

4.3.2019

Etelä-Karjalan liitto
Matti Vaittinen
Kauppakatu 40 D
53100 Lappeenranta

Kutilan kanavan ja pumppausten vaikutus Pien-Saimaan vedenlaatuun – mallilaskennan tulokset

Tiivistelmä

Tässä raportissa käsitellään suunnitteilla olevan Kutilan kanavan ja mahdollisten Kopinsalmeen tai Käkeläntaipaleeseen suunnitteilla olevien lisäpumppaamoiden vaikutuksia Pien-Saimaan vedenlaatuun. Esitetyt tulokset perustuvat laskennalliseen mallintamiseen. Työssä hyödynnettiin alueelle aikaisemmin tehtyä mallisovellusta, jolla on tarkasteltu lisäveden johtamisen vaikutusta Pien-Saimaan vedenlaatuun. 0-vaihtoehdon eli nykytilanteen lisäksi mallinnettiin 11 erilaista vaihtoehtoa Kutilan kanavan ja lisäpumppaamoiden yhdistelmästä.

Mallinnustulosten perusteella pelkän Kutilan kanavan ja siihen liittyvän pumppaamon rakentamisella (vaihtoehto K) ei ole vedenlaatua heikentävää vaikutusta tarkasteluissa käytetyissä havaintopisteissä. Vedenlaatu ei heikkene missään havaintopisteessä myöskään vaihtoehdoissa A2b ja 0A2b, joissa Kopinsalmessa on lisäpumppaamo pohjoiseen ja Käkeläntaipaleeseen on puhkaistu aukko. Kaikissa tarkasteluissa lisäpumppaamovaihtoehdoissa kiintoaine-, kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet pienenevät Maavedellä, mutta eräissä vaihtoehdoissa vedenlaatu heikkenee osassa muita tarkastelupisteitä.



Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

Latokartanonkaari 11
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5

1. Johdanto

Etelä-Karjalan liitto tilasi Suomen ympäristökeskukselta (SYKE) virtaus- ja vedenlaatumallitarkastelun Pien-Saimaalle suunnitteilla olevan Kutilan kanavan ja siihen sisältyvän pumppaamon sekä mahdollisten lisäpumppaamoiden (Kopinsalmi, Käkeläntaipale) vaikutuksista vedenlaatuun. Mallinnus liittyy Etelä-Karjalan liiton hallinnoimaan ”Pien-Saimaan pohjoisosan vesistön tilaa parantavan ja vesistön käyttöä monipuolistavan Kutilan kanavan ja lisäpumppaamoiden jatkosuunnittelu” –hankkeeseen, jonka tavoitteena on edistää Kutilan kanavan rakennusprojektia. Nyt tehty mallinnustyö pohjautuu alueelle aikaisemmin EAKR-rahoitteisessa Pien3D-hankkeessa tehtyyn virtaus- ja vedenlaatumalliin (Liukko 2013), joka on päivitetty uusiin Kutilan kanavan sisältäviin laskentavaihtoehtoihin soveltuvaksi. Työn tulokset ovat karttoja, aikasarjoja ja tunnuslukuja kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksista. Veden vaihtumista alueittain havainnollistetaan käyttäen niin sanottua veden ikä -muuttujaa. Tulosten esitystapa noudattaa pitkälti Liukko 2013 –raportin muotoa.

2. Työn toteutus

Hankkeessa sovellettiin kohdealueelle kolmiulotteista Belgiassa kehitettyä COHERENS-virtausmallia (Luyten 1999). Aikaisemmin alueelle tehdyssä kalibroidussa ja validoidussa virtaus- ja vedenlaatumallissa tarkasteltiin lisäveden johtamisen vaikutuksia Pien-Saimaan vedenlaatuun (Liukko 2013). Nyt tehdyssä työssä käytetään samaa virtaus- ja vedenlaatumallia, täydennettynä Kivisalmeen rakennetulla pumppaamolla. Suunnittelun Kutilan kanavan ja tarkasteltavien lisäpumppaamoiden (Käkeläntaipale ja Kopinsalmi) vuoksi malliin syvyysskarttaan on tehty pieniä alueellisia muutoksia (kuvat 1 ja 2). Kuvassa 2 on esitetty suurennettuna alue, josta on nähtävissä muutokset sekä tarkasteltujen uusien pumppaamojen ja suunnitellun kanavan sijainti.

Käytetty virtaus- ja vedenlaatumalli on kalibroitu avovesikauden 2010 tilanteeseen, jolloin Kivisalmen pumppaamo ei vielä ollut rakennettu. Koska Kivisalmen pumppaamon rakentamisen jälkeen ei ole tehty tarkistusmittauksia virtauksista eikä virtausmallin uutta kalibroitua, virtausmallin vastaavuudesta nykyisiin virtausoloihin ei ole täyttä varmuutta. On kuitenkin otaksuttavaa, että malli toimii riittävän hyvin, koska virtauskenttien erot kaukana Kivisalmeista ennen ja jälkeen Kivisalmen pumppaamon rakentamista ovat pääsääntöisesti pieniä (kuvat 3 ja 4). Osa eroavaisuuksista selittyy malliin tehdyillä muutoksilla (ks. kuva 2). Kaukana Kivisalmen pumppaamosta virtausnopeuksien ero mallilaskelmissa on alle 1 cm s^{-1} . Erot virtauskomponenteissa ja virtausnopeudessa ovat suurimmillaan kapeissa salmissa. Kivisalmen pumppaamon vaikutus näkyy erityisesti Maaselän kapeissa salmissa.

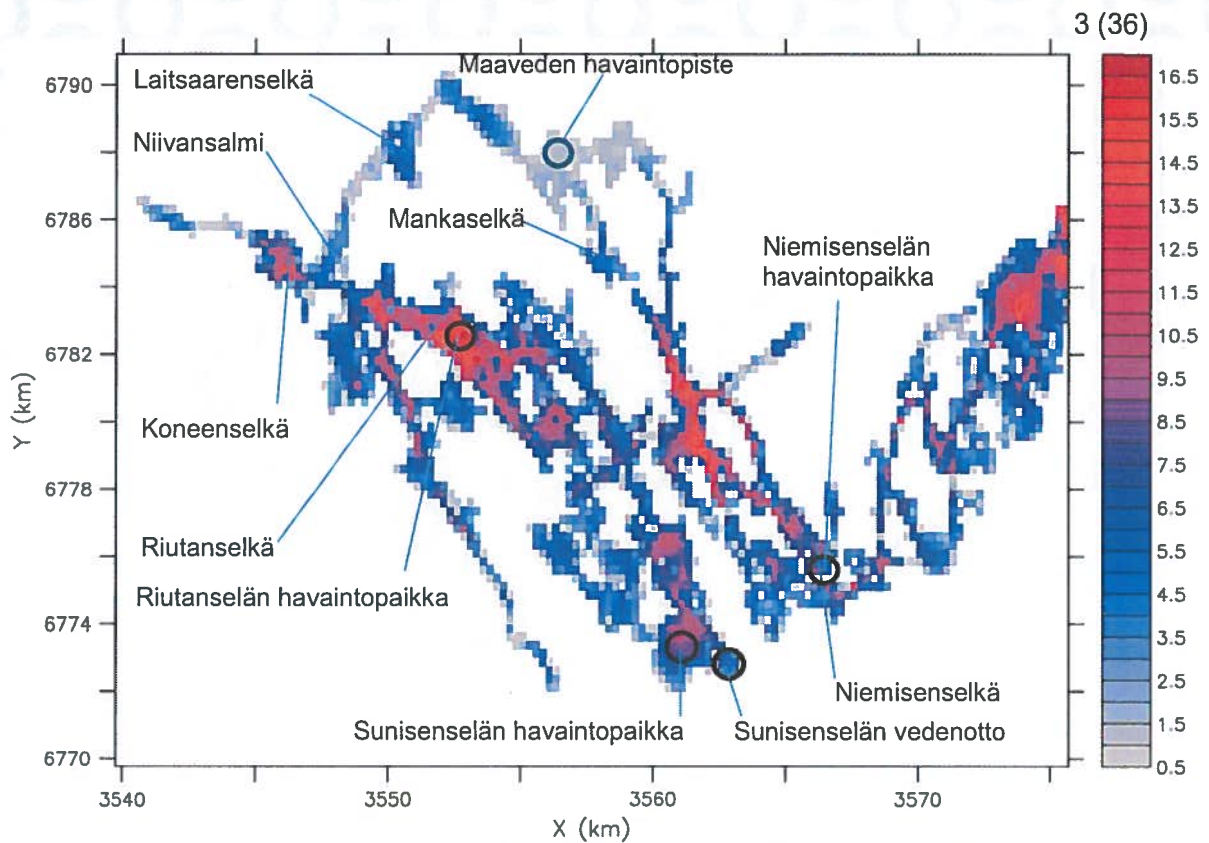


Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

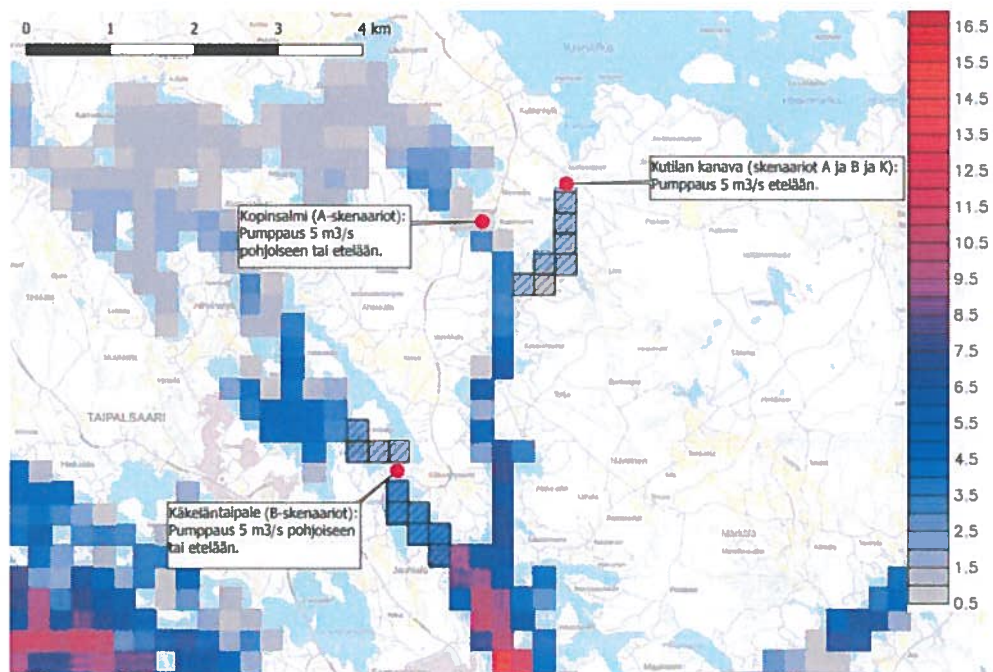
Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

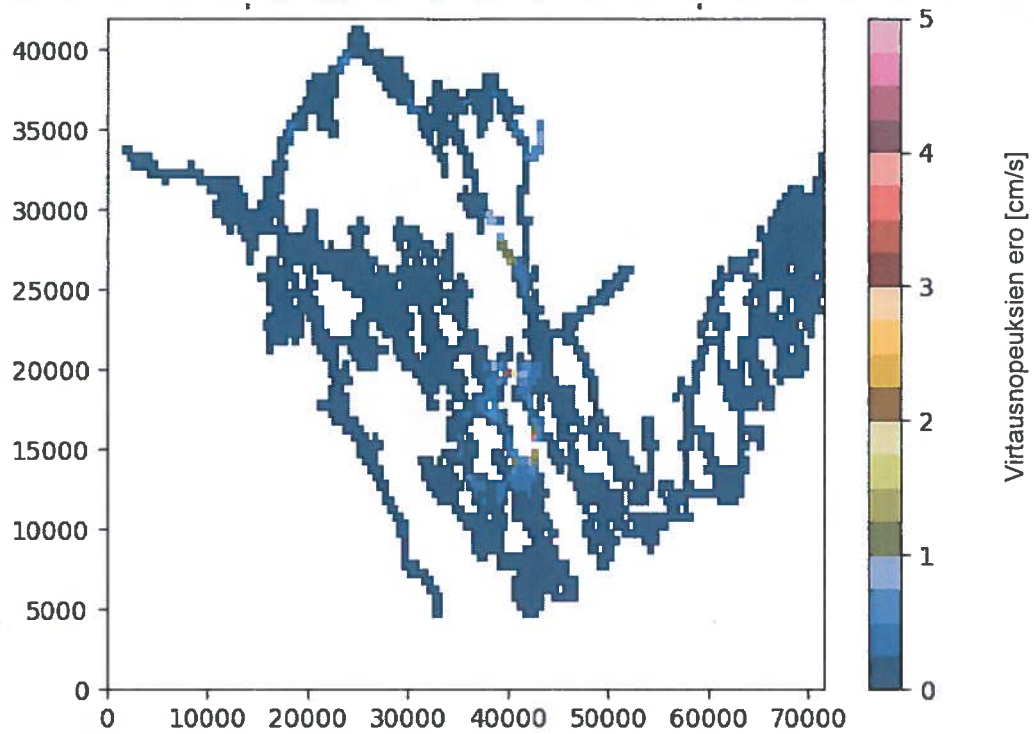
www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5



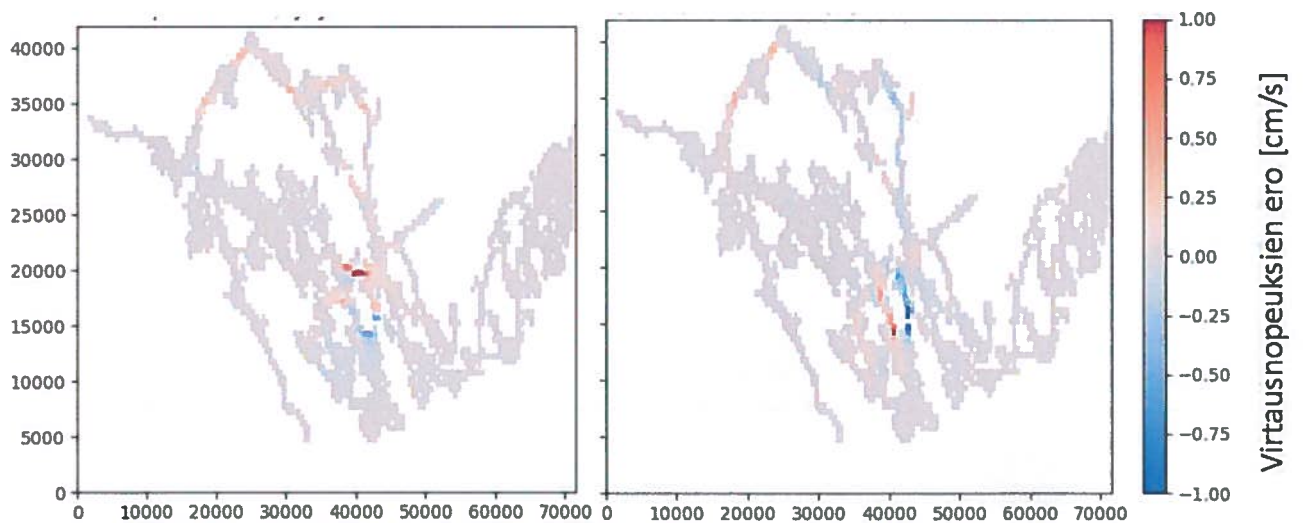
Kuva 1: Käytetyn mallisovelluksen hilaverkko ja tulosten tarkastelussa käytetyt havaintopaikat. Värit kuvaavat veden syvyyttä metreinä.



Kuva 2: Aikaisempaan Pien-Saimaa -mallisovellukseen tehty muutokset. Kuvassa näytetään myös tarkasteltujen pumppaamojen ja suunnitellun kanavan sijainti. Alkuperäisen Pien-Saimaa -mallin laskentahilaan lisätyt ruudut on merkitty vinoviivoituksella. Hilan syvyystieto metreinä on merkitty värein. Pohjakartta: peruskarttarasteri © Maanmittauslaitos 1/2019



Kuva 3: Ilman Kivisalmen pumppaamoa ja Kivisalmen pumppaamon kanssa mallinnettujen virtausnopeuksien keskimääräinen ero pinnassa. Kuvan oikealla puolella olevan asteikon yksikkö on cm s^{-1} .



Kuva 4: Virtauskomponenttien erot pinnassa mallinnettuna nykytilanteessa ja ilman Kivisalmen pumppaamoa (vasemmalla x-komponentti ja oikealla y-komponentti). Kuvan oikealla puolella olevan asteikon yksikkö on cm s^{-1} .

Tässä raportissa on tarkasteltu alla lueteltuja 12 laskentavaihtoehtoa tai skenaariota:

- 0: Nykytila Kivisalmen pumppaamon kanssa. (Vastaa raportissa Liukko 2013 esitettyä vaihtoehtoa VEK.)
- A1: Uusi pumppaamo Kutilan kanavaan ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään) ja Kopinsalmeen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään)
- B1: Uusi pumppaamo Kutilan kanavaan ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään) ja Käkeläntaipaleeseen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pohjoiseen)
- A2: Uusi pumppaamo Kutilan kanavaan ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään) ja Kopinsalmeen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pohjoiseen)
- B2: Uusi pumppaamo Kutilan kanavaan ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään) ja Käkeläntaipaleeseen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään)
- 0A1: Uusi pumppaamo Kopinsalmeen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään)
- 0A2: Uusi pumppaamo Kopinsalmeen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pohjoiseen)
- 0B1: Uusi pumppaamo Käkeläntaipaleeseen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pohjoiseen)
- 0B2: Uusi pumppaamo Käkeläntaipaleeseen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään)
- K: Kutilan kanava ja pumppaamo ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään)
- A2b: Uusi pumppaamo Kutilan kanavaan ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ etelään) ja Kopinsalmeen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pohjoiseen) sekä Käkeläntaipale aukaistaan
- 0A2b: Uusi pumppaamo Kopinsalmeen ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pohjoiseen) ja Käkeläntaipale aukaistaan

0-skenaarioissa ei ole rakennettu Kutilan kanavaa eikä siihen liitettyä pumppaamoja. K-skenaario sisältää pelkän Kutilan kanavan ja pumppaamon. A-skenaariot sisältävät myös pumppaamon Kopinsalmessa ja B-skenaariot pumppaamon Käkeläntaipaleessa.

Vaihtoehtoissa A2b ja 0A2b on huomioitava, että aukaisu tarkoittaa 250 m levyisen vesiväylän aukaisemista. Todellisuudessa kannaksen puhkaisu ei ole näin leveä. Puhkaistun vesiväylän syvyys on 0,51 m, joka on samalla malliin asetettu minimisyvyys. Tämän vesiväylän poikkileikkaus on suunniteltua suurempi. Siksi näihin vaihtoehtoihin liittyy ylimääräistä epävarmuutta, jota muissa vaihtoehtoissa ei esiinny.

Seuraavissa kappaleissa ei enää esitetä pumppaamoiden virtaamamääriä ($5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), sillä ne ovat jokaisessa vaihtoehdossa samat.

3. Tulokset

3.1 Veden ikä

Mallilla laskettiin 'veden ikä' -merkkiaineen avulla Vehkataipaleen ja Kutilan kanavan pumppaamoilta tulevan Suur-Saimaan veden leviämistä Pien-Saimaalle tarkastelujakson aikana (A-, B- ja K-skenaariot, kuvat 5 ja 6). Kaikissa vaihtoehtoissa Vehkataipaleen veden iäksi annettiin arvo 0 laskennan aikana. Samoin Kutilan kanavan vesi sai arvon 0 vaihtoehtoissa, joissa Kutilan kanavassa on pumppaamo. Tulokuvissa veden ikä kuvaa veden kulkeutumista pumppaamolta tarkasteltavaan kohteeseen ja siihen kuluneen ajan. Kuvissa on esitetty tilanne pintakerroksessa, johon vesi on voinut kulkeutua joko suoraan pintakerroksessa tai muiden kerrosten kautta.



Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5

Kuvat 5 ja 6 ovat ajanhetkeltä 182 päivää laskentajakson alun jälkeen. Alueille, joilla veden ikä on kuvissa pienempi kuin 182 päivää, on tullut laskentajakson aikana vettä pumppaamojen luota. Mitä nuorempaa vesi on, sitä lyhyemmässä ajassa se on kulkeutunut pumppaamoilta. Veden ikä -muuttuja kuvaa pumpatun veden leviämistä ja välillisesti myös veden vaihtuvuutta; mitä enemmän pumpattua vettä alueelle tulee, sitä paremmin vesi vaihtuu. Kuvissa ajallinen tarkkuus on 20 päivää, eikä tätä pienempiä muutoksia pystytä havaitsemaan.

Vettä etelän suuntaan pumppaava Kopinsalmen pumppu, Kutilan kanavan kanssa (A1) tai ilman (0A1), ei nuorena itäisen Maaveden veden ikää nykytilaan verrattuna toisin kuin kaikki muut vaihtoehdot (kuvat 5 ja 6). Vaihtoehdossa A1 veden ikä laskee nykytilaan verrattuna hieman Niivansalmen luona. Pohjoiseen päin vettä Kopinsalmessa pumpattaessa vesi vaihtuu nykyistä nopeammin itäisellä Maavedellä (0A2, A2 sekä 0A2b ja A2b). Näistä vaihtoehdoissa vain niissä, joissa Käkeläntaipaleessa kannas on puhkaistu (0A2b ja A2b) veden ikä nuorenee selvästi myös Mankaselällä. Koko Maaveden ikä nuorenee, kun vettä pumpataan pohjoiseen Kopinsalmessa (0A2 ja A2) tai Käkeläntaipaleessa (0B1 ja B1). Itäisen Maaveden veden ikä on pienempi pumpattaessa vettä pohjoiseen Kopinsalmessa (0A2 ja A2) kuin Käkeläntaipaleessa (0B1 ja B1), joskin tällöin Laitsaarenselällä muutos nykytilaan verrattuna on pieni. Vaihtoehdossa A2 ja 0A2 myös Koneenselällä olevan veden ikä laskee.

Koska Kutilan kanavan rakentaminen tuo Suur-Saimaan vettä lisäpumppaamoiden (Kopinsalmi tai Käkeläntaipale) alueelle, nuorentaa se Maaveden vedenikää kaikissa muissa vaihtoehdoissa (A1, A2, B1 ja B2) paitsi pumpattaessa vettä etelään Kopinsalmessa (A1). Tällöin Niivansalmen vedenikä on hivenen pienempi kuin muun Maaveden. Kutilan kanavan rakentamisella ilman veden pumppausta (vaihtoehto K) ei ole suurta vaikutusta muualla kuin välillä Käkeläntaipale-Kopinsalmen länsipuoli (kuva 6). Vain pumpatessa vettä Maavedelle (A2 ja 0A2 sekä B1 ja 0B1) koko Maaveden veden ikä pienenee. Nuorimmillaan vesi on pumpattaessa Kopinsalmessa vettä pohjoiseen (vaihtoehto A2). Tässä vaihtoehdossa veden ikä pienenee myös Koneenselällä (kuva 6).

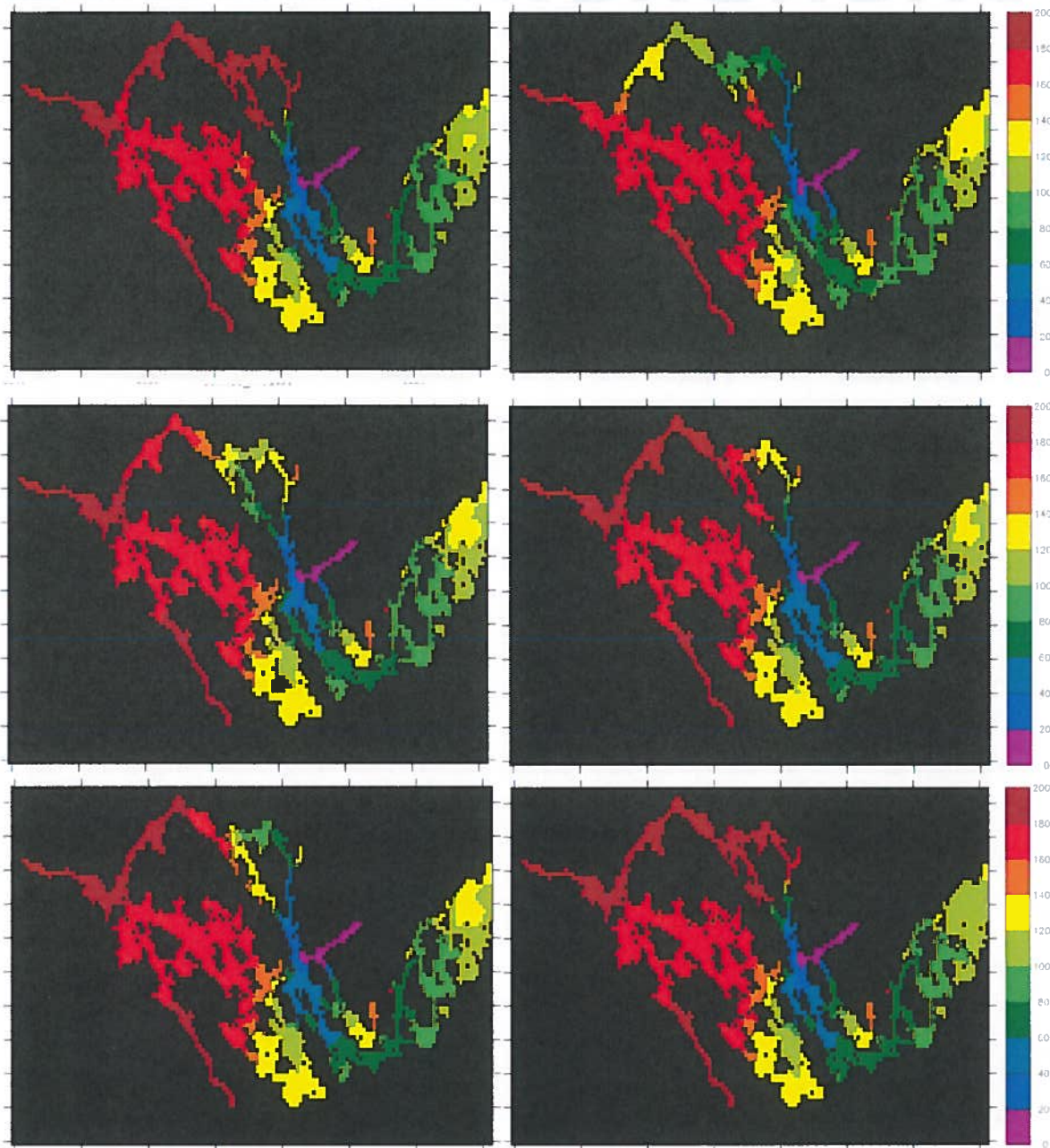


Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

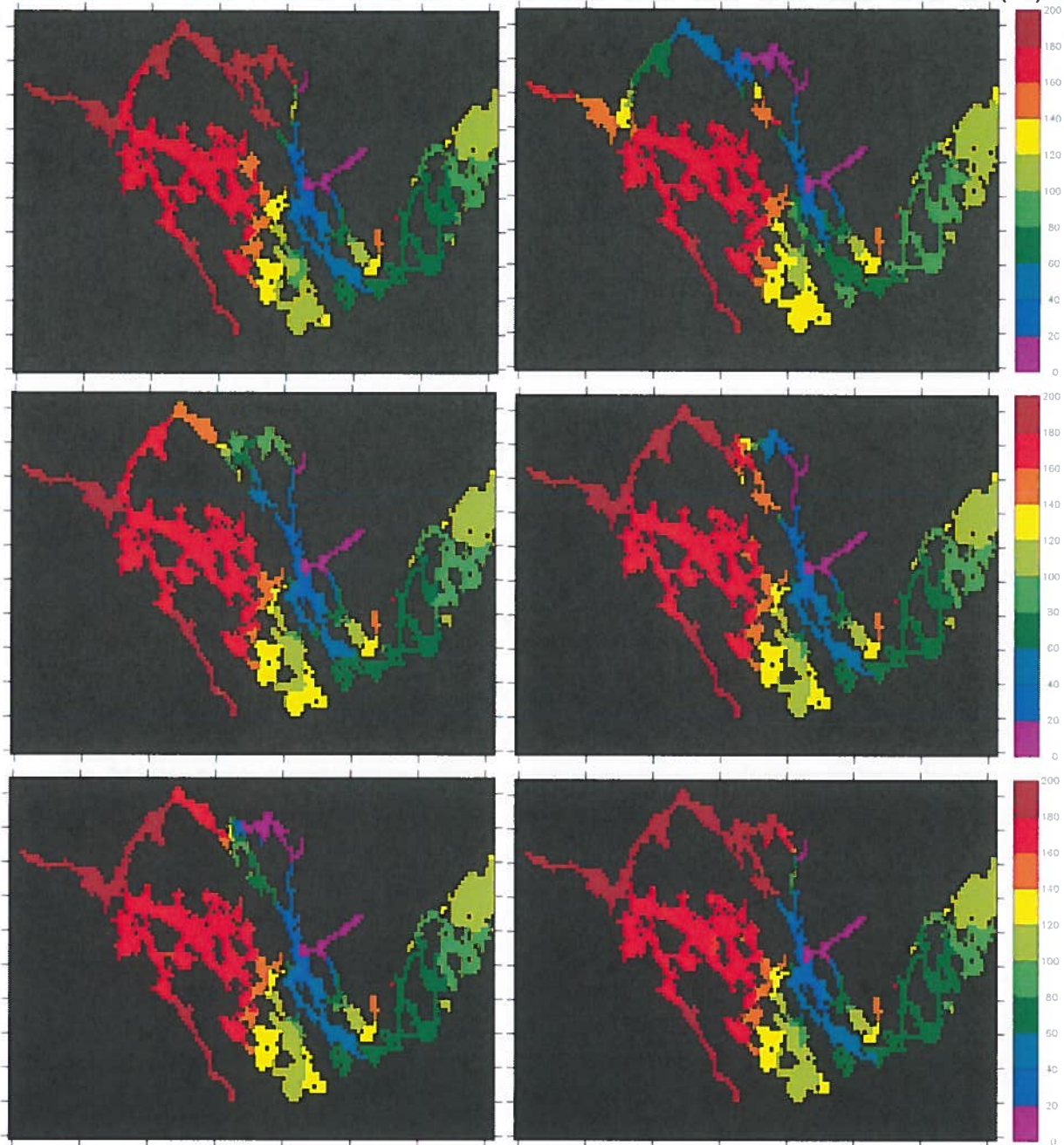
Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5

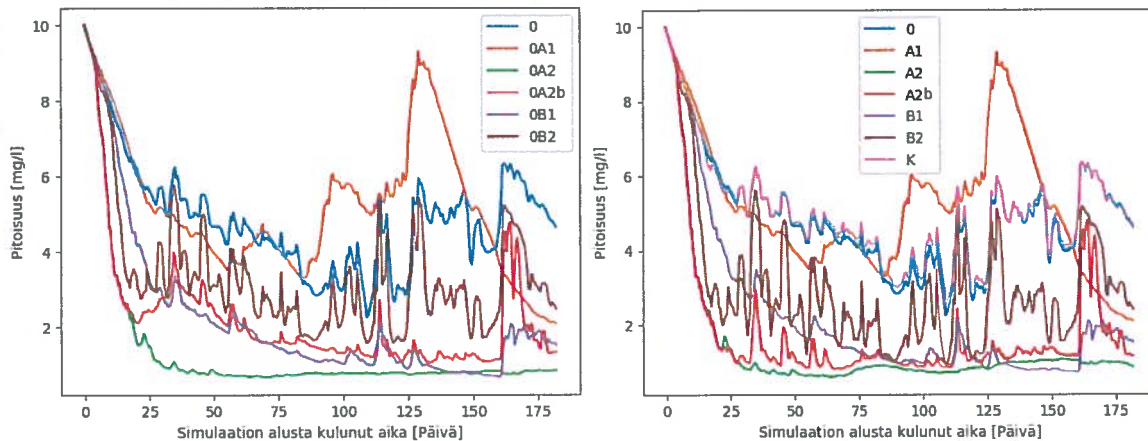


Kuva 5: Veden ikä 182 päivää tarkastelujakson alusta vaihtoehdoissa, joissa Kutilan kanavaa ei ole. Ylhäällä vasemmalla vaihtoehto 0A1 ja oikealla 0A2. Keskellä vasemmalla vaihtoehto 0B1 ja oikealla 0B2. Alhaalla vasemmalla vaihtoehto 0A2b ja oikealla nykytila eli vaihtoehto 0.

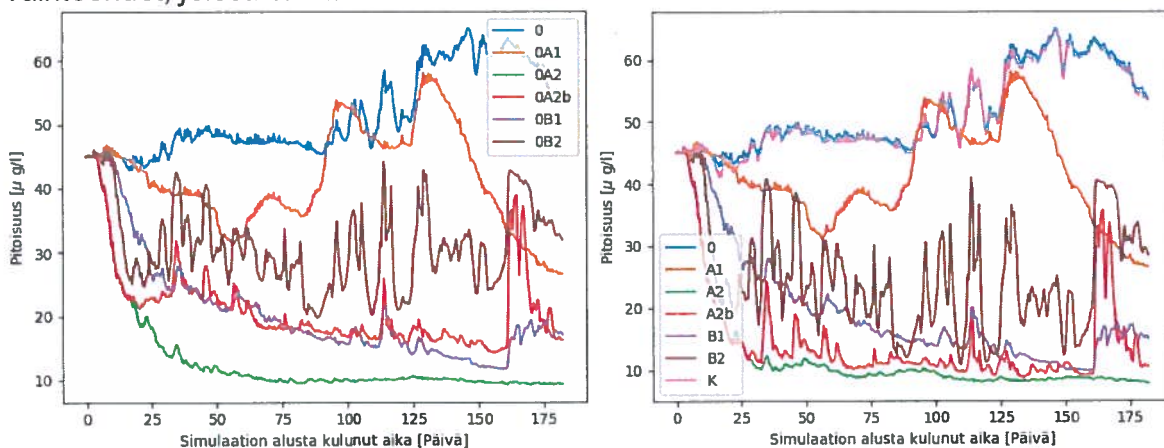


Kuva 6: Veden ikä 182 päivää tarkastelujakson alusta vaihtoehdoissa, joissa Kuttilan kanava on rakennettu. Ylhäällä vasemmalla vaihtoehto A1 ja oikealla A2. Keskellä vasemmalla vaihtoehto B1 ja oikealla B2. Alhaalla vasemmalla vaihtoehto A2b ja oikealla vaihtoehto K, eli pelkkä Kuttilan kanava.

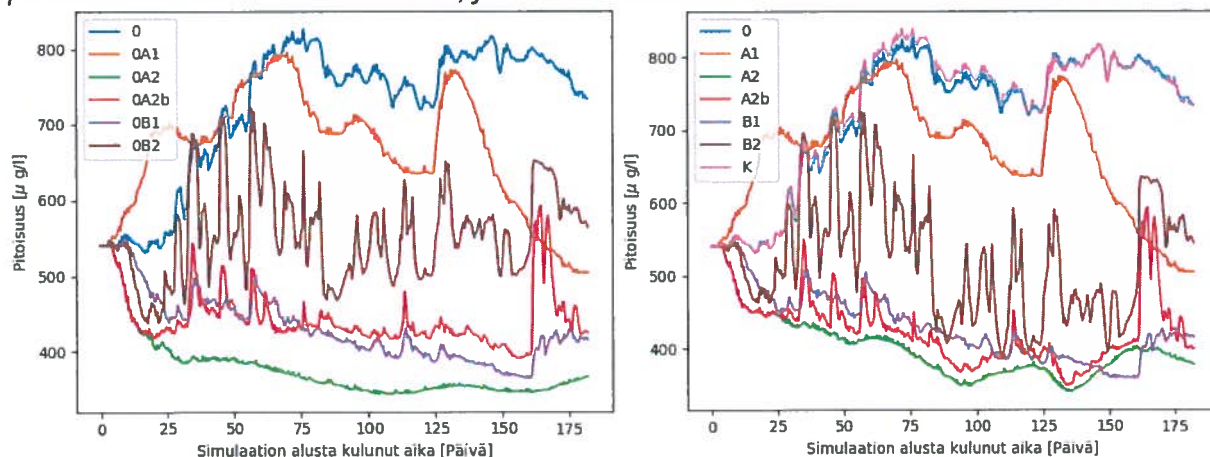
3.2 Kiintoaineen ja ravinteiden (N ja P) pitoisuudet Maavedellä



Kuva 7: Kiintoainepitoisuus (mg l^{-1}) Maavedellä aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemman puoleisessa kuvassa vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikean puoleisessa kuvassa vaihtoehdot, joissa on Kutilan kanava.



Kuva 8: Kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Maavedellä aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemman puoleisessa kuvassa vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikean puoleisessa kuvassa vaihtoehdot, joissa on Kutilan kanava.



Kuva 9: Kokonaistyyppipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Maavedellä aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemman puoleisessa kuvassa vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa ja oikean puoleisessa kuvassa vaihtoehdot, joissa on Kutilan kanava.

Tarkastelluista vaihtoehdoista kiintoainepitoisuudet ovat osan aikaa suuremmat kuin nykytilassa vain silloin, kun Kopinsalmessa on pumppaamo ja sen virtaussuuntana on etelä (0A1 ja A1), (kuva 7). Alimmat pitoisuudet ovat vaihtoehdoissa, joissa Kopinsalmen pumppaamon virtaussuunta on pohjoiseen (0A2 ja A2). Verrattaessa keskenään vaihtoehtoja, joissa pumppaus on järjestetty joko Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleella etelän suuntaan (0A1 ja A1 sekä 0B2 ja B2), ei Kutilan kanavan rakentamisella havaita vaikutusta kiintoainepitoisuuksiin. Myöskään Kutilan kanavan rakentamisella ilman veden pumppausta Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleella ei ole vaikutusta Maaveden kiintoainepitoisuuksiin (K).

Pumppaamo Kopinsalmeen virtaussuuntana pohjoinen pienentää eniten fosforin ja typen kokonaispitoisuuksia riippumatta Kutilan kanavan rakentamisesta (A2 ja 0A2) (kuvat 8 ja 9). Mikään tarkastelluista vaihtoehdoista ei nosta fosforin ja typen kokonaispitoisuuksia oleellisesti verrattuna nykytilaan.

Kaikkien tarkasteltujen suureiden osalta pitoisuudet vaihtelevat eniten, kun Maaveden vettä pumpataan etelään Käkeläntaipaleessa (0B2 ja B2) ja vähiten kun Maavedelle pumpataan vettä Kopinsalmessa (0A2 ja A2) (kuvat 7-9).

3.3 Kiintoaineen ja ravinteiden pitoisuudet Riutanselällä

Pumppaamon rakentaminen Kopinsalmeen virtaussuuntana pohjoinen (0A2 ja A2) nostaa kiintoaine-, kokonaisfosfori- ja kokonaistyyppipitoisuuksia Riutanselällä kaikista tarkastelluista vaihtoehdoista eniten (kuvat 10–12). Myös Käkeläntaipaleeseen (0B1 ja B1) rakennettava pumppaamo, kun sen virtaussuunta on pohjoiseen, nostaa pitoisuustasoja kaikkien tarkasteltujen suureiden osalta. Pumppaamo Kopinsalmessa virtaussuuntana etelä (A1) pienentää pitoisuuksia eniten. Kiintoainepitoisuuden ero nykytilanteeseen jää pieneksi (kuva 10), mutta kokonaisfosforin ja -typen pitoisuuksissa muutos on suurempi (kuvat 11 ja 12). Myös Käkeläntaipaleen pumppu, kun sen virtaussuunta on etelään (B2), pienentää Riutanselän pitoisuuksia, mutta vähemmän kuin Maaveden veden pumppaaminen etelään Kopinsalmessa (vaihtoehto A1).

Veden pumppaaminen Maavedelle (vaihtoehdot 0A2, A2, 0B1 tai B1) nostaa selkeästi enemmän kiintoainepitoisuuksia kuin muut tarkastellut vaihtoehdot (kuva 10). Kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksissa erot ovat suuremmat (kuvat 11 ja 12).

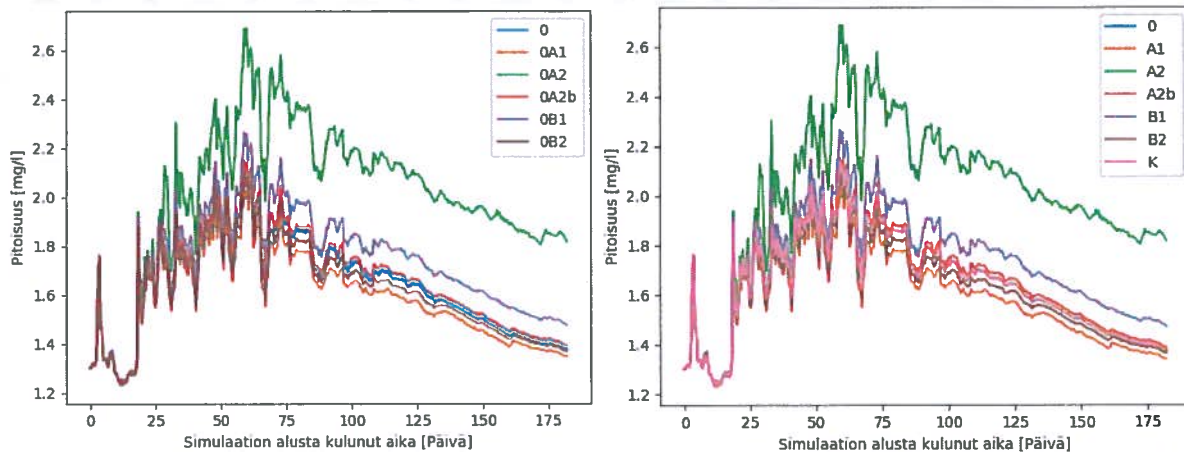


Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

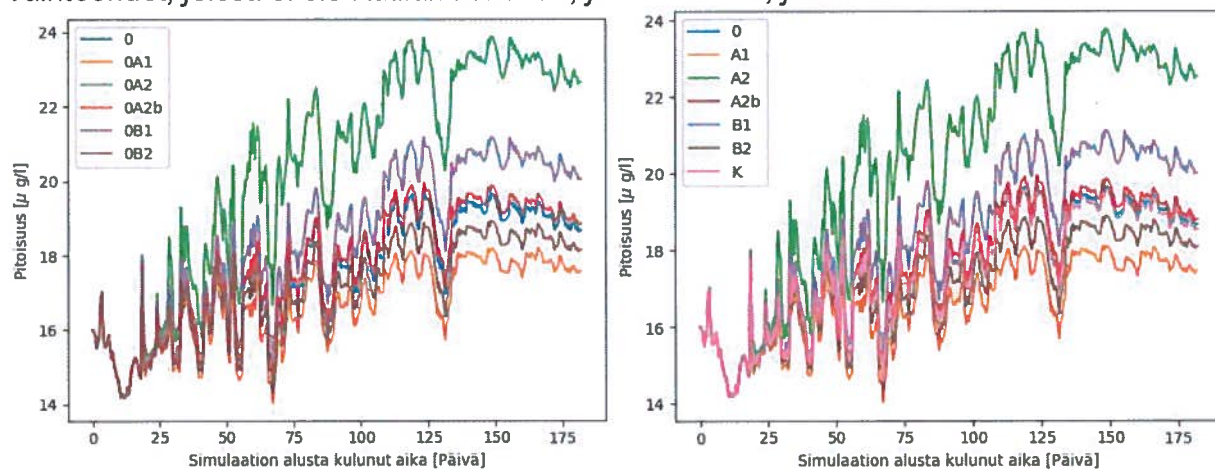
Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

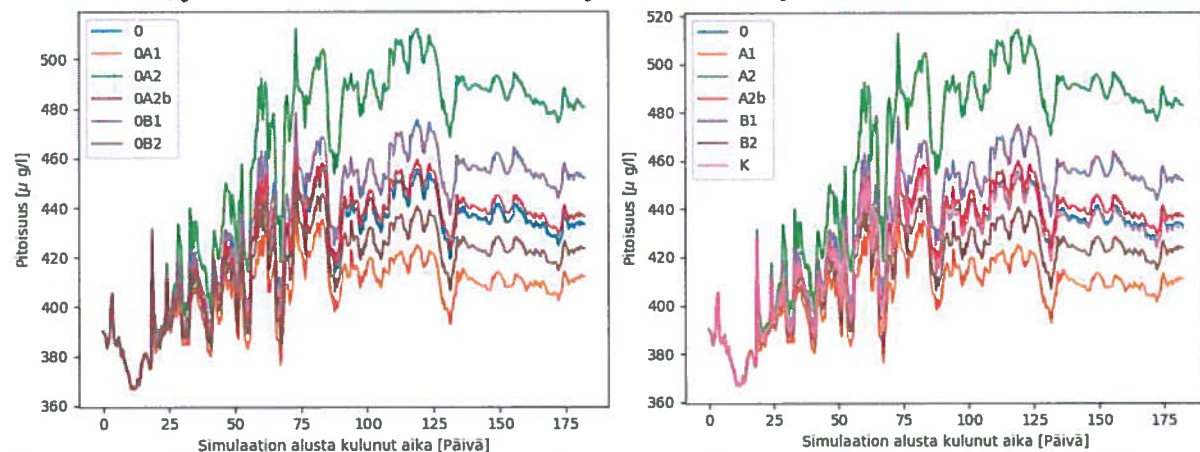
www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5



Kuva 10: Kiintoainepitoisuus (mg l^{-1}) Riutanselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on.

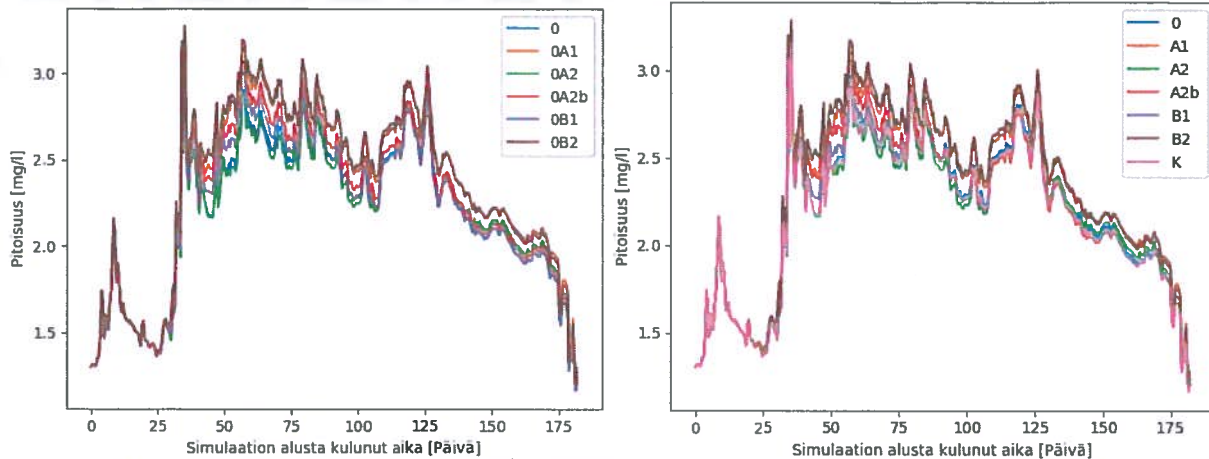


Kuva 11: Kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Riutanselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.

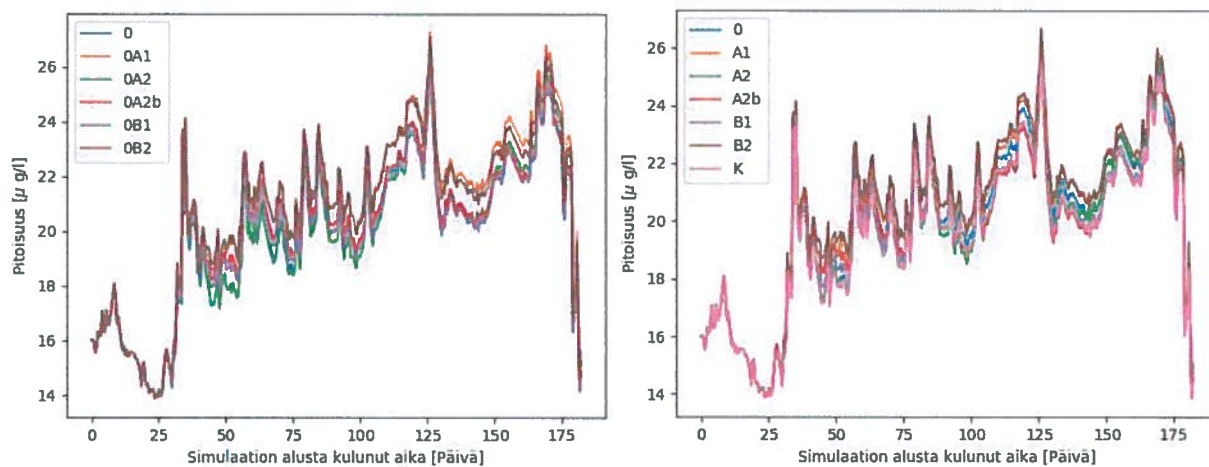


Kuva 12: Kokonaistyyppipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Riutanselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on.

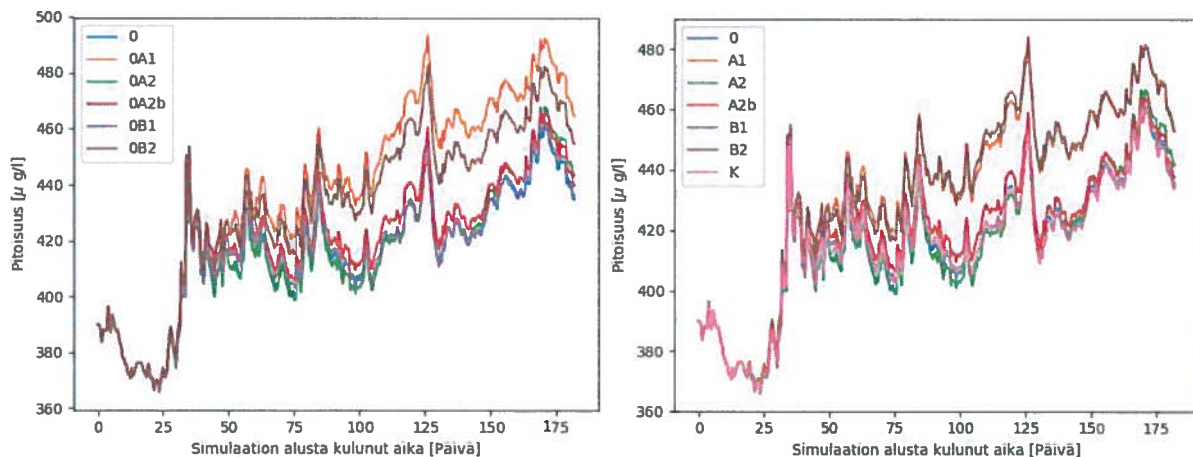
3.4 Kiintoaineen ja ravinteiden pitoisuudet Sunisenselällä



Kuva 13: Kiintoainepitoisuus (mg l^{-1}) Sunisenselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.



Kuva 14: Kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Sunisenselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.

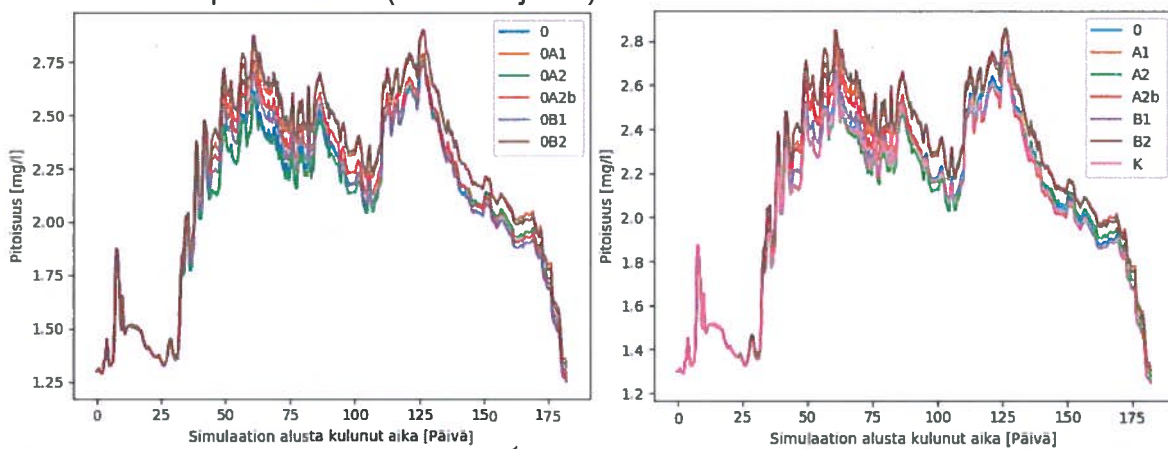


Kuva 15: Kokonaistyyppipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Sunisenselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.

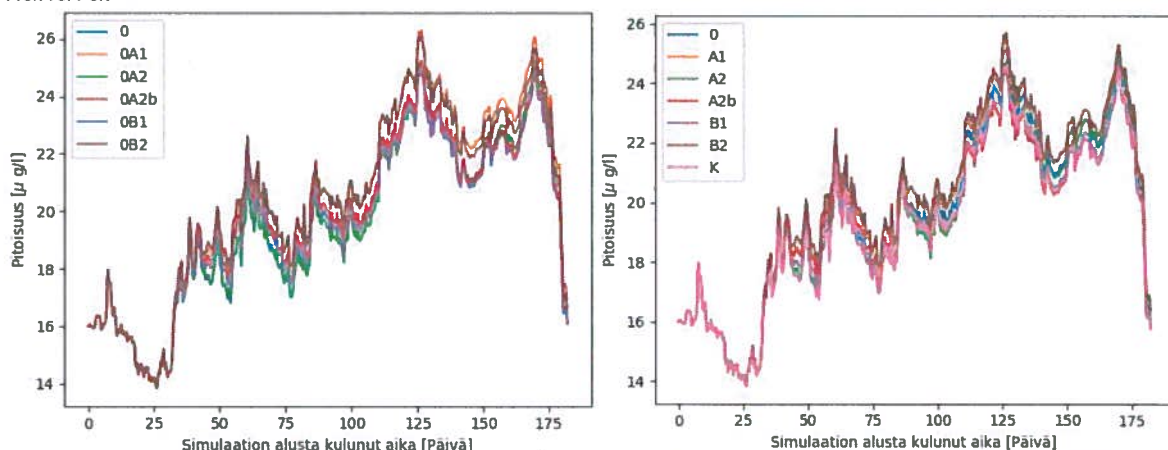
Kiintoaineen ja kokonaisfosforin pitoisuudet eivät poikkea sanottavasti tarkastelluissa vaihtoehdoissa (kuvat 13–14). Mikään tarkastelluista vaihtoehdoista ei tuota järjestelmällisesti toisia vaihtoehtoja suurempia tai pienempiä pitoisuuksia. Suurimmat erot ovat havaittavissa kokonaistypen pitoisuuksissa (kuva 15). Etelään päin vettä pumpaava pumppu Kopinsalmessa (0A1 ja A1) tai Käkeläntaipaleessa (0B2 ja B2) nostaa eniten kokonaistypen pitoisuuksia (kuva 15).

3.5 Kiintoaineen ja ravinteiden pitoisuudet Sunisenselän vedenottoaikalla

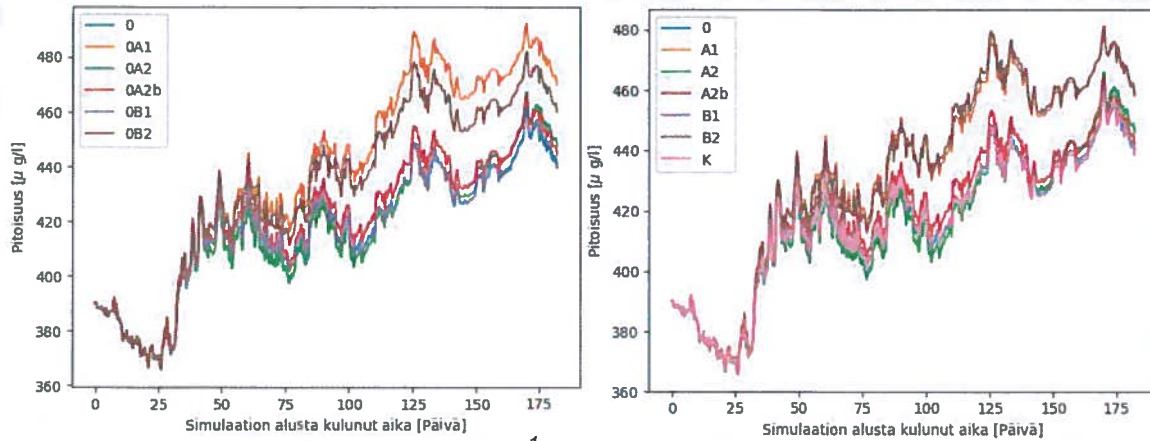
Sunisenselän vedenottoaikalla pitoisuudet käyttäytyvät samankaltaisesti kuin Sunisenselän havaintopisteessä (vertaa kuvia 13–15 kuviin 16–18). Kiintoaineen ja kokonaisfosforin pitoisuudet eivät poikkea toisistaan paljoa eri vaihtoehdoissa (kuvat 16 ja 17). Mikään tarkastelluista vaihtoehdoista ei tuota järjestelmällisesti toisia vaihtoehtoja suurempia tai pienempiä pitoisuuksia. Suurimmat erot ovat kokonaistypen pitoisuuksissa (kuva 18). Pumppaamo Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleella pumppausuuntana etelä (0A1, A1 sekä 0B2 ja B2) nostaa kokonaistypipitoisuuksia eniten. Millään tarkastelluista vaihtoehdoista ei havaita merkittävää vaikutusta Sunisenselän vedenottoaikalla kiintoaine- eikä kokonaisfosforipitoisuuksiin (kuvat 16 ja 17).



Kuva 16: Kiintoainepitoisuus (mg/l^1) Sunisenselän vedenottoaikalla 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.



Kuva 17: Kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g/l}^1$) Sunisenselän vedenottoaikalla 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.



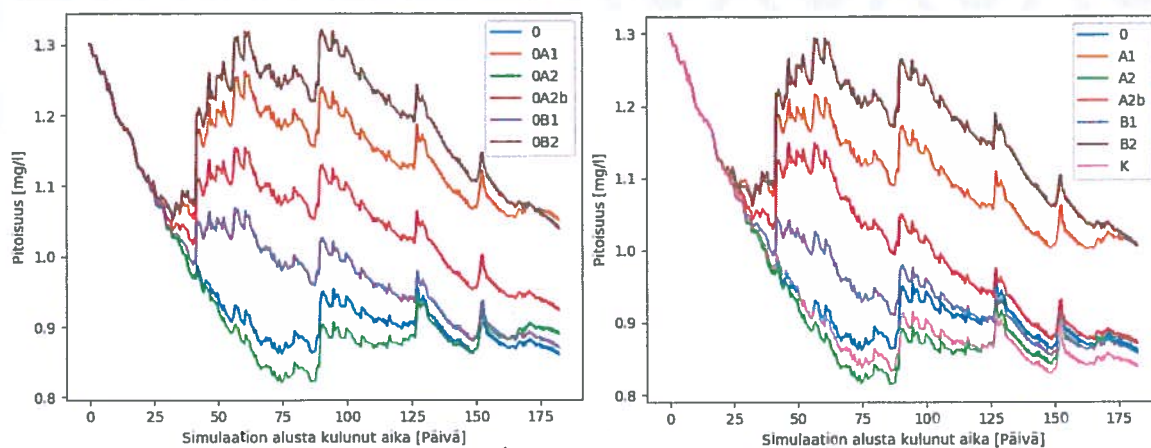
Kuva 18: Kokonaistyyppipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Sunisenselän vedenottoaikalla 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.

3.6 Kiintoaineen ja ravinteiden pitoisuudet Niemisenselällä

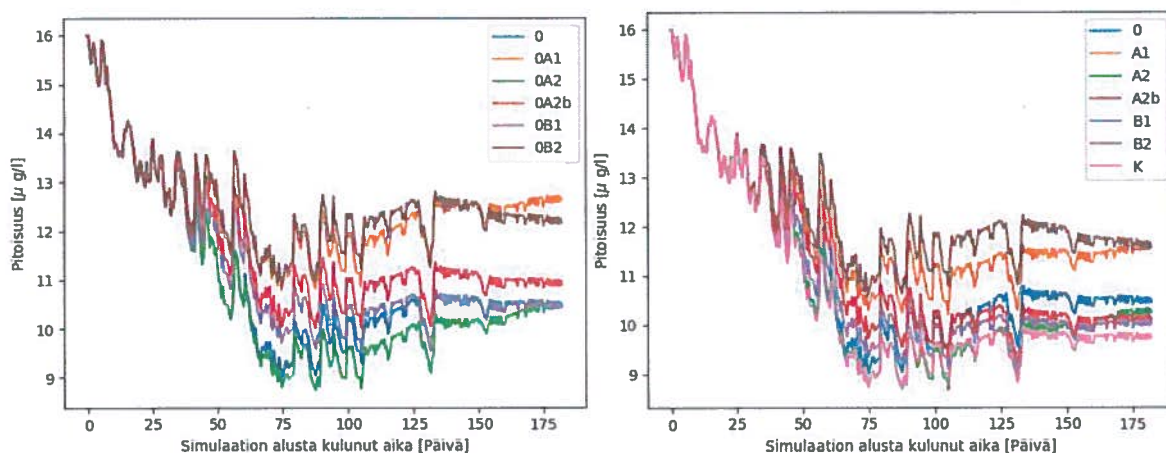
Niemisenselän havaintopisteessä eri vaihtoehdoilla on vähäistä vaikutusta kiintoainepitoisuuksiin (kuva 19). Pitoisuudet kaikissa vaihtoehdoissa ovat hyvin pieniä (kuva 19).

Kokonaisfosforin ja -typen pitoisuuksien vaihtelu erityisesti mallinnusjakson puolivälissä on suurta (kuvat 20–21). Puolivälin jälkeen vaihtelu vaimenee samalla, kun pitoisuudet alkavat kasvaa. Suurimmillaan arvot ovat, kun Maaveden vettä pumpataan etelään (0A1 ja A1 ja 0B2 ja B2). Kokonaisfosforipitoisuuksissa tästä hetkestä eteenpäin aina simulaatiojakson loppuun asti saavutetaan pienimmät arvot pumpaamalla vettä Kopinsalmessa Maavedelle päin, kun Kutilan kanavaa ei ole (0A2). Veden pumpaaminen Maavedelle Käkeläntaipaleessa johtaa siihen, että tarkastelujakson lopussa pitoisuus on sama kuin pumpattaessa vettä Kopinsalmen kautta Maavedelle (0A2). Vaihtoehdoissa, joissa pumpataan vettä Maavedelle ilman Kutilan kanavaa (0A2 ja 0B1), on tarkastelujakson lopussa sama pitoisuus kuin nykytilanteessa. Kutilan kanavan rakentaminen (A2b) vähentää selkeästi pitoisuuksia vaihtoehdoissa, joissa pumpataan vettä Kopinsalmessa Maavedelle ja Käkeläntaipaleen kannas on puhkaistu (0A2b). Pelkkä Kutilan kanavan rakentaminen laskee kokonaisfosforipitoisuuksia selvästi eniten (kuva 20).

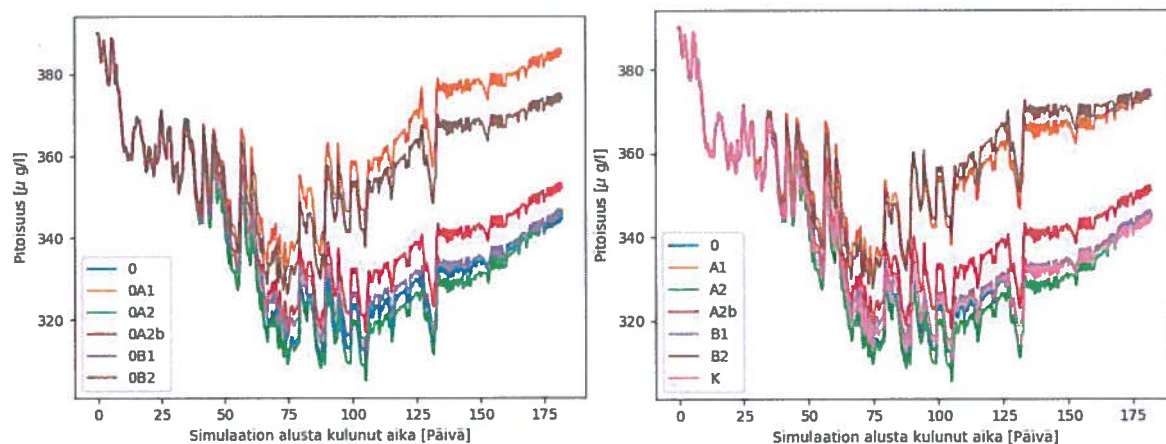
Korkeimmat kokonaistyyppipitoisuudet saadaan pumpaamalla vettä etelään Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleessa (A1, 0A1, B2 ja 0B2) (kuva 21). Muissa vaihtoehdoissa pitoisuudet ovat nykytilan tasolla.



Kuva 19: Kiintoainepitoisuus (mg l^{-1}) Niemisenselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.



Kuva 20: Kokonaisfosforipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Niemisenselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.



Kuva 21: Kokonaistyyppipitoisuus ($\mu\text{g l}^{-1}$) Niemisenselällä 2.5.2010–31.10.2010. Vasemmalla ne vaihtoehdot, joissa ei ole Kutilan kanavaa, ja oikealla ne, joissa on Kutilan kanava.

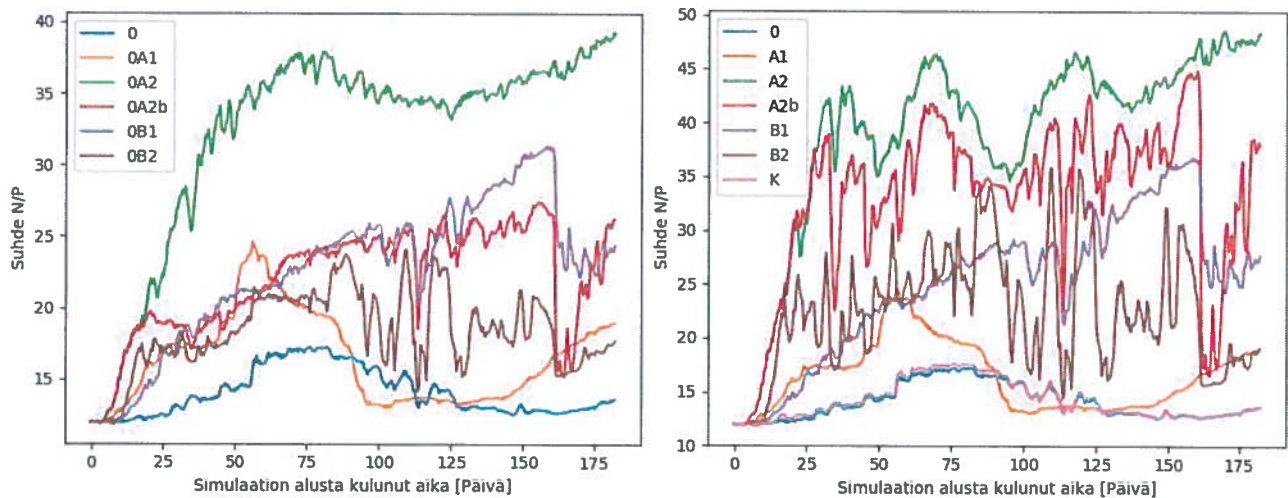
3.7 Ravinnesuhde

Korkea fosfori- ja typpiravinteiden suhde (N/P-luku) voi suosia sinileviä (monet sinilevät saavat typen molekylaarisena), joten N/P-luku ja sen muutos ovat hyviä vesistön tilaa kuvaavia suureita.

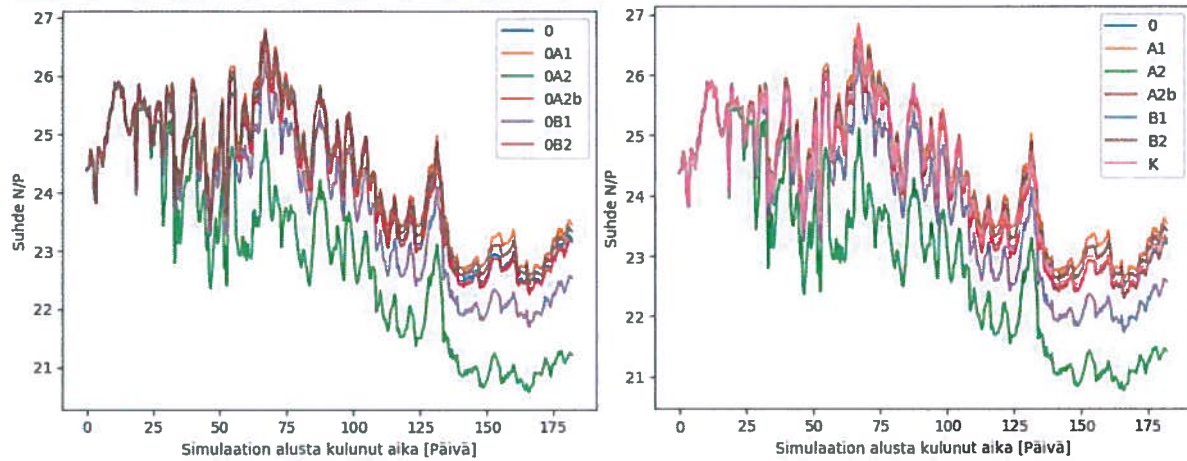
Maavedellä N/P-luku on suurempi tai yhtä suuri verrattuna nykytilaan kaikissa vaihtoehdoissa (kuva 22). Vain vaihtoehdoissa, joissa vettä pumpataan Maavedeltä pois Kopinsalmen kautta (0A1 ja A1) N/P-luku käy hetkellisesti nykytilaa pienempänä. N/P-luku vaihtelee voimakkaasti, jos vettä pumpataan Käkeläntaipalleessa etelään (0B2). Kutilan kanavan rakentaminen voimistaa vaihtelua kaikissa muissa vaihtoehdoissa paitsi A1 ja B1 -vaihtoehdoissa (kuva 22).

Riutanselällä N/P-luvun vaihtelu on voimakasta sekä ilman Kutilan kanavaa että Kutilan kanavan kanssa. Veden pumppaaminen Maavedelle päin Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleella (0A2 ja A2 sekä 0B1 ja B1) saa aikaan nykytilaa pienemmän N/P-luvun. Muissa vaihtoehdoissa ravinnesuhde on likipitään sama (kuva 23). Sunisenselällä ja Sunisenselän vedenotto paikalla N/P-luku on käytännössä sama kaikissa vaihtoehdoissa (kuvat 24 ja 25).

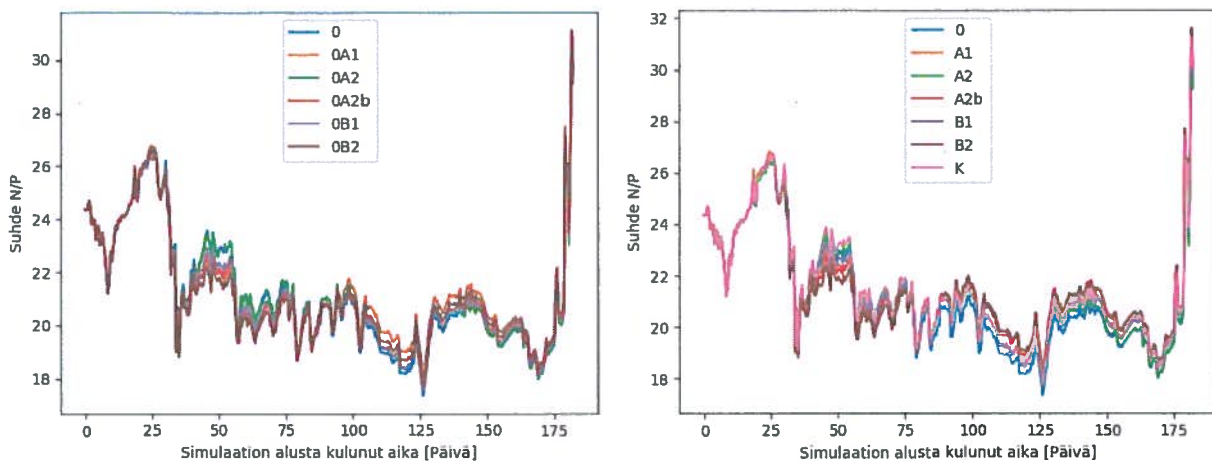
Niemisenselällä N/P-luku on pienempi kuin nykytilassa suurimmassa osassa niitä vaihtoehtoja, joissa ei ole Kutilan kanavaa. Vain vaihtoehdoissa, joissa vettä pumpataan Maavedelle päin (0A2, 0B1) N/P-luku on suurempi tai yhtä suuri kuin nykytilassa. Rakennettaessa Kutilan kanava vain veden pumppaaminen Käkeläntaipaleen kautta pois Maavedeltä (B2) johtaa tilanteeseen, jossa N/P-luku on pienempi kuin nykytilassa. NP-luku on suurin silloin, kun rakennetaan vain Kutilan kanava (K) (kuva 26).



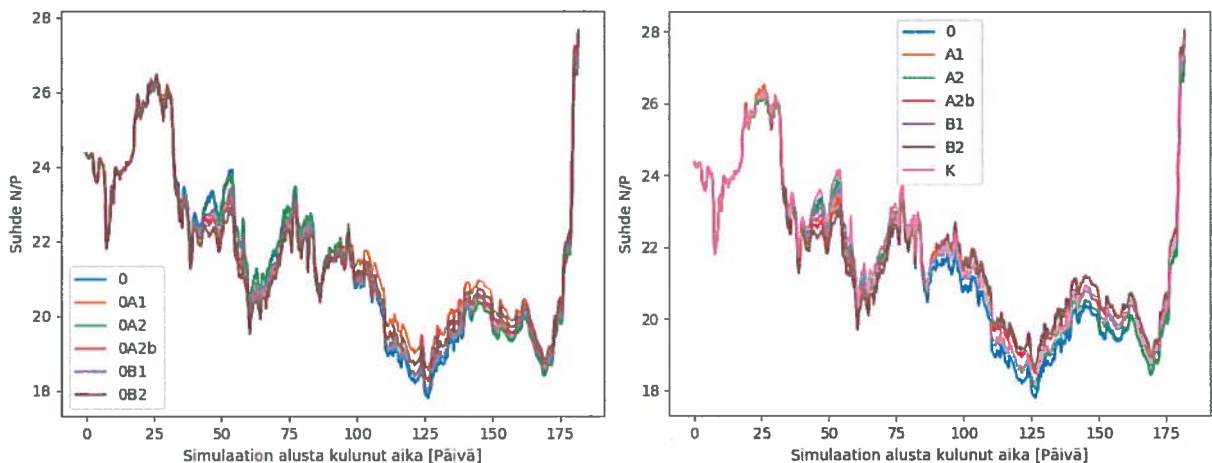
Kuva 22: Ravinnesuhde, N/P-luku, Maavedellä aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010 eri vaihtoehdoilla.



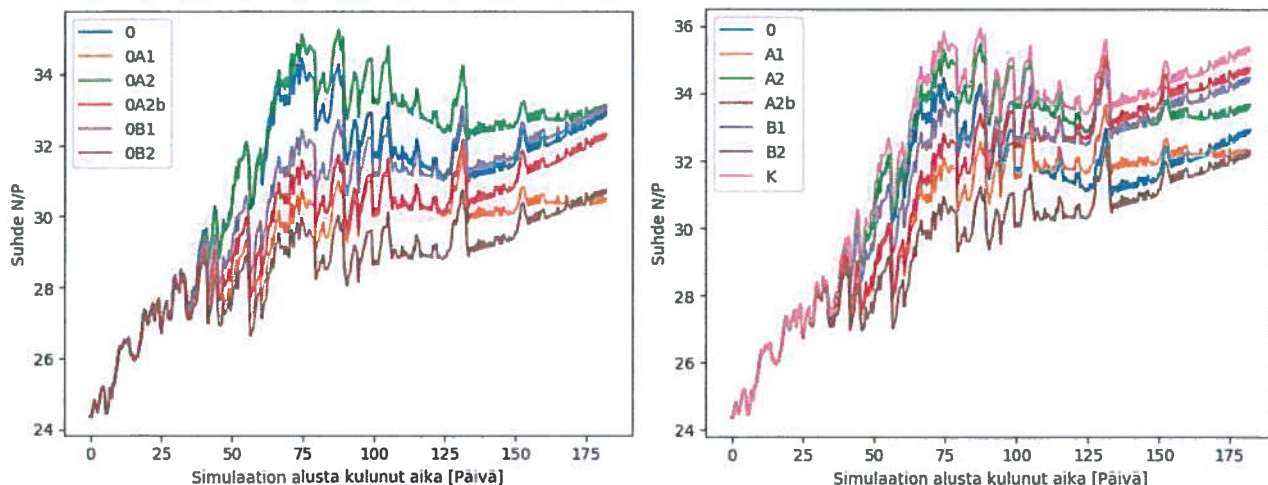
Kuva 23: Ravinnesuhde, N/P-luku, Riutanselällä aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010 eri vaihtoehtoilla.



Kuva 24: Ravinnesuhde, N/P-luku, Sunisenselällä aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010 eri vaihtoehtoilla.



Kuva 25: Ravinnesuhde, N/P-luku, Sunisenselän vedenottamolla aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010 eri vaihtoehtoilla.

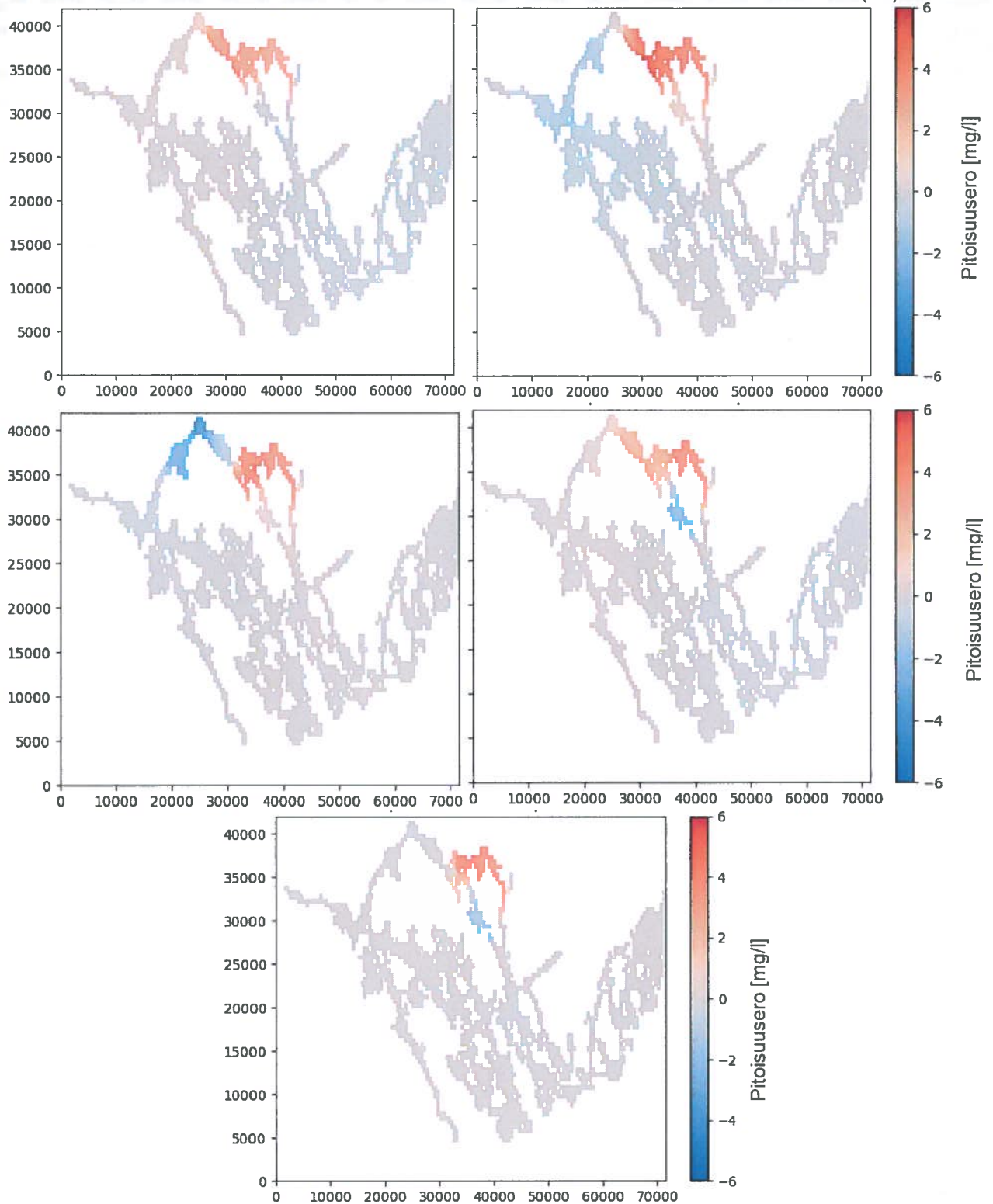


Kuva 26: Ravinnesuhde, N/P-luku, Niemisenselällä aikavälillä 2.5.2010–31.10.2010 eri vaihtoehdoilla.

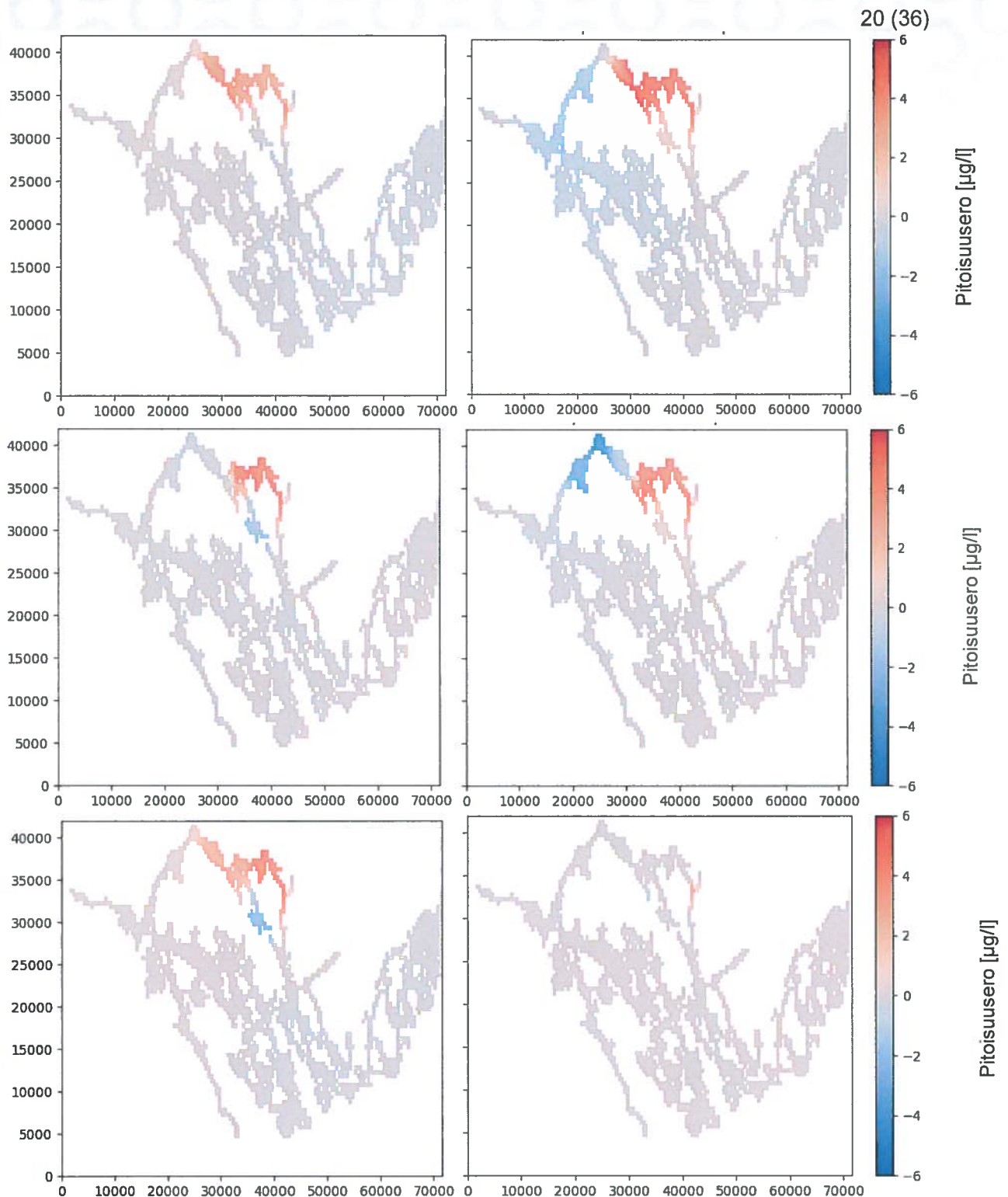
3.8 Vedenlaatu simulointijakson lopussa

Kuvissa 27–32 on esitetty eri vaihtoehdoissa mallinnettujen kiintoaineen, kokonaisfosforin ja kokonaistypen pitoisuuksien erotus nykytilasta (nykytila-vaihtoehto). Vastaavasti Kutilan kanavan vaikutusta eri vaihtoehdoissa tarkastellaan kuvissa 33–35 (Vaihtoehto ilman Kutilan kanavaa-vaihtoehto Kutilan kanavan kanssa).

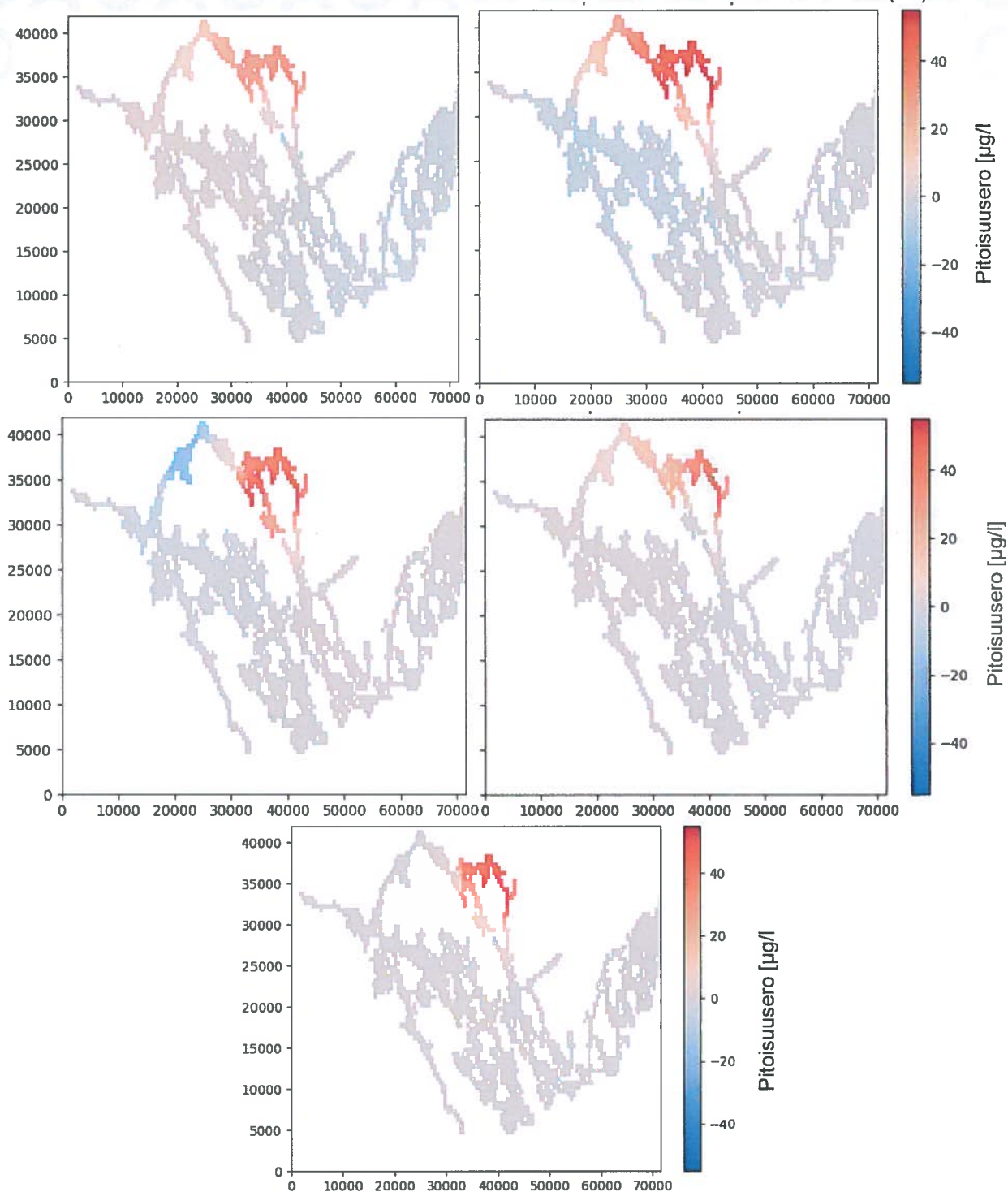
Kaikissa tarkastelluissa lisäpumppaamovaihtoehdoissa (Kopinsalmi, Käkeläntaipale) Maaveden itäisessä osassa kiintoainepitoisuudet ovat pienemmät kuin nykytilassa (kuvat 27–28). Veden pumppaaminen Maavedelle (0A2, A2, 0B1 ja B1) nostaa Maaveden läntisen osan kiintoainepitoisuuksia. Tilanteessa, jossa vettä pumpataan Kopinsalmen kautta ilman Kutilan kanavaa (0A2) vaikutus näkyy aina Riutanselällä asti. Pitoisuuserot ovat kuitenkin pieniä. Käkeläntaipaleen kannaksen puhkaiseminen (0A2b ja A2b) tai veden pumppaaminen Käkeläntaipaleessa etelään ilman Kutilan kanavaa (0B2) tai pohjoiseen Kutilan kanavan kanssa (B1) nostaa hieman Mankaselän kiintoainepitoisuuksia nykytilaa suuremmiksi (kuvat 27 ja 28). Pelkällä Kutilan kanavan rakentamisella (K) ei ole muita kuin hyvin paikallisia vaikutuksia (kuva 28). Kiintoaineen osalta tarkasteluilla vaihtoehdoilla on huomattavaa vaikutusta vain läntisen Pien-Saimaan kiintoainepitoisuuksiin.



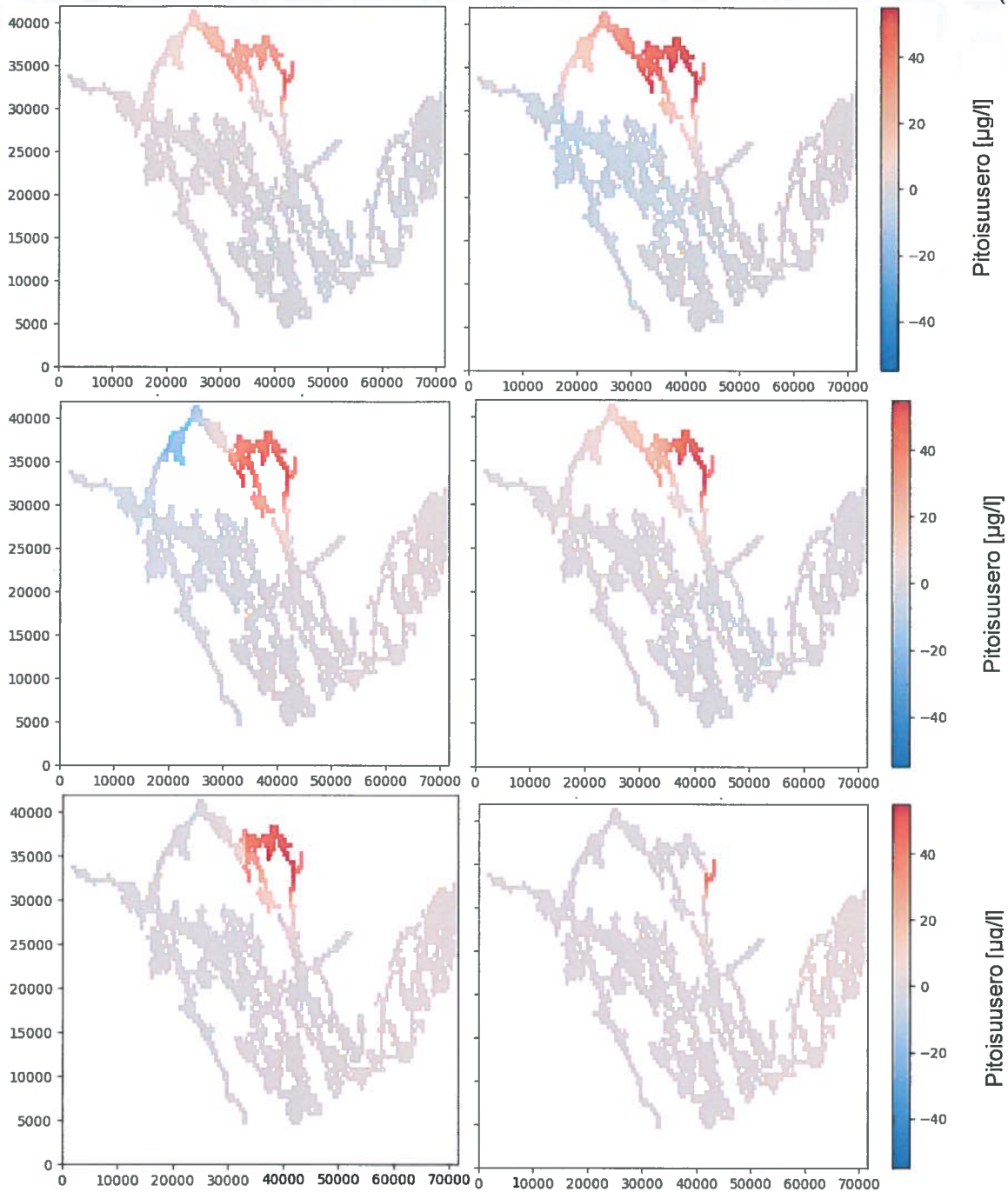
Kuva 27: Kiintoainepitoisuuden erot pintakerroksessa verrattaessa nykytilaa (0) vaihtoehtoihin, joissa ei ole Kutilan kanavaa. Ylhäällä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-0A1 ja oikealla erotus 0-0A2. Keskellä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-0B1 ja oikealla erotus 0-0B2. Alhaalla on vaihtoehtojen erotus 0-0A2b. Punainen värisävy tarkoittaa suurempaa pitoisuutta nykytilassa kuin vaihtoehdossa.



Kuva 28: Kiintoainepitoisuuden erot pintakerroksessa verrattaessa nykytilaa (0) vaihtoehtoihin, joissa on Kutilan kanava. Ylhäällä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-A1 ja oikealla erotus 0-A2. Keskellä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-B1 ja oikealla erotus 0-B2. Alhaalla vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-A2b ja oikealla erotus 0-K. Punainen värisävy tarkoittaa suurempaa pitoisuutta nykytilassa kuin vaihtoehdossa.



Kuva 29: Kokonaisfosforipitoisuuden erot pintakerroksessa verrattaessa nykytilaa (0) vaihtoehtoihin, joissa Kutilan kanavaa ei ole. Ylhäällä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-0A1 ja oikealla erotus 0-0A2. Keskellä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-0B1 ja oikealla erotus 0-0B2. Alhaalla on vaihtoehtojen erotus 0-0A2b. Punainen värisävy tarkoittaa suurempaa pitoisuutta nykytilassa kuin vaihtoehdossa.



Kuva 30: Kokonaisfosforipitoisuuden erot pintakerroksessa verrattaessa nykytilaa vaihtoehtoihin, joissa Kutilan kanava on. Ylhäällä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-A1 ja oikealla erotus 0-A2. Keskellä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-B1 ja oikealla erotus 0-B2. Alhaalla vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-A2b ja oikealla erotus 0-K. Punainen värisävy tarkoittaa suurempaa pitoisuutta nykytilassa kuin vaihtoehdossa.

Tarkastelluista vaihtoehtoista vain veden pumppaaminen Käkeläntaipaleessa pohjoiseen (0B1 ja B1) nostaa selvästi läntisen Maaveden kokonaisfosforipitoisuuksia nykytilaan verrattuna (kuvat 29 ja 30). Tilanteessa, jossa vettä pumpataan Kopinsalmessa pohjoisen suuntaan (0A2 ja A2) fosforipitoisuus kohoaa myös Riutanselällä. Kaikissa muissa vaihtoehtoissa, paitsi pelkän Kutilan kanavan rakentamisessa, Maaveden itäisen osan fosforipitoisuus on pienempi kuin nykytilassa.

Maaveden vesiä pumpattaessa Kopinsalmen kautta etelään (0A1 ja A1) kokonaistyyppipitoisuudet ovat Niemisenselällä korkeammalla ja Riutanselällä matalammalla kuin nykytilassa (kuvat 31-32). Veden pumppaaminen Kopinsalmessa pohjoiseen (0A2 ja A2) nostaa kokonaistyyppipitoisuuksia Riutanselällä verrattuna nykytilaan (kuvat 31 ja 32). Veden pumppaaminen pohjoiseen Käkeläntaipaleessa (0B1 ja B1) nostaa Maaveden läntisen puoliskon kokonaistyyppipitoisuuksia verrattuna nykytilaan (kuvat 31 ja 32).

3.9 Kutilan kanavan vaikutus

Kutilan kanavan rakentamisen aikaansaamat kiintoainepitoisuuden muutokset ovat kaikissa vaihtoehtoissa pieniä ja pienialaisia (kuva 33).

Kaikissa vaihtoehtoissa Kutilan kanava pienentää kokonaisfosforipitoisuuksia Maavedellä ja itäisellä Pien-Saimaalla (kuva 34).

Läntisen Maaveden tyyppipitoisuus nousee kun vettä pumpataan Kopinsalmessa pohjoiseen (0A2 ja A2, kuva 35). Itäisen Maaveden tyyppipitoisuus pienenee vaihtoehtoissa, joissa kannas Käkeläntaipaleella on puhkaistu (0A2b ja A2b) tai vettä pumpataan siellä etelään Maavedeltä pois (0B2 ja B2). Muissa vaihtoehtoissa vaikutusta ei havaita itäisellä Maavedellä. Kutilan kanava laskee myös kokonaistyyppipitoisuuksia itäisellä Pien-Saimaalla.

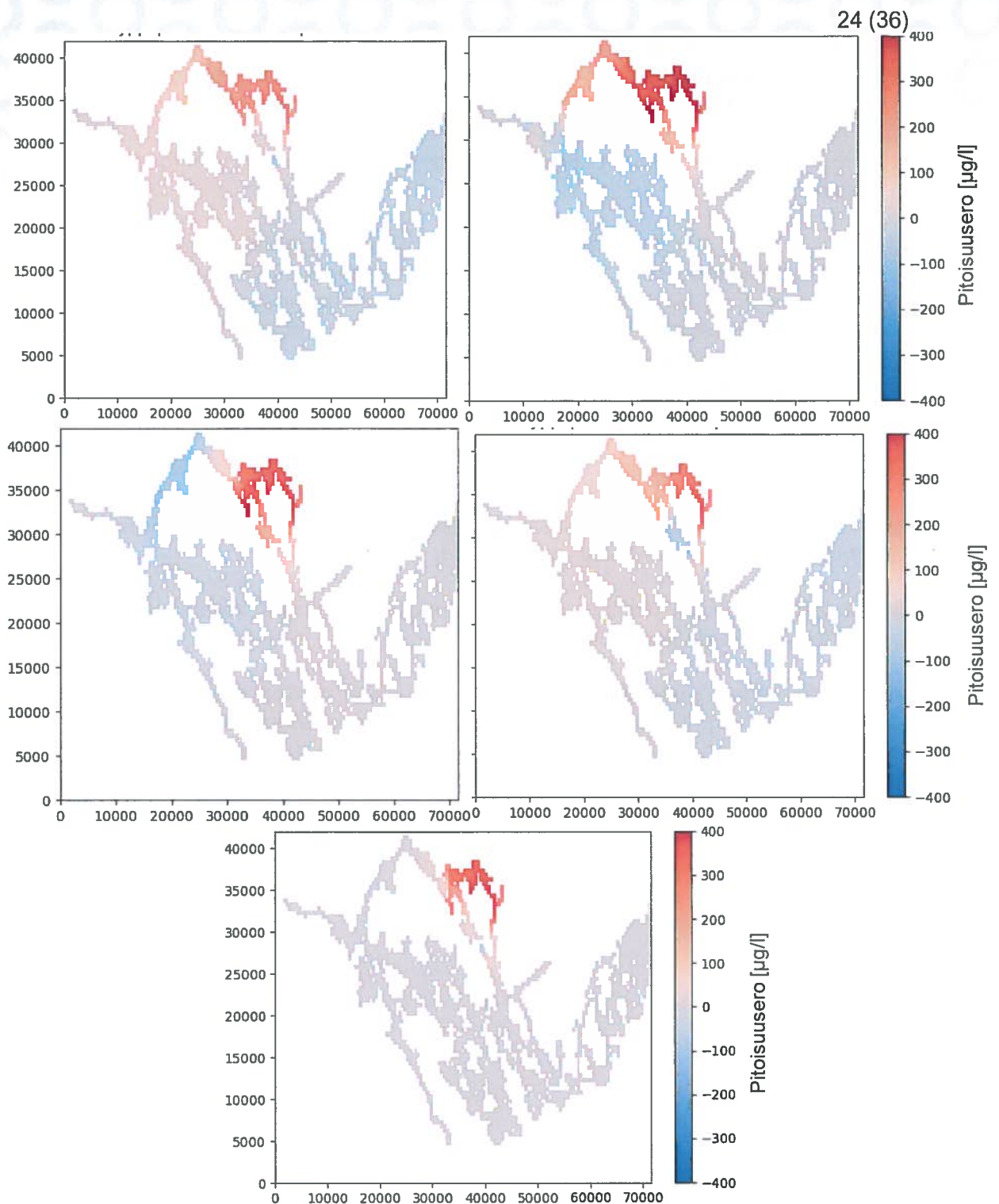


Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

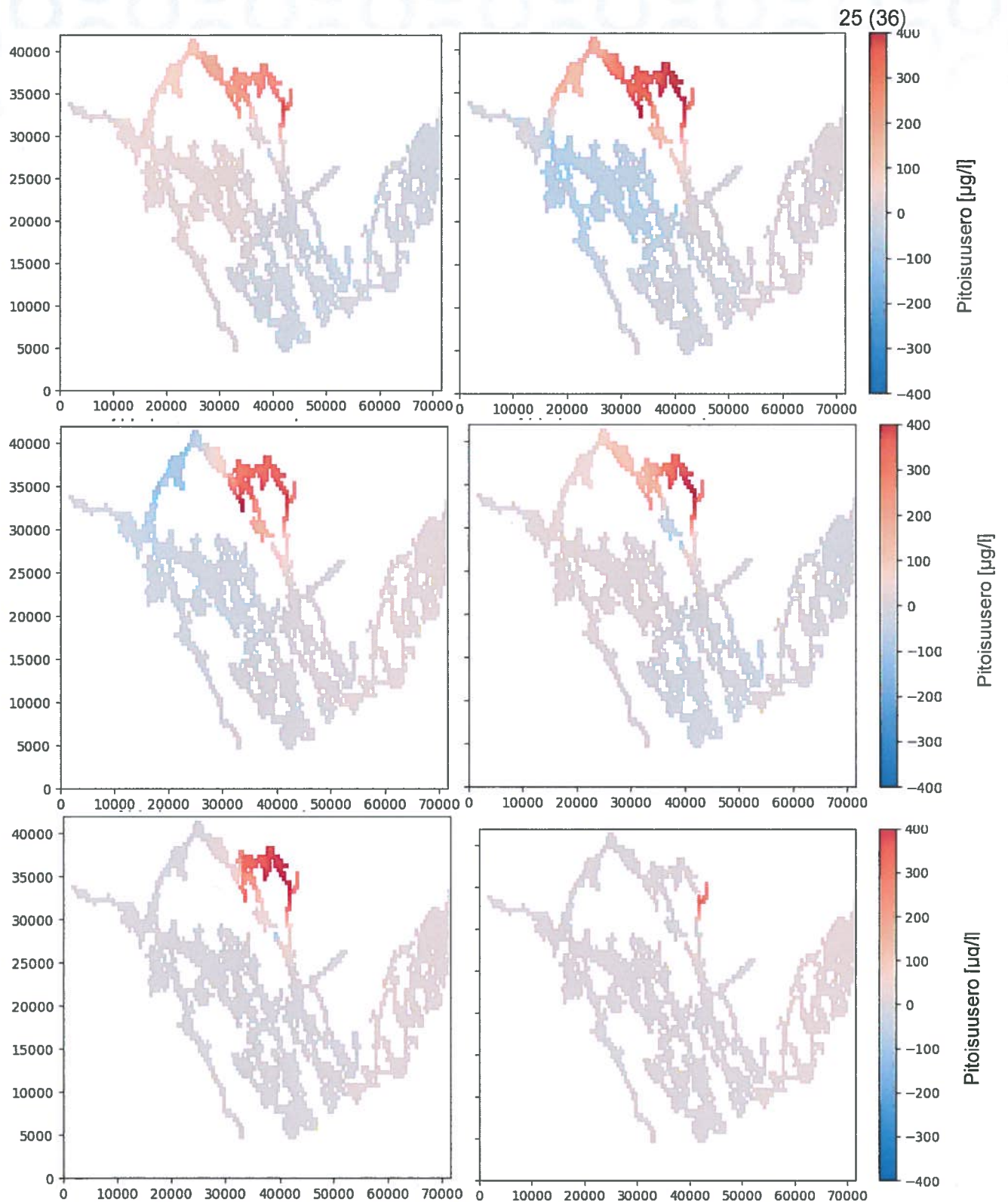
Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

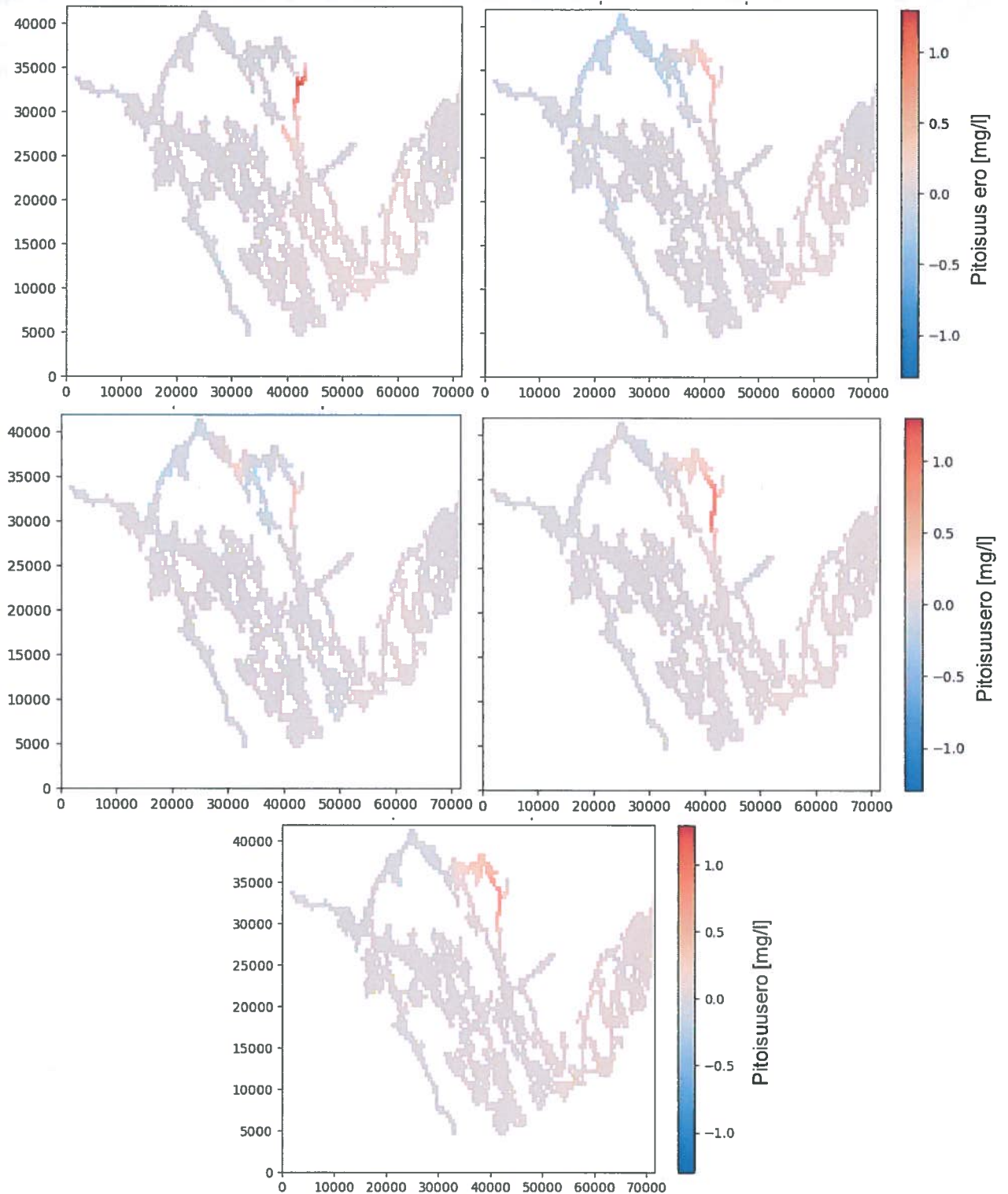
www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5



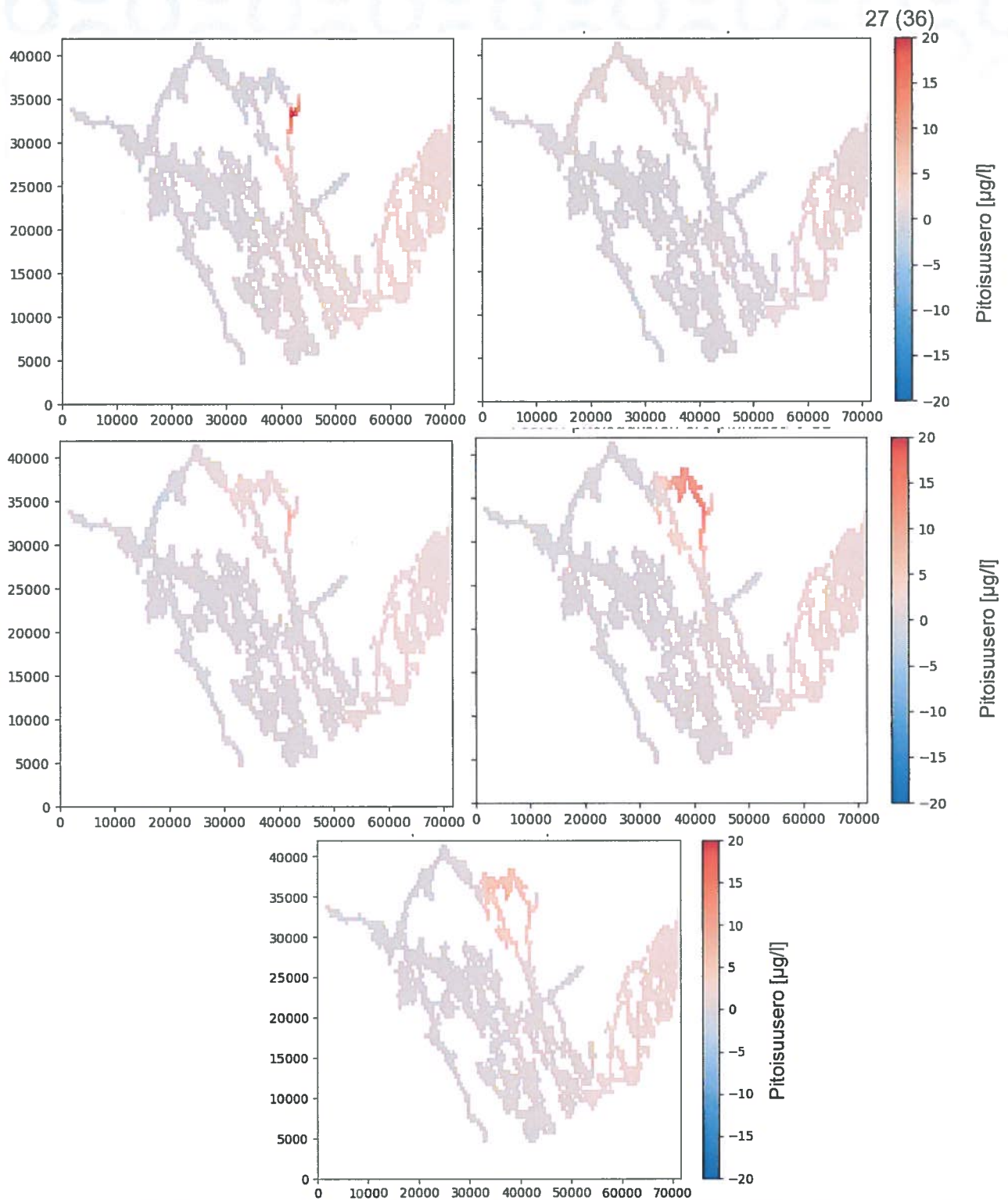
Kuva 31: Kokonaistyyppipitoisuuden erot pintakerroksessa verrattaessa nykytilaa vaihtoehtoihin, joissa Kutilan kanavaa ei ole. Ylhäällä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-0A1 ja oikealla erotus 0-0A2. Keskellä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-0B1 ja oikealla erotus 0-0B2. Alhaalla on vaihtoehtojen erotus 0-0A2b. Punainen värisävy tarkoittaa suurempaa pitoisuutta nykytilassa kuin vaihtoehdossa.



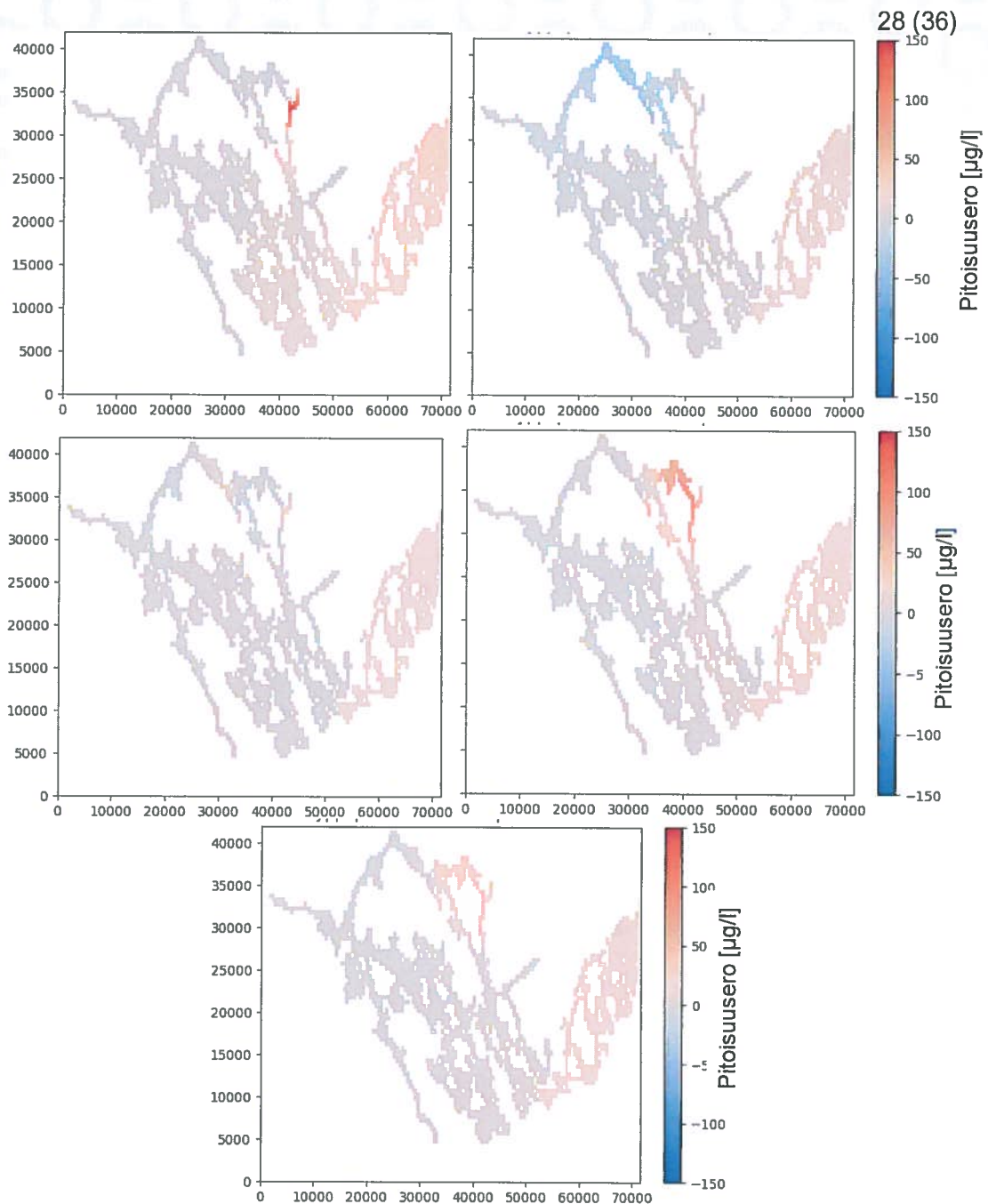
Kuva 32: Kokonaistyyppipitoisuuden erot pintakerroksessa verrattaessa nykytilaa vaihtoehtoihin, joissa Kuttilan kanava on. Ylhäällä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-A1 ja oikealla 0-A2. Keskellä vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-B1 ja oikealla 0-B2. Alhaalla vasemmalla on vaihtoehtojen erotus 0-A2b ja oikealla 0-K. Punainen värisävy tarkoittaa suurempaa pitoisuutta nykytilassa kuin vaihtoehdossa.



Kuva 33: Kuttilan kanavan vaikutus kiintoainepitoisuuseroihin tarkastelujakson lopussa verrattaessa eri pumppaamovaihtoehtoja. Ylhäällä vasemmalla on verrattu vaihtoehtoja 0A1 ja A1 sekä oikealla vaihtoehtoja 0A2 ja A2. Keskellä vasemmalla on verrattu vaihtoehtoja 0B1 ja B1 sekä oikealla 0B2 ja B2. Alhaalla on verrattu vaihtoehtoja 0A2b ja A2b. Punainen sävy kertoo Kuttilan kanavan rakentamisen vähentäneen pitoisuuksia.



Kuva 34: Kutilan kanavan vaikutus fosforipitoisuuksiin tarkastelujakson lopussa eri pumppaamovaihtoehtoilla. Ylhäällä vasemmalla on verrattu vaihtoehtoja 0A1 ja A1 sekä vasemmalla vaihtoehtoja 0A2 ja A2. Keskellä vasemmalla on verrattu vaihtoehtoja 0B1 ja B1 sekä oikealla 0B2 ja B2. Alhaalla on verrattu vaihtoehtoja 0A2b ja A2b. Punainen sävy kertoo Kutilan kanavan rakentamisen vähentäneen pitoisuuksia.



Kuva 35: Kutilan kanavan vaikutus typpipitoisuuksiin tarkastelujakson lopussa eri pumppaamovaihtoehdoissa. Ylhäällä vasemmalla on verrattu vaihtoehtoja 0A1 ja A1 sekä vasemmalla vaihtoehtoja 0A2 ja A2. Keskellä vasemmalla on verrattu vaihtoehtoja 0B1 ja B1 sekä oikealla 0B2 ja B2. Alhaalla on verrattu vaihtoehtoja 0A2b ja A2b. Punainen sävy tarkoittaa Kutilan kanavan rakentamisen vähentäneen pitoisuuksia.

3.10 Yhteenveto tuloksista

Taulukoissa 1-3 on aikavälin 23.7.2010—31.10.2010 (100 päivää) keskiarvopitoisuudet ja keskihajonta kiintoaineelle, kokonaisfosforille ja kokonaistypelle kussakin havaintopisteessä. **Punaisella** on merkitty arvot, jotka ovat pienempiä kuin nykytilanteen keskiarvo vähennettynä keskihajonnalla. **Sinisellä** on merkitty arvot, jotka osuvat keskimääräisen arvon vaihteluvälille. Punainen väri tarkoittaa parantunutta tilaa verrattuna nykytilaan ja sininen sitä, että oleellista muutosta ei ole havaittavissa. Musta väri tarkoittaa tila on huonontumista. Taulukot 1-3 sisältävät oleellisesti samat havainnot kuin kappaleissa 3.2–3.7 on jo esitelty, mutta koostetussa muodossa.

Kiintoainepitoisuudet eivät ole selkeästi nousseet yhdessäkään vaihtoehdossa missään havaintopisteessä (taulukko 1).

Kokonaisfosforitasot Maaveden tarkastelupisteessä laskevat kaikissa vaihtoehdoissa, joissa on pumppaamo Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleessa. Pelkän Kutilan kanavan rakentaminen ei vaikuta Maaveden tarkastelupisteeseen kokonaisfosforitasoon. Riutanselän havaintopaikalla kokonaisfosforitaso on pienempi kuin nykytilassa kun Maaveden vettä pumpataan etelään Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleessa (0A1, A1, B2 ja 0B2). Tällöin Riutanselän havaintopaikoilla fosforitaso ei muutu nykytilaan verrattuna, mutta Niemisenselän havaintopaikalla kokonaisfosforipitoisuus on hieman nykytilaa suurempi. Pitoisuustaso nousee Riutanselällä, kun Kopinsalmessa pumpataan vettä Maavedelle (0A2 ja A2). Tällöin muissa havaintopaikoissa pitoisuustaso ei muutu nykytilaan verrattuna. Kokonaisfosforin osalta tilanne pysyy samana tai paranee, kun vettä pumpataan Maavedelle Käkeläntaipaleessa ilman Kutilan kanavan rakentamista (0B1), Käkeläntaipaleen kannas puhkaistaan ja Kutilan kanava rakennetaan (A2b) tai rakennetaan pelkkä Kutilan kanava (K).

Kokonaistyyppipitoisuus vähenee Maaveden tarkastelupaikalla kaikilla muilla vaihtoehdoilla, paitsi pelkän Kutilan kanavan rakentamisella ja tällöinkään pitoisuudet eivät oleellisesti muutu nykytilasta. Riutanselän havaintopaikalla pitoisuus on pienempi vaihtoehdoilla, joissa vettä pumpataan Maavedeltä etelään Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleessa (0A1, A1, B2 ja 0B2). Tällöin kokonaistyyppipitoisuus on nykytilaa korkeampi muissa havaintopisteissä. Kokonaistyyppipitoisuudet eivät Maaveden havaintopaikkaa lukuun ottamatta nouse vaihtoehdoissa, joissa Käkeläntaipaleen kannas puhkaistaan (0A2b ja A2b) tai rakennetaan pelkkä Kutilan kanava (K). Pitoisuustaso on nykytilaan verrattuna korkeampi Riutanselän havaintopaikalla tilanteissa, joissa Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleessa pumpataan vettä pohjoiseen Maavedelle päin (0A2, A2, B1 ja 0B1), tällöin pitoisuustaso muissa tarkastelupaikoissa on nykytasolla. Kokonaistyyppipitoisuus ei Pien-Saimaalla kasva vaihtoehdoissa, joissa Käkeläntaipaleen kannas puhkaistaan (0A2b ja A2b) tai rakennetaan pelkkä Kutilan kanava.

Kiintoaine, kokonaisfosfori ja -typpi pitoisuus ei nouse havaintopaikoissa vaihtoehdossa, joissa rakennetaan pumppaamo Kopinsalmeen ja Käkeläntaipaleen kannas puhkaistaan, tai rakennetaan pelkkä Kutilan kanava.



Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5

Taulukko 1. Kiintoaineen aikakeskiarvo ja keskihajonta näytepisteittäin

	Maavesi	Riutanselkä	Sunisenselkä	Vedenotto	Niemisenselkä
0	4±1	2±0	2±0	2±0	1±0
0A1	5±2	2±0	2±0	2±0	1±0
0A2	1±0	2±0	2±0	2±0	1±0
0A2b	2±1	2±0	2±0	2±0	1±0
0B1	1±0	2±0	2±0	2±0	1±0
0B2	3±1	2±0	2±0	2±0	1±0
A1	5±2	2±0	2±0	2±0	1±0
A2	1±0	2±0	2±0	2±0	1±0
A2b	1±1	2±0	2±0	2±0	1±0
B1	1±0	2±0	2±0	2±0	1±0
B2	3±1	2±0	2±0	2±0	1±0
K	4±1	2±0	2±0	2±0	1±0

Taulukko 2. Kokonaistypen aikakeskiarvo ja keskihajonta näytepisteittäin

	Maavesi	Riutanselkä	Sunisenselkä	Vedenotto	Niemisenselkä
0	771±24	437±8	429±15	432±12	329±9
0A1	642±76	412±7	463±15	465±16	368±13
0A2	351±5	488±11	430±17	433±16	327±10
0A2b	434±38	441±8	434±14	437±13	337±9
0B1	399±18	456±9	430±14	433±13	331±8
0B2	552±49	425±7	454±14	456±14	360±11
A1	642±76	412±7	453±13	456±13	360±10
A2	371±17	490±11	429±17	432±15	326±10
A2b	405±48	441±8	433±13	436±12	338±8
B1	395±21	455±9	429±14	432±12	331±8
B2	489±69	425±7	454±13	457±14	362±11
K	774±22	436±8	428±14	431±12	330±8

Taulukko 3. Kokonaisfosforin aikakeskiarvo ja keskihajonta näytepisteittäin

	Maavesi	Riutanselkä	Sunisenselkä	Vedenotto	Niemisenselkä
0	56±6	19±1	22±2	22±2	10±0
0A1	43±10	17±1	23±2	23±2	12±0
0A2	10±0	22±1	22±2	22±2	10±0
0A2b	19±5	19±1	22±2	22±2	11±0
0B1	16±2	20±1	22±2	22±2	10±0
0B2	30±6	18±1	23±2	23±2	12±0
A1	44±9	17±1	22±2	22±2	11±0
A2	9±1	22±1	21±2	22±2	10±0
A2b	12±5	19±1	21±2	21±2	10±0
B1	14±2	20±1	21±2	21±2	10±0
B2	23±9	18±1	22±2	22±2	12±0
K	55±6	19±1	21±2	21±2	10±0

Aikaisemmin esitetyissä kuvissa 5 ja 6 ei välity kokonaisuudessaan tilannekuva veden vaihtuvuudesta havaintopisteissä, sillä veden ikä – samoin kuin kiintoaine-, kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet – on suuri, jonka arvo voi vaihdella voimakkaasti. Kuvat 5 ja 6 välittävät alueellisesti kattavan mutta ajallisesti valikoidun kuvan veden iästä Pien-Saimaalla. Liitteen 2 kuvissa L1-L5 on esitetty vedenikä aikasarjoina samoissa tarkastelupisteissä kuin pitoisuudet. Kuvasta L1 nähdään selkeästi vedenikä muuttujan suuret vaihtelut Maavedellä, varsinkin silloin kun vettä pumpataan Käkeläntaipaleessa etelään tilanteessa, jossa on



SYKE

Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5

rakennettu Kutilan kanava. Muissa havaintopisteissä vaihtelu on huomattavasti pienempää samoin kuin ero nykytilanteeseen huomattavasti (kuvat L2-L5). Kutilan kanava parantaa vedenvaihtumista verrattuna nykytilaan kaikissa vaihtoehtoissa.

Kuvista 5 ja 6 ei ilmene kovin hyvin, kuinka paljon eri vaihtoehdot poikkeavat nykytilasta. Sen sijaan ero nykytilasta on nähtävissä liitteen 2 kuvissa L6 ja L7. Suunnitellut pumppaamot Kopinsalmeen tai Käkeläntaipaleeseen vähentävät veden vaihtoa itäisellä Pien-Saimaalla (kuva L6). Veden pumppaus Maaveden suuntaan Kopinsalmessa tai Käkeläntaipaleessa (A2 tai B1) näkyy aina Riutanselällä asti ja puhkaistaessa Käkeläntaipaleen kannas aina Koneenselällä asti. Tällöin Maaveden vesi vaihtuu nykytilaa paremmin.

Kutilan kanavan rakentaminen lisää veden vaihtuvuutta Maavedellä vain pumpatessa vettä etelään Maavedeltä (A2 ja B1) (kuva L7).

4. Huomiota laskentatuloksista

Vaihtoehdot, joissa Käkeläntaipaleen kannas on puhkaistu (A2b ja 0A2b) sisältävät enemmän epävarmuutta kuin muut tarkastellut vaihtoehdot, sillä toteutettu malli yliarvioi vedenvaihdon tämän vesiväylän kautta. Näin ollen Käkeläntaipaleen kannaksen puhkaisun vaikutukset pitoisuuksiin ja vedenikä-muuttujaan ovat todellista voimakkaampia.

Helsinki 3.3.2019



Vesikeskuksen johtaja
Anna-Stiina Heiskanen

Jyväskylä 4.3.2019



Tutkija
Janne Juntunen



Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5

Kirjallisuus

Luyten, P. J., Jones, J. E., Proctor, R., Tabor, A., Tett, P. ja Wild-Allen, K., 1999. COHERENS - A coupled hydrodynamical-ecological model for regional and shelf seas: user documentation. MUMM report. Management Unit of the Mathematical Models of the North Sea, 911 pp.

Ninni Liukko ja Timo Huttula 2013. Lisäveden johtamisen vaikutus Pien-Saimaan vedenlaatuun-Coherens-malliarvio. Suomen Ympäristö 6 (2013), ISBN 978-952-11-4166-9 (PDF), ISSN 1796-1637 (verkko)



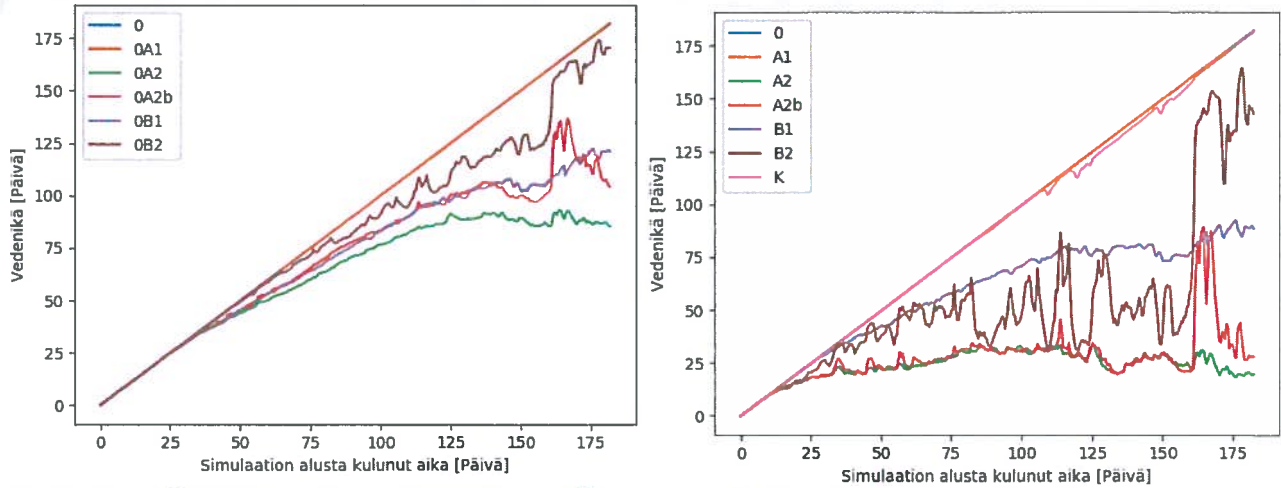
Suomen ympäristökeskus SYKE | Finnish Environment Institute | Finlands miljöcentral

Latokartanonkaari II
00790 HELSINKI
FINLAND

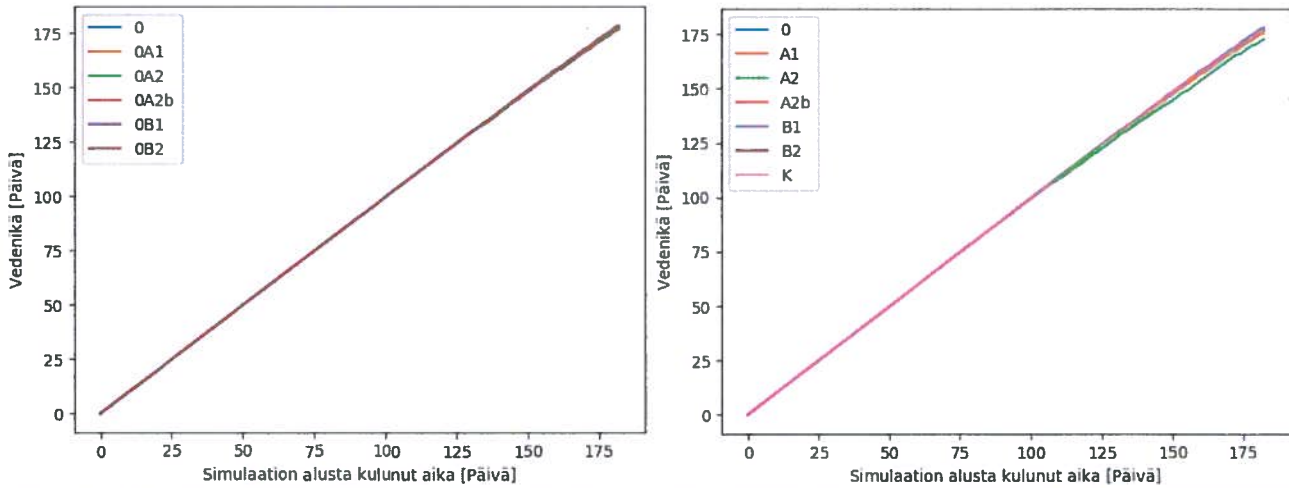
+358 2952 51000
@ kirjaamo.syke@ymparisto.fi

www.syke.fi
Y-tunnus 0996189-5

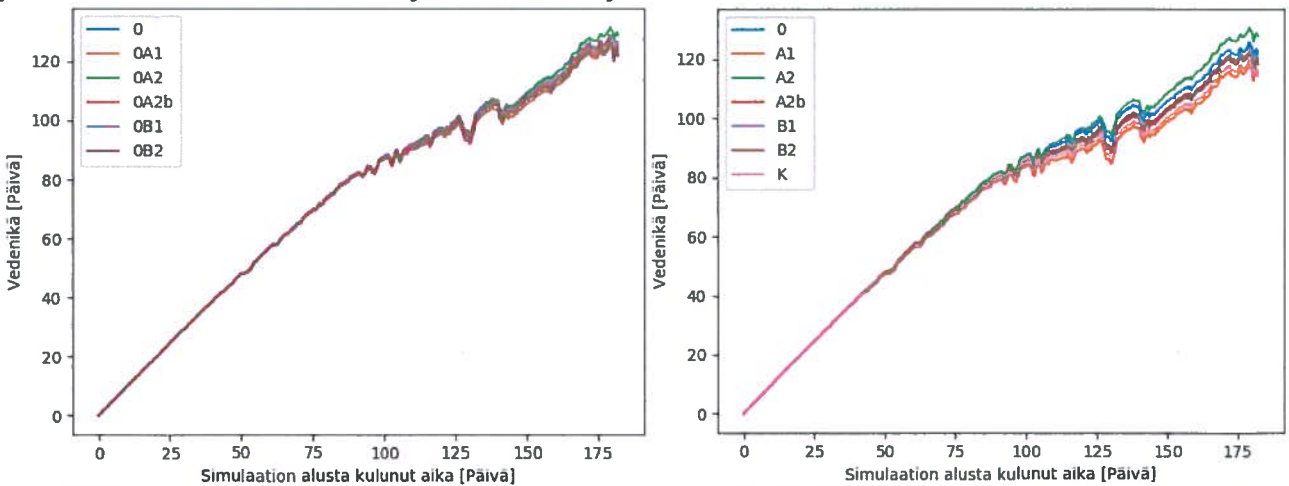
Liite 1: Veden ikä -muuttujan aikasarjat havaintopisteittäin eri vaihtoehdoissa



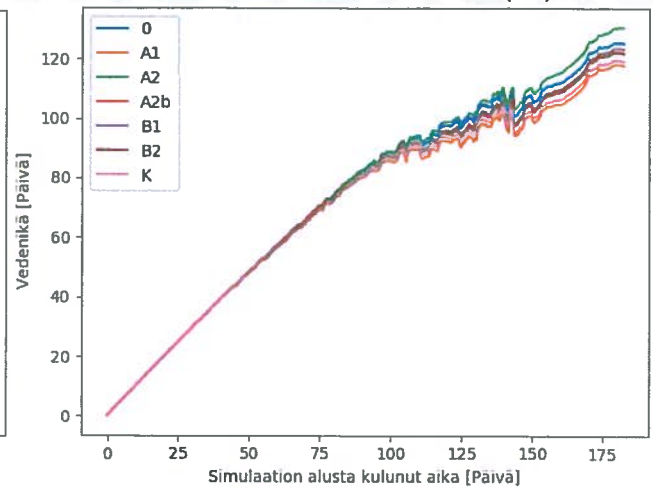
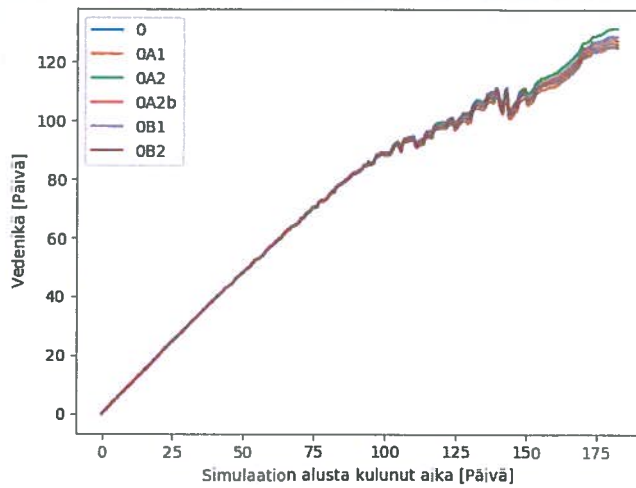
L1: Veden ikä Maaveden havaintopisteessä eri vaihtoehdoissa. Vasemmalla vaihtoehdot, joissa Kutilan kanavaa ei ole ja oikealla ne, joissa se on.



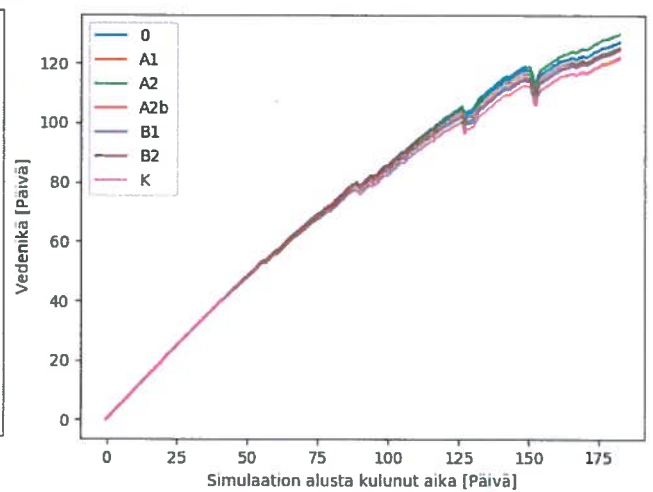
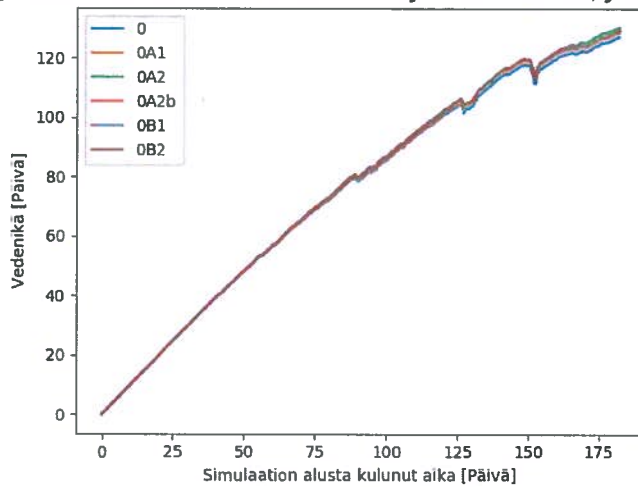
L2: Veden ikä Riutanselän havaintopisteessä eri vaihtoehdoissa. Vasemmalla vaihtoehdot, joissa Kutilan kanavaan ei ole ja oikealla ne, joissa se on.



L3: Veden ikä Sunisenselän havaintopisteessä eri vaihtoehdoissa. Vasemmalla vaihtoehdot, joissa Kutilan kanavaan ei ole ja oikealla ne, joissa se on.

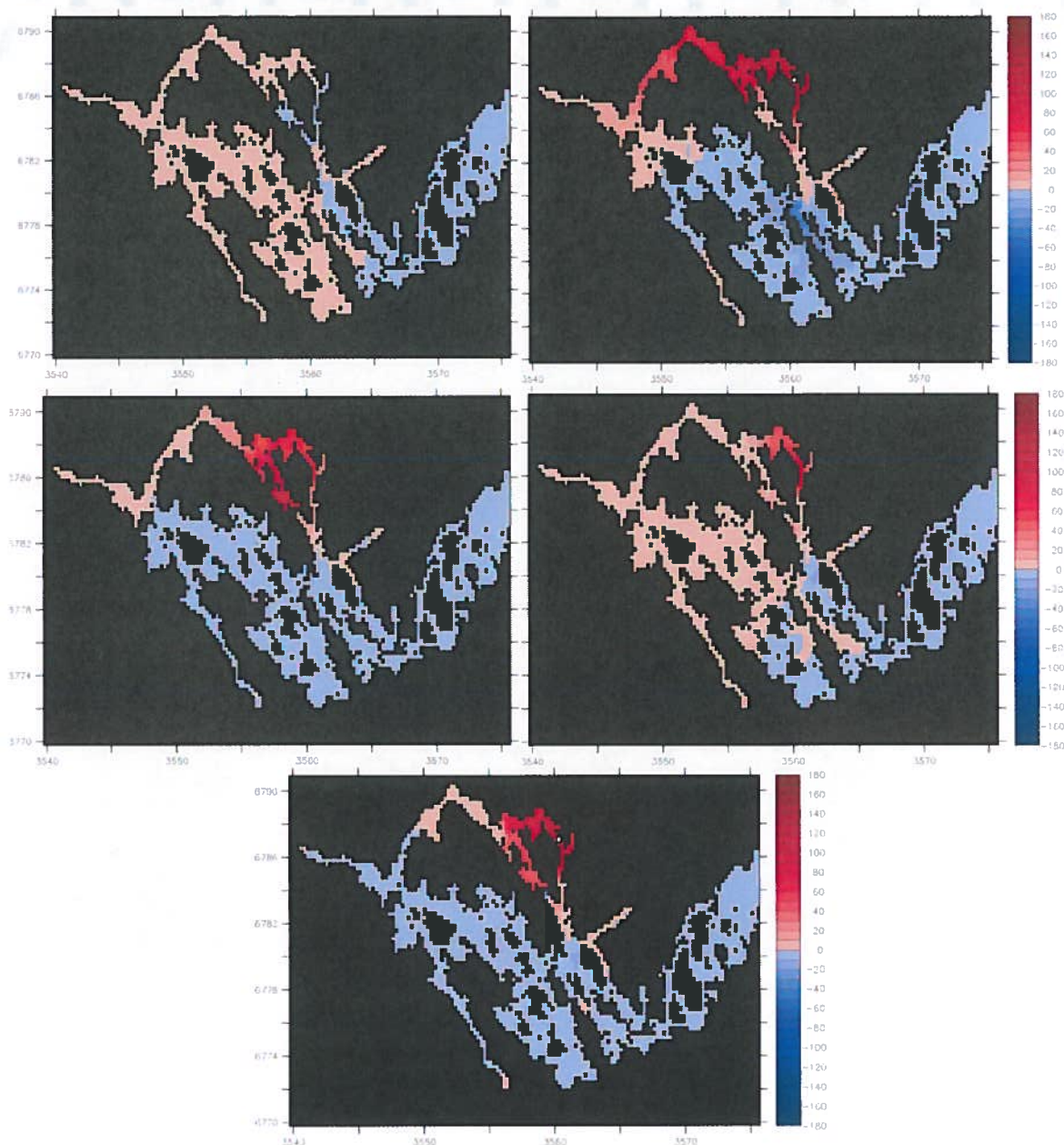


L4: Veden ikä Sunisenselän vedenotto pisteessä eri vaihtoehdoissa. Vasemmalla vaihtoehdot, joissa Kutilan kanavaan ei ole ja oikealla ne, joissa se on.

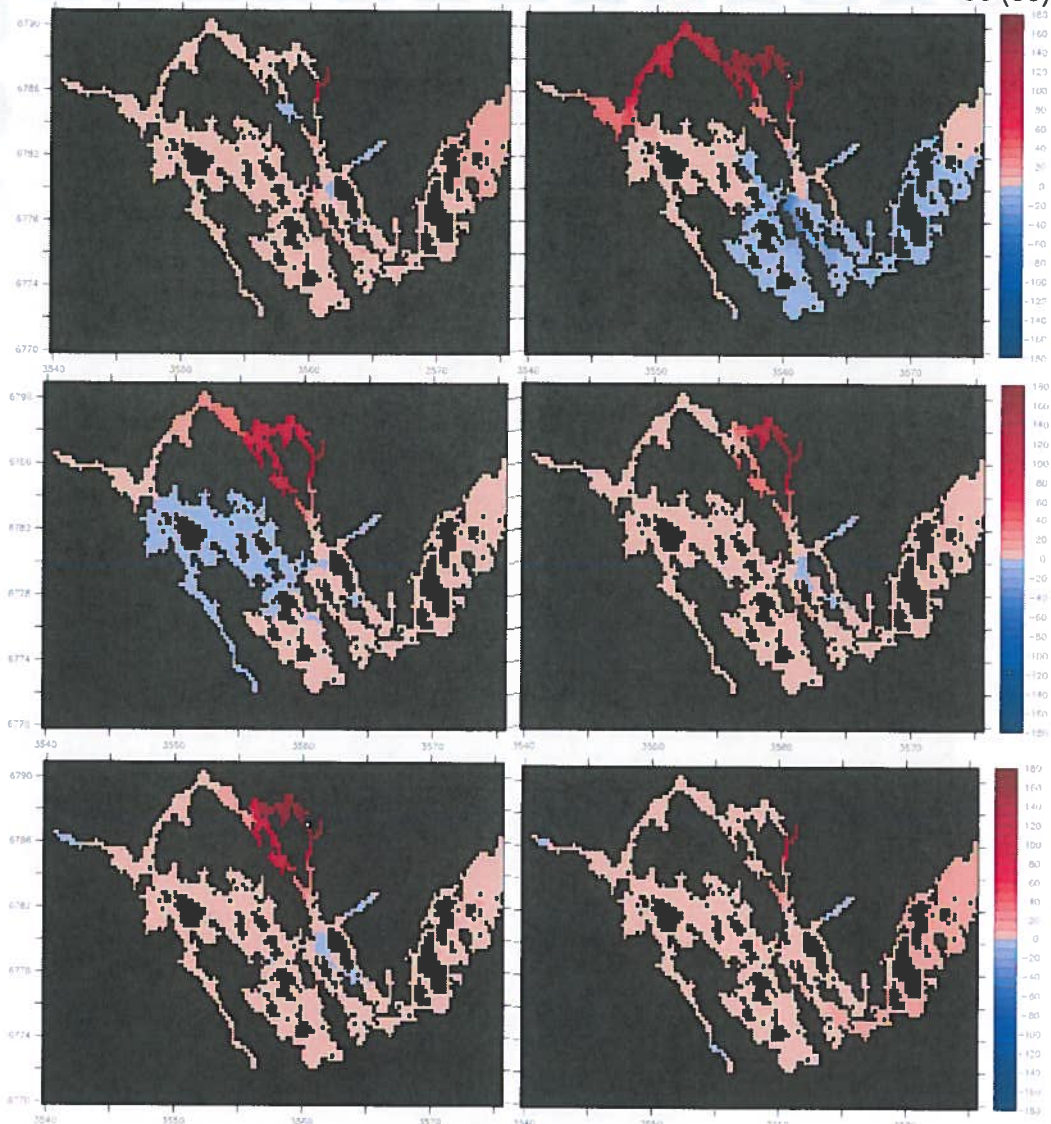


L5: Veden ikä Niemisenselän havaintopisteessä eri vaihtoehdoissa. Vasemmalla vaihtoehdot, joissa Kutilan kanavaan ei ole ja oikealla ne, joissa se on.

Liite 2: Eri vaihtoehtojen veden ikä muuttuja verrattuna nykytilaan.



L6: Veden ikä muuttujan erotus nykytilasta (0) ajanhetkellä 182 päivää simulaation alusta. Ylärivillä vasemmalla erotus 0-0A1, oikealla erotus 0-0A2. Keskellä vastaavasti vasemmalla erotus 0-0B1 ja oikealla erotus 0-0B2. Alarivillä erotus 0-0A2b. Punainen väri tarkoittaa että veden ikä on nykytilassa vanhempiä ja uusi vaihtoehto nuorentaa sitä.



L7: Veden ikä muuttujan erotus ajanhetkellä 182 päivää simulaationalusta nykytilan (0) ja eri vaihtoehtojen välillä. Ylärivillä vasemmalla erotus 0- A1, oikealla erotus 0-A2. Keskellä vastaavasti vasemmalla erotus 0- B1 ja oikealla erotus 0-B2. Alarivillä vasemmalla erotus 0- A2b ja erotus 0-K oikealla. Punainen väri tarkoittaa että vedenikä on nykytilassa vanhempaa.