ver.8 -mallinnusohjelmistolla, joka on yleisesti käytössä maailmanlaajuisesti ja on mm. Yhdysvalloissa vesipäästöjen vaikutusten arviointiin suositeltujen mallien joukossa. Malli on laadittu alun perin rannikkovesien mallinnustehtäviin. Mallin jatkokehitystä on tehty Dynamic Solutions-International LLC -konsulttialan yrityksessä (Craig 2011). Pietarsaaren merialueen mallinnus tehtiin kolmiulotteisena (3D) kohdevesistön syvyysuhteista johtuen. Mallin nyt käytössä olevassa versiossa on mukana jääpeitteen mallinnus, joten malli kuvaa talviaikaista tilannetta aiempaa totuudenmukaisemmin. Merkittävimmät jääpeitteen vaikutukset ovat tuulen vaikutuksen estyminen veteen, vaikutus pintaveden lämpötilaan sekä ilman ja veden välisen lämpöenergian siirtymisen väheneminen.

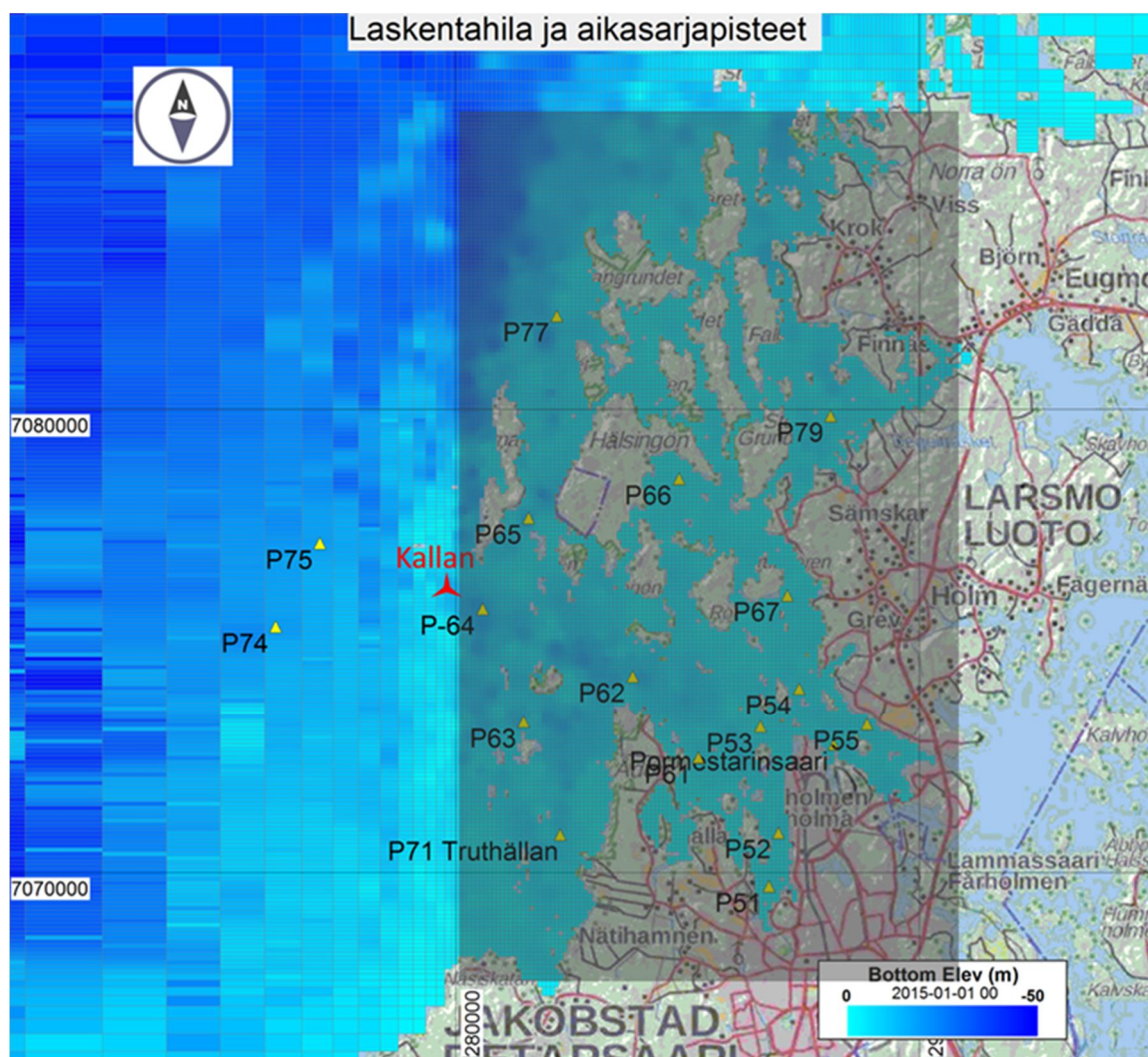


Malli laskee virtaukset tuulien, jokivirtaamien, pohjan ja rantojen muodon, jätevesivirtaaman ja tiheyserojen perusteella. Pitoisuudet lasketaan virtauskenttien, sekoittumisen ja kulkeutumisen avulla. Kyseistä mallia on käytetty aikaisemmin useissa vastaavissa selvityksissä (esim. Pöyry 2014a, b, 2016), ja malli soveltuu kokemuksemme mukaisesti hyvin suunnitellun bioetanolitehtaan jätevesien vaikutusten ja leviämisen mallintamiseen.

## 4.2 Hilaverkosto ja mallinnuksen lähtötiedot

### Hilaverkosto

Hilaverkosto laadittiin muuttuvahilaisena, missä erotustarkkuus kasvaa purkupaikan lähialueelta etäännyttäessä. Hilakoko oli 90 x 90 metriä etelä-pohjoissuunnassa Näsiskatantin-Eugmon välisellä alueella (n. 18 km) ja länsi-itäsuunnassa Kallan-Luodonjärvi (n. 10 km) välisellä alueella. Tältä alueelta etäännyttäessä hilakoko kasvaa Pohjanlahden etelä- ja pohjoisosien maksimiarvoon 10 x 10 km (Kuva 4-1). Arvioitu jätevesien pääasiallinen vaikutusalue on pienempi alkaen Luodonjärven padoilta ja jatkuen noin 5 km:n päähän saaristoon pohjoiseen ja länteen. Laskentakerroksia oli mallissa kaikkiaan 15, Ådön itäpuolella lahtialueella kerroksia oli 2–5 kappaletta (Liite 1). Pintakerrokset olivat ohuempia kuin syvemmän veden kerrokset.



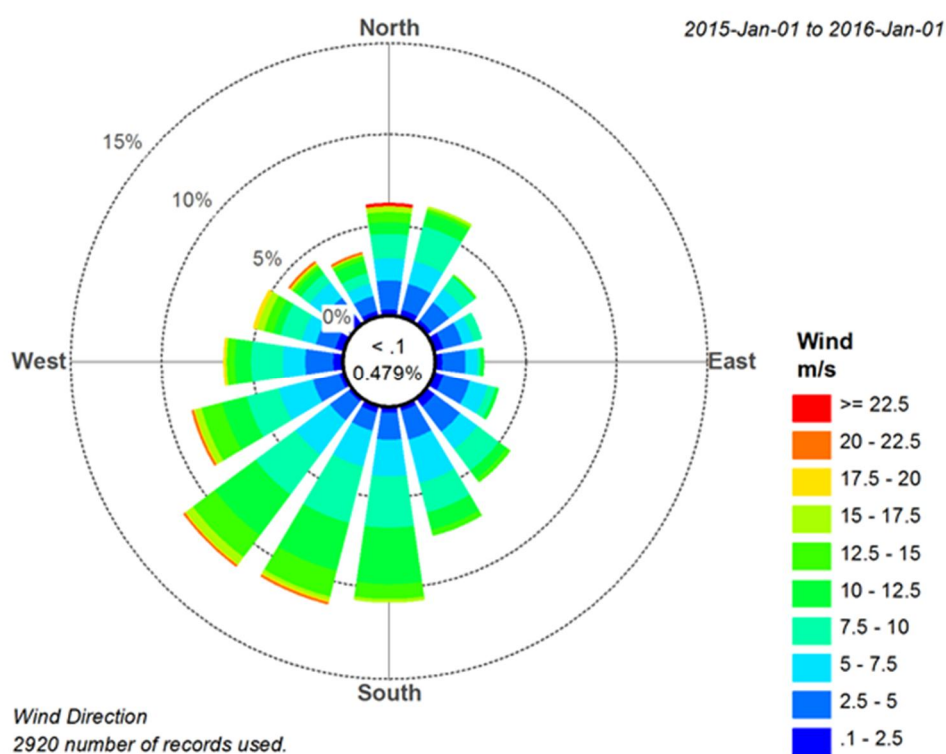
Kuva 4-1 Mallin laskentahila. Tummennetulla alueella hilakoko on 90 x 90 m. Kuvassa myös Kallanin säähavaintoasema ja mallin tulostuspisteitä.

## Merialueen morfometriset tiedot

Merialueen syvyystietojen pohjana käytettiin Suomen aluevesillä Liikenneviraston merikarttojen dataa ja muualla ETOPO2:n aineistoa (maapallon kattava tietokanta, erotuskyky 2 minuuttia eli noin 1,85 km).

## Tuulet ja muut säätiedot

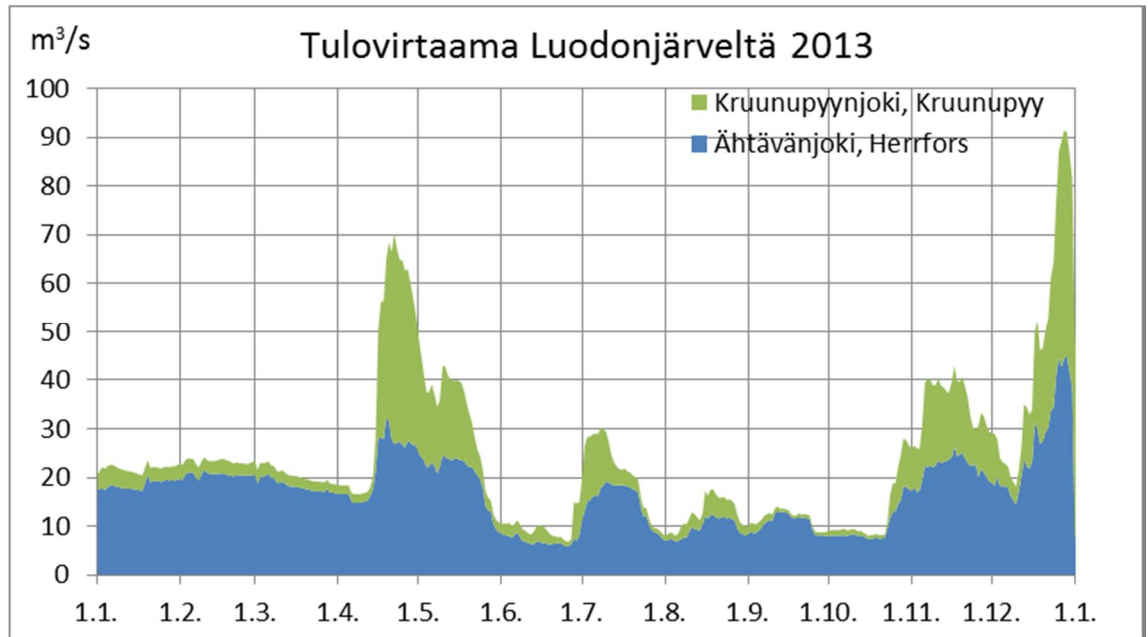
Tuulen suunnat ja nopeudet saatiin lähialueella sijaitsevalta Kallanin säähavaintoasemalla tehdyistä mittauksista, samoin muut tarvittavat säätiedot eli ilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja ilmanpaine. Tiedot olivat vuodelta 2015 (Kuva 4-2). Tuulen keskinopeus oli 7,5 m/s.



Kuva 4-2 Mallinnuksessa käytetyt tuulitiedot, tuulen suunta- ja nopeusjakauma Kallanin säähavaintoasemalla v. 2015.

## Virtaamat

Merkittävimmät jokivirtaamat saatiin ympäristöhallinnon ylläpitämistä järjestelmistä. Luodonjärveltä purkautuvana vesimääränä käytettiin Ähtävän- ja Kruunupyynjokien virtaamien summaa vuodelta 2013 (Kuva 4-3). Vuosi 2013 oli hydrologisilta oloiltaan lähellä normaalia vesivuotta.



Kuva 4-3 Luodonjärven tulovirtaama v. 2013.

### Merivedenkorkeus

Meriveden korkeus alueella vaihtelee tuulista johtuen. Merivedenkorkeus vaihteli las-  
kentavuotena avovesikaudella  $-0,35 \dots +0,7$  m keskivedenpinnan tasosta. Koillisella Pe-  
rämerellä vaihtelu oli  $-0,45 \dots 0,95$  m.

## 4.3 Laskenta ja tulokset

Mallilla laskettiin bioetanolitehtaan käsiteltyjen jätevesien vaikutusta merialueen veden-  
laatuun. Mallinnetut vedenlaatuominaisuudet olivat kokonaisfosfori (kok.P), kokonaistyppi  
(kok.N) ja kemiallinen hapenkulutus (COD). Lisäksi mallinnettiin merkkiainetta, jonka pe-  
rusteella arvioitiin kiintoaineen pitoisuuksia. Kuormituksina käytettiin taulukossa 3-1  
esitettyjä kuormituksia, jotka Tilaja on toimittanut. Kaikki tulokset edustavat vesistö-  
ssä tapahtuvaa pitoisuuden muutosta.

Mallinnus tehtiin yhden vuoden mittaisena yhdellä purkupisteellä. Mallinnus on 3-  
ulotteinen (3D), ja tuloksia on erikseen pinta- ja pohjakerroksesta. Mallinnuksesta saa-  
daan tuloksina vaikutusalueen laajuus, mikä kuvataan pitoisuuden alueellisena ja-  
kaumana ja vaikutuksen ajallinen vaihtelu aikasarjoina. Lisäksi on laskettu vaikutuksen  
voimakkuuden tunnuslukuja (keskiarvo, minimi ja maksimi).

## 5 VESISTÖMALLINNUKSEN TULOKSET

### 5.1 Vaikutukset veden laatuun

Bioetanolitehtaan jätevesien mallinnukseen perustuvat vaikutukset vesistön vedenlaa-  
tuun kokonaisfosforin, kokonaistypen ja COD:n osalta on esitetty seuraavissa jakauma-  
kuvissa, jotka esittävät vedenlaadun muutosta alueellisesti purkupaikalta lähtien. Kyse  
on siten jätevesikuormituksen aiheuttamasta pitoisuuslisäyksestä. Kuvat edustavat meri-  
alueen pintakerrosta, jossa jätevedet pääasiassa leviävät. Kuvat kattavat alueen Al-  
holman edustalta noin 4 km:n päähän länteen ja 5 km:n päähän pohjoiseen eli Pietarsaa-

ren sisemmän merialueen. Aikasarjakuvia valituilta havaintopaikoilta on esitetty liitteessä. Aikasarjoissa esitetään kuukausittaiset tulokset (keskiarvo, minimi ja maksimi) pinta- ja pohjakerroksessa.

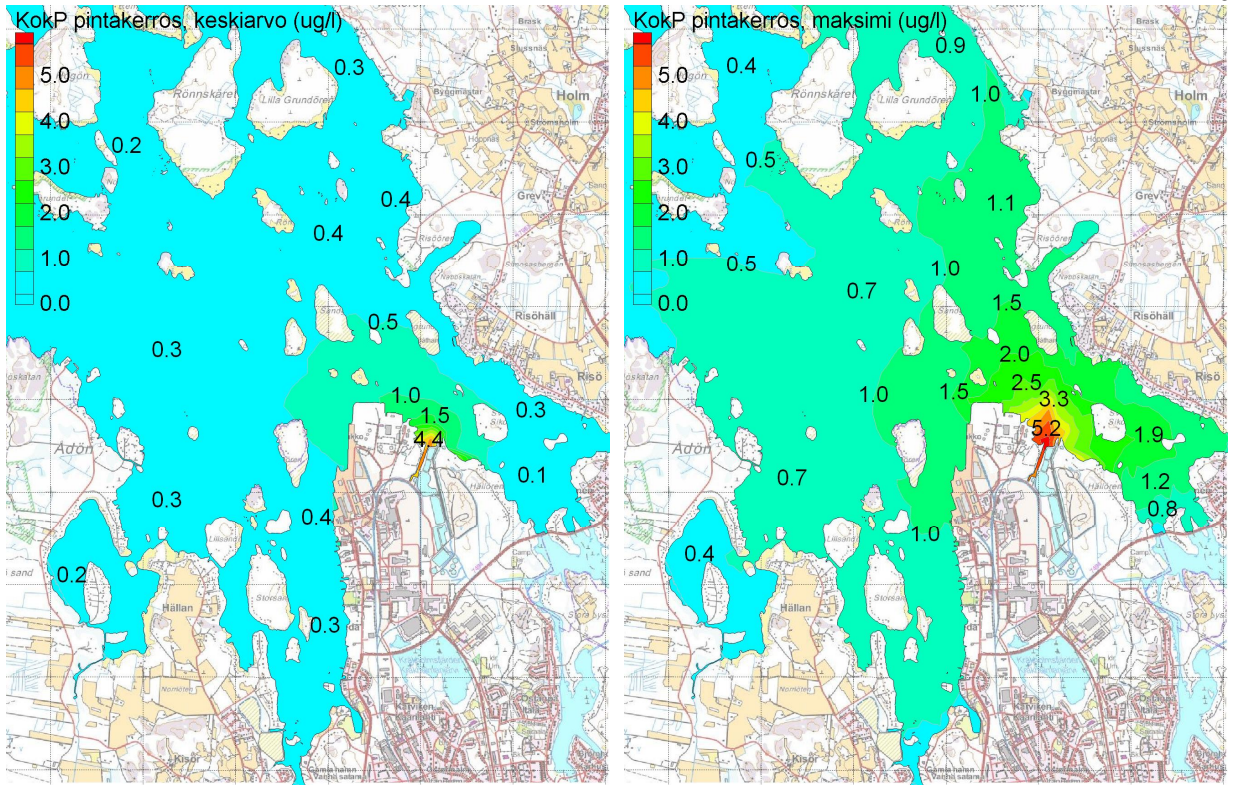
## 5.2 Kokonaisfosfori

Bioetanolitehtaan käsiteltyjen jätevesien mallinnukseen perustuva vaikutus vesistön kokonaisfosforipitoisuuteen Pietarsaaren merialueella on esitetty seuraavissa jakaumakuviissa (Kuva 5-1). Toinen kuva esittää muutosta vuoden keskiarvona ja toinen vuoden aikana esiintyvää suurinta muutosta (maksimi). Käsitellyn jäteveden fosforipitoisuus on 1,0 mg/l.

Jätevesien purkualueella fosforipitoisuus kasvaa vuoden keskiarvona 4 µg/l ja maksimissaan 5 µg/l. Purkualueen edustalla (noin 1 km<sup>2</sup>:n alue) pitoisuus kasvaa keskimäärin 0,5–1,5 µg/l ja maksimissaan 2,0–3,3 µg/l. Ulompana ja Alholmsfjärdenillä pitoisuusmuutos on alle 0,5 µg/l ja maksimissaan 1,1 µg/l. Fosforipitoisuuden perusteella jätevesien leviämisuunta on enemmän pohjoiseen kuin länteen ja Alholmsfjärdenille.

Vallitseva fosforipitoisuus lähimmillä pohjoispuolisilla tarkkailupisteillä (54\_Sandgrundet ja 67\_Lillgrundet) on avovesikaudella 30–40 µg/l. Tällä alueella pitoisuusnousu mallinnuksen mukaan on keskimäärin 0,5 µg/l eli 1–2 prosentin luokkaa, jota ei voida pitää merkittävänä. Kun fosforin pitoisuusmuutos on 2 µg/l, se on mittausepävarmuus huomioon ottaen juuri ja juuri mittauksin todennettavissa.

Kokonaisfosforin pitoisuusmuutokset aikasarjoina pisteittäin yhden vuoden ajalta on esitetty liitteessä 3. Aikasarjoissa on kuvattu kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi. Mallinnetut pitoisuudet vaihtelevat vuodenajoittain selvästi riippuen alueesta ja tarkastelupisteestä. Purkualueen edustalla ja siitä länteen (53,62,64,75) ja Alholmsfjärdenillä (51,52,61) maksimi-arvot esiintyvät talvella pintakerroksessa. Pohjoisen suunnassa (54, 67,79) maksimi-arvot esiintyvät kesällä pintakerroksessa. Pisteet 64,75 ja 79 ovat kaukana purkualueesta, eivätkä jätevesien vaikutukset käytännössä ulotu näille alueille (Nyg-rundet-Mässkär, Kallan, Käckursfjärden). Jätevedet leviävät pintakerroksessa niin talvellakin kuin kesälläkin, mutta erot pinta- ja pohjakerroksen välillä ovat pienet, mikä johtuu merialueen mataluudesta. Parhaiten erot näkyvät maksimi-arvoissa.



**Kuva 5-1** Jätevesikuormituksen aiheuttama kokonaisfosforin pitoisuuslisäyksen alueellinen jakauma vuoden keskiarvona (vasemmalla) ja vuoden aikana esiintyvänä maksimiarvona (oikealla). Pitoisuustasot erottuvat väriskaalalla. Taustaruudutus 1 x 1 km.

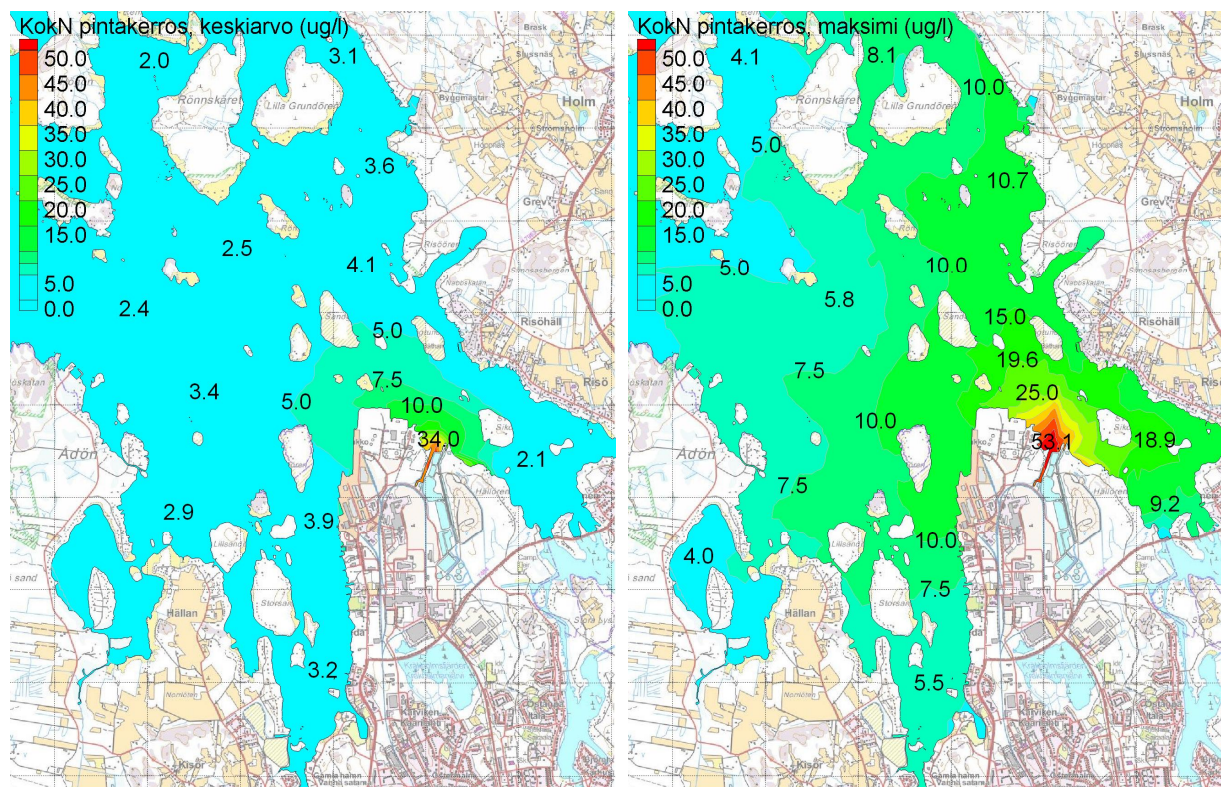
### 5.3 Kokonaistyyppi

Bioetanolitehtaan käsiteltyjen jätevesien mallinnukseen perustuva vaikutus vesistön kokonaistyyppipitoisuuteen Pietarsaaren merialueella on esitetty seuraavissa jakaumakuvis- sa (Kuva 5-2). Toinen kuva esittää muutosta vuoden keskiarvona ja toinen vuoden aikana esiintyvää suurinta muutosta (maksimi). Käsitellyn jäteveden tyyppipitoisuus on 10 mg/l.

Jätevesien purkualueella tyyppipitoisuus kasvaa vuoden keskiarvona 34 µg/l ja maksimissaan 53 µg/l. Purkualueen edustalla (noin 1 km<sup>2</sup>:n alue) pitoisuus kasvaa keskimäärin 5–10 µg/l ja maksimissaan 15–25 µg/l. Ulompana ja Alholmjärdenille pitoisuusmuutos on alle 5 µg/l ja maksimissaan 10 µg/l. Tyyppipitoisuuden perusteella jätevesien leviämissuunta on enemmän pohjoiseen kuin länteen ja Alholmjärdenille.

Vallitseva tyyppipitoisuus lähimmillä pohjoispuolisilla tarkkailupisteillä (54\_Sandgrundet ja 67\_Lillgrundet) on avovesikaudella 700–800 µg/l. Tällä alueella pitoisuusnousu mallinnuksen mukaan on keskimäärin 4–5 µg/l eli alle prosentin luokkaa, jota ei voida pitää merkittävänä. Kun typen pitoisuusmuutos on 50 µg/l, se on mittausepävarmuus huomioon ottaen juuri ja juuri mittauksin todennettavissa.

Kokonaistypen pitoisuusmuutokset aikasarjoina pisteittäin yhden vuoden ajalta on esitetty liitteessä 4. Aikasarjoissa on kuvattu kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi. Aikasarjat typen osalta ovat samanlaiset fosforilla. Purkualueen edustalla, siitä länteen ja Alholmsjärdenillä maksimiarvot esiintyvät talvella pintakerroksessa. Pohjoisen suunnassa maksimiarvot esiintyvät kesällä pintakerroksessa. Jätevedet leviävät pintakerroksessa niin talvellakin kuin kesälläkin, mutta erot pinta- ja pohjakerroksen välillä ovat pienet.



Kuva 5-2 Jätevesikuormituksen aiheuttama kokonaistypen pitoisuuslisäyksen alueellinen jakauma vuoden keskiarvona (vasemmalla) ja vuoden aikana esiintyvänä maksimiarvona (oikealla). Pitoisuustasot erottuvat väriskaalalla. 1 x 1 km.

#### 5.4 Kemiallinen hapenkulutus, $COD_{Cr}$

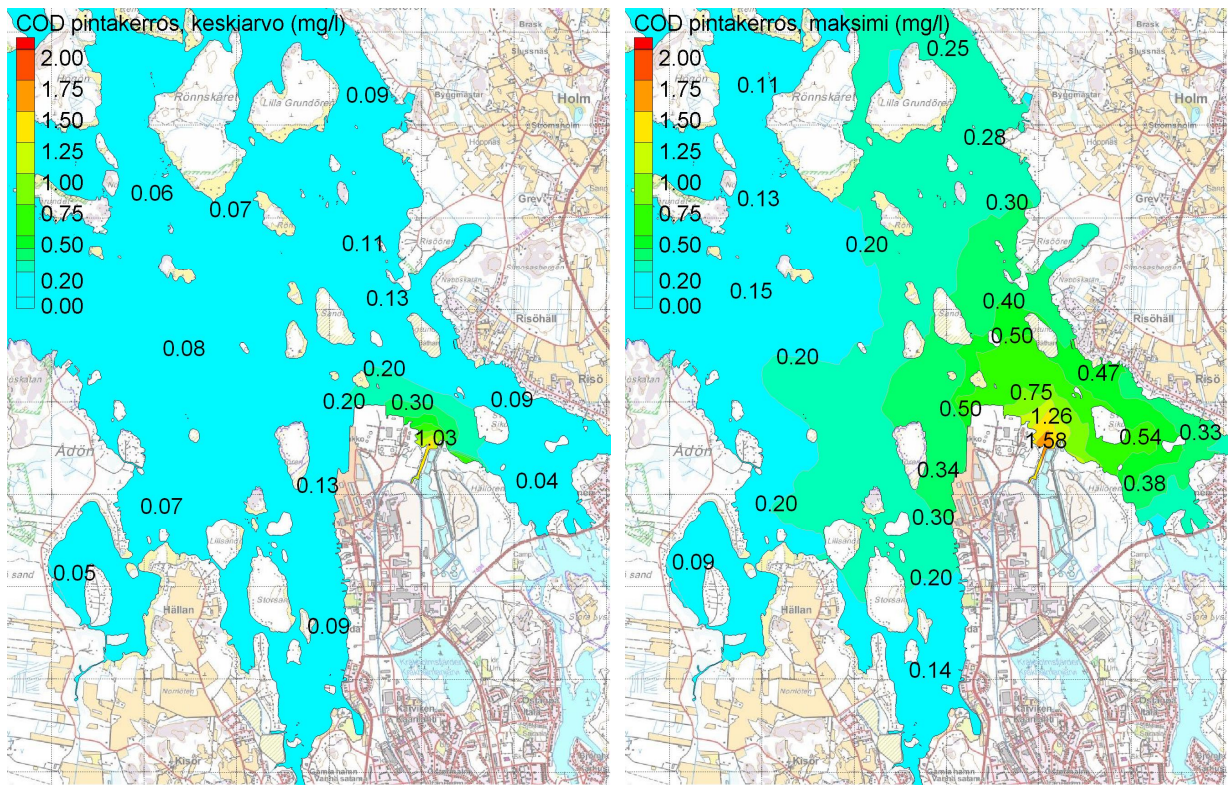
Bioetanolihteita käsiteltyjen jätevesien mallinnukseen perustuva vaikutus vesistön  $COD$ -pitoisuuteen Pietarsaaren merialueella on esitetty seuraavissa jakaumakuvissa (Kuva 5-3). Toinen kuva esittää muutosta vuoden keskiarvona ja toinen vuoden aikana esiintyvää suurinta muutosta (maksimi). Käsitellyn jäteveden  $COD$ -pitoisuus on 300 mg/l.

Jätevesien purkualueella  $COD$ -pitoisuus kasvaa vuoden keskiarvona 1,0 mg/l ja maksimissaan 1,6 mg/l. Purkualueen edustalla (noin 1 km<sup>2</sup>:n alue) pitoisuus kasvaa keskimäärin 0,2–0,3 mg/l ja maksimissaan 0,5–0,8 mg/l. Ulompana ja Alholmsfjärdenillä pitoisuusmuutos on alle 0,2 mg/l ja maksimissaan 0,4 mg/l.  $COD$ -pitoisuuden perusteella jätevesien leviämissuunta on enemmän pohjoiseen kuin länteen ja Alholmsfjärdenille.

Kemiallinen hapenkulutus mitataan jätevesistä  $COD_{Cr}$ -arvona ja vesistövesistä  $COD_{Mn}$ -arvona. Pietarsaaren merialueen tarkkailussa ei ole määritetty  $COD_{Mn}$ -arvoa, mutta veden väri kuvaa humuspitoisissa rannikkovesissä samaa asiaa. Veden väri lähimmillä pohjoispuolisilla tarkkailupisteillä (54\_Sandgrundet ja 67\_Lillgrundet) on avovesikaudella 60–120 mg Pt/l, joka tarkoittaa  $COD_{Mn}$ -arvona 9–18 mg/l ja  $COD_{Cr}$ -arvona noin 25–50 mg/l. Tähän verrattuna  $COD$ :n pitoisuusnousu on yhden prosentin luokkaa.

Kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuusmuutokset aikasarjoina pisteittäin yhden vuoden ajalta on esitetty liitteessä 5. Aikasarjoissa on kuvattu kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi. Aikasarjat  $COD$ :n osalta ovat samanlaiset fosforilla ja typellä. Purkualueen edustalla, siitä länteen ja Alholmsfjärdenillä maksimiarvot esiintyvät talvella pintakerroksessa. Pohjoisen suunnassa maksimiarvot esiintyvät kesällä pintakerroksessa. Jäte-

vedet leviävät pintakerroksessa niin talvellakin kuin kesälläkin, mutta erot pinta- ja pohjakerroksen välillä ovat pienet.



Kuva 5-3 Jätevesikuormituksen aiheuttama kemiallisen hapenkulutuksen (COD) pitoisuuslisäyksen alueellinen jakauma vuoden keskiarvona (vasemmalla) ja vuoden aikana esiintyvänä maksimiarvona (oikealla). Pitoisuustasot erottuvat väriskaalalla. 1 x 1 km

## 5.5 Kiintoaine

Bioetanolitehtaan käsiteltyjen jätevesien mallinnukseen perustuva vaikutus vesistön kiintoainepitoisuuteen Pietarsaaren merialueella on esitetty seuraavassa taulukossa purkualueella ja muutamilla havaintopaikoilla. Pisteet 55, 53, 54 ovat purkualueen edustalla noin 1 km<sup>2</sup>:n alueella. Piste 67 on pääasiallisessa virtaussuunnassa noin 3,5 km pohjoiseen, piste 52 Alholmsfjärdenillä ja muut pisteet lännen suunnassa (Kuva 4-1).

Käsitellyn jäteveden kiintoainepitoisuus on 35 mg/l. Jätevesien purkualueella kiintoainepitoisuus kasvaa vuoden keskiarvona 0,04 mg/l ja maksimissaan 0,24 mg/l. Pinta- ja pohjakerroksen välillä ei käytännössä ole eroa. Vaikutus on varsin pieni, kun sitä verrataan vallitsevaan kiintoainepitoisuuteen noin 5 mg/l. Näin pieniä pitoisuusmuutoksia ei käytännössä voida todentaa mittauksin.

Kiintoaineen osalta aikasarjakuvaajia ei tulostettu, koska sen vuodenaikaisvaihtelu on käytännössä sama kuin COD:n ja kokonaisravinteiden.

**Taulukko 5-1 Jätevesikuormituksen aiheuttama kiintoainepitoisuuden nousu vuoden keskiarvona ja vuoden aikana esiintyvänä maksimiarvona pinta- ja pohjakerroksessa.**

Paikka	Pinta (mg/l)		Pohja (mg/l)	
	keskiarvo	maksimi	keskiarvo	maksimi
Purkualue	0,044	0,238	0,044	0,238
P55	0,013	0,053	0,013	0,053
P53	0,017	0,043	0,017	0,043
P54	0,017	0,044	0,017	0,044
P67	0,010	0,035	0,010	0,035
P52	0,012	0,025	0,012	0,025
P61	0,010	0,025	0,010	0,025
P62	0,006	0,016	0,005	0,014
P64	0,001	0,004	0,001	0,003
P75	0,000	0,001	0,000	0,001

## 6

### YHTEENVETO

St1 Biofuels Oy suunnittelee Pietarsaaren Alholman teollisuusalueelle bioetanolitehdasta, joka valmistaisi 50 miljoonaa litraa bioetanolia vuodessa. Toiminnassa muodostuvat jätevedet käsitellään ennen mereen johtamista joko teollisuusalueen nykyisellä puhdistamolla tai tehtaan omalla puhdistamolla. Bioetanolitehtaan käsitellyt jätevedet ovat laadultaan lähellä tavanomaisia käsiteltyjä yhdyskuntajätevesiä, typpipitoisuuden ollessa kuitenkin selvästi alempi. Jätevesimäärä ja kuormitus ovat verrattain pienet suhteessa alueelle nykyisin kohdistuvaan kuormitukseen.

Tässä selvityksessä arvioidaan 3D-vesistömallinnuksen avulla bioetanolitehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuvat vaikutukset Pietarsaaren merialueen veden laatuun, kun jätevedet käsitellään omalla puhdistamolla. Selvitys liittyy hankkeen YVA-menettelyyn. Mallinnusalue kattaa Pietarsaaren merialueen Luodonjärven padolta saariston ulkopuolelle. Mallinnuksen lähtötietoina käytettiin merialueen morfometrisiä tietoja, lähialueen säätietoja sekä jäteveden määrä- ja laatutietoja.

Käsiteltyjen jätevesien kuormituksen vaikutukset merialueen veden laatuun mallinnettiin kokonaisfosforin, kokonaistypen, kemiallisen hapenkulutuksen ja kiintoaineen osalta. Jätevedet leviävät pintakerroksessa niin talvellakin kuin kesälläkin, mutta erot pinta- ja pohjakerroksen välillä ovat pienet johtuen merialueen mataluudesta. Kesällä sekoittumine on tehokkaampaa kuin talvella. Jäätalven pituus alueella on nykyisin nelisen kuukautta. Jätevesien leviämisseuunta purkualueelta on enemmän pohjoiseen kuin länteen ja Alholmsfjärdenille.

Jätevesien purkualueella fosforipitoisuus kasvaa vuoden keskiarvona 4 µg/l ja purkualueen edustalla keskimäärin 0,5–1,5 µg/l. Hieman ulompana jätevesien leviämisseuunnassa pitoisuusnousu mallinnuksen mukaan on keskimäärin 0,5 µg/l eli 1–2 prosentin luokkaa vallitsevaan pitoisuustasoon 40–50 µg/l verrattuna. Typpipitoisuus kasvaa jätevesien purkualueella vuoden keskiarvona 34 µg/l ja purkualueen edustalla keskimäärin 5–10 µg/l. Hieman ulompana jätevesien leviämisseuunnassa pitoisuusnousu mallinnuksen mukaan on keskimäärin 4–5 µg/l eli alle prosentin luokkaa vallitsevaan pitoisuustasoon 700–800 µg/l.

Jätevesien vaikutukset ravinnepitoisuuksiin ovat todettavissa purkualueella, mutta siinäkin vaikutukset jäävät melko lieviksi, koska jätevesi saa hyvän alkulaimennuksen teollisuuden vesien poistokanaalissa ja Luodonjärveltä tulevan virtaaman johdosta. Vähäi-



nenkin lisäys ravinnepitoisuuksissa vaikuttaa rehevöittävään suuntaan, mutta tässä tapauksessa vaikutus voidaan todeta purkualueella ja sen edustalla mutta ei laajemmalti merialueella. Koko sisempi rannikkoalue sijoittuu nykyisellään luokkaan lievästi rehevä ja ulompi rannikkoalue luokkaan rehevöitymässä. Rannikon ulkopuolinen merialue on rehevyysluokaltaan karu. Arvioidun suuruinen ravinteisuuden muutos ei aiheuta muutoksia rehevyysluokkiin.

Vaikutukset kemiallisen hapenkulutuksen ja kiintoaineen pitoisuuksiin ovat purkualueen ulkopuolella yhden prosentin luokkaa vallitseviin pitoisuustasoihin verrattuna. Kemiallista hapenkulutusta aiheuttava kuormitus ei aiheuta muutoksia vesistön happitilanteessa eikä kiintoainekuormituksen vaikutus ole vesistössä havaittavissa sameuden lisääntymisenä purkualuetta ulompana.

Tässä raportissa on esitetty vesistömallinnustulokset Pietarsaaren merialueella käytettäväksi hankkeen YVA-menettelyssä. Vesistömallinnusalue oli hankkeen vaikutuksiin nähden riittävän laaja, ja mikäli hankkeen jatkovaiheissa päädytään erilaiseen jätevesien puhdistusratkaisuun, malli on helposti käytettävissä sen vaikutusten laskentaan.

## 7

### VIITTEET

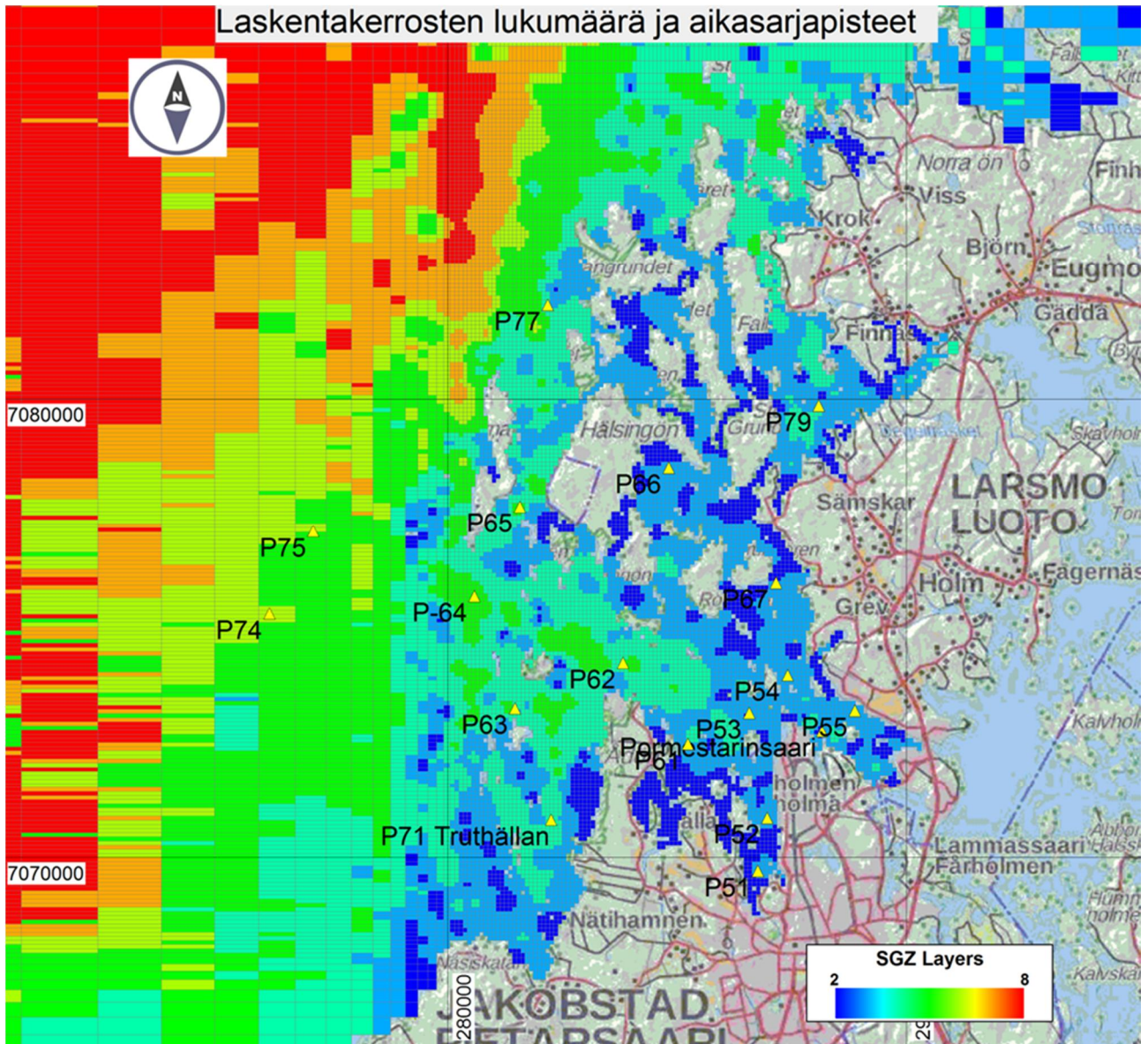
Craig, Paul M. 2011. User's Manual for EFDC\_Explorer: A Pre/Post Processor for the Environmental Fluid Dynamics Code. Dynamic Solutions-International, LLC, Knoxville, TN, USA, August 2011.

Pohjanmaan vesi ja ympäristö ry 2016. Pietarsaaren edustan yhteistarkkailun tulokset 2015.

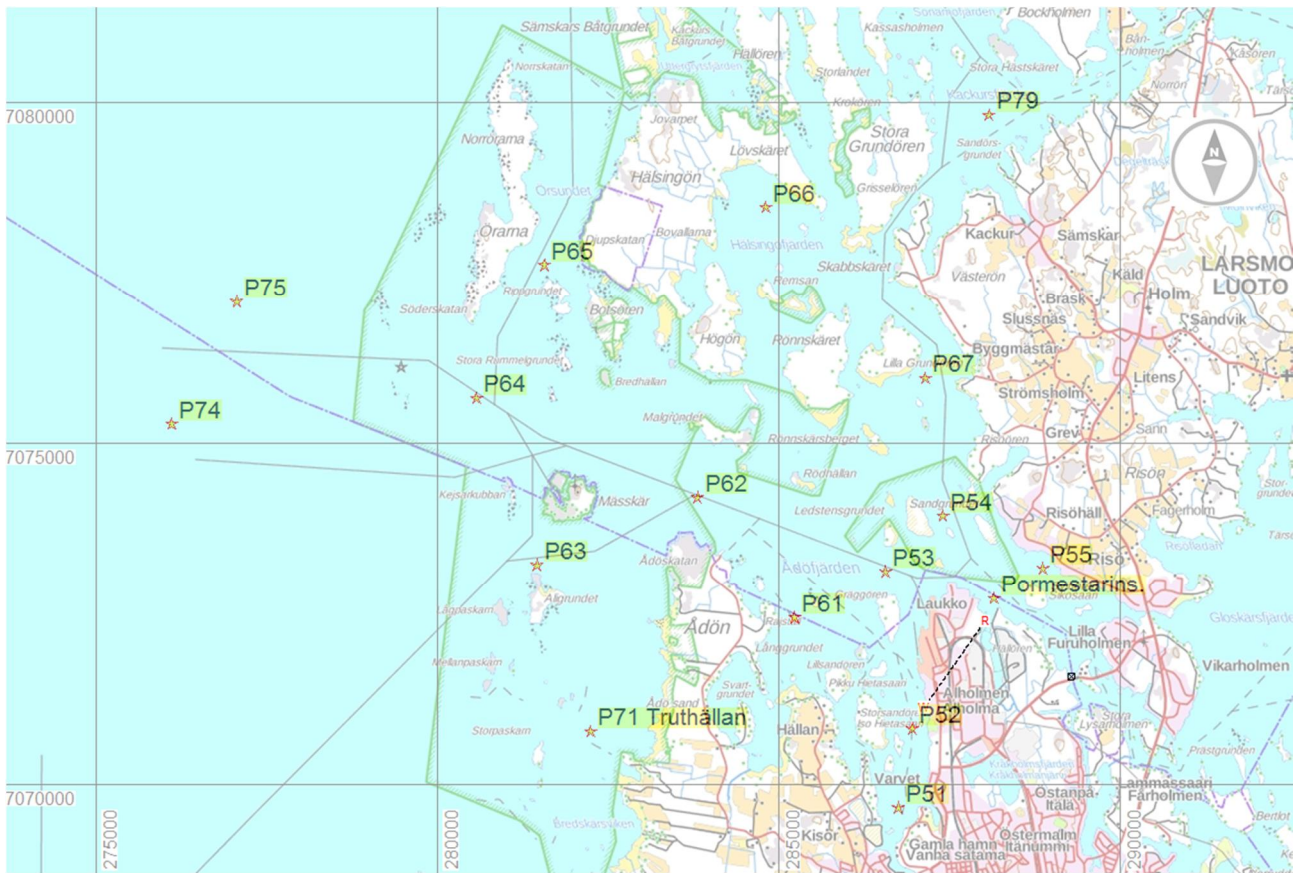
Pöyry Finland Oy 2014a. Talvivaara Sotkamo Oy. Selvitys mahdollisista uusista purkupaikoista.

Pöyry Finland Oy 2014b. Talvivaara Sotkamo Oy. Uuden purkureitin ympäristölupahakemus.

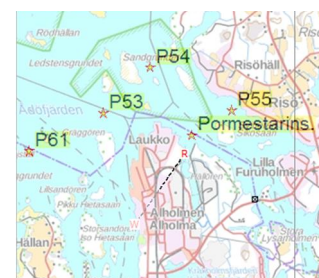
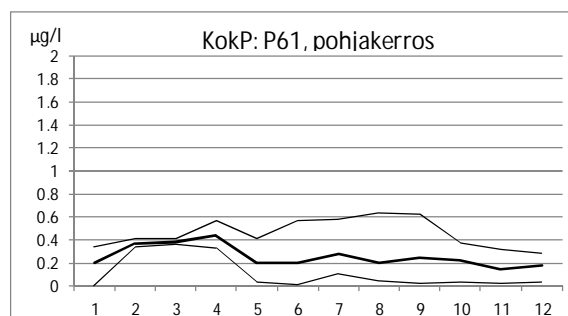
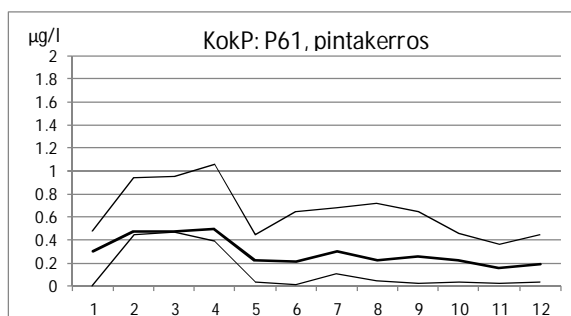
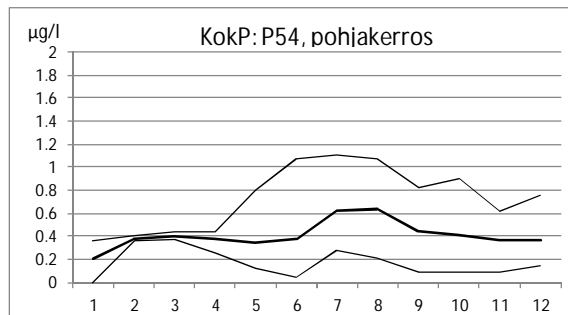
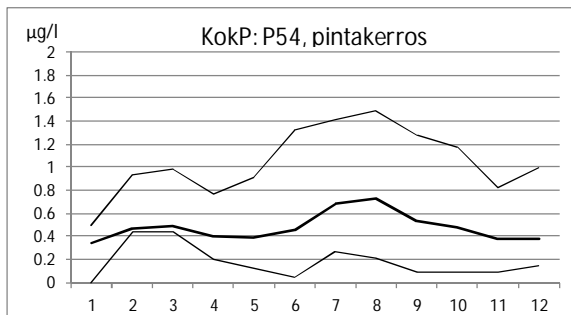
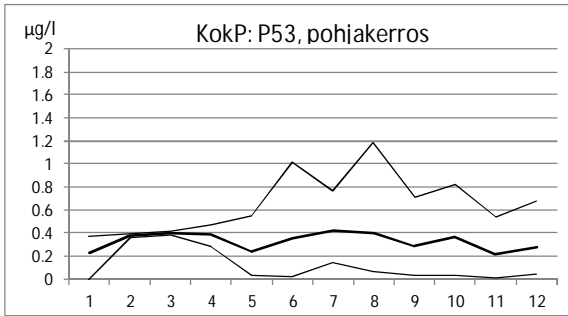
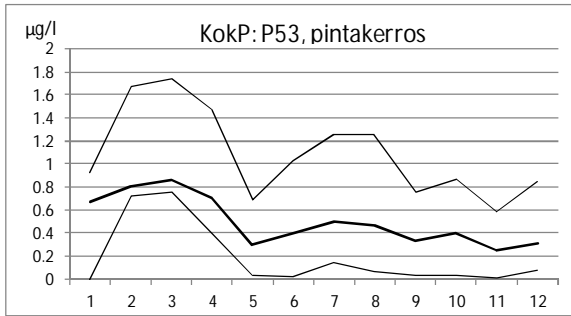
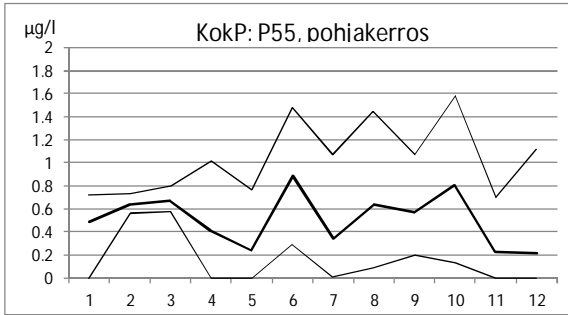
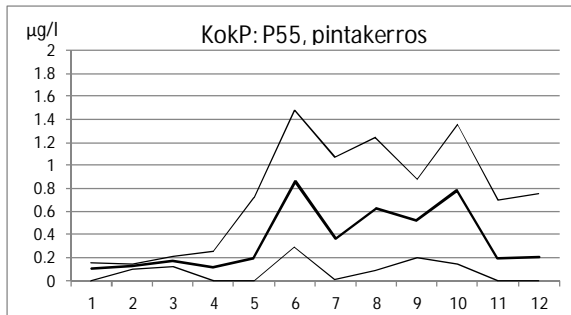
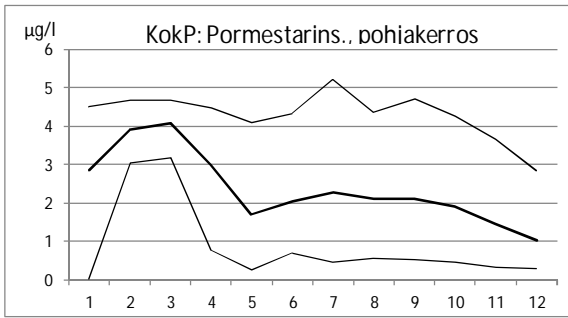
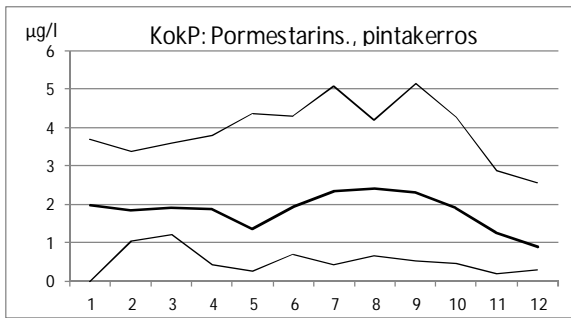
Pöyry Finland Oy 2016. St1 Biofuels Oy. Kajaanin bioetanolitehtaan vesistövaikutusten arviointi.



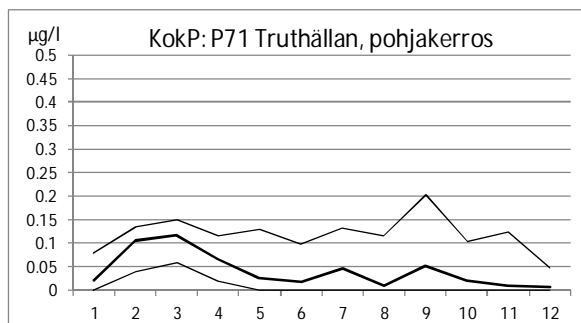
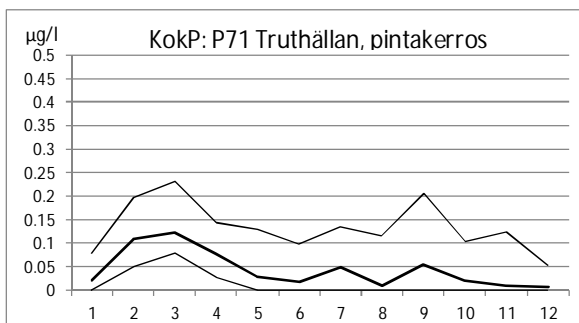
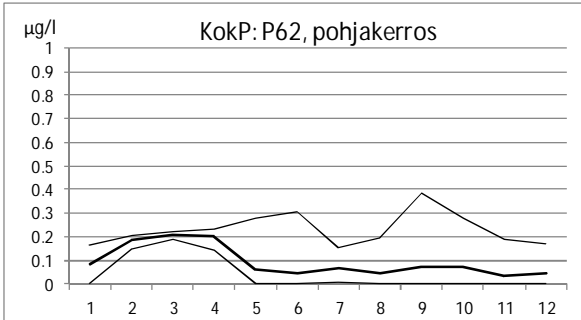
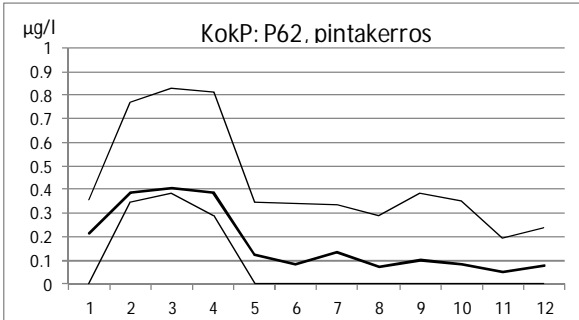
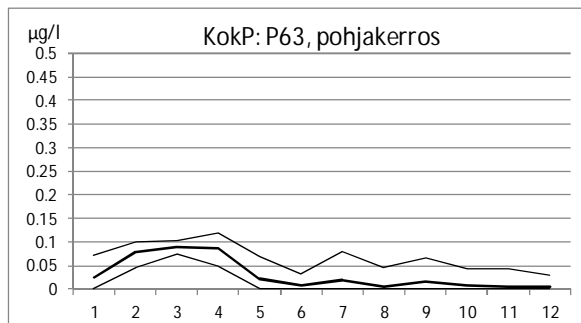
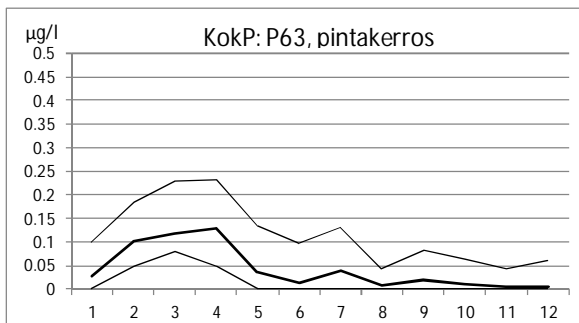
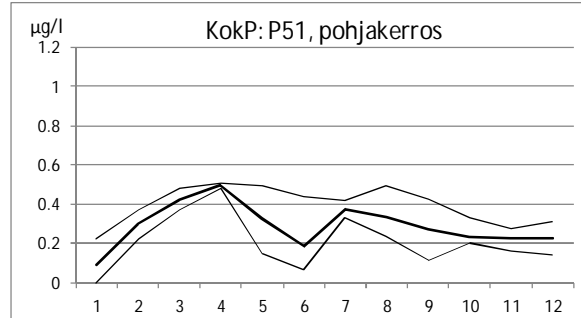
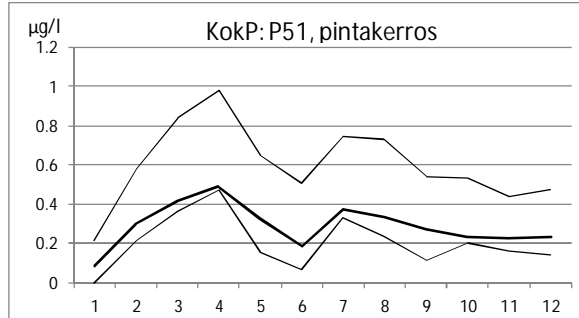
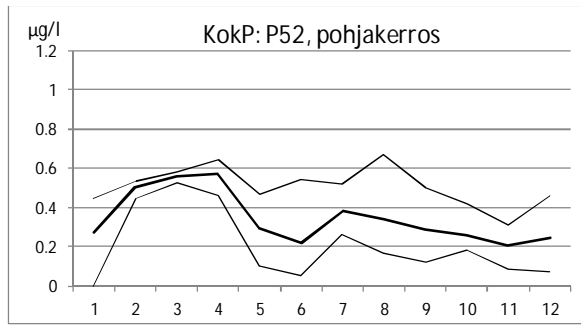
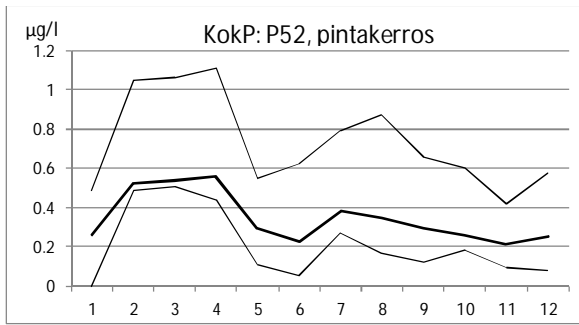
Aikasarjojen tulostuspisteet



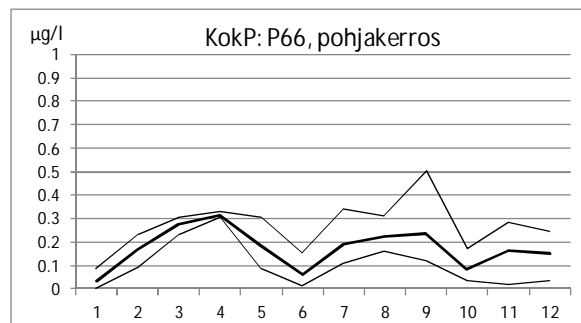
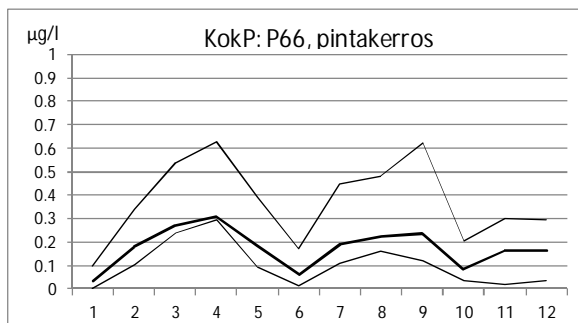
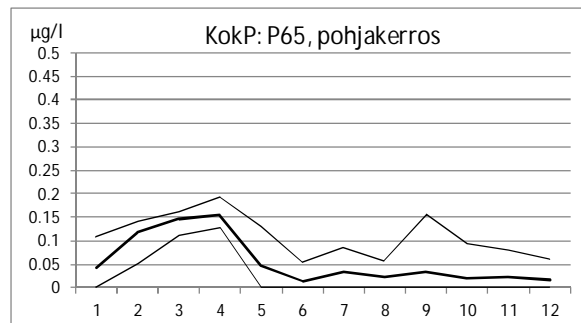
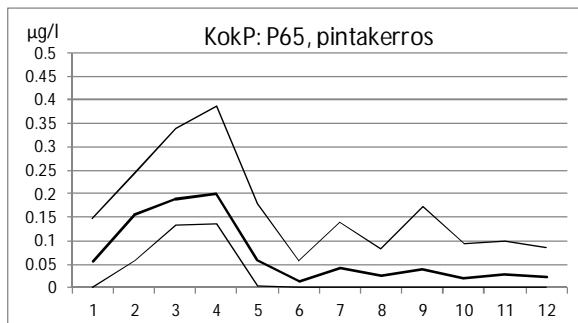
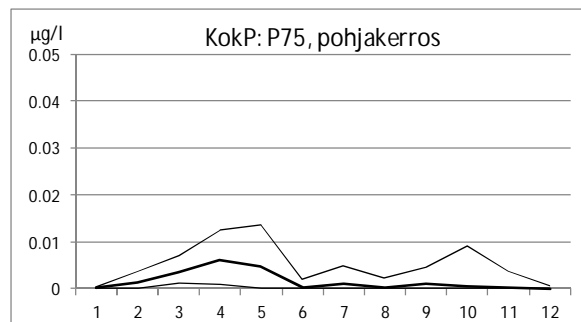
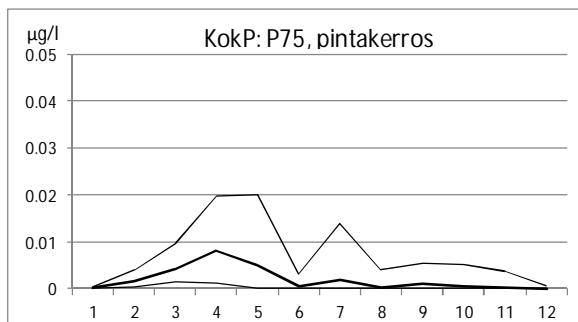
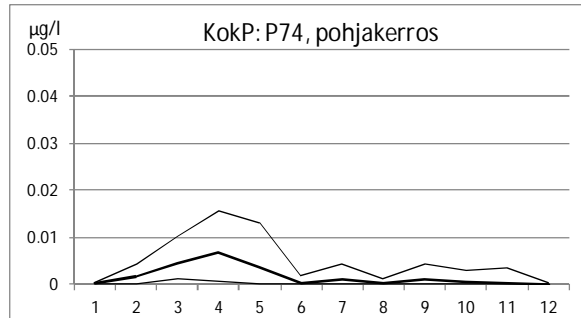
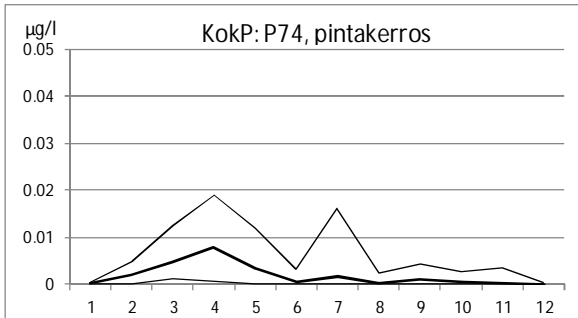
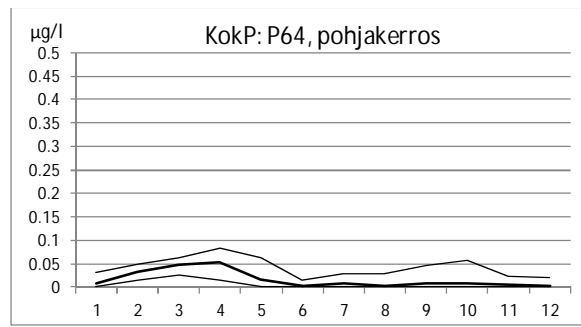
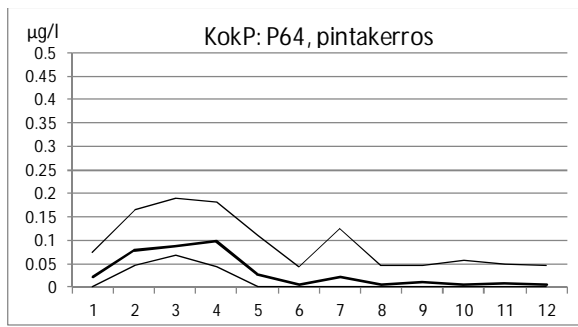
Fosfori, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 1(4)



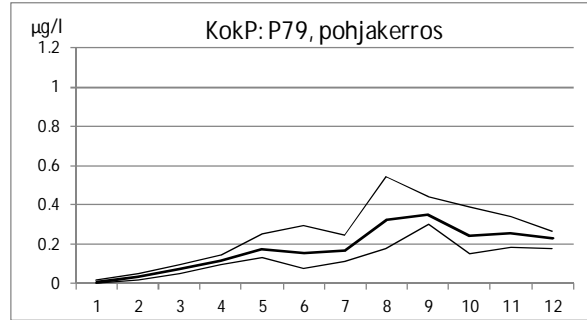
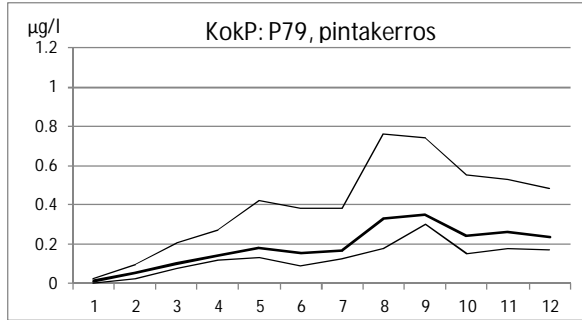
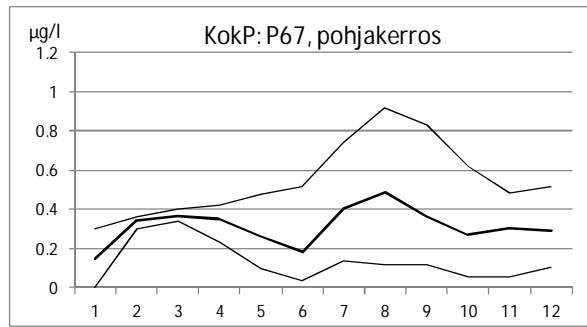
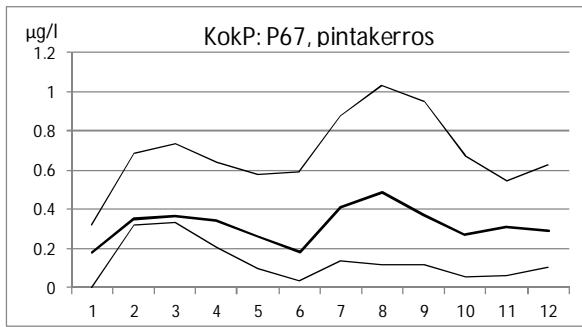
Fosfori, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 2(4)



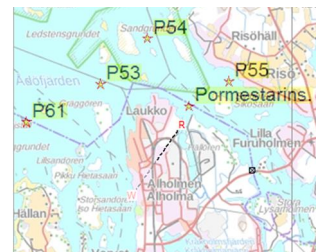
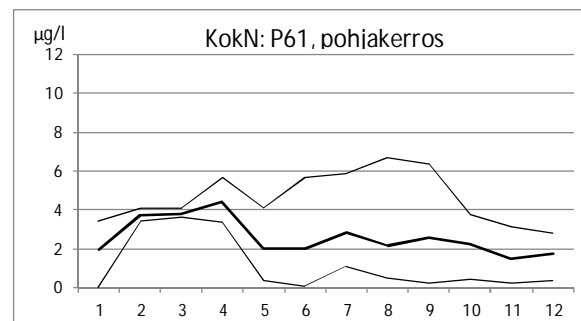
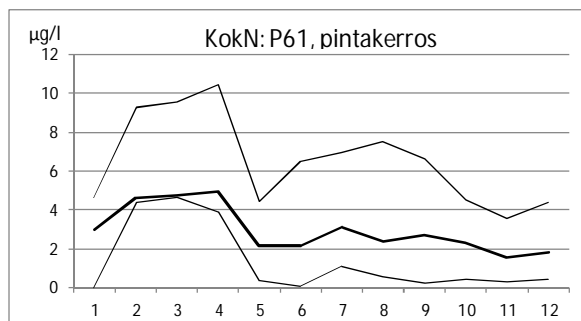
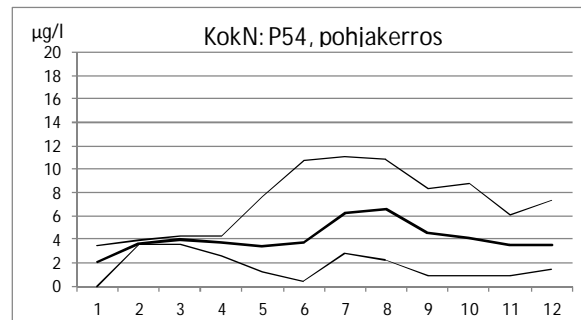
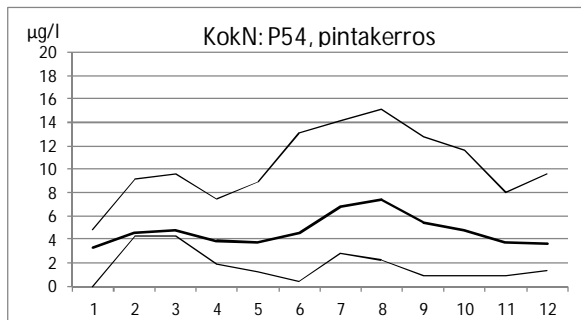
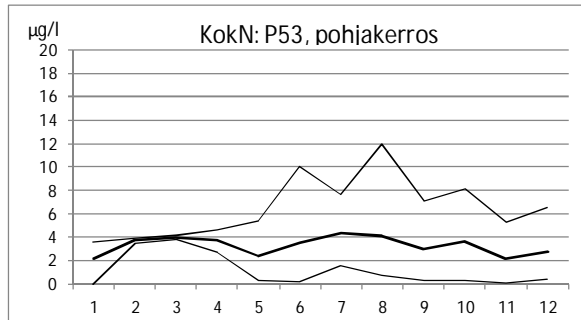
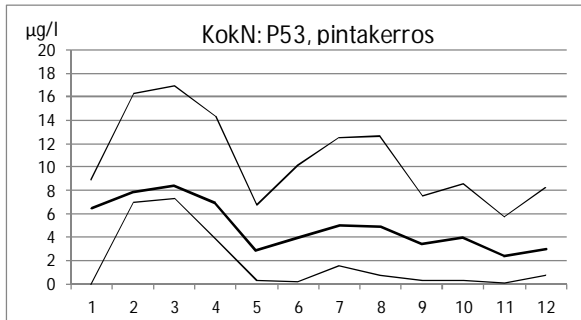
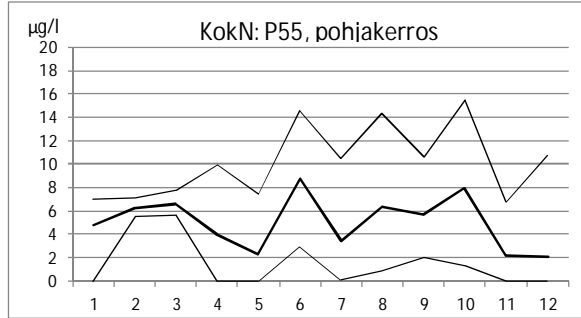
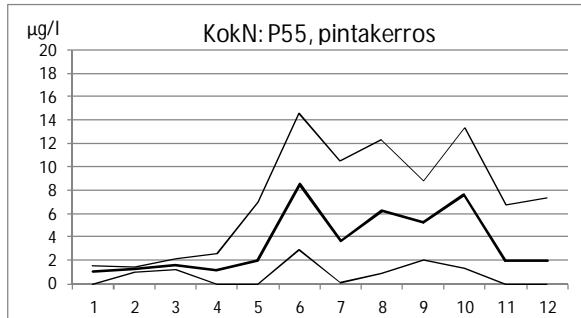
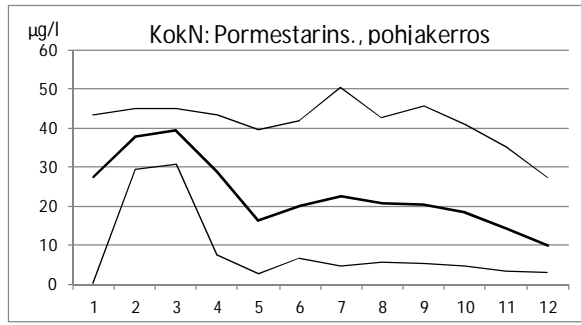
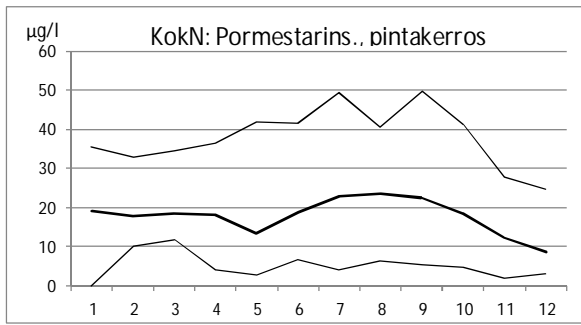
Fosfori, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 3(4)



Fosfori, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 4(4)

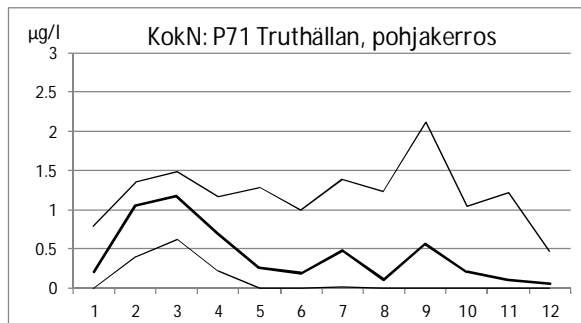
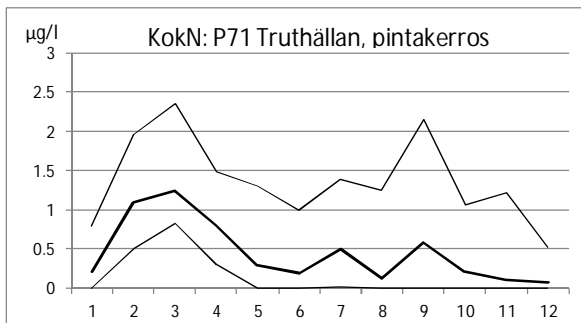
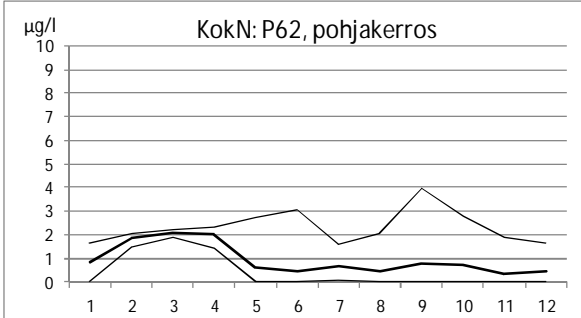
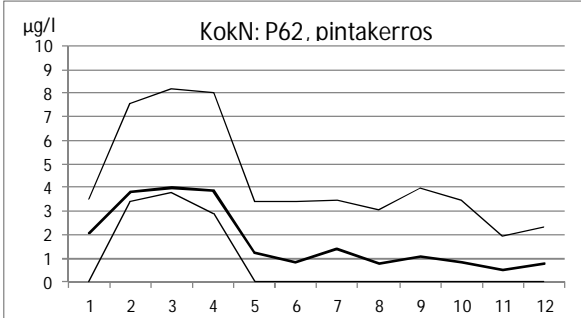
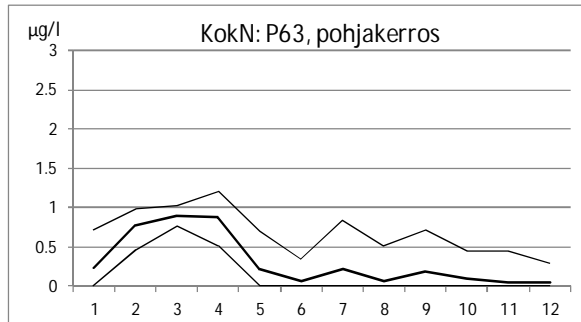
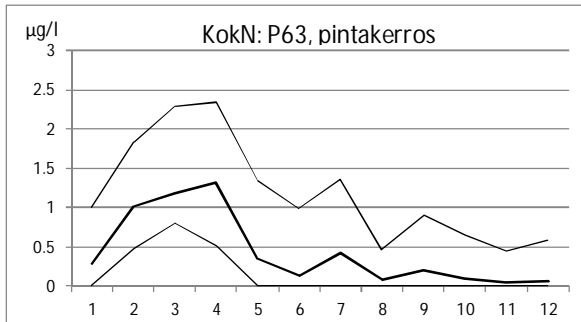
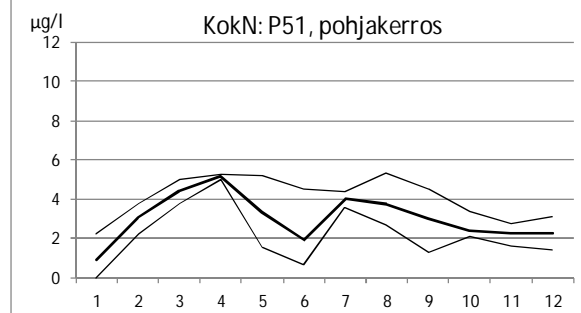
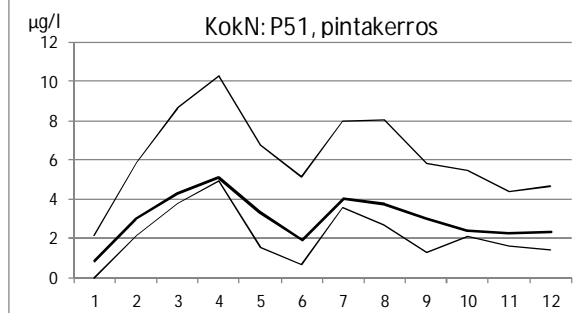
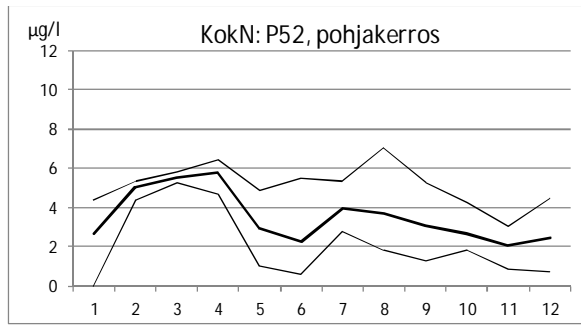
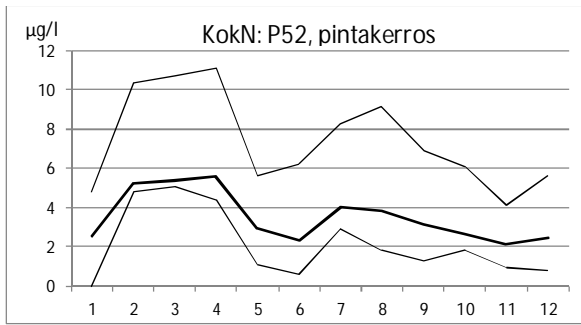


Typpi, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 1(4)

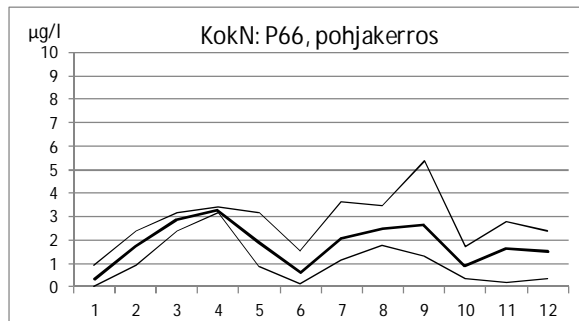
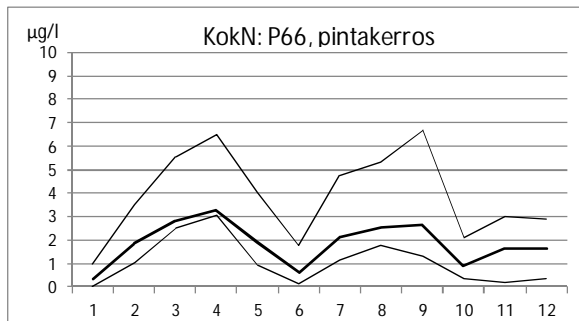
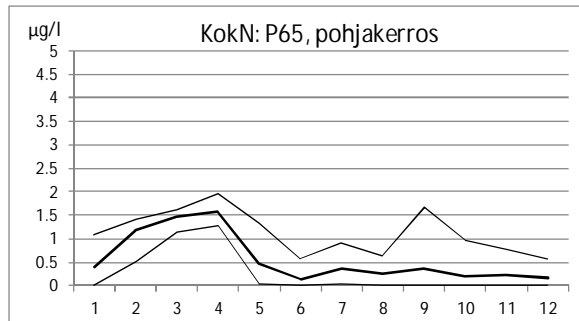
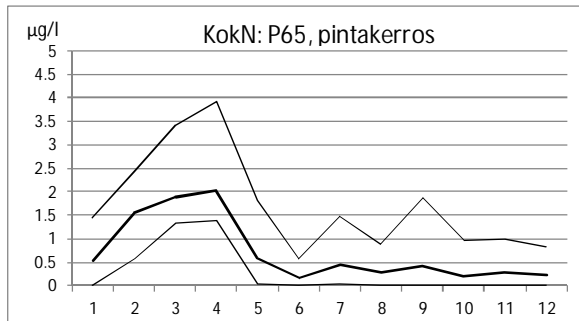
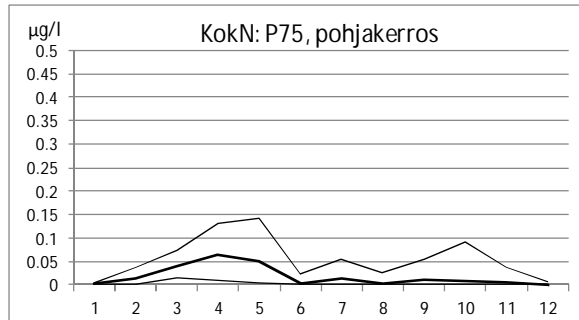
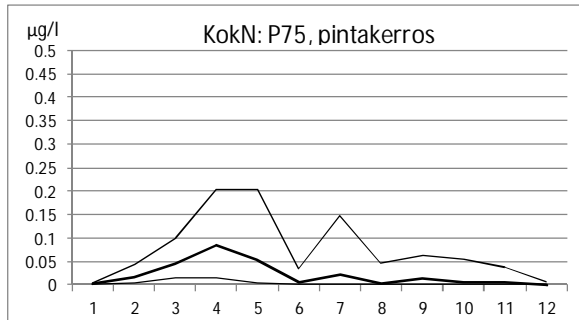
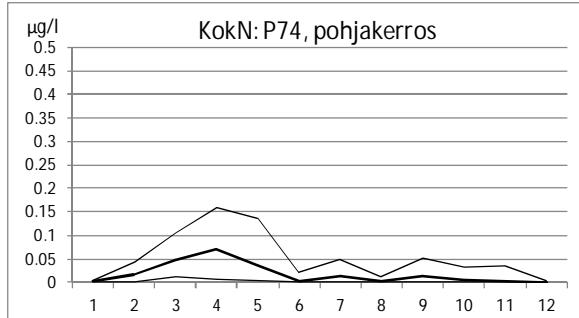
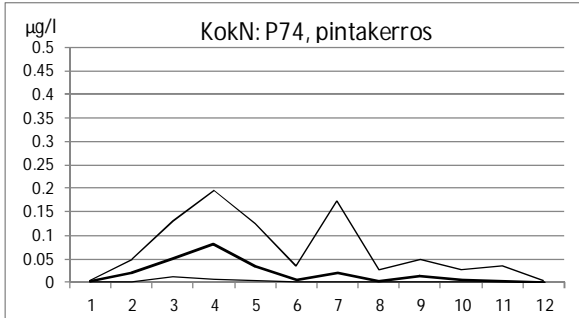
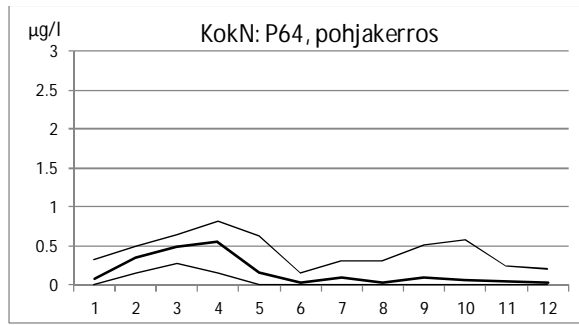
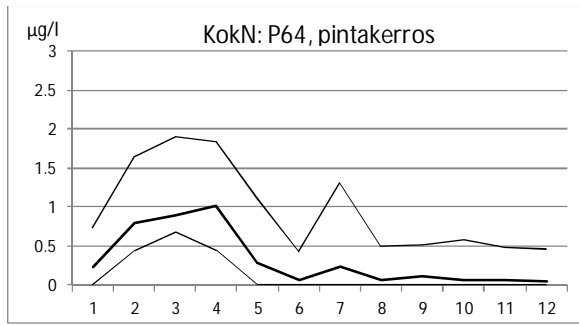




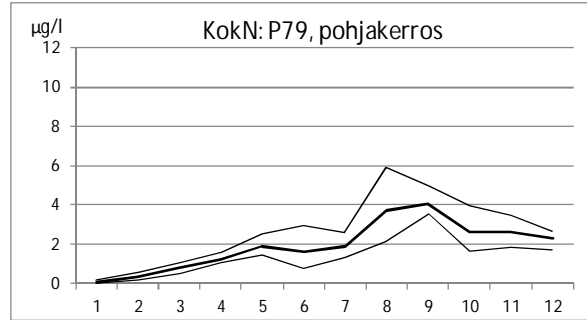
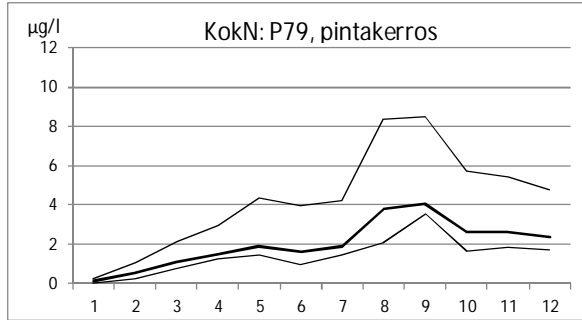
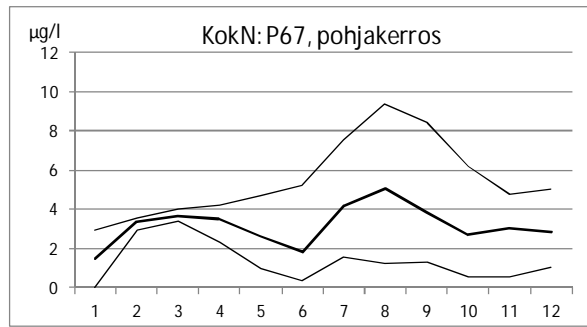
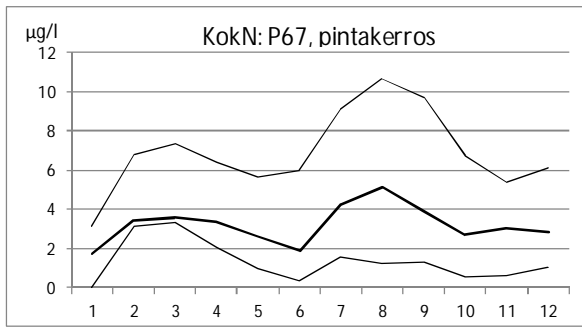
Typpi, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 2(4)



Typpi, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 3(4)

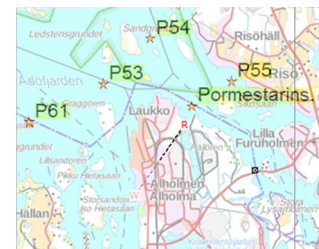
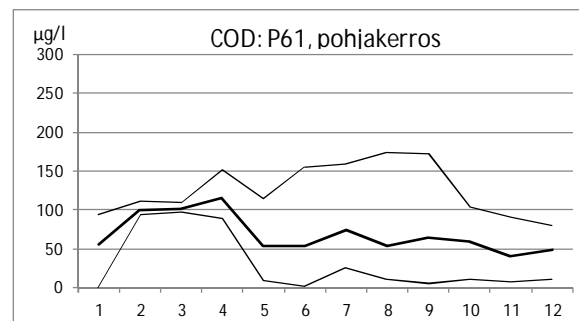
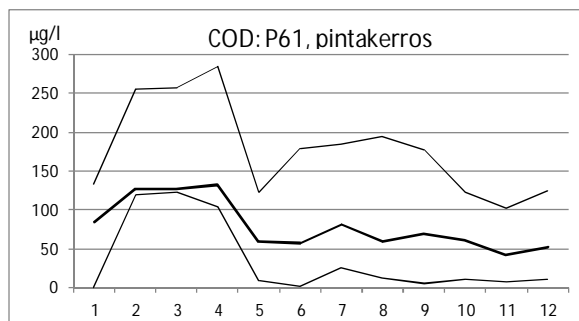
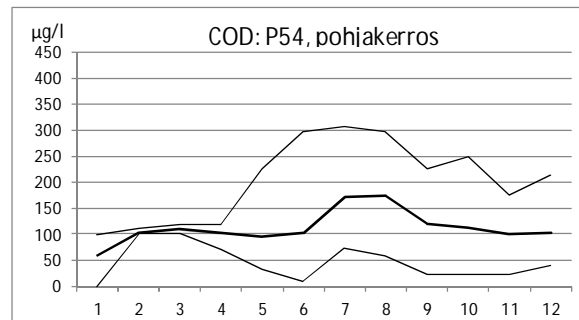
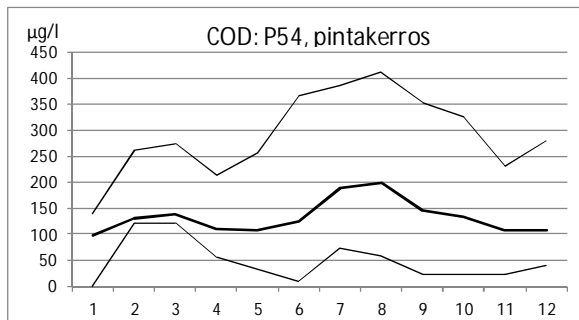
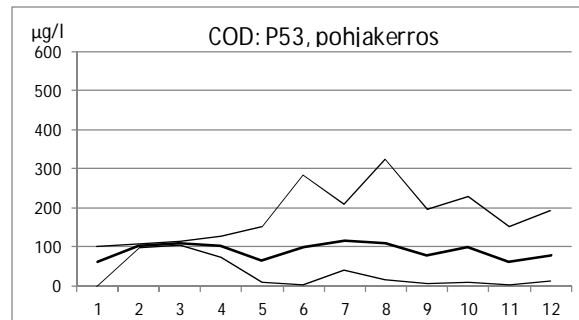
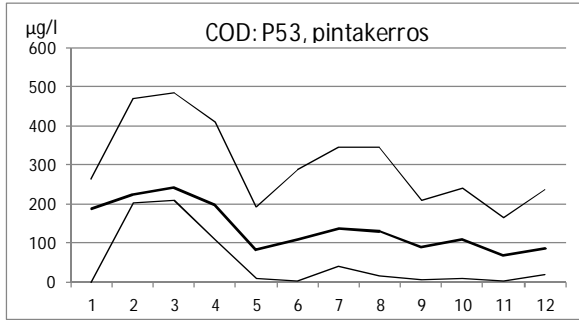
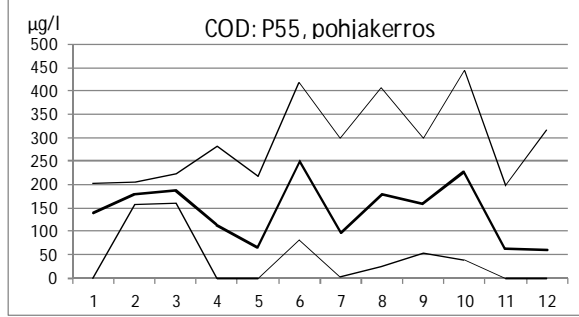
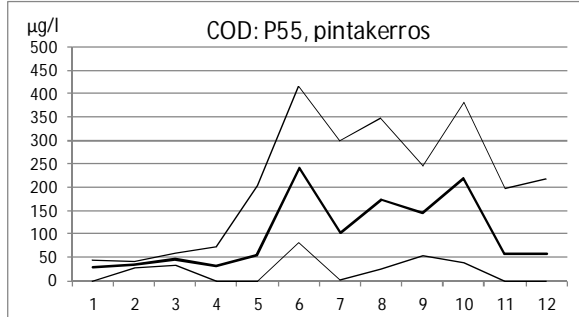
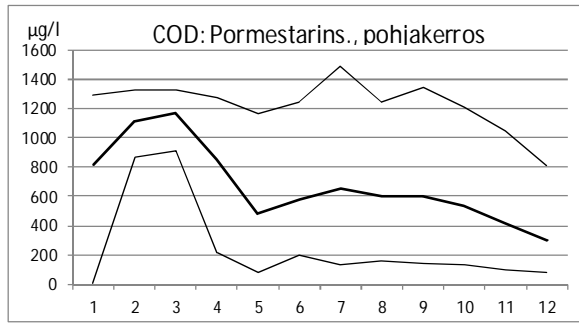
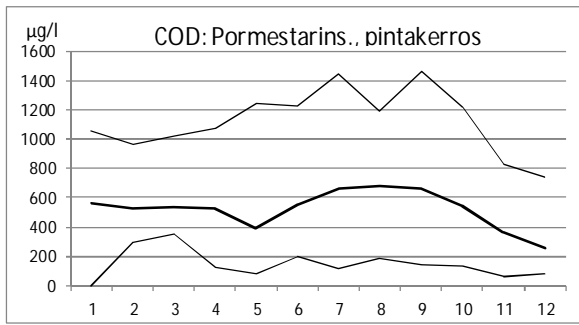


Typpi, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros 4(4)



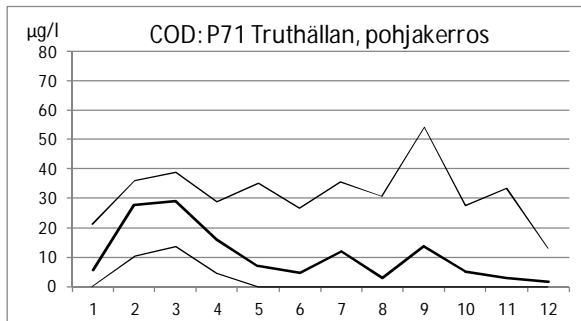
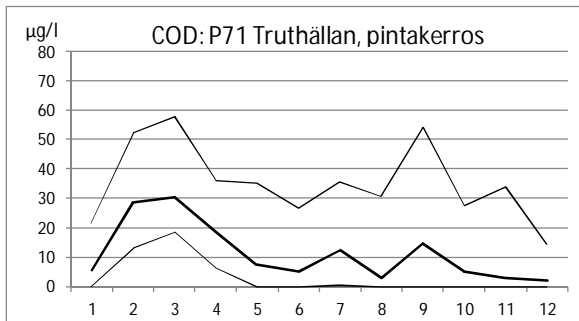
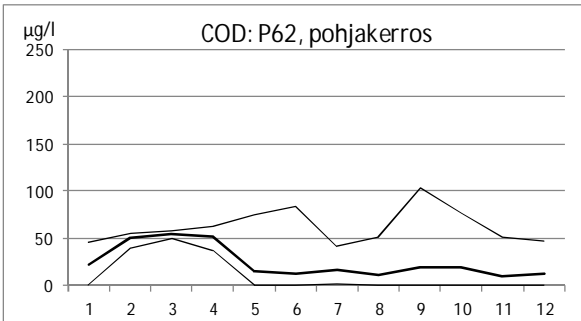
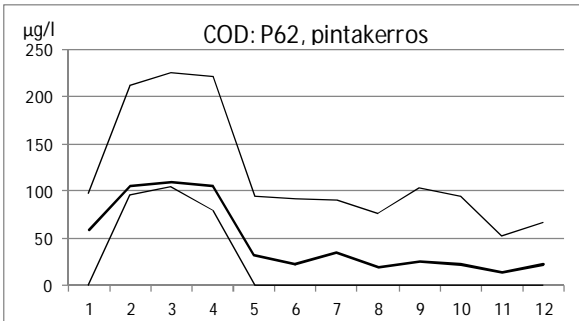
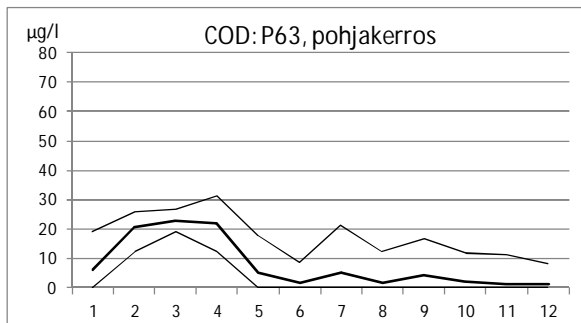
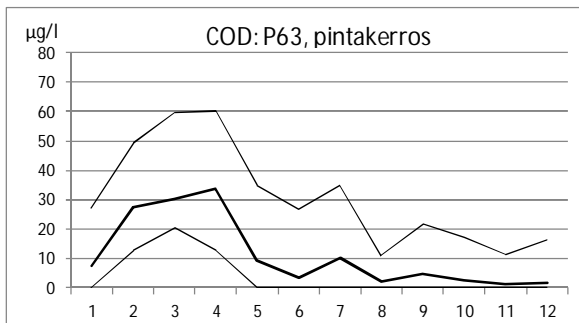
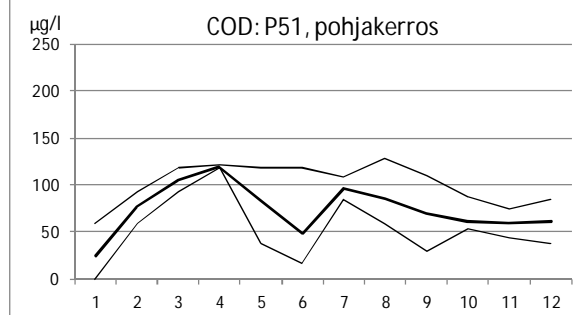
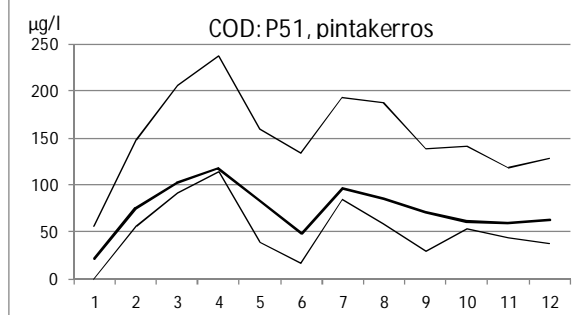
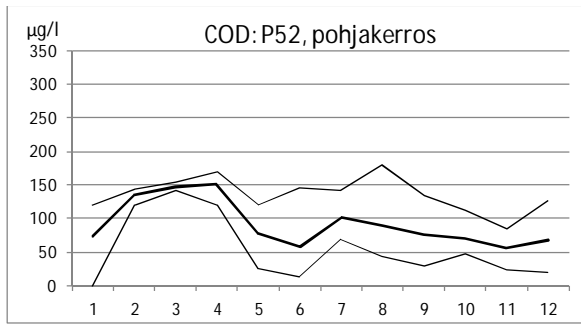
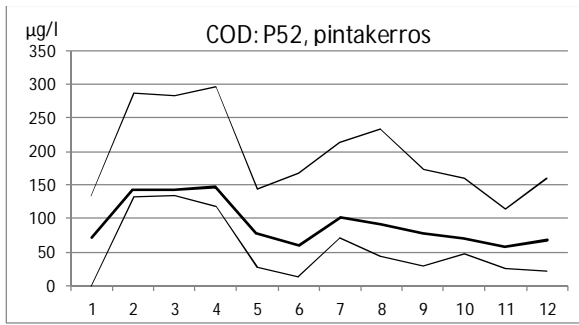
COD, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros

1(4)



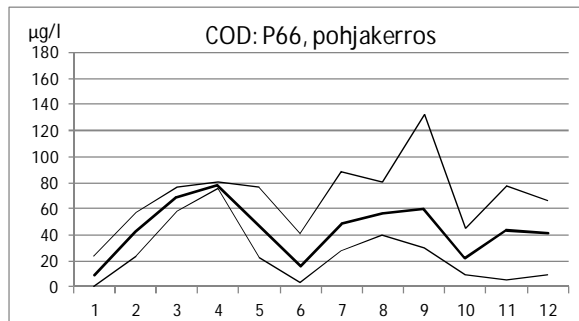
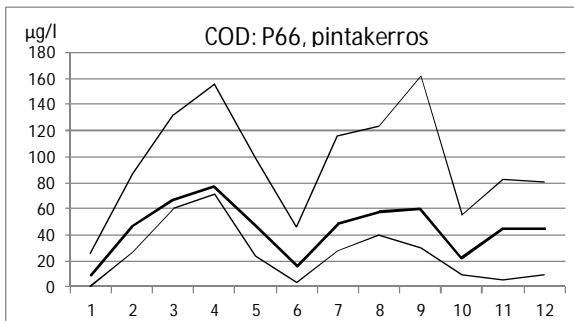
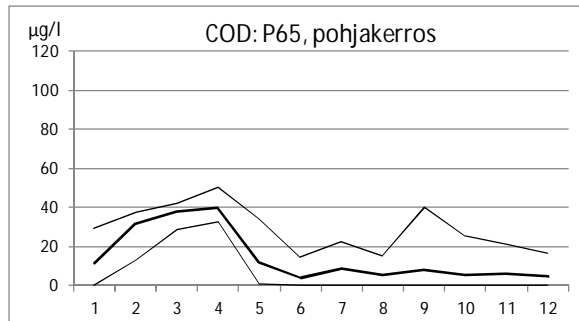
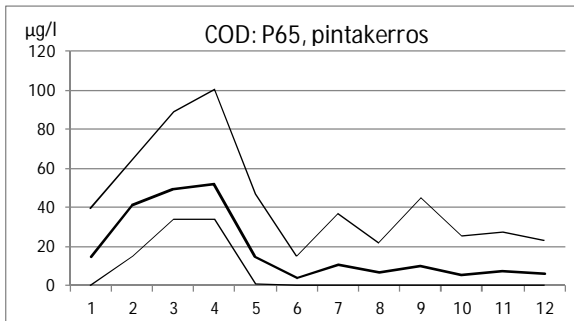
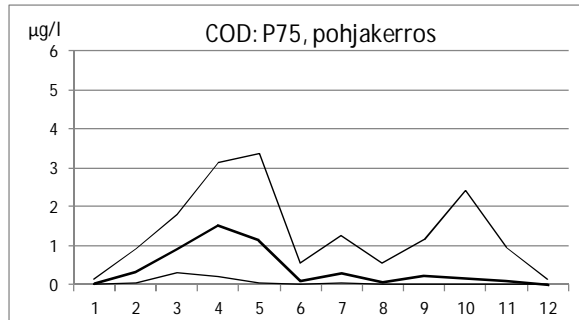
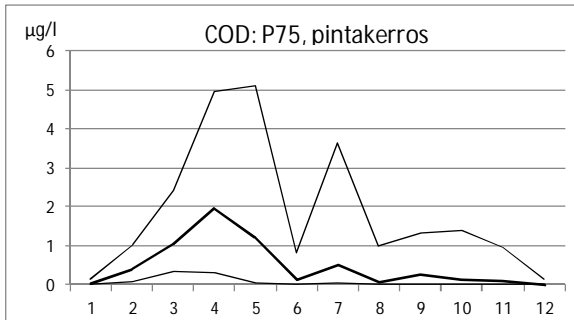
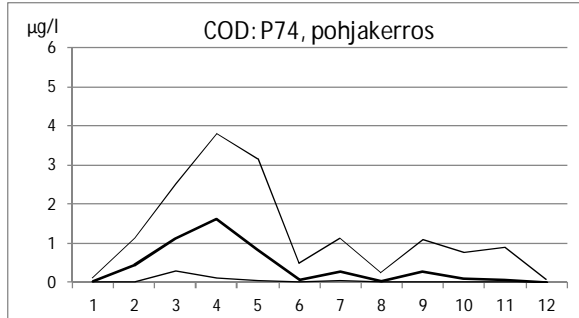
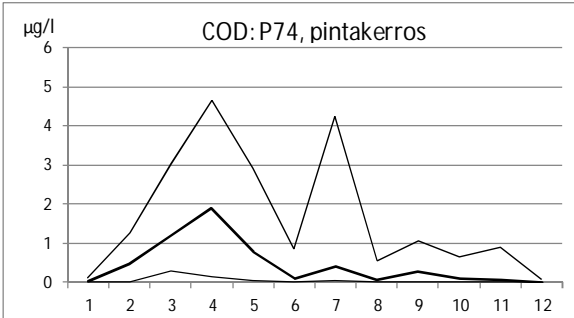
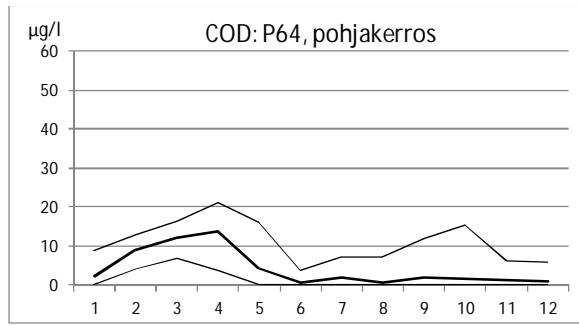
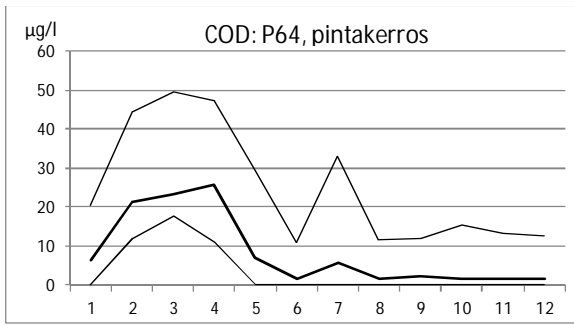
COD, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros

2(4)



COD, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros

3(4)



COD, aikasarjat: kuukauden keskiarvo, minimi ja maksimi, pinta- ja pohjakerros

4(4)

