

STORA ENSO OYJ

Stora Enso Oyj:n Varkauden tehtaan jätevesipäästön vesistövaikutuksien mallinnus

████████████████████

25.2.2022

Rev.	Pvm	Kuvaus	■	■	■	
			Laatinut	Tarkistanut	Hyväksynyt	
2	25.2.2022	Valmis raportti	Luode Consulting Oy			
		Raportin otsikko Stora Enso Oyj:n Varkauden tehtaän jätevesipäästön vesistövaikutuksien mallinnus				
		Tilaaaja : Stora Enso Oyj		Dokumentti: Stora Enso Varkauden tehtaän jätevesien mallinnus 25022022.pdf		Rev. 02
		Tilaaajan edustaja : ■■■■■■■■				
		Toteuttaja : Luode Consulting Oy				
Toteuttajan edustaja : ■■■■■■■■						

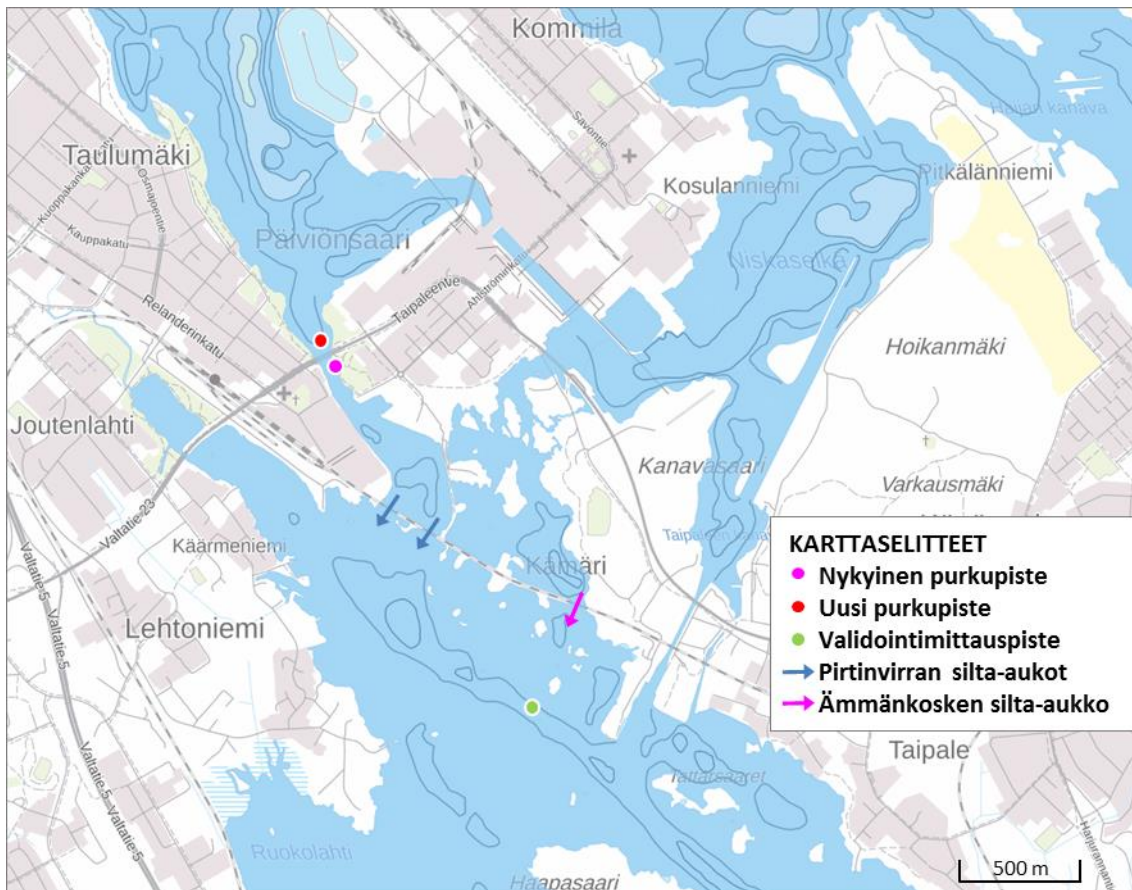
Raportin otsikko		Jätkäsaaren kannaksen silta-aukkojen virtausmallinnus			
Versio	Laatija	Pvm	Kuvaus	Tarkistettu	Hyväksytty
01	■■■■■■■	15.2.2022	Luonnos kommenteille		
02	■■■■■■■	25.2.2022	Valmis raportti	■	■

Sisällys

1	Johdanto	3
2	Menetelmät	4
2.1	Mallikuvaus	4
2.1.1	Yleistä	4
2.1.2	Laskentahila ja syvyysmalli	4
2.1.3	Mallinnettava jakso	5
2.1.4	Mallin pakotteet, reunaehdot ja lähtöarvot	5
2.1.5	Mallinnetut skenaariot	6
3	Mallin validointi	7
4	Epävarmuustarkastelu	10
5	Mallinnuksen tulokset	12
5.1	Tehtaalta purettavien jätevesien vaikutus vedenlaatuun kontrolli-tilanteessa	12
5.2	Muutos vedenlaadussa ympäristöluvan mukaisella kuormitustasolla VE0	14
5.3	Muutos vedenlaadussa ennustekuormituksella VE1	15
6	Johtopäätökset	17

1 Johdanto

Selvityksen tavoitteena oli mallintaa Stora Enso Oyj:n Varkauden tehtaalta eri kuormitustilanteissa purettavasta jätevesipäästöstä aiheutuvat vedenlaadun muutokset Haukiveden luoteisosan vesialueella liittyen käynnissä olevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn sekä materiaaliksi ympäristölupahakemukseen. Vedenlaadun muutosta arvioitiin alueelle laaditun 3D-virtausmallin mukaan simuloimalla eri kuormitustasoilla Pirtinvirtaan purettuun jätevesikuormituksen leviämistä vesialueella kesä- ja talvikaudella. Mallinnuksella tarkasteltiin jätevesikuormituksen keskeisten parametrien, kokonaisfosfori- ja -typpipitoisuuden, kemiallisen hapenkulutuksen, kiintoainepitoisuuden sekä lämpötilan muutosta vesialueella. Selvityksessä mallinnettiin jätevesikuormituksen vaikutukset vesistössä nykytilanteessa toteutuneen kuormituksen mukaisessa tilanteessa, nykyisen ympäristöluvan mukaisessa tilanteessa sekä suunnitellussa olevan ennustekuormituksen mukaisessa tilanteessa. Mallinnuksen tuloksena esitetään eri kuormitustasoilla jätevesipäästöstä eri alueilla aiheutuva lisäys mallinnettujen vedenlaatuparametrien pitoisuuksiin järvivedessä.



Kuva 1. Karttakuvassa esitetään jäteveden purkupisteen nykyinen ja suunniteilla oleva uusi sijainti Pirtinvirrassa sekä mallin validoinnissa käytetty mittauspiste, jossa seurattiin jatkuvatoimisesti virtausolosuhteiden ja vedenlaadun muutoksia kuukauden jaksolla loppusyksyllä 2021. Kuvassa esitetään lisäksi junaratapenkereen rajoittamat Pirtinvirran silta-aukot sekä Ämmänkosken silta-aukko. (Karttapohja MML)

2 Menetelmät

2.1 Mallikuvaus

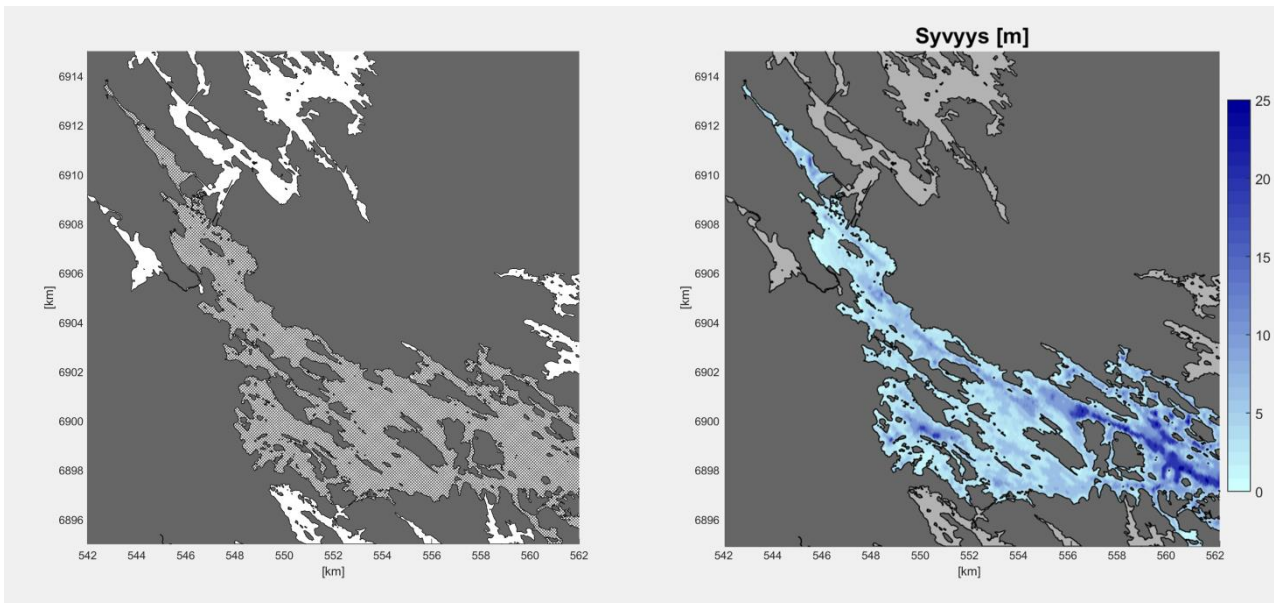
2.1.1 Yleistä

Vesistömallinnus toteutettiin Delft3D–mallinnuspaketilla, joka on rannikko-, estuaari- ja jokiympäristöihin kehitetty ohjelmisto veden fysikaalisten ominaisuuksien laskemiseen. Ohjelmisto laskee mallille annettujen reunaehtojen ja fysikaalisten pakotteiden mukaan vesialueen virtausnopeudet, pinnankorkeuden, kerrostuneisuuden, lämpötilan, suolaisuuden sekä malliin asetettujen jätevesikuormituksen kulkeutumisen. Malliohjelmistoa on hyödynnetty lukuisissa järvi-, joki- ja rannikkomerialueiden kohteissa ja mallituloksien on todettu toistavan hyvällä tarkkuudella validointimittauksissa esiintyvät virtausolosuhteet sekä vesialueen kerrostuneisuusrakenteen.

Tarkemmat yksityiskohdat käytetystä mallista löytyvät oheisen linkin kautta:

<https://www.deltares.nl/en/software/delft3d-4-suite/>

2.1.2 Laskentahila ja syvyysmalli

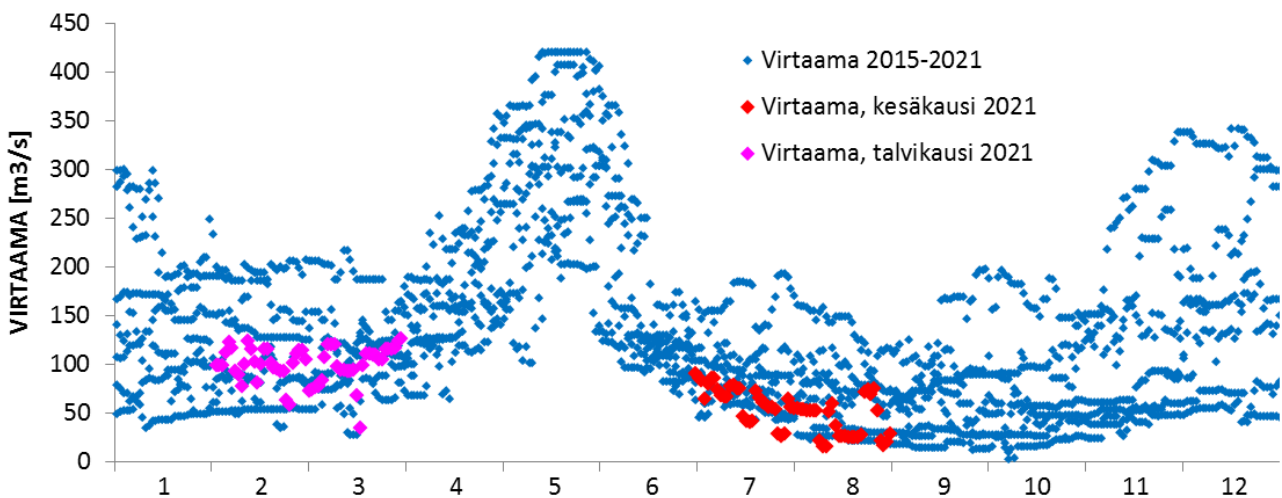


Kuva 2. Mallinnuksessa käytetty laskentahila (vasen, harmaa ruudukko) ja syvyysmalli (oikea).

Mallinnuksessa käytettiin suorakulmaista laskentahilaa (kuva 2). Mallinnettava alue kattoi Haukiveden luoteisosan ulottuen Voimakanan ja Ämmänkosken padoilta ja jäteveden purkupisteeltä (kuva 1) noin 20 km etäisyydelle rajautuen Kuokanselän eteläosaan. Riittävän laajan vesialueen mallinnuksella varmistettiin, että malli toistaa vesialueen virtausolosuhteet mallinnettavan alueen sekä laajemman Haukiveden välillä oikein ja edelleen tehtaalta purettavan jäteveden vaikutukset saadaan simuloitua luotettavasti vaihtuvissa virtaus-, tuuli- ja pinnankorkeuden olosuhteissa. Syvyysmalli (kuva 7) tehtiin perustuen Väyläviraston avoimeen syvyysaineistoon. Rantaviiva-aineisto ladattiin myös Väyläviraston avoimista aineistoista. Syvyysuunnassa laskentahila jaettiin 10 kerrokseen, joiden paksuus oli 10 % solun syvyydestä. Näin ollen kerrospaksuus vaihteli 0.1 metrin ja 2.5 metrin välillä, riippuen vallitsevasta veden syvyydestä. Mallinnuksessa käytetty kerrosjako huomioi siten vesialueen kerrostuneisuusrakenteen.

2.1.3 Mallinnettava jakso

Mallinnuksella selvitettiin jätevesipäästön vaikutuksia vesistön kahdessa eri virtaustilanteessa mallinnuksen ajoituksessa joko kesäkaudelle tai talvikaudelle 2021. Mallinnukseen valittu kesäkausi heinä-elokuu 2021 edusti vesistön minimivirtaamatilannetta virtaaman ollessa keskimäärin $52 \text{ m}^3/\text{s}$ (Voimakanava ja Ämmänkoski) kun vastaavan jakson keskimääräinen virtaama oli tyypillisesti tasolla $79 \text{ m}^3/\text{s}$ (kuva 3). Kesäkaudella vesialueen syvänteiden alueet olivat lämpötilakerrostuneita, matalilla alle 10 m syvyisillä alueilla ja syvänteiden välisten kynnysten alueella merkittävää kerrostuneisuutta ei esiintynyt. Mallinnetulla talvikaudella lämpötilakerrostuneisuus oli purkautunut ja kesäkautta voimakkaampi vesistön virtaama sekoitti jäteveden kesäkautta suurempaan vesimassaan jo Pirtinvirrassa. Mallinnetun talvikauden helmimaaliskuun keskimääräinen vesistön virtaama $100 \text{ m}^3/\text{s}$ oli lähellä vastaavan jakson tyypillistä keskivirtaamaa $114 \text{ m}^3/\text{s}$.



Kuva 3. Vesistön virtaamahavainnot vuosina 2015-2021 (Voimakanava ja Ämmänkoski). Kuvassa esitetään erikseen virtaamahavainnot mallinnetuilla kesä- ja talvijaksoilla 2021. Mallinnetun kesäjakson virtaama edustaa vesistön kesäkauden aikaista minimivirtaamaa ja talvijakso on lähellä talvikauden aikaista keskimääräistä virtaamaa.

2.1.4 Mallin pakotteet, reunaehdot ja lähtöarvot

Mallinnus tehtiin todellisten vaihtuvien olosuhteiden mukaan asettamalla malli seuraamaan alueella mitattuja tuuli-, virtaus- ja vedenlaatuolosuhteiden sekä pinnankorkeuden aikasarjoja. Näin pystytään arvioimaan jätevesikuormituksen todellista vaikutusaluetta ennalta valittujen vakiotilanteiden sijaan.

Haukiveden luoteisosan kattavassa mallissa oli yksi laskentahilan järven laajempaan alueeseen liittävä reuna sijaiten Kuokanselän eteläosassa (kuva 2). Vedenvaihtoa laskentahilan sekä sen ulkopuolelle jäävän Haukiveden alueen välillä pakotettiin pinnankorkeuden (Haukivesi, Oravi, Etelä-Savon ELY/SYKE) ja tuulen (Varkaus Kosulanniemi, Ilmatieteen laitos) ajamien virtausten mukaan. Mallinnettavan alueen Haukiveteen liittävä reunan lisäksi järven vedenvaihdossa huomioitiin mallinnetulle alueelle purkavien ja jäteveden purkualueen vedenvaihtoon merkittävimmin vaikuttavien Voimakanavan ja Ämmänkosken virtaamat (kuva 3).

Vedenlaadun osalta järveden lämpötilan lähtötilanteen arvot, mallin Haukiveteen liittävä reuna sekä mallialueelle purkavien Voimakanavan ja Ämmänkosken lämpötilan aikasarjat muodostettiin ympäristöhallinnon avoimen Hertta-tietokannan vedenlaatuhavaintoihin perustuen.

2.1.5 Mallinnetut skenaariot

Mallilla laskettiin kaikkiaan neljä eri malliskenaariota jäteveden eri kuormitustasoilla (taulukko 1). Jätevesikuormituksen mallinnettuja parametreja olivat kokonaisfosfori- (Kok-P) ja -typpipitoisuus (Kok-N), kemiallinen hapenkulutus (COD), kiintoainepitoisuus (TSS) sekä jäteveden lämpökuormitus. Jäteveden tiheysero järviveteen nähden huomioitiin kaikissa skenaarioissa vuoden 2021 mittaushavaintojen mukaan määritetyn jäteveden suolapitoisuuden mukaan (taulukko 1).

Validointiajo	Tehtaan vuonna 2021 toteutunut keskimääräinen kuormitustaso (taulukko 1), nykyinen purkupiste (kuva 1), syyskausi (5.11-7.12.2021) vastaten validointimittausten jaksoa (ks. kappale 2.2)
Kontrollitilanne	Tehtaan vuonna 2021 toteutunut keskimääräinen kuormitustaso (taulukko 1), nykyinen purkupiste (kuva 1), talvi- (1.2-31.3.2021) ja kesäkausi (1.7-31.8.2021)
VE0	Luvanmukainen kuormitustaso (taulukko 1), uusi purkupiste (kuva 1), talvi- (1.2-31.3.2021) ja kesäkausi (1.7-31.8.2021), kuormituksessa mukana Finnforellin kuormitus
VE1	Ennustekuormitus (taulukko 1), uusi purkupiste (kuva 1), talvi- (1.2-31.3.2021) ja kesäkausi (1.7-31.8.2021), kuormituksessa mukana Finnforellin kuormitus

Taulukko 1. Mallinnettujen skenaarioiden jätevesikuormituksen asetukset.

Skenaario	Virtaama	Kiintoaine	COD	kok N	kok P	Lämpötila	Lämpötila	Suola-
	[m ³ /d]	[t/d]	[t/d]	[kg/d]	[kg/d]	[°C, kesä]	[°C, talvi]	pitoisuus
Nykytila 2021	61330	0,988	6,095	291,7	13,0	22	14	
VE0 luvanmukainen	63038	1,109	9,000	311,2	18,0	22	14	
VE1 + Finnforel	83803	1,240	10,000	450,0	20,0	22	14	
	[m ³ /s]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[°C, kesä]	[°C, talvi]	[‰]
Nykytila 2021	0,710	16,115	99,376	4,756	0,212	22	14	0,4
VE0 luvanmukainen	0,730	17,589	142,772	4,936	0,286	22	14	0,4
VE1 + Finnforel	0,970	14,797	119,327	5,370	0,239	22	14	0,4

3 Mallin validointi

Varkauden tehtaalta Pirtinvirran purkupisteeseen (kuva 1) purettavat jätevedet sekoittuvat virrassa järviveteen ja kulkeutuvat laimentuneina purkualueelta alavirtaan Haukiveden luoteisosan matalan ja rikkonaisen saariston läpi kohti avoimempia järvenselkiä, samalla sekoittuen ja laimentuen edelleen järven virtausten vaikutuksesta. Mallinnuksen luotettavuus riippuu siten mallin kyvystä toistaa järviolueen virtausolosuhteet mahdollisimman samanlaisina kuin ne luonnossa esiintyvät. Tämän johdosta purkualueen läheisyydessä vedenlaadun tarkkailupiste Ykspuun kohdalla (kuva 1) mitattiin virtaus- ja vedenlaatuolosuhteita jatkuvatoimisesti kuukauden ajan loppusyksyllä 5.11.–7.12.2021. Jätevesikuormituksen leviämisen arviointia varten laaditulla mallisovelluksella mallinnettiin vastaava jakso. Mallinnettuja virtausolosuhteiden tuloksia verrattiin mitattuihin tuloksiin mallin luotettavuuden arvioimiseksi. Validointimittaus- ja mallinnsjakson aikainen vesistön keskimääräinen virtaama $193 \text{ m}^3/\text{s}$ (vaihteluväli $126\text{-}256 \text{ m}^3/\text{s}$) oli selvästi jäteveden eri kuormitustasoilla mallinnettuja kesäkauden ($52 \text{ m}^3/\text{s}$) ja talvikauden ($100 \text{ m}^3/\text{s}$) aikaisia virtaamia (kuva 3) korkeampi. Näin ollen varsinaisten eri kuormitustasoilla toteutettujen jätevesikuormituksen mallinnusten tilanteissa vesistön virtausolosuhteet olivat validointituloksia matalammat.

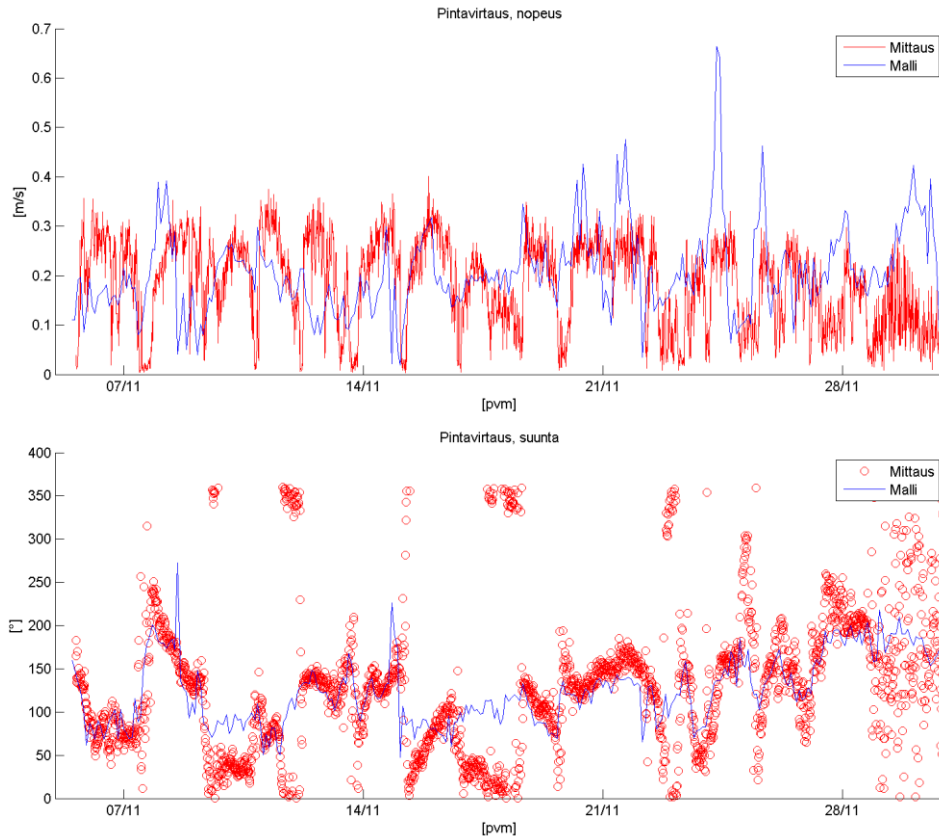
Virtausolosuhteista kerättiin tietoa profiloivalla ADCP-mittauslaitteistolla (Acoustic Doppler Current Profiler, RDI Workhorse Sentinel, 600 Khz). Ykspuu tarkkailupisteeseen (kuva 1) järven pohjaan 7,9 m syvyyteen asennettu laitteisto tallensi yläpuolisen vesimassan virtausnopeudet ja virtaussuunnat 15 minuutin välein. Mittaukset tehtiin metrin kerrosjaolla pohjasta pintaan. Virtausmittausten lisäksi alueen vedenlaatua tarkkailtiin samanaikaisesti EXO2-anturilla, joka tallensi veden sameuden, suolapitoisuuden ja lämpötilan arvot. Vedenlaatumittaukset tehtiin Ykspuu mittauspisteen vieressä 3,7 m syvyydessä (kuva 1) 15 minuutin välein. Ennen mittauksia kalibroitu vedenlaatuanturi oli varustettu automaattisella pyyhkimellä, joka puhdisti anturit ennen jokaista mittausta.

Pintakerroksessa mallinnettu virtausnopeus vastaa hyvin mitattuja nopeuksia ja mallinnettu virtaussuunta hyvällä tarkkuudella mitattuja suuntia (kuva 4). Virtausnopeuksien vertailussa näkyy mallin toistavan osan virtaustilanteista identtisinä mittaustulosten kanssa ja osa taas mittaustuloksia voimakkaampina sekä vastaavasti osan heikompina. Kuitenkin mallinnettu virtausnopeuksien vaihtelu on samalla tasolla mittaustuloksissa näkyvän vaihtelun kanssa.

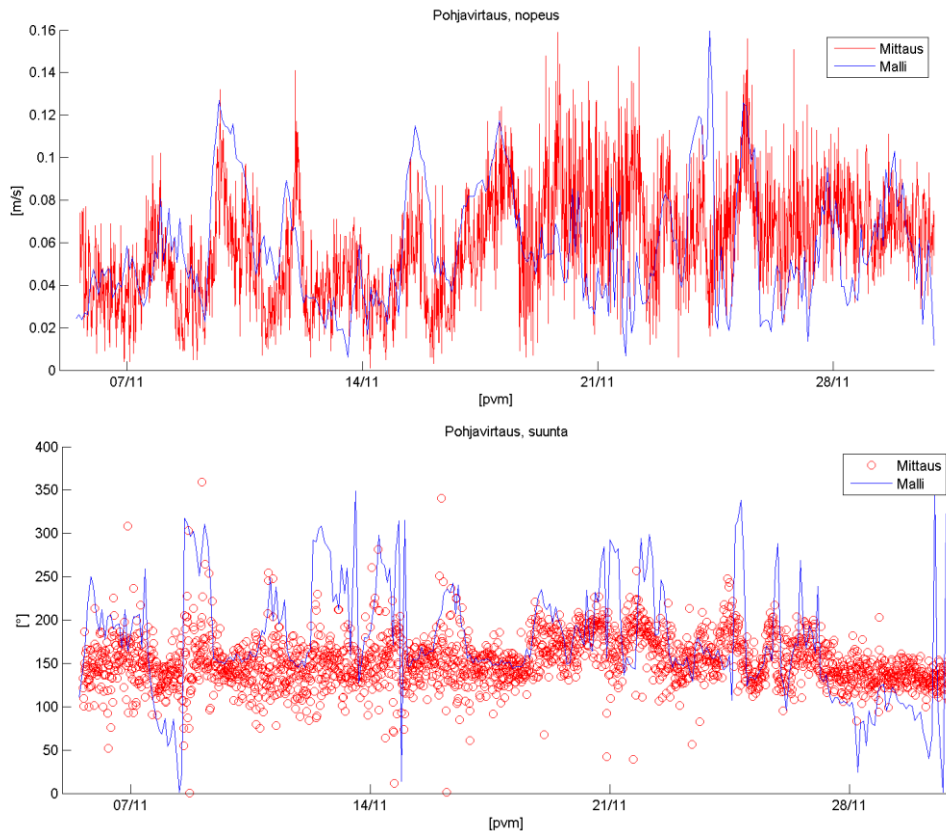
Pohjakerroksessa mallinnetut virtausnopeudet vastaavat myös hyvällä tarkkuudella pohjakerroksessa mitattuja yleisesti pintakerrosta selvästi heikompia virtausnopeuksia (kuva 5). Virtausnopeuden taso vastaa mallituloksissa mitattua nopeuden tasoa ja malli toistaa suurimman osan mitatuista virtausvaihteluista. Pohjakerroksen virtaussuunta vastaa myös suurelta osin mitattuja virtaussuuntia, joskin mallinnetuissa tuloksissa näkyy mittaustuloksia enemmän virtaussunnan vaihtelua (kuva 5). Ajoittainen mallituloksissa näkyvä virtaussunnan poikkeaminen mittaustuloksista selittyy todennäköisesti Ämmänkosken suunnasta rautatien silta-aukosta tulevasta sivuvirtaamasta (kuva 1), jonka vaikutukset mallisovelluksen karkea pohjatopografia ohjaa ajoittain eri tavalla kuin mittaustuloksissa.

Mallinnetun virtausvoimakkuuden ja virtaussunnan vastatessa pääosin mittaushavaintoja riittävällä tarkkuudella, voidaan mallinnuksella arvioida luotettavasti jätevesikuormituksen leviämistä järviolueella.

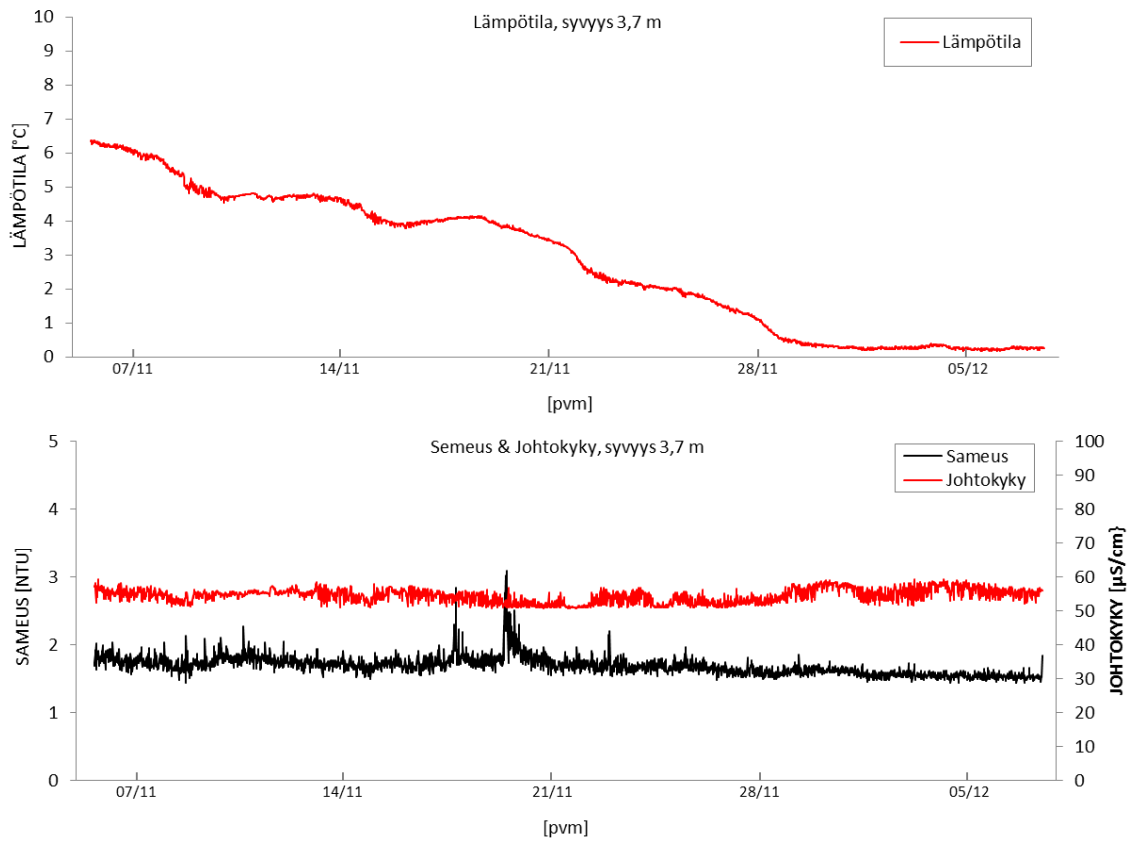
Virtausolosuhteiden lisäksi Ykspuu tarkkailupisteellä validointimittausjaksolla kerätyt alueen yleistä vedenlaatua kuvaavat vedenlaatuaineistot esitetään kuvassa 6. Järviveden mitattu lämpötila laski mittausjaksolla painuen lähelle nollassa marraskuun lopussa aikaisen talven alkamisen johdosta ja myös jääpeite muodostui alueelle mittausjakson aikana marraskuun lopussa. Järviveden sameustaso vaihteli mittausjaksolla välillä 1,4-3,1 FNU ollen keskimäärin 1,7 FNU. Johtokyky vaihteli mittausjaksolla välillä 51-59 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ollen keskimäärin 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Kuva 4. Mallinnettu ja mitattu virtausnopeus ja -suunta pintakerroksessa (1 m) Ykspuu saaren lounaispuolella sijaitsevalla tarkkailupisteellä (kuva 1).



Kuva 5. Mallinnettu ja mitattu virtausnopeus ja -suunta pohjakerroksessa (6 m) Ykspuu saaren lounaispuolella sijaitsevalla tarkkailupisteellä (kuva 1).



Kuva 6. Ykspuu saaren lounaispuolella sijaitsevalla tarkkailupisteellä (kuva 1) 3,7 m syvyydessä jaksolla 5.11.–7.12.2021 mitatut lämpötilan (yläkuva) sekä sameuden ja johtokyvyn (alakuva) aikasarjat.

4 Epävarmuustarkastelu

Malli on aina yksinkertaistettu kuvaus todellisuudesta, jossa keskeiset tutkimusaiheen kannalta oleelliset prosessit ja ilmiöt pyritään toistamaan todellisuutta vastaavina. Mallia rakennettaessa tehdään rajauksia ja yksinkertaistuksia tutkimusalueen ja –aiheen kannalta ulkopuolisten prosessien poissulkemiseksi, jotta laskentatehot saadaan kohdennettua vastaamaan työn tavoitteisiin. Tämän työn keskeinen tavoite oli muuttuvan jätevesikuormituksen vedenlaatuvaikutuksien arvioiminen tarkastelemalla leviämisalueen laajuutta ja vaikutuksen voimakkuutta jätevesikuormituksen levitessä Haukiveden luoteisosan matalan ja rikkonaisen järviolueen vaihtelevissa virtausolosuhteissa. Mallinnuksessa oli siten keskeistä virtausmallin luotettavuuden arvioiminen ja virtausmallin tuloksiin vaikuttavat rajoitteet.

Virtausten ohjautumiseen rantaviivan, saarien, matalikkojen ja pohjatopografian mukaan vaikuttaa mallin resoluution asettamat rajoitteet yksityiskohtien kuvaamiseen mallissa ja toisekseen saatavilla olevien lähtötietojen tarkkuus. Mallisovelluksessa laskentahilaruudun resoluutio oli purkualueella tiheimmillään 30 m ja kauempana avoimemmilla vesialueilla suurimmillaan 80 m. Käytetty resoluutio on riittävä keskeisten salmien ja virtausreittien kuvaamiseen mallissa, mutta luonnollisesti pienemmät yksityiskohdat, joilla voi olla vaikutusta virtausten ohjautumiseen, eivät ole mukana mallinnuksessa. Kuitenkin saatavilla olevan syvyysaineiston (Väyläviraston avoin aineisto) resoluutio oli pääasiassa laskentahilan resoluutiota heikompi erityisesti väyliä ulkopuolella matalilla alueilla. Näin ollen tarkempien yksityiskohtien vieminen malliin ei ollut mahdollista. Syvyysmallin poikkeaminen todellisesta voi vaikuttaa virtaustuloksiin, vaikkakin suuria poikkeamia syvyyksissä tuskin esiintyy alueen saariston ollessa yleisesti matalaa.

Matalan järviolueen virtausolosuhteisiin vaikuttaa voimakkaasti tuulen ajamat virtaukset. Pintakerroksen virtauksia pakotettiin mallinnuksessa Varkauden Kosulaniemessä mantereella sijaitsevan säähavaintoaseman tuuliaineiston mukaan. Käytetty tuuliaineisto soveltuu jäteveden purkualueen Siitinselän pohjoisosan tyyppisten suojaisten lahtien olosuhteisiin, mutta avoimilla laajemmilla järven selillä tuulen virtausvaikutus ja edelleen jäteveden kuormitusta laimentava vaikutus voi ajoittain olla todellisuudessa mallinnettua suurempi.

Mallinnukseen rajatun Haukiveden luoteisosan alueen laajempaan Haukiveden vesialueeseen liittäväällä reunalla virtauksia ohjattiin pinnankorkeuden mittaushavaintojen ja tuulen ajamien virtausten mukaan. Tämä menetelmä huomioi vedenvaihdon alueiden välillä pinnankorkeuden ja tuulitilanteiden vaihdellissa. Alueella mahdollisesti vaikuttavaa järvioluiden sisäisestä aaltoilusta tai muista syistä tapahtuvaa vedenvaihtoa ja tämän vaikutusta jätevesipitoisuuteen ei mallinnuksessa huomioitu. Mallituloksissa jätevesikuormituksen vaikutukset mallialueen reunan läheisyydessä olivat kuitenkin hyvin heikkoja tai olemattomia.

Mallinnuksessa kerrostuneisuusrakenteeseen vaikuttaa syvyysmallissa käytetty sigma-kerrosmalli, joka tuottaa yhtenäiset pinta- ja pohjakerrokset parantaen virtausmallin tarkkuutta. Mallinnettu kerrostuneisuusrakenne tyypillisesti heikkenee, mikäli mallinnettavalla alueella on suuria syvyysgradientteja. Suuria syvyysgradientteja ei kuitenkaan ole mallinnettavalla alueella erityisesti pääasiallisella vaikutusalueella Siitinselällä ja Vuoriselällä (kuva 2). Kerrostuneisuuteen ja virtausolosuhteisiin talvikaudella vaikuttavan jääkannen vaikutus huomioitiin mallinnuksessa. Jään paksuuden vaihtelua ei kuitenkaan huomioitu, mikä mahdollisesti heikentää virtausmallin tarkkuutta hyvin matalilla alueilla, joissa jääpeitteen osuus vesisyvyydestä on suuri.

Mallinnuksessa jätevesikuormituksen vedenlaatuparametreja käsiteltiin passiivisina aineina ilman prosesseja, eli tulokset kuvaavat konservatiivista leviämistä, suurinta mahdollista leviämisaluetta. Todellisuudessa ainetta kuitenkin häviää matkalla kulutuksen, hajoamisen sekä sedimentaation mukana. Vastaavasti ainetta myös palautuu takaisin kiertoan matalan järviolueen sedimentin prosesseissa sekä säännöllisessä resuspensiossa.

Virtausmallin tuloksissa jätevesikuormitusta päätyy kesäkauden lyhytkestoisissa virtaustilanteissa ajoittain myös Pirtinvirran purkaukolta Huruslahden suuntaan. Tämä liittyy loppukesän vesistön minimivirtaamatilanteisiin (kuva 3) samanaikaisesti voimakkaan tuulen pakatessa pintavesiä Haukiveden luoteisosaan nostaen hetkellisesti Siitinselän vedenkorkeutta. Vedenkorkeusero Siitinselän ja Huruslahden välillä kääntyy kyseisissä tilanteissa hetkeksi käänteiseksi Siitinselän pinnankorkeuden noustessa Huruslahden pintaa korkeammaksi. Pinnankorkeusero tasoittuu Voimakanavan virtaaman ja myös Pirtinvirran kautta hetken sisään Huruslahteen virtaavan veden vaikutuksesta. Näissä tilanteissa mallituloksissa jätevesikuormitusta kulkeutuu hetkellisesti Pirtinvirrasta Huruslahteen, vaikkakin päävirtaus ja kulkeutuminen tapahtuvat Pirtinvirrasta Siitinselälle päin. Mallitulosten havaittiin kuitenkin liioittelevan kyseisten tilanteiden hetkellistä käänteistä pinnankorkeuseroa Huruslahden ja Siitinselän välillä, eikä ilmiön todentamiseen ole saatavilla tarkkoja jatkuvatoimisia pinnankorkeusaineistoja. Jätevesikuormituksen mallinnettuun kulkeutumiseen Huruslahden suuntaan liittyy siten epävarmuutta. On hyvin todennäköistä, että Huruslahdelle päätyy mallinnettua vähemmän jätevesikuormitusta. Talvikaudella tuulen vaikutuksen estyessä jääkannen vaikutuksesta ja vesistön virtauspaineen ollessa selvästi kesätilannetta voimakkaampi, vallitsee Pirtinvirrassa koko mallinnetun jakson ajan normaali virtaustilanne eikä jäteveden kulkeutumista Huruslahden suuntaan tapahdu.

5 Mallinnuksen tulokset

Tehtaalta purettavien jätevesien vaikutuksia Haukiveden luoteisosan vesistössä tarkasteltiin malliin asetettujen jätevesikuormituksen sisältävien vedenlaatuparametrien kok-P, kok-N, COD, kiintoaineen ja lämpötilan osalta. Mallinnettavia vedenlaatuparametreja käsiteltiin mallissa passiivisinä merkkiaineina, jotka voivat laimentua ja kulkeutua virtausten mukana. Mallinnuksessa ei huomioitu aineiden poistumista kierrosta mm. biologisessa kulutuksessa ja sedimentaatioprosessissa. Mallinnuksen tulokset kuvaavat siten jätevesipäästön suurinta mahdollista vaikutusta vastaanottavassa vesistössä mallinnukseen valituilla kesä- ja talvijaksoilla.

Mallinnuksessa jäteveden leviämistä tarkasteltiin vesistön alivirtaaman tilanteessa kesäkaudella ($52 \text{ m}^3/\text{s}$) ja normaalivirtaaman tilanteessa talvikaudella ($100 \text{ m}^3/\text{s}$). Alivirtaamatilanteen mallintamisessa oli tavoitteena selvittää pitoisuusvaikutuksia voimakkaimmillaan, kun jäteveden sekoittuminen järviveteen Pirtinvirrassa on normaalivirtaamatilannetta vähäisempää. Tuloksia tarkasteltaessa on siten huomioitava, että kesäkauden alivirtaamatilanteen tulokset kuvaavat vaikutuksia voimakkaimmillaan. Kesäkauden normaalivirtaaman tilanteessa vaikutukset jäävät mallinnettua matalammiksi.

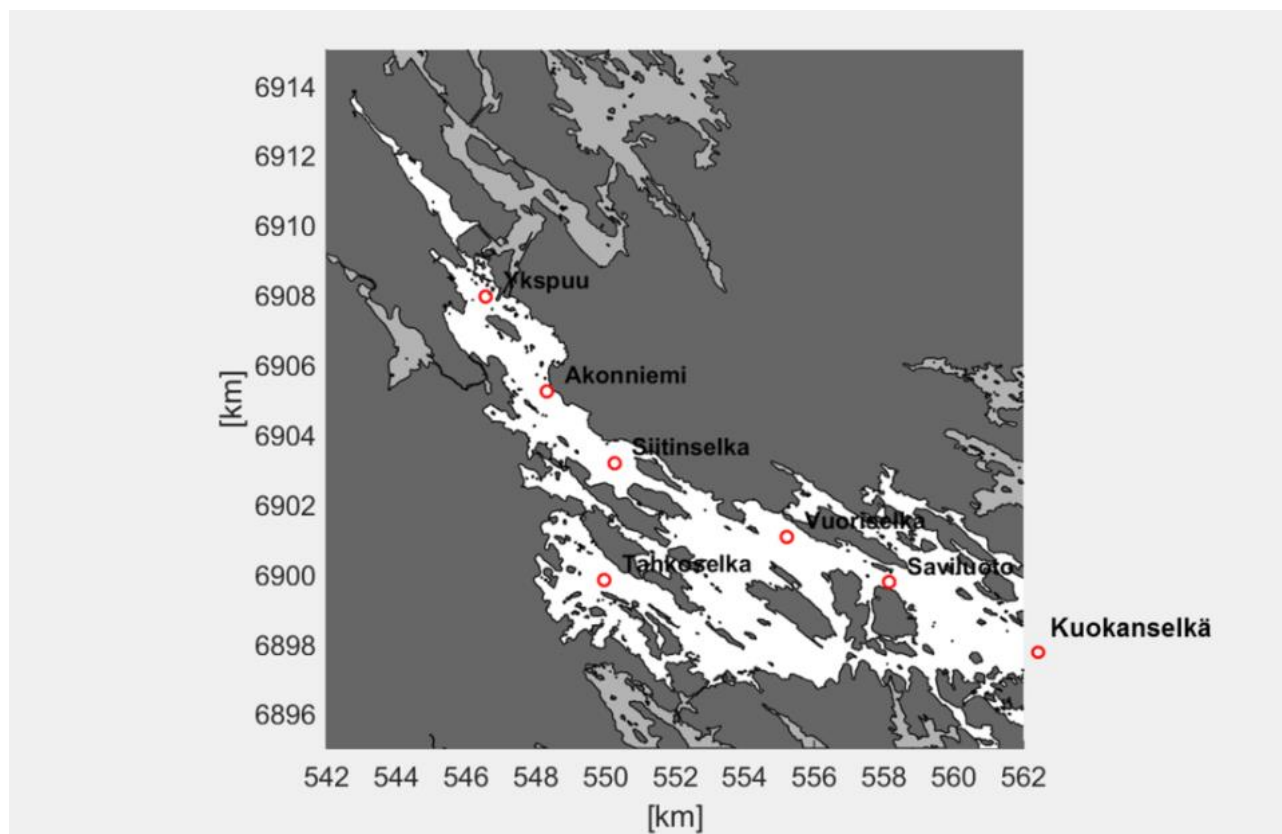
Mallin tulokset kuvaavat jätevesipäästön osuutta vesialueella havaittavista vedenlaatuparametrien pitoisuuksista. Vertailemalla eri jäteveden kuormitusmäärillä mallinnettuja tuloksia nykytilan kuormitustason tuloksiin arvioitiin kuinka paljon jäteveden osuus järiveden pitoisuudesta muuttuu eri alueilla kuormituksen vastaanottavassa vesistössä. Mallinnuksella ei siten selvitetty vesistössä suoraan mitattavissa olevia vedenlaatuparametrien pitoisuuksia, joihin vaikuttaa jätevesipäästön osuuden lisäksi luonnollinen taustapitoisuus ja alueen muut kuormituslähteet sekä aineiden prosessit järvisedessä ja sedimentissä. Tämä arviointi tehtiin vertaamalla edellä kuvattua jätevesipäästön aiheuttamaa vedenlaatuparametrien pitoisuuksien muutosta vesialueen tarkkailupisteillä mitattuihin pitoisuuksiin. Raportin tuloksissa esitetään kuinka paljon ja mihin suuntaan pitoisuus muuttuu tarkkailupisteillä eri jätevesikuormitustasojen tilanteissa. Mallinnettuja muutoksia kuvataan raportissa keskimääräisen pitoisuuden muutoksen ja maksimipitoisuuden muutoksen mukaan. Keskimääräinen muutos kuvaa pysyvän vaikutusalueen, jossa vedenlaatu muuttuu säännöllisesti mallinnetuilla jaksoilla ja vedenlaatu heikkenee. Maksimipitoisuuden muutos kuvaa mallinnettua hetkellistä suurinta muutosta mallinnetulla alueella, joka vaikuttaa alueella vain harvakseltaan ja lyhytkestoisesti eikä oleellisesti heikennä vedenlaatua.

Mallinnuksen tulokset jäteveden leviämisvaikutuksista pinta- ja pohjakerroksissa ovat hyvin lähellä toisiaan jätevesikuormituksen sekoittuessa jo Pirtinvirrassa tehokkaasti koko vesimassaan. Tulokset esitetään siten skenaarioiden VE0 ja VE1 osalta karttakuvajoina vain pintakerroksen osalta. Numeeriset tulokset myös pohjakerroksesta esitetään kuitenkin taulukoissa 2-8. Myös tulosten tulkinnessa keskitytään vertaamaan mallinnettuja muutoksia pintakerroksen mitattuihin pitoisuuksiin, jotka ovat tyypillisesti pohjakerroksen mitattuja pitoisuuksia matalampia. Näin ollen pohjakerroksessa pitoisuuksien suhteellinen muutos on pienempi kuin pintakerroksessa.

5.1 Tehtaalta purettavien jätevesien vaikutus vedenlaatuun kontrolli-tilanteessa

Kontrolli-tilanteen mallituloksilla kuvataan kuinka laajalle alueelle ja kuinka suurina pitoisuuksina tehtaalta purettavan jätevesikuormituksen vaikutukset ulottuvat vuoden 2021 toteutuneen kuormituksen tasolla. Tulokset kuvaavat jätevesien leviämistä vesistön kesäkauden minimivirtaaman tilanteessa ja talvikauden keskivirtaaman tilanteessa, joka oli noin kaksi kertaa voimakkaampi kuin kesäkauden virtaama (kuva 3). Kontrolli-tilanteessa mallinnetun jätevesikuormituksen (taulukko 1) tulokset kuvaavat jätevesipäästön osuutta vesialueella havaittavista vedenlaatuparametrien pitoisuuksista. Tulokset esitetään raportissa kunkin mallinnetun vedenlaatuparametrin leviämisalueen kuvaavilla karttakuvajilla (kuvat 7-14).

Karttakuvien lisäksi tulokset esitetään taulukkoarvoina vedenlaadun tarkkailupisteiden kohdalla (kuva 7) kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista (taulukot 2-8). Taulukossa esitetään mallinnettujen tulosten lisäksi tarkkailupisteen kohdalla mitatut tulokset, joihin mallinnettuja tuloksia verrataan.



Kuva 7. Haukiveden luoteisosan mallinnusalueelle sijoittuvien vedenlaadun tarkkailupisteiden sijainnit. Mallitulokset esitetään tarkkailupisteiden kohdalla yhdessä tarkkailupisteillä mitattujen havaintojen kanssa (taulukota 2-8).

Tehtaalta purettavien jätevesien kokonaisfosforikuormituksen mitattavissa olevat tason 1 $\mu\text{g/l}$ ylittävät keskimääräiset vaikutukset ulottuivat kesäkaudella purkualueelta noin 12 km etäisyydelle Vuoriselälle saakka (kuva 8) ja talvikaudella noin 17 km etäisyydelle Kuokanselälle saakka (kuva 9). Hetkellisenä esiintyvät tason 1 $\mu\text{g/l}$ ylittävät maksimivaikutukset näkyivät kesä- ja talvitilanteissa Kuokanselällä saakka (kuvat 8-9). Suurimmat vaikutukset havaittiin luonnollisesti lähimpänä purkualuetta sijaitsevalla Ykspuun tarkkailupisteellä, jossa mallinnetut jätevesikuormituksesta aiheutuvat vaikutukset olivat kesäkaudella keskimäärin tasolla 3 $\mu\text{g/l}$ tarkkailupisteen kesäkauden mittaushavaintojen ollessa tasolla 21-22 $\mu\text{g/l}$ (taulukko 2). Talvikaudella jätevesien osuus tarkkailupisteen mittaushavaintojen keskiarvosta 13-14 $\mu\text{g/l}$ oli mallituloksissa 1 $\mu\text{g/l}$. Akonniemen ja Siitinselän tarkkailupisteillä keskimääräiset jätevesistä aiheutuvat vaikutuksen kokonaisfosforipitoisuuteen olivat kesäkaudella keskimäärin 2 $\mu\text{g/l}$ (taulukot 3-4), muilla tarkkailupisteillä vaikutus oli tasolla 1 $\mu\text{g/l}$ tai sen alapuolella (taulukot 5-8). Talvikaudella jätevesikuormituksen vaikutus kokonaisfosforipitoisuuteen on kaikilla tarkkailupisteillä tasolla 1 $\mu\text{g/l}$ lukuun ottamatta tarkastelussa kauimpana olevaa Kuokanselän pistettä, jossa mallinnetut vaikutukset eivät ole enää mitattavissa (taulukot 2-8).

Kokonaistyyppikuormituksen osalta kontrollitilanteen jätevesikuormituksen keskimääräiset tason 20 $\mu\text{g/l}$ ylittävät vaikutukset ulottuvat Vuoriselälle noin 13 km etäisyydelle purkupisteestä (kuva 10) ja talvikaudella Kuokanselälle noin 18,5 km etäisyydelle purkupisteestä (kuva 11). Talvikaudella vaikutukset leviävät

vesistön voimakkaamman virtaaman johdosta kesäkautta matalampina pitoisuuksina laajemmalle alueelle. Hetkellisenä esiintyvät tason 20 µg/l ylittävät maksimivaikutukset näkyivät kesä- ja talvitilanteissa Kuokanselällä saakka (kuvat 10-11). Purkupistettä lähimmällä Ykspuu tarkkailupisteellä jätevesikuormituksen mallinnettu vaikutus oli kesäkaudella keskimäärin 58 µg/l pisteen mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 550 µg/l (taulukko 2). Talvikaudella jätevesikuormituksen vaikutus on vesistön kesäkautta suuremman virtaaman aiheuttaman voimakkaamman sekoittumisen johdosta keskimäärin 34 µg/l tarkkailupisteen mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 667 µg/l. Kauempana purkualueesta tehtaan jätevesien vaikutus vähenee, kesäkaudella Akonniemen kohdalla vaikutus kokonaistyyppipitoisuuteen on 48 µg/l (taulukko 3), Siitinselällä 40 µg/l (taulukko 4) ja muualla tasolla 20 µg/l tai sen alapuolella (taulukot 5-8).

Tehtaalta purettavien jätevesien selvä tason 1 mg/l ylittävä vaikutus järveden keskimääräisen kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuuteen (COD) rajautuu kesäkaudella Akonniemen edustalle saakka noin 5 km etäisyydelle purkupisteestä (kuva 12). Hetkellisesti vastaavan tason vaikutuksia havaitaan Vuoriselällä saakka. Talvikaudella vaikutus jää kaikkialla alle tason 1 mg/l kesäkautta voimakkaamman vesistön virtaaman aiheuttaman tehokkaamman sekoituksen ja pitoisuuden laimenemisen johdosta (kuva 13). Purkupistettä lähimmällä Ykspuu tarkkailupisteellä jätevesien mallinnettu vaikutus on kesäkaudella 1,2 mg/l mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 10,6 mg/l (taulukko 2). Talvikaudella jätevesien vaikutus on voimakkaamman sekoittumisen johdosta kesäkautta matalampi 0,7 mg/l tarkkailupisteen mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 9,9 mg/l. Akonniemestä eteenpäin jätevesien vaikutukset kemialliseen hapenkulutukseen jäivät alle tason 1 mg/l ja kauempana Kuokanselän tarkkailupisteellä vaikutukset ovat mittaustarkkuuden alarajalla tasolla 0,1-0,2 mg/l (taulukot 3-8).

Järviveden kiintoainepitoisuudessa jätevesien kuormituksella on vain vähäinen vaikutus, tason 0,2 mg/l ylittävä vaikutus rajautui kesäkaudella purkualueen läheisyyteen (kuva 14) ja talvikaudella vaikutus jäi kaikkialla alle tämän tason (kuva 15). Jätevesikuormituksen vaikutus purkualuetta lähimmällä Ykspuu tarkkailupisteellä jätevesien aiheuttama keskimääräinen vaikutus kiintoainepitoisuuteen oli kesäkaudella 0,2 mg/l mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 3,0 mg/l (taulukko 2). Talvikaudella jätevesien mallinnettu vaikutus Ykspuu tarkkailupisteellä oli 0,1 mg/l mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 0,6 mg/l. Kauempana purkupisteestä jätevesien vaikutus jäi alle tason 0,2 mg/l ollen pääosin tasolla 0,1 mg/l (taulukot 3-7). Kuokanselän tarkkailupisteellä jätevesien vaikutuksia järveden kiintoainepitoisuuteen ei havaittu (taulukko 8).

5.2 Muutos vedenlaadussa ympäristöluvan mukaisella kuormitustasolla VE0

VE0 skenaarion ympäristöluvan mukaisella kuormitustasolla tehdyssä mallinnuksessa tehtaalta purettavan jäteveden virtaama kasvoi kontrollitilanteeseen nähden 3 %, kokonaisfosforikuormitus kasvoi 38 %, kokonaistyyppikuormitus kasvoi 7 %, COD-kuormitus kasvoi 48 % ja kiintoainekuormitus kasvoi 12 % (taulukko 1). Mallinnuksen tuloksissa selvimmät, vaikkakin vain vähäiset muutokset havaittiin luonnollisesti kuormitukseltaan merkittävimmin muuttuneissa kokonaisfosfori- ja COD-pitoisuuksissa kun taas vaikutukset kuormitukseltaan vain vähän muuttuneissa kokonaistyyppi- ja kiintoainepitoisuuksissa jäivät heikoiksi.

Kokonaisfosforikuormituksen kasvaminen 38 % kontrollitilanteeseen nähden lisää järveden kokonaisfosforipitoisuutta kuitenkin vain vähän. Mallituloksissa tason 1 µg/l ylittävä keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden lisäys rajautuu purkualueen läheisyyteen rautatiepenkereen silta-aukkojen edustalle (kuva 16). Purkualueen ulkopuolella Siitinselän vedenlaadun tarkkailupisteillä keskimääräinen pitoisuuden nousu jää tasolle 1 µg/l tai sen alapuolelle (taulukot 2-8). Siitinselän tarkkailupisteiden mittaushavaintojen keskiarvot olivat kesäkaudella 21-22 µg/l ja talvikaudella 13-14 µg/l. Kesäkaudella pitoisuuden ei havaita nousevan enää Vuoriselän tasolla (taulukko 6) ja talvikaudella Kuokanselän tasolla (taulukko 8). Hetkellisenä esiintyvät tason 1 µg/l ylittävät maksimivaikutukset näkyivät kesätilanteessa

Siitinselän puolivälin tasolla saakka ja myös koko Huruslahden alueella (kuva 16). Nykyisen pukuaukon ylävirran puolella sijaitsevalta uudelta purkuaukolta (kuva 1) jäteveden kulkeutuminen suuntautuu ajoittain Pirtinvirran lisäksi myös Huruslahden suuntaan vesistön minimivirtaaman aikana sopivissa tuulitilanteissa. Huruslahden suuntaiseen kulkeutumiseen liittyy kuitenkin virtausmallinnuksessa epävarmuutta ja on todennäköistä, että vaikutukset ovat todellisuudessa mallinnettua matalampia (ks. kappale 3). Talvitilanteessa Vesistön virtaaman ollessa noin kaksinkertainen kesätilanteeseen verrattuna, ei kulkeutumista Huruslahden suuntaan esiintynyt. Talvitilanteessa jätevesi sekoittui kesätilannetta voimakkaammin vastaanottavaan järviveteen ja hetkelliset tason 1 µg/l ylittävät maksimivaikutukset rajautuivat vain purkualueen läheisyyteen (kuva 17).

Kokonaistyyppikuormitus kasvoi kontrollitilanteeseen nähden vain 7 % ja vaikutukset mallituloksissa jäivät myös heikoiksi. Järviveden keskimääräisen tyyppipitoisuuden ei havaittu nousevan kesä- eikä talvitilanteessa (kuva 18) ja purkualuetta lähimmillä tarkkailupisteillä keskimääräisen pitoisuuden nousu jäi suurimmillaankin vain tasolle 3 µg/l (taulukko 2). Tarkkailupisteen kokonaistypen mittaushavainnot olivat kesäkaudella keskimäärin 550 µg/l ja talvikaudella 667 µg/l. Hetkellisenä esiintyvät maksimivaikutukset jäivät myös vähäisiksi rajautuen aivan purkualueen läheisyyteen (kuva 19).

Kemiallisen hapenkulutuksen (COD) kuormituksen kasvaminen 48 % kontrollitilanteeseen nähden näkyy mallituloksissa kesäkaudella vähäisenä 0,5 mg/l tason ylittävänä keskimääräisen pitoisuuden nousuna Siitinselän pohjoisosissa (kuva 20). Kesätilanteessa purkualuetta lähimmällä tarkkailupisteellä keskimääräinen COD-pitoisuus nousi 0,6 mg/l (taulukko 2) tarkkailupisteen mittaushavaintojen keskimääräisen tason ollessa 10,6 mg/l. Heikkoa 0,1 mg/l pitoisuuden nousua havaittiin Vuoriselän etäläosissa saakka (taulukko 7). Talvitilanteessa jäteveden sekoittuessa tehokkaammin suurempaan vesimäärään, jäivät pitoisuuden nousut purkualueen läheisyydessä kesätilannetta matalammiksi, mutta heikkoa tason 0,1 mg/l pitoisuuden nousua havaittiin Kuokanselällä saakka (taulukko 8). Hetkellisenä esiintyvät tason 0,5 mg/l ylittävät maksimivaikutukset ulottuivat kesätilanteessa koko Siitinselän ja Huruslahden alueille (kuva 21), joskin Huruslahden osalta tulokseen liittyy epävarmuutta (ks. kappale 3). Talvitilanteessa hetkelliset tason 0,5 mg/l ylittävät maksimivaikutukset rajautuivat purkualueen lähelle.

Kiintoainekuormituksen kasvu kontrollitilanteen tasosta 12 % ei aiheuttanut mallitulosten perusteella mitattavissa olevia muutoksia järviveden kiintoainepitoisuuksiin (kuvat 22-23, taulukot 2-8).

Järviveden keskimääräisessä lämpötilassa ei havaittu jäteveden lämpökuormituksesta aiheutuvia vaikutuksia (kuva 24) jäteveden virtaaman ja lämpökuorman ollessa lähellä kontrollitilanteen tasoa.

5.3 Muutos vedenlaadussa ennustekuormituksella VE1

VE1 skenaarion ennustetulla kuormitustasolla tehdyssä mallinnuksessa tehtaalta purettavan jäteveden virtaama kasvoi kontrollitilanteeseen nähden 37 %, kokonaisfosforikuormitus kasvoi 54 %, kokonaistyyppikuormitus kasvoi 54 %, COD-kuormitus kasvoi 64 % ja kiintoainekuormitus kasvoi 24 % (taulukko 1).

Kokonaisfosforikuormituksen 54 % kasvu kontrollitilanteen tasosta lisää vain vähän järviveden kokonaisfosforipitoisuutta. Kesäkauden mallituloksissa tason 1 µg/l keskimääräistä pitoisuuden lisäystä nähdään Siitinselän puolivälin tasolla saakka (kuva 16 ja taulukot 2-4). Siitinselän ja sen ylävirran puoleisen alueen tarkkailupisteillä pinta- ja pohjakerroksissa mitattu järviveden nykytilan kokonaisfosforipitoisuus on keskimäärin 21-22 µg/l. Talvikaudella tason 1 µg/l keskimääräiset vaikutukset leviävät vesistön voimakkaamman virtaaman johdosta kesäkautta laajemmalle alueelle Vuoriselän eteläosiin saakka (taulukot 2-8). Talvikaudella Vuoriselän ja sen ylävirran puoleisen alueen tarkkailupisteillä pintakerroksessa mitattu järviveden nykytilan kokonaisfosforipitoisuus on keskimäärin 17-24 µg/l, pohjakerroksessa pitoisuudet ovat suurempia. Hetkellisenä esiintyvän yli tason 1 µg/l kokonaisfosforipitoisuuden

maksimivaikutuksen alue rajautuu kesätilanteessa Vuoriselän pohjoisosiin saakka ja voimakkaamman yli tason 2 ja 3 µg/l vaikutusalue rajautuu purkualueen läheisyyteen (kuva 17). Talvitiilanteessa kokonaisfosforipitoisuus voi nousta hetkellisesti suurimmillaankin vain yli tason 1 µg/l Akonniemen edustalla saakka.

Kokonaistyyppikuormitus kasvoi kontrollitiilanteeseen nähden saman verran kuin kokonaisfosforikuormitus (54 %). Vaikutus järviveden tyyppipitoisuuden kasvuun seurailee siten fosforin leviämistuloksia. Keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus nousee kesäkaudella yli tason 20 µg/l purkualueelta Siitinselän eteläosiin ulottuvalla alueella (kuva 18). Talvikaudella sekoittuminen on voimakkaampaa vesistön suuremman virtaaman johdosta ja keskimääräiset vaikutukset jäävät kaikkialla alle tason 20 µg/l. Lähimpänä purkualueetta sijaitsevalla Ykspuu tarkkailupisteellä, missä vaikutukset ovat suurimmillaan, kokonaistyyppipitoisuus nousee kesäkaudella keskimäärin 31 µg/l ja talvikaudella keskimäärin 18 µg/l (taulukko 2). Tarkkailupisteen mittaushavainnot olivat kesäkaudella keskimäärin 536 µg/l ja talvikaudella 667 µg/l. Kauempana purkualueesta Siitinselän eteläpuolella Vuoriselän ja Kuokanselän alueella jätevesikuormituksen vaikutus järviveden keskimääräiseen kokonaistyyppipitoisuuteen jää heikoksi (taulukot 3-8). Hetkellisinä esiintyvät maksimivaikutukset ulottuvat kesäkaudella yli 20 µg/l tason hetkellisenä nousuna kesäkaudella Vuoriselän pohjoisosiin ja Huruslahden alueelle (kuva 19), joskin Huruslahden osalta tulokseen liittyy epävarmuutta (ks. kappale 3). Talvikaudella vastaavat vaikutukset rajautuva purkualueelta koko Siitinselän alueelle. Kesäkaudelle Siitinselän pohjoisosissa esiintyy hetkellistä tason 40 µg/l ylittävää vaikutusta.

Jäteveden kemiallisen hapenkulutuksen (COD) kuormitus kasvoi 64 %, mikä näkyi mallituloksissa keskimääräisen COD-pitoisuuden yli 0,5 mg/l tason nousuna kesäkaudella koko Siitinselän alueella (kuva 20). Talvikaudella vaikutus keskimääräiseen COD-pitoisuuteen jäi kaikkialla alle tason 0,5 mg/l. Voimakkainta COD-pitoisuuden nousu oli luonnollisesti purkualueetta lähimmällä Ykspuu tarkkailupisteellä, missä keskimääräinen pitoisuus nousee kesäkaudella 0,8 mg/l ja talvikaudella 0,4 mg/l (taulukko 2). Tarkkailupisteen mittaushavaintojen keskiarvo oli kesäkaudella 10,6 mg/l ja talvikaudella 9,9 mg/l. Kauempana purkualueesta Siitinselän eteläpuolella vaikutukset ovat vähäisiä, kesäkaudella heikot vaikutukset ulottuvat Vuoriselän eteläosiin ja talvikaudella Kuokanselälle saakka (taulukot 3-8). Hetkelliset maksimivaikutukset ulottuvat kesäkaudella yli tason 1 mg/l nousuna Siitinselän pohjoisosiin sekä tason 0,5 mg/l nousuna Vuoriselän pohjoisosiin saakka (kuva 21). Talvikaudella havaitaan hetkellisiä tason 0,5 mg/l ylittäviä nousuja Siitinselän alueella.

Jäteveden kiintoainekuormitus (TSS) kasvoi mallinnetuista parametreista vähiten (24 %), mikä ei aiheuttanut mallitulosten perusteella mitattavissa olevia muutoksia järviveden kiintoainepitoisuuksiin (kuvat 22-23 ja taulukot 2-8).

Järviveden keskimääräisessä lämpötilassa nähdään vain talvikaudella jäteveden lämpökuormituksesta aiheutuvaa heikkoa nousua purkualueella ja Siitinselän pohjoisosissa (kuva 24) jäteveden virtaaman ja lämpökuorman noustessa.

6 Johtopäätökset

Mallinnuksen tulokset kuvaavat eri kuormitustasoilla jätevesipäästöstä järviolueille aiheutuvaa suurinta mahdollista lisäystä järveden vedenlaatuparametrien pitoisuuksiin. Jätevesikuormituksen tuomien aineiden poistumista kierrosta vesimassan ja sedimentin prosesseissa, ja vastaavasti myös palautumista takaisin kiertoon, ei huomioitu mallinnuksessa. Järviolueella havaittavat vaikutukset jäävät siten todennäköisesti mallinnetun tason alapuolelle. Lisäksi kesäkauden mallinnetut tulokset kuvaavat vaikutuksia ääritilanteessa vesistön alivirtaaman kaudella, jolloin jätevesikuormituksen vaikutuksen näkyvät normaalitilannetta voimakkaampina. Kesäkauden normaalivirtaaman aikana vaikutukset ovat siten mallinnettua tasoa matalampia. Mallinnetun talvikauden osalta tulokset kuvaavat normaalivirtaaman aikaisia vaikutuksia.

Tehtaalta purettavien jätevesien vaikutukset nykytilassa

Varkauden tehtaalta nykytilassa purettavien jätevesien mallinnetut vaikutukset Haukiveden luoteisosan vedenlaatuun rajautuvat pääosin Siitinselän alueelle ja vähäisinä pitoisuuksina myös Vuoriselän alueelle. Siitinselällä kesäkaudella mitatun kokonaisfosforipitoisuuden keskimääräisestä tasosta 21-22 µg/l oli mallitulosten perusteella jätevesien keskimääräistä vaikutusta selän pohjoisosissa 3 µg/l (+14 %) ja eteläosissa 2 µg/l (+9 %). Vuoriselällä mitattu pitoisuustaso oli samaa luokkaa Siitinselän havaintojen kanssa ja jätevesien mallinnettu vaikutus oli alueella keskimäärin 1 µg/l (+5 %). Talvikaudella jätevesien mallinnettu osuus Siitinselän ja Vuoriselän pintakerroksen mittaushavaintojen keskiarvosta 13-14 µg/l oli 1 µg/l (+7 %).

Fosforin tavoin myös jätevesien mallinnetut vaikutukset järveden kokonaistyyppipitoisuuksiin rajautuivat pääosin Siitinselälle ja vähäisinä vaikutuksina myös Vuoriselälle. Siitinselän pohjoisosissa kesäkaudella mitattu keskimääräinen kokonaistyyppipitoisuus oli tasolla 540 µg/l ja jätevesien mallinnettu osuus pitoisuudesta oli 60 µg/l (+11 %). Siitinselän eteläosissa mitattu pitoisuus oli Akonniemen puhdistamon jätevesien johdosta edellistä korkeampi keskimäärin 570 µg/l ja tehtaan jätevesien mallinnettu osuus pitoisuudesta oli alueella 40 µg/l (+7 %). Vuoriselän puolella tehtaan jätevesien vaikutus tyyppipitoisuuteen oli 20 µg/l (+3 %). Talvikaudella jätevesikuormituksen mallinnettu vaikutus on vesistön kesäkautta suuremman virtaaman aiheuttaman voimakkaamman sekoittumisen johdosta selvästi kesäkautta vähäisempää ollen suurimmillaankin siitinselän pohjoisosissa keskimäärin 34 µg/l (+5 %) mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 670 µg/l.

Järveden kemiallisen hapenkulutukseen tehtaan jätevesillä on selvä vaikutus Siitinselän alueella, jonka pohjoisosissa mitatusta keskimääräisestä kesäkauden tasosta 10,6 mg/l on jätevesien osuutta 1,2 mg/l (+11 %). Siitinselän eteläosissa jätevesien vaikutus on 0,8 mg/l (+8 %) ja Vuoriselän puolella 0,4 mg/l (+4 %). Talvikaudella jätevesien vaikutus on vesistön virtaaman voimakkaamman sekoittumisen johdosta Siitinselällä kesäkautta matalampaa ollen suurimmillaan selän pohjoisosissa 0,7 mg/l (+7 %) mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 9,9 mg/l.

Järveden kiintoainepitoisuuteen jätevesien kuormituksella on vain vähäinen vaikutus rajautuen purkualueen läheisyyteen. Siitinselän pohjoisosissa jätevesien aiheuttama keskimääräinen vaikutus kiintoainepitoisuuteen oli kesäkaudella 0,2 mg/l (+7 %) mittaushavaintojen keskiarvon ollessa tasolla 3,0 mg/l. Talvikaudella jätevesien mallinnettu vaikutus kiintoainepitoisuuteen Siitinselän pohjoisosissa oli 0,1 mg/l.

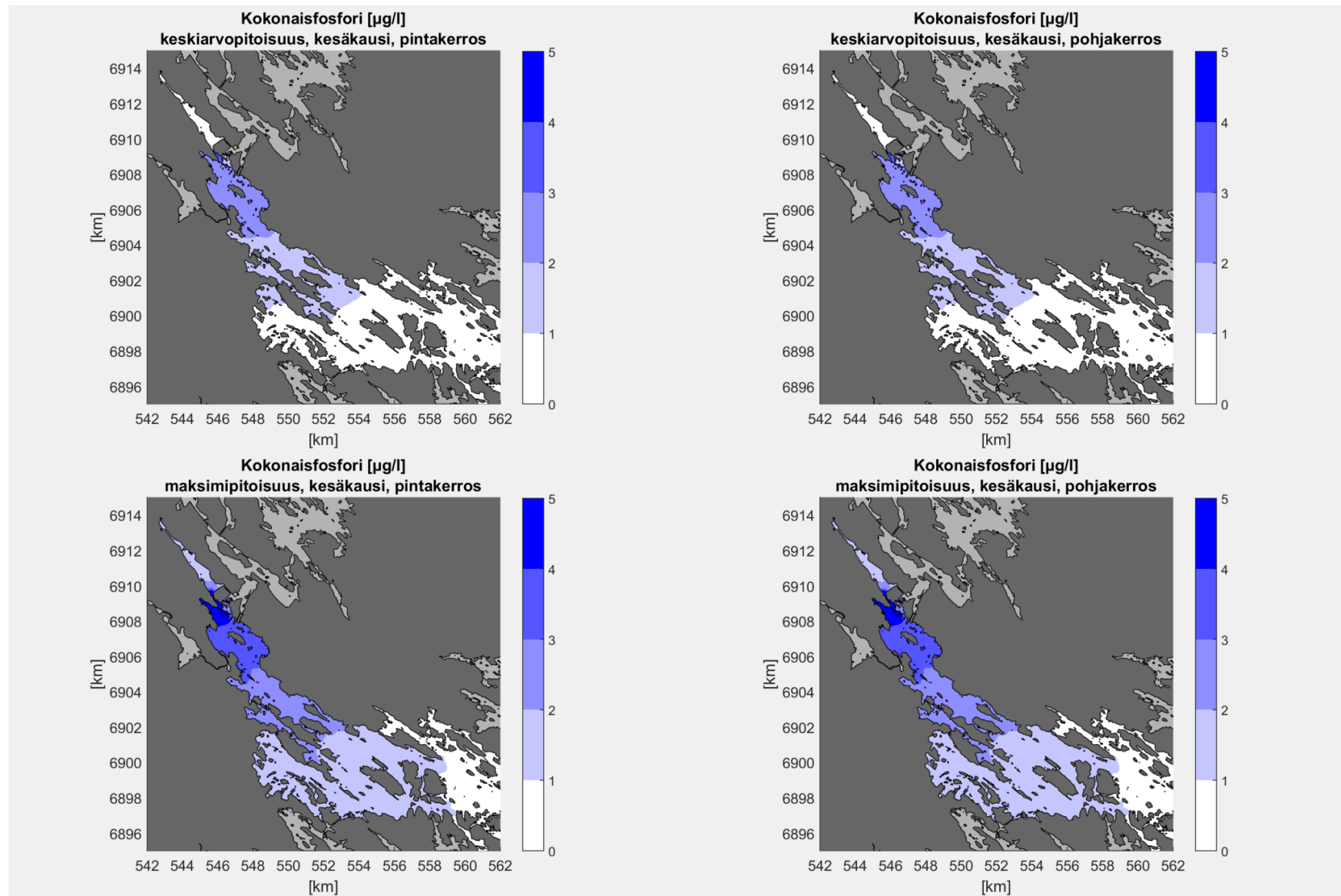
Vaikutukset jätevesikuormituksen luvanmukaisella tasolla VEO

Luvanmukaisella kuormitustasolla kasvaa jätevesikuormituksessa nykytilan tasoon nähden erityisesti kokonaisfosforikuormitus (+38 %) ja kemiallinen hapenkulutuksen kuormitus (+48 %). Kokonaistypen kuormituksen kasvu (+7 %) ja kiintoainekuormituksen kasvu (+12 %) jää puolestaan vähäiseksi, eikä

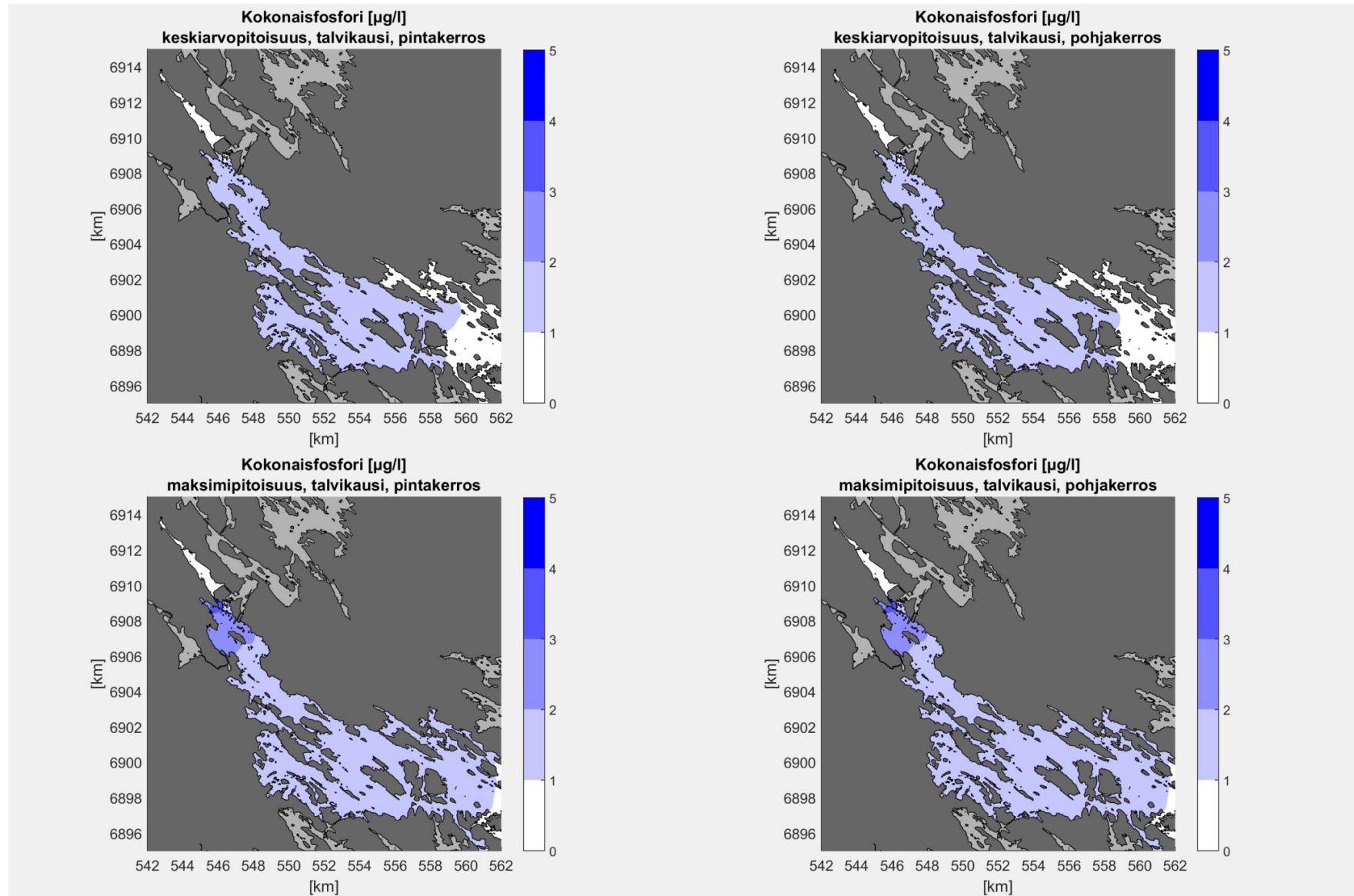
mallituloksissa havaita niiden osalta merkittäviä muutoksia järviveden pitoisuuksissa. Kokonaisfosforikuormituksen kasvu nostaa järviveden kokonaisfosforipitoisuutta kuitenkin vain vähän. Siitinselän vedenlaadun tarkkailupisteillä mallinnettu keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuuden nousu jää tasolle 1 µg/l tai sen alapuolelle sekä kesä- että talvikaudella. Siitinselän tarkkailupisteiden mittaushavaintojen keskiarvot olivat kesäkaudella tasolla 21-22 µg/l ja talvikaudella 13-14 µg/l. Pitoisuuden suhteellinen nousu nykytilan tasoon nähden on siten kesäkaudella 5 % ja talvikaudella 8 %. Kesäkaudella pitoisuuden ei havaita nousevan enää Vuoriselän tasolla ja talvikaudella Kuokanselän tasolla. Kemiallisen hapenkulutuksen kuormituksen (COD) kasvu näkyy järviveden pitoisuuden nousuna selvien vaikutusten rajautuessa Siitinselän pohjoisosiin. Kesätilanteessa mallinnettu keskimääräinen COD-pitoisuus nousi Siitinselän pohjoisosissa 0,6 mg/l (6 %) mittaushavaintojen keskimääräisen tason ollessa 10,6 mg/l. Heikkoa 0,1 mg/l pitoisuuden nousua havaittiin Vuoriselän eteläosissa saakka. Talvitilanteessa jäteveden sekoittuessa tehokkaammin suurempaan vesimäärään jäivät pitoisuuden nousut purkualueen läheisyydessä kesätilannetta matalammiksi, mutta heikkoa tason 0,1 mg/l pitoisuuden nousua havaittiin kesätilannetta kauempana Kuokanselällä saakka.

Vaikutukset jätevesien ennustekuormituksella VE1

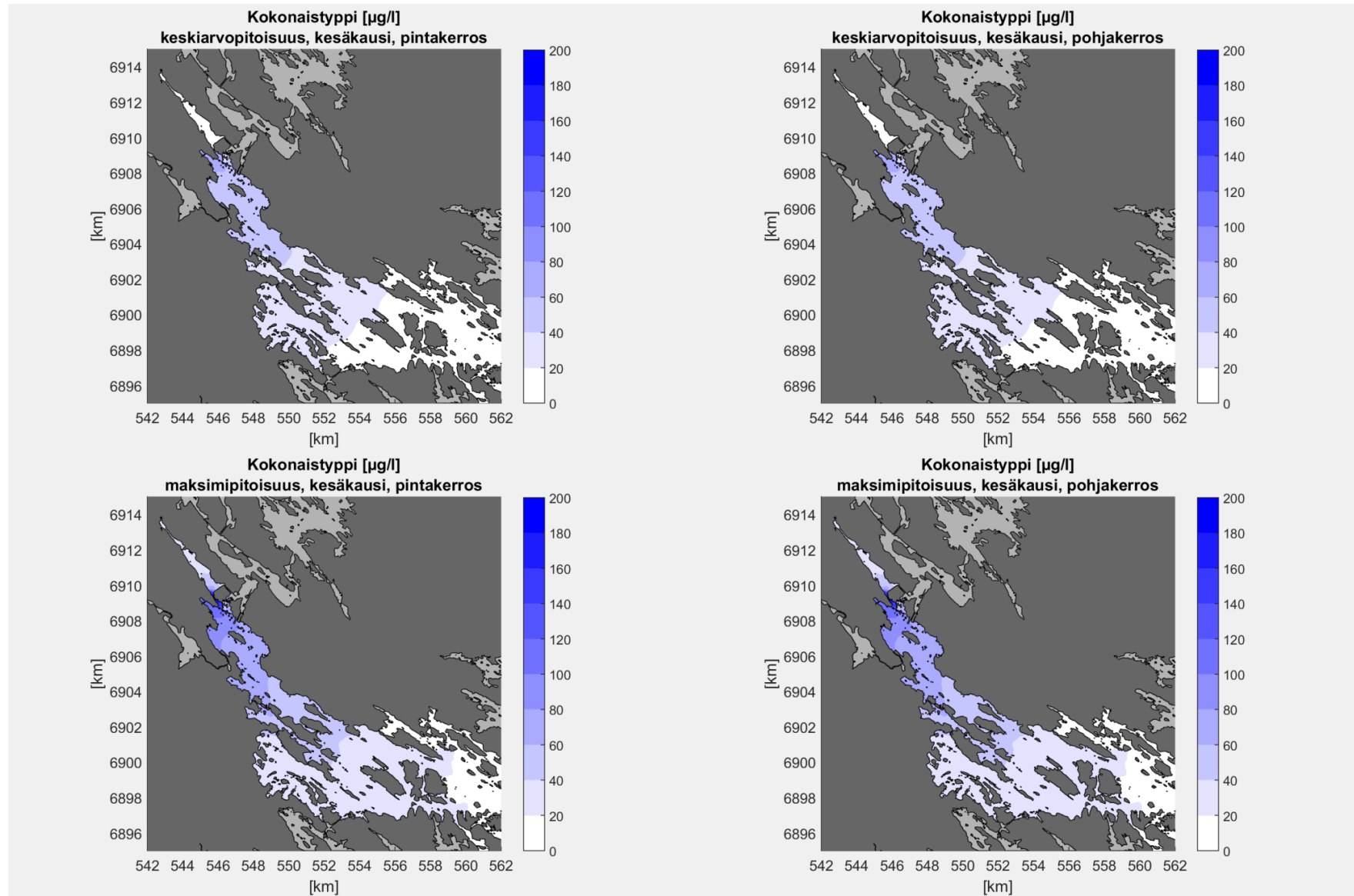
Jätevesien ennustekuormitustasolla VE1 tehtaalta purettavan jäteveden kokonaisfosfori- sekä kokonaistyyppikuormitus kasvoivat 54 % ja COD-kuormitus kasvoi 64 % nykytilan tasoon nähden. Kiintoainekuormituksen kasvu sen sijaan jäi 24 %:iin, eikä sen osalta havaittu mallituloksissa merkittäviä muutoksia järviveden pitoisuuksissa. Kokonaisfosforikuormituksen kasvu lisää kuitenkin vain vähän järviveden kokonaisfosforipitoisuutta nykytilan tasoon nähden. Kesäkauden mallituloksissa havaittiin Siitinselän keskiosissa saakka tason 1 µg/l (+5 %) keskimääräistä pitoisuuden lisäystä alueella nykytilassa mitattuun tasoon 21-22 µg/l nähden. Talvikaudella tason 1 µg/l keskimääräiset vaikutukset leviävät vesistön voimakkaamman virtaaman johdosta kesäkautta laajemmalle alueelle Vuoriselän eteläosiin saakka. Kokonaistyyppikuormituksen kasvu näkyi mallituloksissa järviveden kokonaistyyppipitoisuuden vähäisenä nousuna rajautuen pääosin Siitinselän alueelle. Siitinselän pohjoisosissa kokonaistyyppipitoisuus nousi kesäkaudella keskimäärin 31 µg/l (+6 %) ja talvikaudella keskimäärin 18 µg/l (+3 %) alueella mitatun pitoisuuden ollessa kesäkaudella keskimäärin 540 µg/l ja talvikaudella 670 µg/l. Kauempana purkualueesta Siitinselän eteläpuolella Vuoriselän ja Kuokanselän alueella jätevesikuormituksen vaikutus järviveden keskimääräiseen kokonaistyyppipitoisuuteen jäi heikoksi. Jäteveden kemiallisen hapenkulutuksen (COD) kuormitus kasvu näkyi mallituloksissa järviveden keskimääräisen COD-pitoisuuden nousuna koko Siitinselän alueella. Siitinselän pohjoisosissa keskimääräinen pitoisuus nousi kesäkaudella 0,8 mg/l (+8 %) ja talvikaudella 0,4 mg/l (+4 %) alueella mitatun pitoisuuden tason ollessa kesäkaudella 10,6 mg/l ja talvikaudella 9,9 mg/l. Kauempana Siitinselän eteläpuolella vaikutukset olivat vähäisiä, kesäkaudella heikot vaikutukset ulottuvat Vuoriselän eteläosiin ja talvikaudella Kuokanselälle saakka. Järviveden keskimääräisessä lämpötilassa nähtiin mallituloksissa vain talvikaudella heikkoa jäteveden lämpökuormituksesta aiheutuvaa nousua purkualueella ja Siitinselän pohjoisosissa jäteveden virtaaman ja lämpökuorman noustessa.



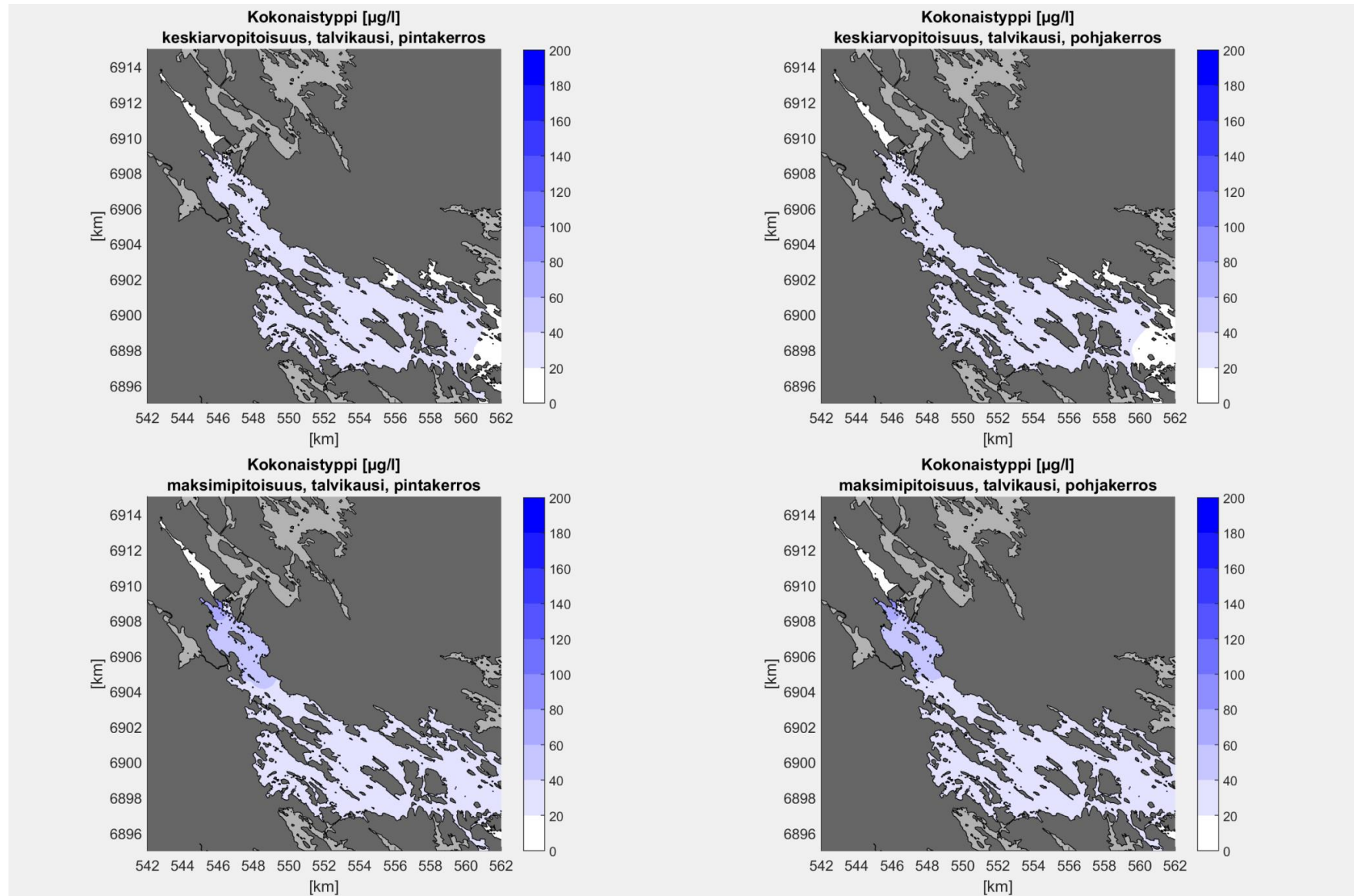
Kuva 8. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva kokonaisfosforin keskimääräinen (yläkuvat) ja maksimipitoisuus (alakovat) pinta- ja pohjakerroksissa kesäkaudella 2021. Kuvissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen kesäkauden mittaushavainnoissa järveden kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin 20 $\mu\text{g/l}$ vaihdellen välillä 9-64 $\mu\text{g/l}$ (taulukot 2-8).



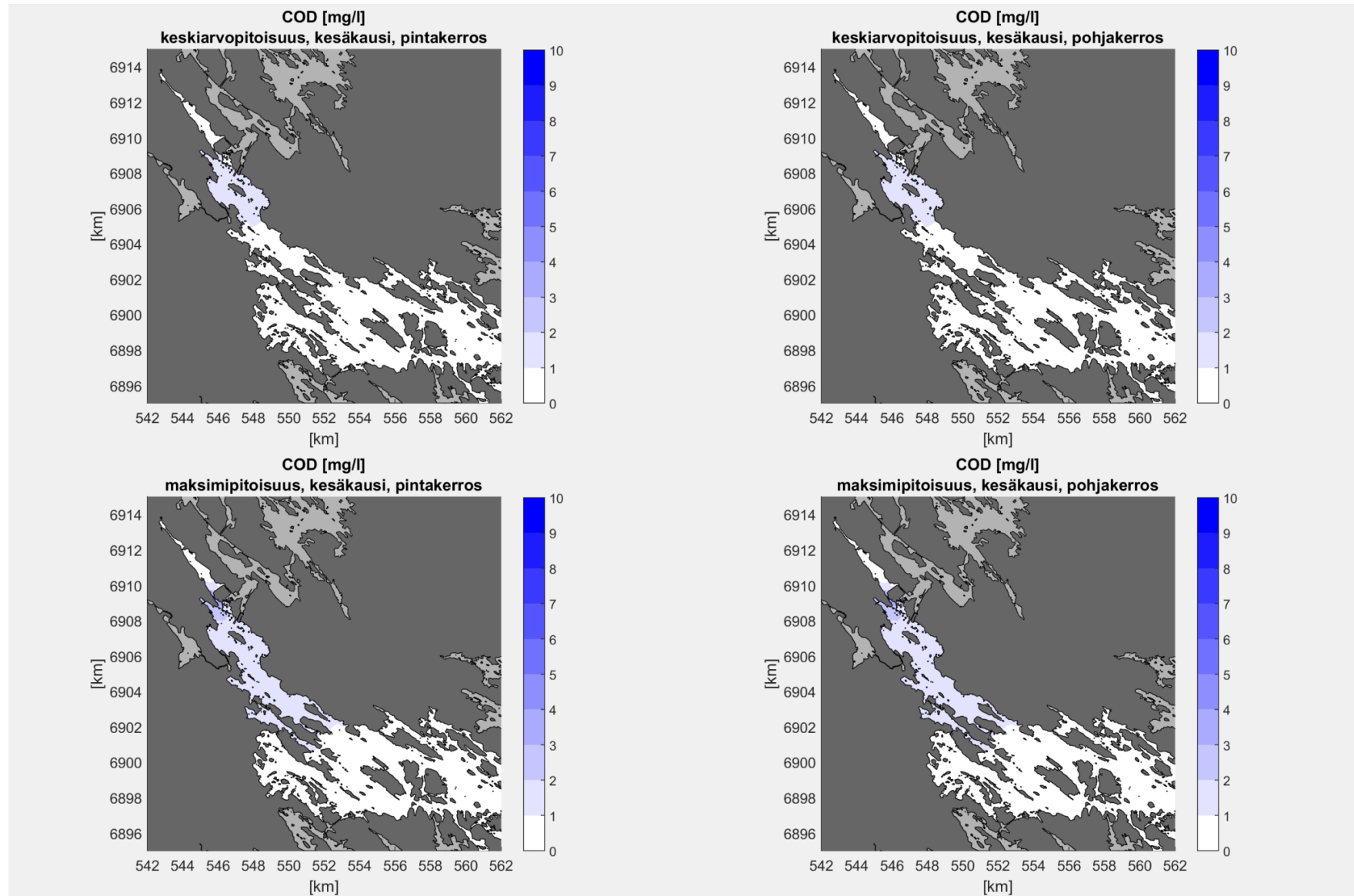
Kuva 9. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva kokonaisfosforin keskimääräinen (yläkuvat) ja maksimipitoisuus (alakuvat) pinta- ja pohjakerroksissa talvikaudella 2021. Tuloksissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen kesäkauden mittaushavainnoissa järveden kokonaisfosforipitoisuus oli keskimäärin 25 $\mu\text{g/l}$ vaihdellen välillä 3-250 $\mu\text{g/l}$ (taulukot 2-8).



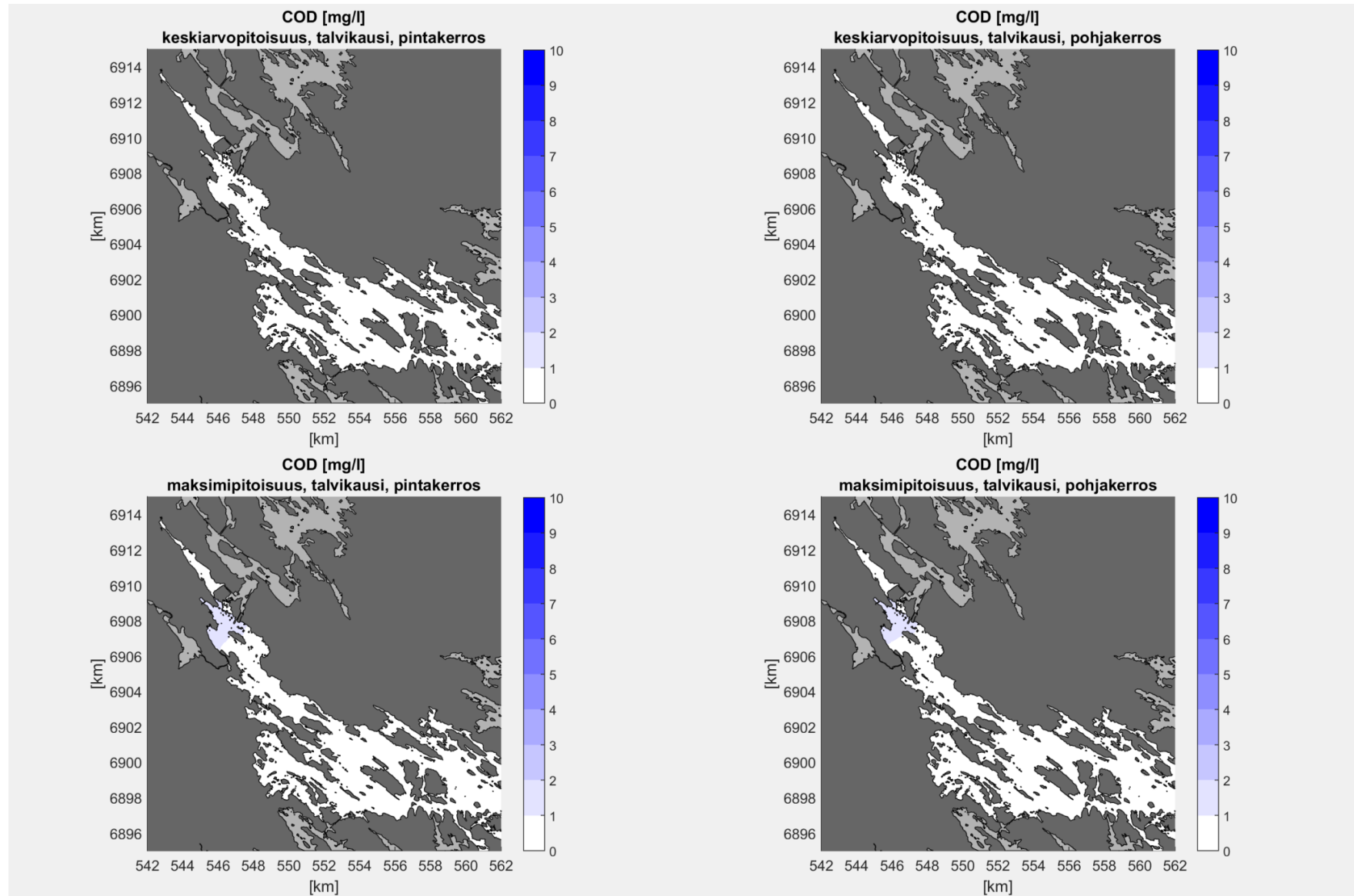
Kuva 10. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva kokonaistypen keskimääräinen (yläkuvat) ja maksimipitoisuus (alakuvat) pinta- ja pohjakerroksissa kesäkaudella 2021. Tuloksissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen kesäkauden mittaushavainnoissa järveden kokonaistyyppipitoisuus oli keskimäärin 576 µg/l vaihdellen välillä 350-2200 µg/l (taulukot 2-8).



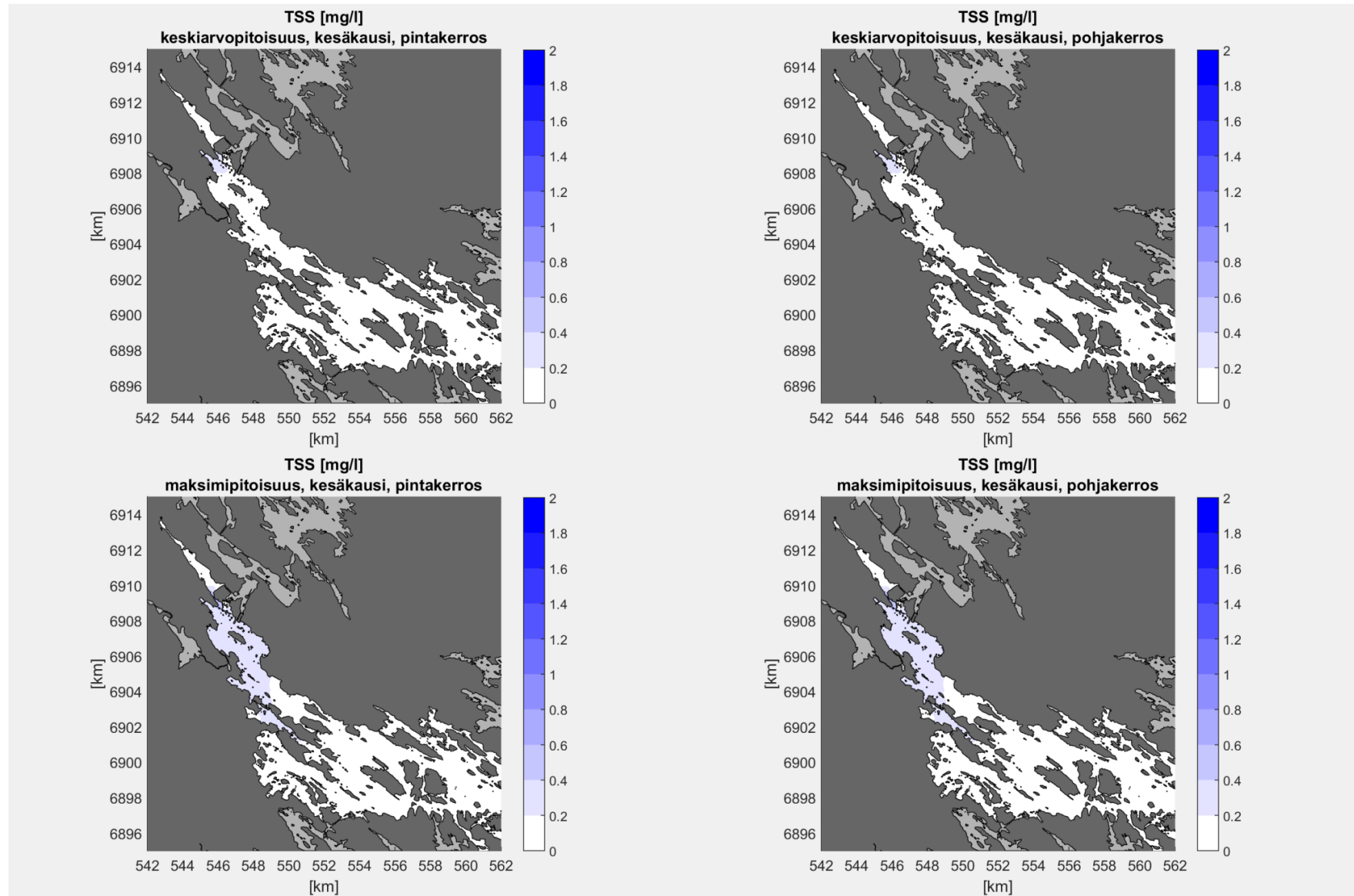
Kuva 11. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva kokonaistypen keskimääräinen (yläkuvat) ja maksimipitoisuus (alakuvat) pinta- ja pohjakerroksissa talvikaudella 2021. Tuloksissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen kesäkauden mittaushavainnoissa järveden kokonaistyyppipitoisuus oli keskimäärin 948 µg/l vaihdellen välillä 630-2000 µg/l (taulukot 2-8).



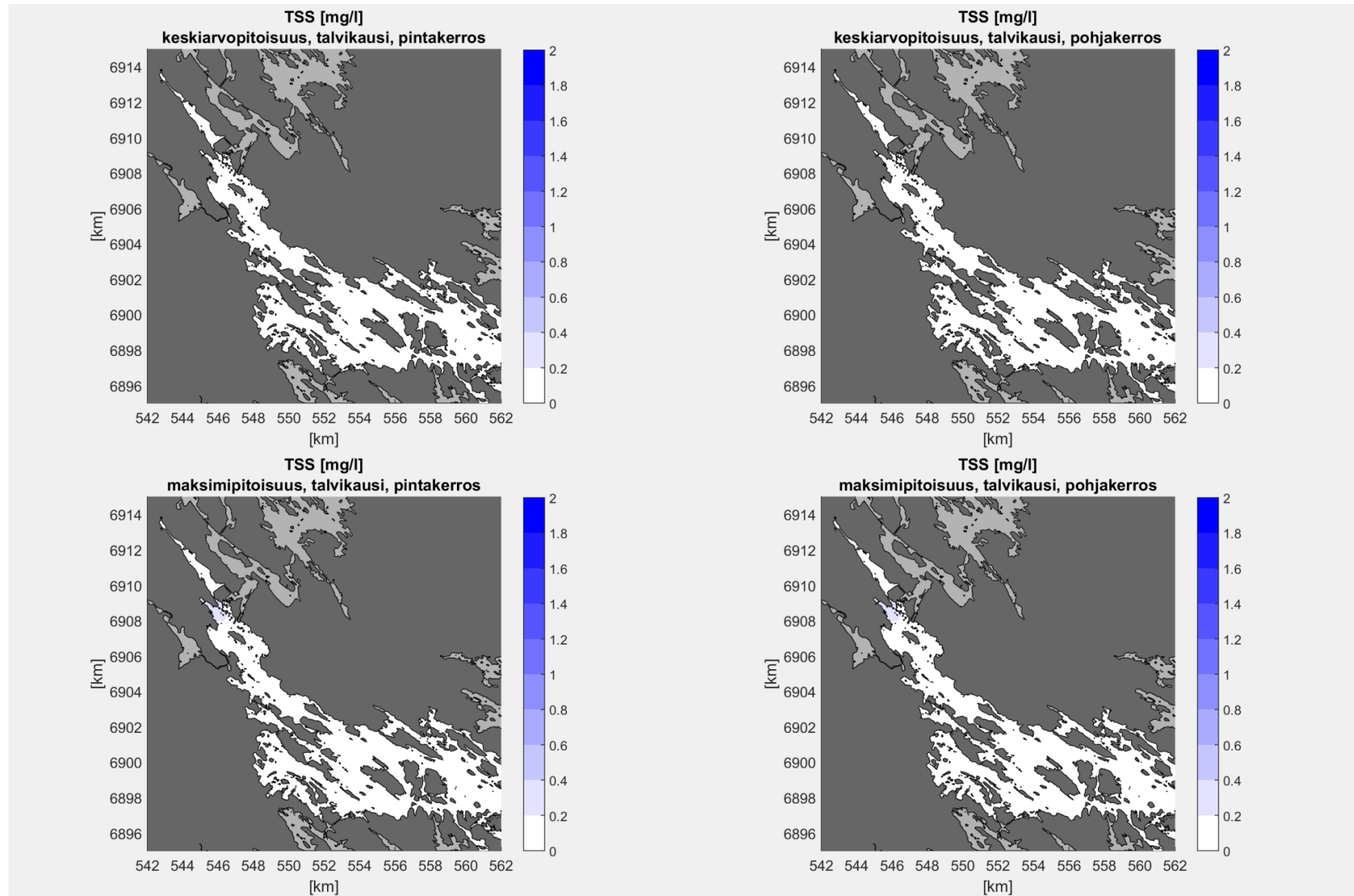
Kuva 12. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva COD-pitoisuuden keskimääräinen (yläkuvat) ja maksimipitoisuus (alakuvat) pinta- ja pohjakerroksissa kesäkaudella 2021. Tuloksissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen kesäkauden mittaushavainnoissa järveden COD-pitoisuus oli keskimäärin 9,7 mg/l vaihdellen välillä 5,7-15 mg/l (taulukot 2-8).



Kuva 13. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva COD-pitoisuuden keskimääräinen (yläkuvat) ja maksimipitoisuus (alakuvat) pinta- ja pohjakerroksissa talvikaudella 2021. Tuloksissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen talvikauden mittaushavainnoissa järveden COD-pitoisuus oli keskimäärin 9,8 mg/l vaihdellen välillä 5-20 mg/l (taulukot 2-8).



Kuva 14. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva kiintoainepitoisuuden (TSS) keskimääräinen (ylä) ja maksimipitoisuus (ala) pinta- ja pohjakerroksissa kesäkaudella 2021. Tuloksissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen kesäkauden mittaushavainnoissa järveden kiintoainepitoisuus oli keskimäärin 1,3 mg/l vaihdellen välillä 0,5-12 mg/l (taulukot 2-8).



Kuva 15. Mallinnettu tehtaan jätevesikuormituksesta aiheutuva kiintoainepitoisuuden (TSS) keskimääräinen (ylä) ja maksimipitoisuus (ala) pinta- ja pohjakerroksissa talvikaudella 2021. Tuloksissa ei huomioida muita kuormituslähteitä eikä taustapitoisuutta. Kuvissa rajatun alueen talvikauden mittaushavainnoissa järveden kiintoainepitoisuus oli keskimäärin 2,7 mg/l vaihdellen välillä 0,5-10 mg/l (taulukot 2-8).

Taulukko 2. Taulukoissa esitetään ensin Ykspuu tarkkailupisteen kohdalla mitatut vedenlaatuparametrien keskimääräiset pitoisuudet vaihteluväleiseen pinta- ja pohjakerroksissa kesäkausien (heinä-elokuu, ylempi taulukko) ja talvikausien (helmi-maaliskuu, alempi taulukko) aikana vuosina 2000-2021. Mittaustulosten alapuolella esitetään mallitulokset vastaavasta pisteestä. Ensinnä esitetään kontrollitilanteen tulokset vuoden 2021 kuormitustasolla kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista. Tämän jälkeen esitetään mallinnettu pitoisuuden muutos kontrollitilanteeseen nähden kuormitustasoilla VE0 ja VE1.



YKSPUU TARKKAILUPISTEELLÄ KESÄKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 22 KPL, SYVYYS 7,8 M								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	36	35	720	750	13,0	13,0	5,0	7,0
KA	22	21	550	536	10,6	10,4	3,0	3,4
min	14	14	400	370	8,0	8,2	0,5	2,0
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	4	4	93	93	1,9	1,9	0,3	0,3
KA	3	3	58	58	1,2	1,2	0,2	0,2
min	1	1	29	29	0,6	0,6	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	2	1	0,8	0,8	0,0	0,0
KA	1	1	3	3	0,6	0,6	0,0	0,0
min	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	2	2	43	43	1,1	1,1	0,1	0,1
KA	1	1	31	31	0,8	0,8	0,0	0,0
min	1	1	16	16	0,4	0,4	0,0	0,0

YKSPUU TARKKAILUPISTEELLÄ TALVIKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 13 KPL, SYVYYS 7,8 M								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	24	35	840	860	12,0	12,0	1,0	4,0
KA	14	19	667	676	9,9	10,8	0,6	1,6
min	8	10	470	490	7,7	8,8	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	3	3	57	57	1,2	1,2	0,2	0,2
KA	1	1	34	33	0,7	0,7	0,1	0,1
min	1	1	24	23	0,5	0,5	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	0	0	2	2	0,5	0,5	0,0	0,0
KA	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
min	0	0	1	2	0,2	0,2	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	28	28	0,7	0,7	0,0	0,0
KA	1	1	18	18	0,4	0,4	0,0	0,0
min	1	1	12	13	0,3	0,3	0,0	0,0

Taulukko 3. Taulukoissa esitetään ensin Akonniemi tarkkailupisteen kohdalla mitatut vedenlaatuparametrien keskimääräiset pitoisuudet vaihteluväleiseen pinta- ja pohjakerroksissa kesäkausien (heinä-elokuu, ylempi taulukko) ja talvikausien (helmi-maaliskuu, alempi taulukko) aikana vuosina 2000-2021. Talvikaudella pohjakerroksessa mitatut ravinnepitoisuudet ovat selvästi koholla todennäköisesti alueelle purettavien Akonniemen puhdistamon jätevesien vaikutuksesta. Mittaustulosten alapuolella esitetään mallitulokset vastaavastapisteestä. Ensimmäisessä kontrollitilanteen tulokset vuoden 2021 kuormitustasolla kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista. Tämän jälkeen esitetään mallinnettu pitoisuuden muutos kontrollitilanteeseen nähden kuormitustasoilla VE0 ja VE1.



AKONNIEMI TARKKAILUPISTEELLÄ KESÄKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 22 KPL, SYVYYS 18,5 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	34	34	660	660	13,0	13,0	6,0	6,0
KA	21	21	554	554	10,4	10,4	2,8	2,8
min	15	15	430	430	8,1	8,1	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	3	3	67	66	1,4	1,4	0,2	0,2
KA	2	2	48	48	1,0	1,0	0,2	0,2
min	1	1	26	26	0,5	0,5	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	4	4	0,6	0,6	0,0	0,0
KA	1	1	3	3	0,5	0,5	0,0	0,0
min	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	2	1	35	35	0,9	0,9	0,1	0,1
KA	1	1	25	25	0,6	0,6	0,0	0,0
min	1	1	14	14	0,4	0,4	0,0	0,0

AKONNIEMI TARKKAILUPISTEELLÄ TALVIKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 14 KPL, SYVYYS 18,5 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	18	250	720	19000	12,0	13,0	1,5	5,2
KA	13	103	582	11979	9,5	11,0	0,6	3,3
min	6	44	420	5400	5,7	8,7	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	2	2	42	41	0,9	0,9	0,1	0,1
KA	1	1	32	32	0,7	0,7	0,1	0,1
min	1	1	27	27	0,6	0,6	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	2	3	0,4	0,4	0,0	0,0
KA	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
min	1	1	1	1	0,3	0,3	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	22	22	0,5	0,5	0,0	0,0
KA	1	1	17	17	0,4	0,4	0,0	0,0
min	1	1	14	14	0,4	0,4	0,0	0,0

Taulukko 4. Taulukoissa esitetään ensin Siitinselkä 134 tarkkailupisteen kohdalla mitatut vedenlaatuparametrien keskimääräiset pitoisuudet vaihteluväleinen pinta- ja pohjakerroksissa kesäkausien (heinä-elokuu, ylempi taulukko) ja talvikausien (helmi-maaliskuu, alempi taulukko) aikana vuosina 2000-2021. Mittaustulosten alapuolella esitetään mallitulokset vastaavasta pisteestä. Ensinnä esitetään kontrollitilanteen tulokset vuoden 2021 kuormitustasolla kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista. Tämän jälkeen esitetään mallinnettu pitoisuuden muutos kontrollitilanteeseen nähden kuormitustasoilla VE0 ja VE1.



SIITINSELKÄ 134 TARKKAILUPISTEELLÄ KESÄKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 40 KPL, SYVYYS 15 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	29	50	720	2200	14,0	15,0	5,0	7,0
KA	21	27	567	1038	10,4	11,4	2,6	4,8
min	15	15	440	450	8,3	7,9	1,0	3,0
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	2	2	51	51	1,1	1,1	0,2	0,2
KA	2	2	40	40	0,8	0,8	0,1	0,1
min	1	1	20	20	0,4	0,4	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	3	3	0,5	0,5	0,0	0,0
KA	1	1	2	2	0,4	0,4	0,0	0,0
min	0	0	2	2	0,2	0,2	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	27	27	0,7	0,7	0,0	0,0
KA	1	1	21	21	0,5	0,5	0,0	0,0
min	0	0	12	12	0,3	0,3	0,0	0,0

SIITINSELKÄ 134 TARKKAILUPISTEELLÄ TALVIKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 38 KPL, SYVYYS 15 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	17	220	800	2000	12,0	20,0	2,0	12,0
KA	13	45	650	863	9,9	11,2	0,6	4,2
min	8	10	480	560	7,2	8,3	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	2	2	38	38	0,8	0,8	0,1	0,1
KA	1	1	32	32	0,7	0,7	0,1	0,1
min	1	1	26	26	0,5	0,5	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	0	0	2	2	0,4	0,4	0,0	0,0
KA	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
min	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	20	20	0,5	0,5	0,0	0,0
KA	1	1	17	17	0,4	0,4	0,0	0,0
min	1	1	14	14	0,4	0,4	0,0	0,0

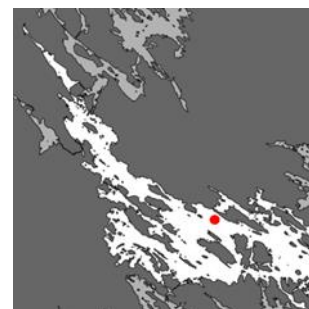
Taulukko 5. Taulukoissa esitetään ensin Tahkonselkä tarkkailupisteen kohdalla mitatut vedenlaatuparametrien keskimääräiset pitoisuudet vaihteluväleinen pinta- ja pohjakerroksissa kesäkausien (heinä-elokuu, ylempi taulukko) ja talvikausien (helmi-maaliskuu, alempi taulukko) aikana vuosina 2000-2021. Mittaustulosten alapuolella esitetään mallitulokset vastaavasta pisteestä. Ensinnä esitetään kontrollitilanteen tulokset vuoden 2021 kuormitustasolla kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista. Tämän jälkeen esitetään mallinnettu pitoisuuden muutos kontrollitilanteeseen nähden kuormitustasoilla VE0 ja VE1.



TAHKONSELKÄ TARKKAILUPISTEELLÄ KESÄKAUDELLE MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 22 KPL, SYVYYS 21,9 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	27	48	590	820	11,0	11,0	3,0	10,0
KA	20	20	443	681	8,9	8,2	2,3	2,4
min	11	13	370	500	6,4	5,7	1,0	1,0
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	26	26	0,5	0,5	0,1	0,1
KA	1	1	22	22	0,5	0,5	0,1	0,1
min	1	1	14	14	0,3	0,3	0,0	0,0
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	0	0	1	1	0,2	0,2	0,0	0,0
min	0	0	1	1	0,1	0,1	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	14	14	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	1	1	12	12	0,3	0,3	0,0	0,0
min	0	0	8	8	0,2	0,2	0,0	0,0

TAHKONSELKÄTARKKAILUPISTEELLÄ TALVIKAUDELLE MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 17 KPL, SYVYYS 21,9 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	23	40	1100	1100	20,0	10,0	1,0	6,0
KA	14	26	606	798	9,8	8,0	0,6	2,3
min	10	19	390	650	7,3	5,0	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	30	30	0,6	0,6	0,1	0,1
KA	1	1	24	24	0,5	0,5	0,1	0,1
min	1	1	14	14	0,3	0,3	0,0	0,0
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	1	1	2	2	0,2	0,2	0,0	0,0
min	0	0	1	1	0,1	0,1	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	17	17	0,4	0,4	0,0	0,0
KA	1	1	13	13	0,3	0,3	0,0	0,0
min	0	0	7	7	0,2	0,2	0,0	0,0

Taulukko 6. Taulukoissa esitetään ensin Vuoriselkä tarkkailupisteen kohdalla mitatut vedenlaatuparametrien keskimääräiset pitoisuudet vaihteluväleinen pinta- ja pohjakerroskissa kesäkausien (heinä-elokuu, ylempi taulukko) ja talvikausien (helmi-maaliskuu, alempi taulukko) aikana vuosina 2000-2021. Mittaustulosten alapuolella esitetään mallitulokset vastaavasta pisteestä. Ensinnä esitetään kontrollitilanteen tulokset vuoden 2021 kuormitustasolla kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista. Tämän jälkeen esitetään mallinnettu pitoisuuden muutos kontrollitilanteeseen nähden kuormitustasoilla VE0 ja VE1.



VUORISELKÄ TARKKAILUPISTEELLÄ KESÄKAUDELLE MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 223KPL, SYVYYS 14,3 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	29	31	690	740	12,0	11,0	6,0	5,0
KA	21	21	516	578	9,8	9,3	2,7	3,2
min	12	12	430	490	7,8	6,9	1,8	1,0
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	28	28	0,6	0,6	0,1	0,1
KA	1	1	20	20	0,4	0,4	0,1	0,1
min	0	0	10	10	0,2	0,2	0,0	0,0
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	1	1	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	0	0	1	1	0,2	0,2	0,0	0,0
min	1	1	1	1	0,1	0,1	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	14	14	0,4	0,4	0,0	0,0
KA	0	0	11	11	0,3	0,3	0,0	0,0
min	1	1	6	6	0,1	0,1	0,0	0,0

VUORISELKÄ TARKKAILUPISTEELLÄ TALVIKAUDELLE MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 15 KPL, SYVYYS 14,3 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	20	19	830	790	13,0	12,0	1,0	3,0
KA	13	15	643	684	9,7	10,1	0,5	0,8
min	5	12	380	530	7,3	8,3	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	33	33	0,7	0,7	0,1	0,1
KA	1	1	30	29	0,6	0,6	0,1	0,1
min	1	1	24	24	0,5	0,5	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
min	0	0	2	2	0,2	0,2	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	18	18	0,4	0,4	0,0	0,0
KA	1	1	16	16	0,4	0,4	0,0	0,0
min	1	1	13	13	0,3	0,3	0,0	0,0

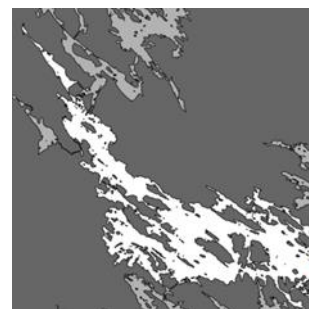
Taulukko 7. Taulukoissa esitetään ensin Saviluoto tarkkailupisteen kohdalla mitatut vedenlaatuparametrien keskimääräiset pitoisuudet vaihteluväleinen pinta- ja pohjakerroksissa kesäkausien (heinä-elokuu, ylempi taulukko) ja talvikausien (helmi-maaliskuu, alempi taulukko) aikana vuosina 2000-2021. Mittaustulosten alapuolella esitetään mallitulokset vastaavasta pisteestä. Ensinnä esitetään kontrollitilanteen tulokset vuoden 2021 kuormitustasolla kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista. Tämän jälkeen esitetään mallinnettu pitoisuuden muutos kontrollitilanteeseen nähden kuormitustasoilla VE0 ja VE1.



SAVILUOTO TARKKAILUPISTEELLÄ KESÄKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 30 KPL, SYVYYS 31,8 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	27	64	610	700	12,0	11,0	0,0	0,0
KA	19	24	491	603	9,7	9,1	0,0	0,0
min	11	13	390	510	7,6	6,8	0,0	0,0
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	24	24	0,5	0,5	0,1	0,1
KA	1	1	15	15	0,3	0,3	0,1	0,1
min	0	0	8	8	0,2	0,2	0,0	0,0
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	0	0	2	2	0,2	0,2	0,0	0,0
KA	0	0	1	1	0,1	0,1	0,0	0,0
min	1	1	1	1	0,1	0,1	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	13	13	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	0	0	8	8	0,2	0,2	0,0	0,0
min	1	1	5	5	0,1	0,1	0,0	0,0

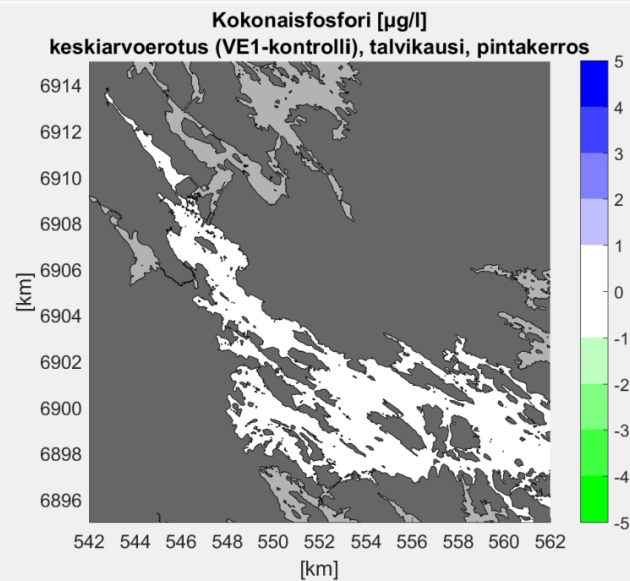
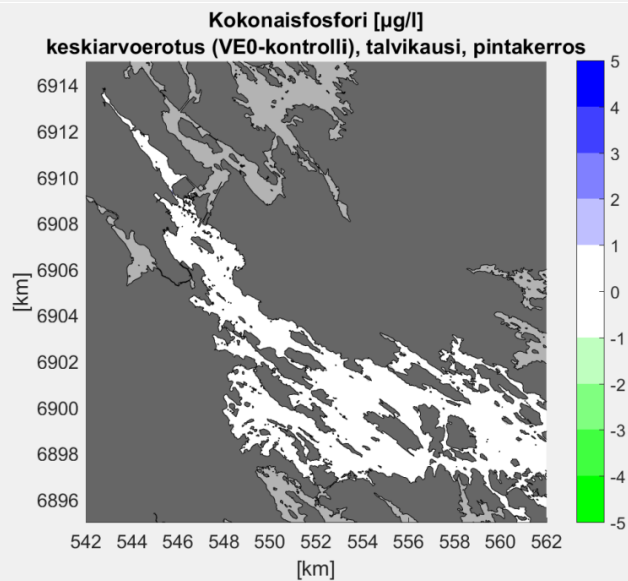
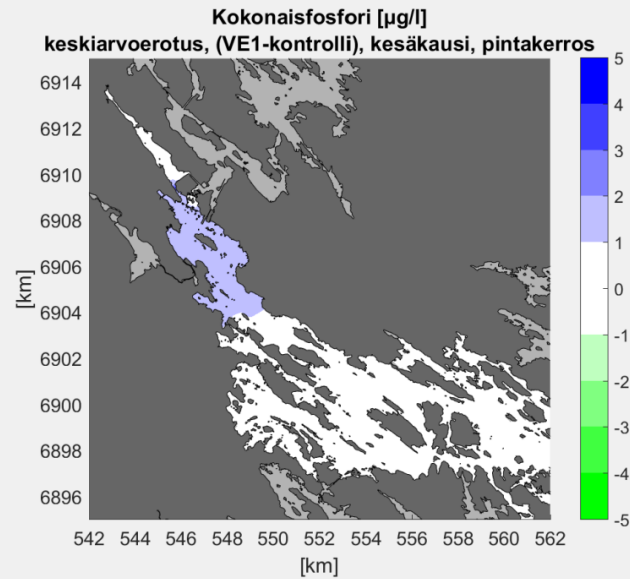
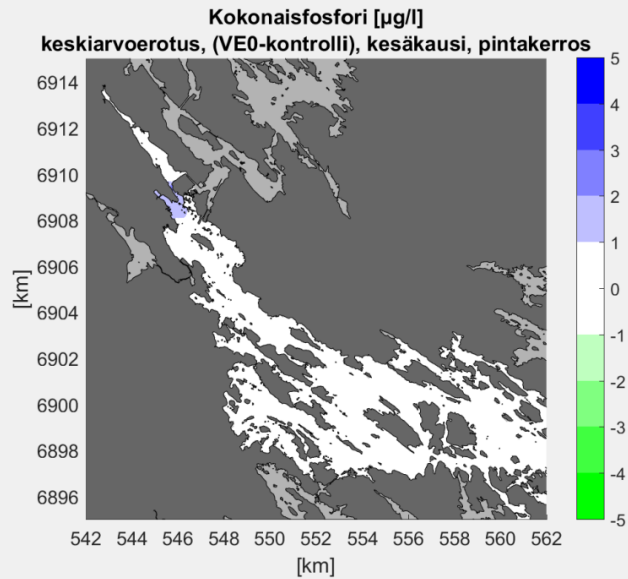
SAVILUOTO TARKKAILUPISTEELLÄ TALVIKAUDELLA MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 19 KPL, SYVYYS 31,8 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	24	46	820	830	13,0	12,0	0,0	0,0
KA	13	30	634	701	9,9	9,3	0,0	0,0
min	3	21	400	590	7,1	7,5	0,0	0,0
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	30	30	0,6	0,6	0,1	0,1
KA	1	1	26	25	0,5	0,5	0,1	0,1
min	1	1	20	18	0,4	0,4	0,1	0,1
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	2	2	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	1	1	2	2	0,3	0,2	0,0	0,0
min	0	0	1	2	0,2	0,2	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	1	1	17	17	0,4	0,4	0,0	0,0
KA	1	1	14	13	0,3	0,3	0,0	0,0
min	0	0	11	11	0,3	0,2	0,0	0,0

Taulukko 8. Taulukoissa esitetään ensin Kuokanselkä tarkkailupisteen kohdalla mitatut vedenlaatuparametrien keskimääräiset pitoisuudet vaihteluväleinen pinta- ja pohjakerroksissa kesäkausien (heinä-elokuu, ylempi taulukko) ja talvikausien (helmi-maaliskuu, alempi taulukko) aikana vuosina 2000-2021. Mittaustulosten alapuolella esitetään mallitulokset vastaavasta pisteestä. Ensinnä esitetään kontrollitilanteen tulokset vuoden 2021 kuormitustasolla kuvaten pitoisuutta, mikä on tehtaalta purettavien jätevesien osuus mitatuista pitoisuuksista. Tämän jälkeen esitetään mallinnettu pitoisuuden muutos kontrollitilanteeseen nähden kuormitustasoilla VE0 ja VE1.

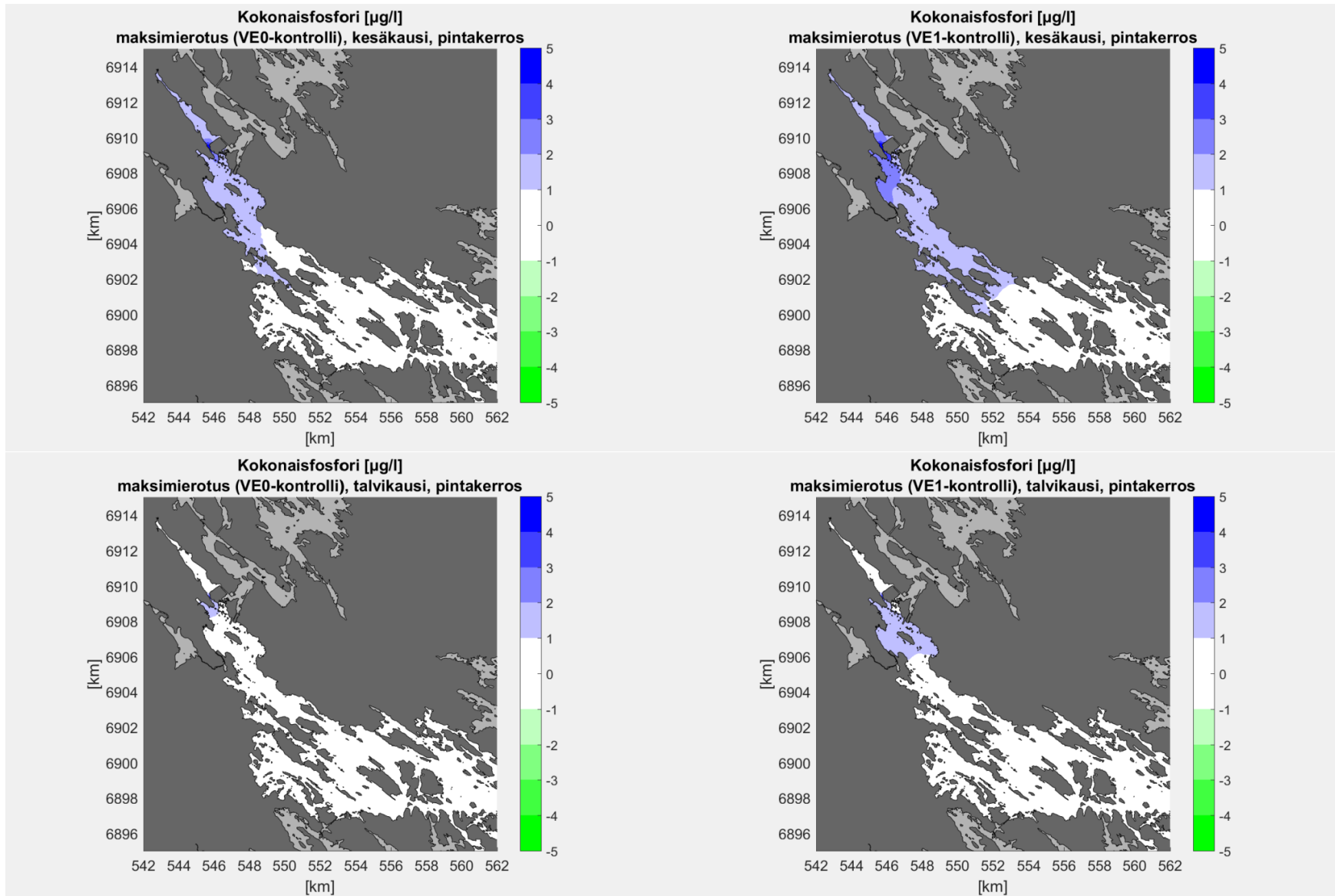


KUOKANSELKÄ TARKKAILUPISTEELLÄ KESÄKAUDELLE MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 23 KPL, SYVYYS 28 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	25	24	540	590	10,0	10,0	3,0	1,6
KA	16	14	444	512	9,0	8,4	1,6	0,8
min	9	9	350	450	7,6	6,6	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	11	12	0,2	0,2	0,0	0,0
KA	0	0	3	3	0,1	0,1	0,0	0,0
min	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	0	0	1	0	0,1	0,1	0,0	0,0
KA	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
min	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	0	0	6	6	0,1	0,2	0,0	0,0
KA	0	0	2	2	0,0	0,0	0,0	0,0
min	0	0	1	1	0,0	0,0	0,0	0,0

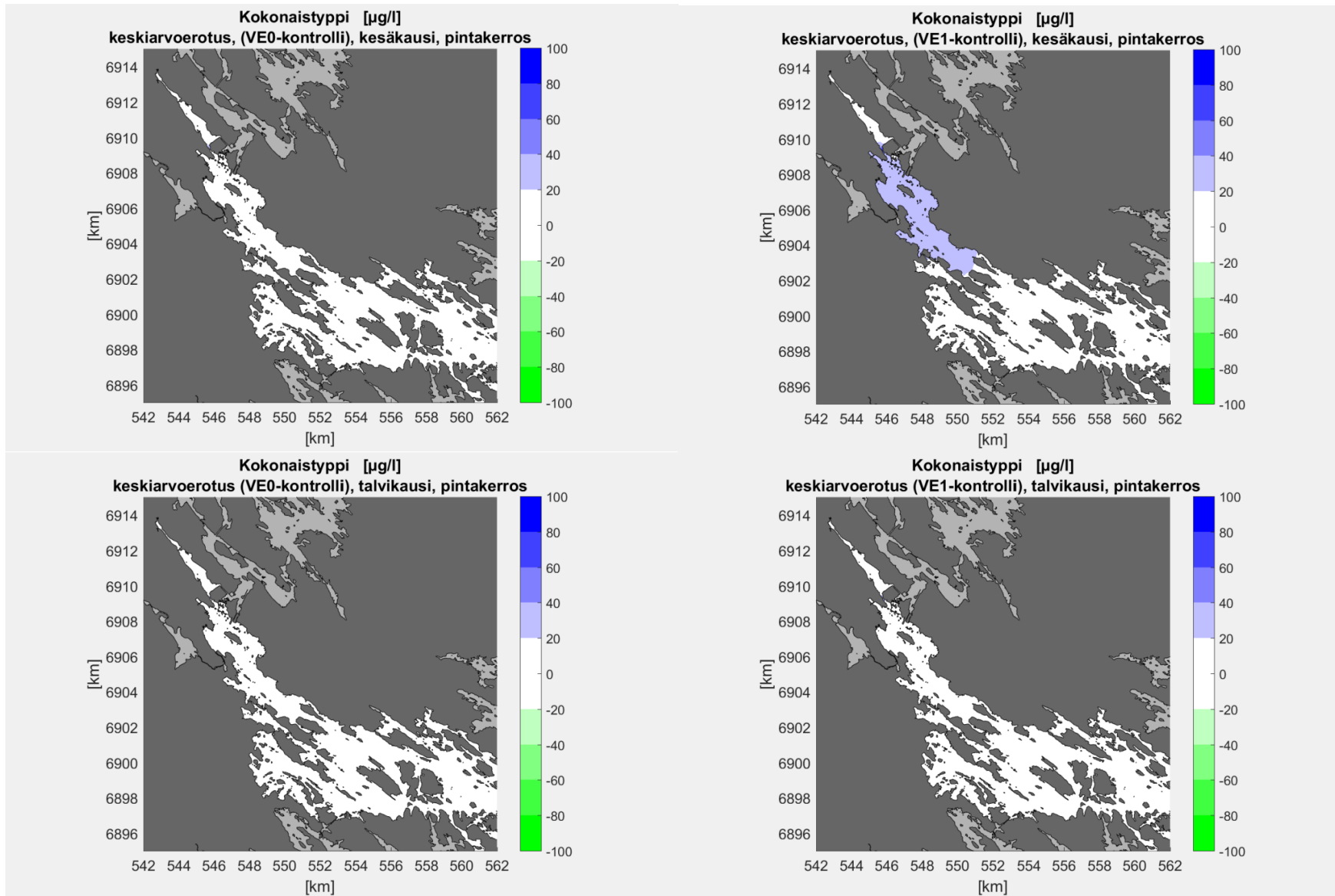
KUOKANSELKÄ TARKKAILUPISTEELLÄ TALVIKAUDELLE MITATTU PITOISUUS 2000-2021, HAVAINTOJA 17 KPL, SYVYYS 28 m								
	Kok-P pinta [µg/l]	Kok-P pohja [µg/l]	Kok-N pinta [µg/l]	Kok-N pohja [µg/l]	COD pinta [mg/l]	COD pohja [mg/l]	TSS pinta [mg/l]	TSS pohja [mg/l]
maks	18	20	770	630	12,0	11,0	1,0	2,0
KA	10	14	522	567	9,0	9,0	0,5	0,6
min	7	8	370	460	7,2	7,5	0,5	0,5
KONTROLLITILANTEESSA MALLINNETTU JÄTEVESIKUORMITUKSESTA AIHEUTUVA OSA MITATUSTA PITOISUUDESTA								
maks	1	1	14	14	0,3	0,3	0,0	0,0
KA	0	0	11	8	0,2	0,2	0,0	0,0
min	0	0	7	4	0,1	0,1	0,0	0,0
VE0 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	0	0	1	1	0,1	0,1	0,0	0,0
KA	0	0	1	0	0,1	0,1	0,0	0,0
min	0	0	1	0	0,1	0,0	0,0	0,0
VE1 KUORMITUSTASOLLA MALLINNETTU PITOISUUDEN LISÄYS KONTROLLITILANTEeseen NÄHDEN								
maks	0	0	7	8	0,2	0,2	0,0	0,0
KA	1	0	6	4	0,1	0,1	0,0	0,0
min	0	0	4	2	0,1	0,1	0,0	0,0



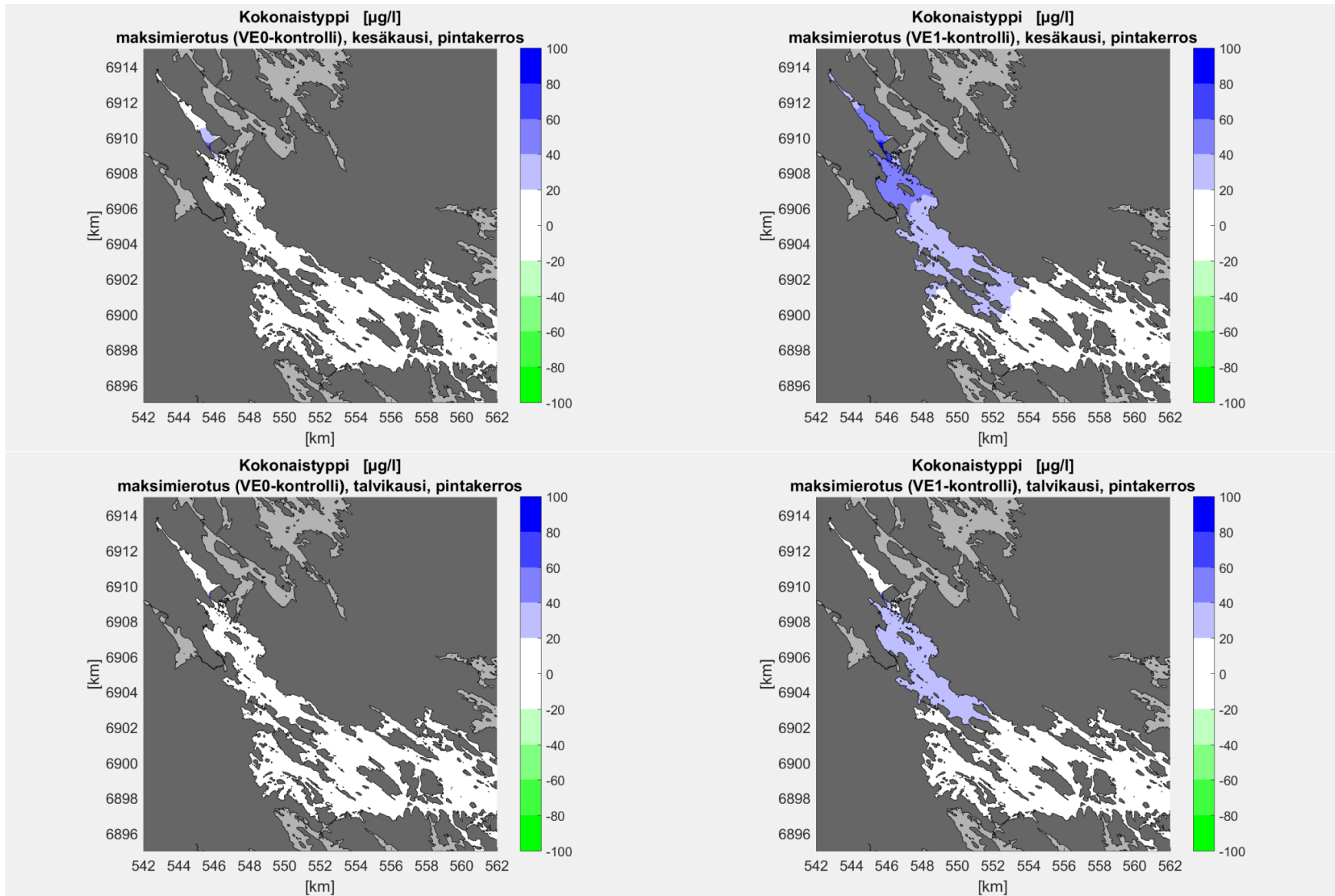
Kuva 16. Mallinnettu järiveden pintakerroksen keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuvat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu kokonaisfosforipitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin $21 \mu\text{g/l}$ ja talvikaudella $13 \mu\text{g/l}$.



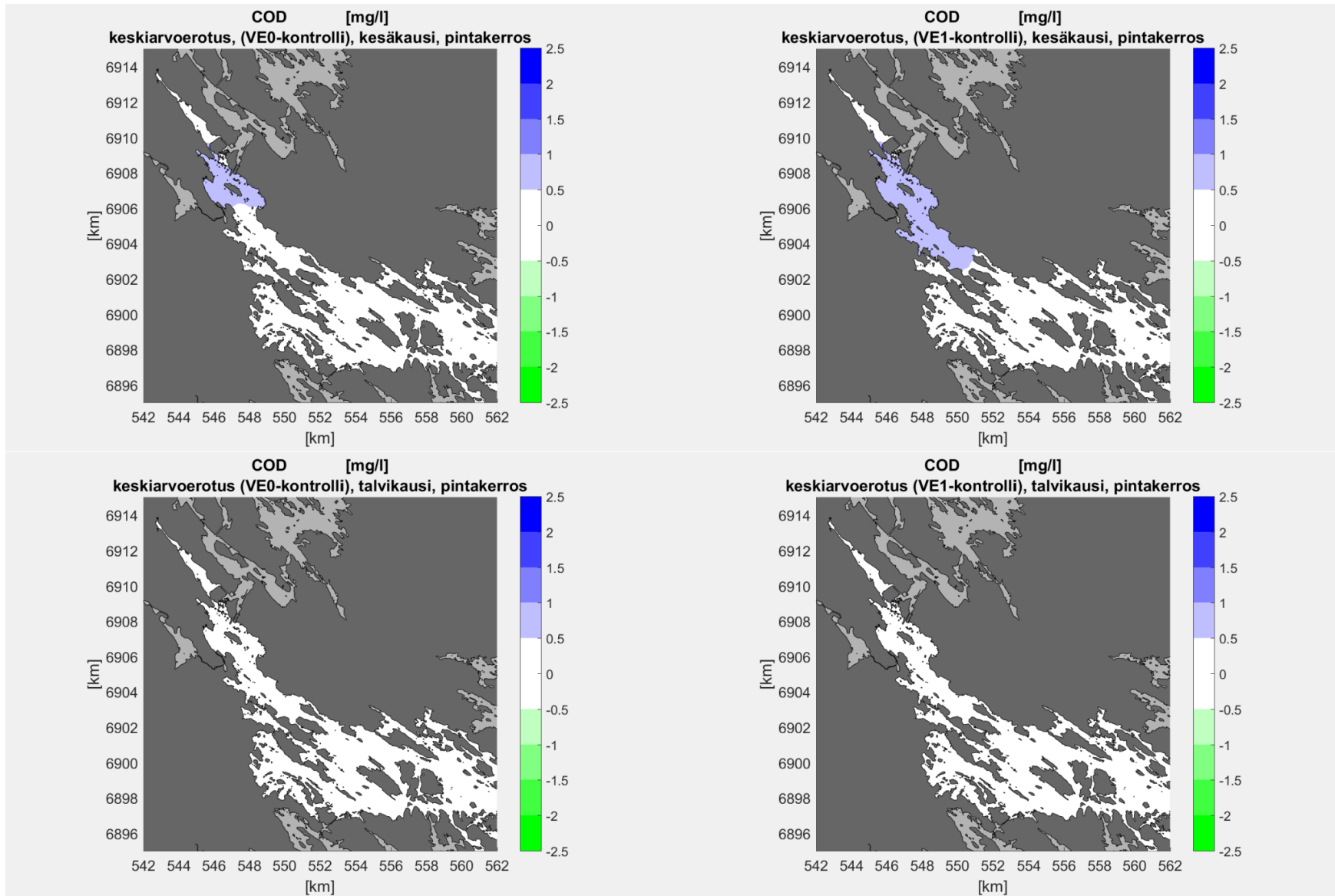
Kuva 17. Mallinnettu järveden pintakerroksen kokonaisfosforin maksimipitoisuuden muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuvat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu kokonaisfosforipitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin 21 $\mu\text{g/l}$ ja talvikaudella 13 $\mu\text{g/l}$.



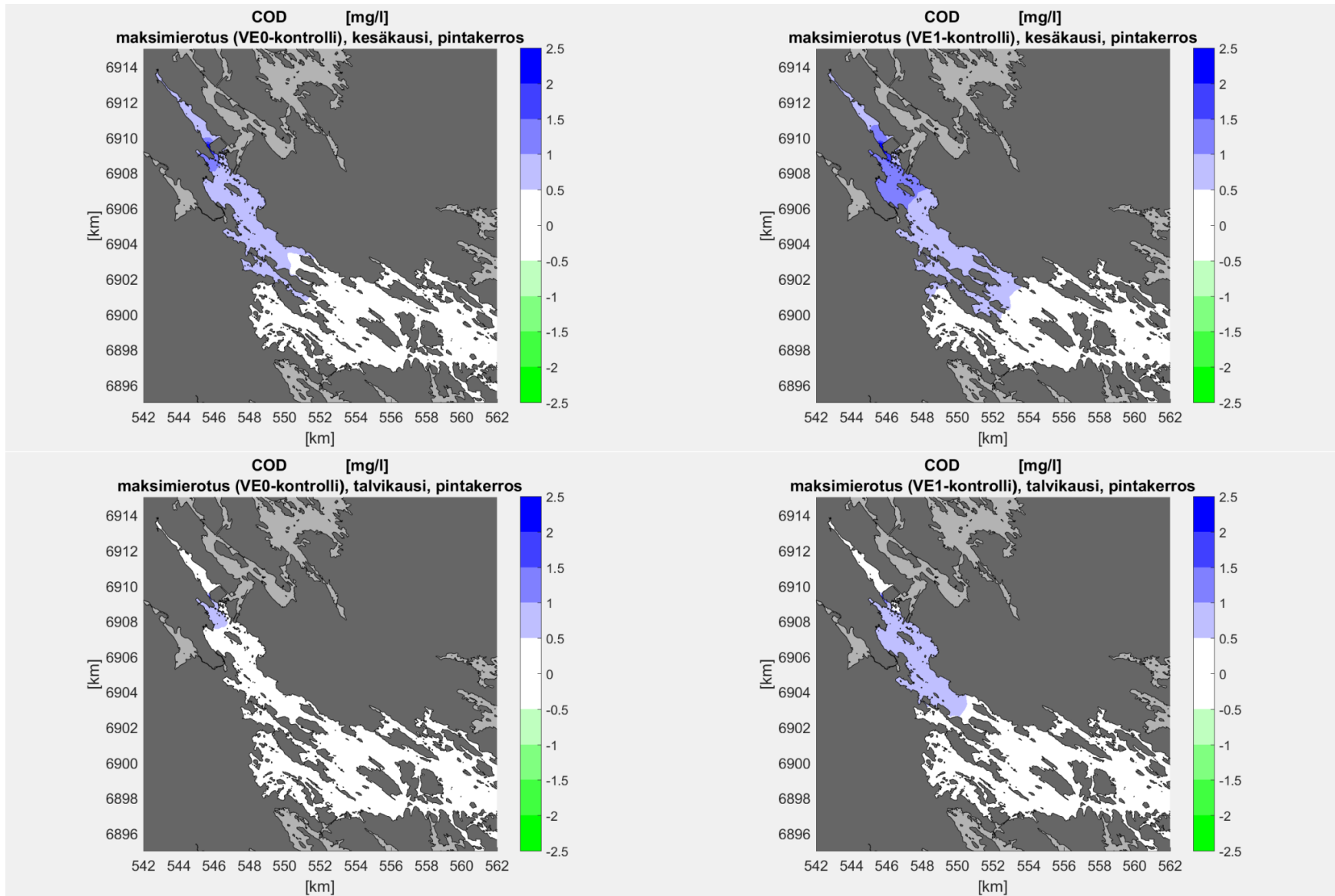
Kuva 18. Mallinnettu järveden pintakerroksen keskimääräisen kokonaistyyppipitoisuuden muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuvat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu kokonaistyyppipitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin 557 µg/l ja talvikaudella 633 µg/l.



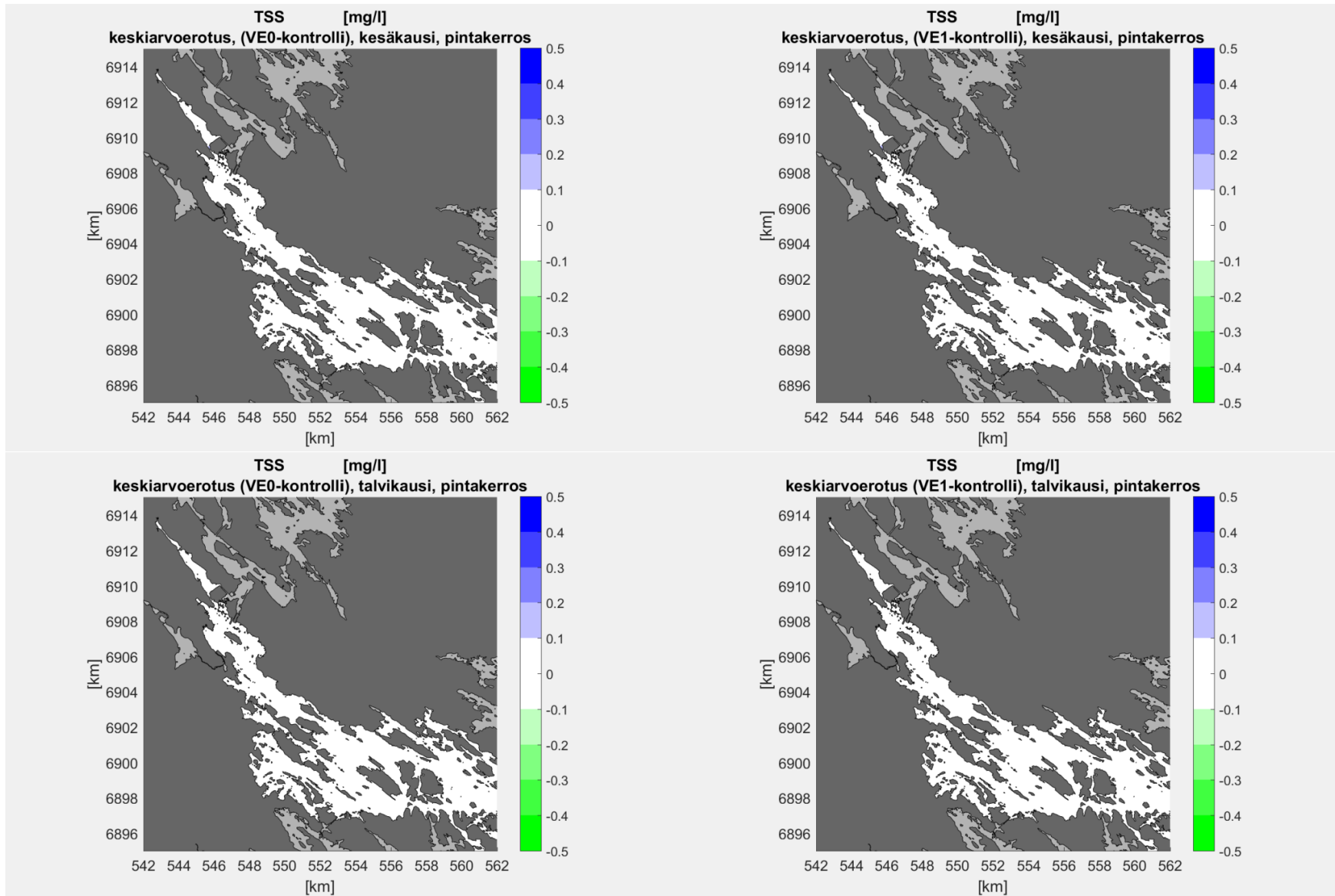
Kuva 19. Mallinnettu järveden pintakerroksen kokonaistyyppien maksimipitoisuuden muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuva) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu kokonaistyyppipitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin 557 µg/l ja talvikaudella 633 µg/l.



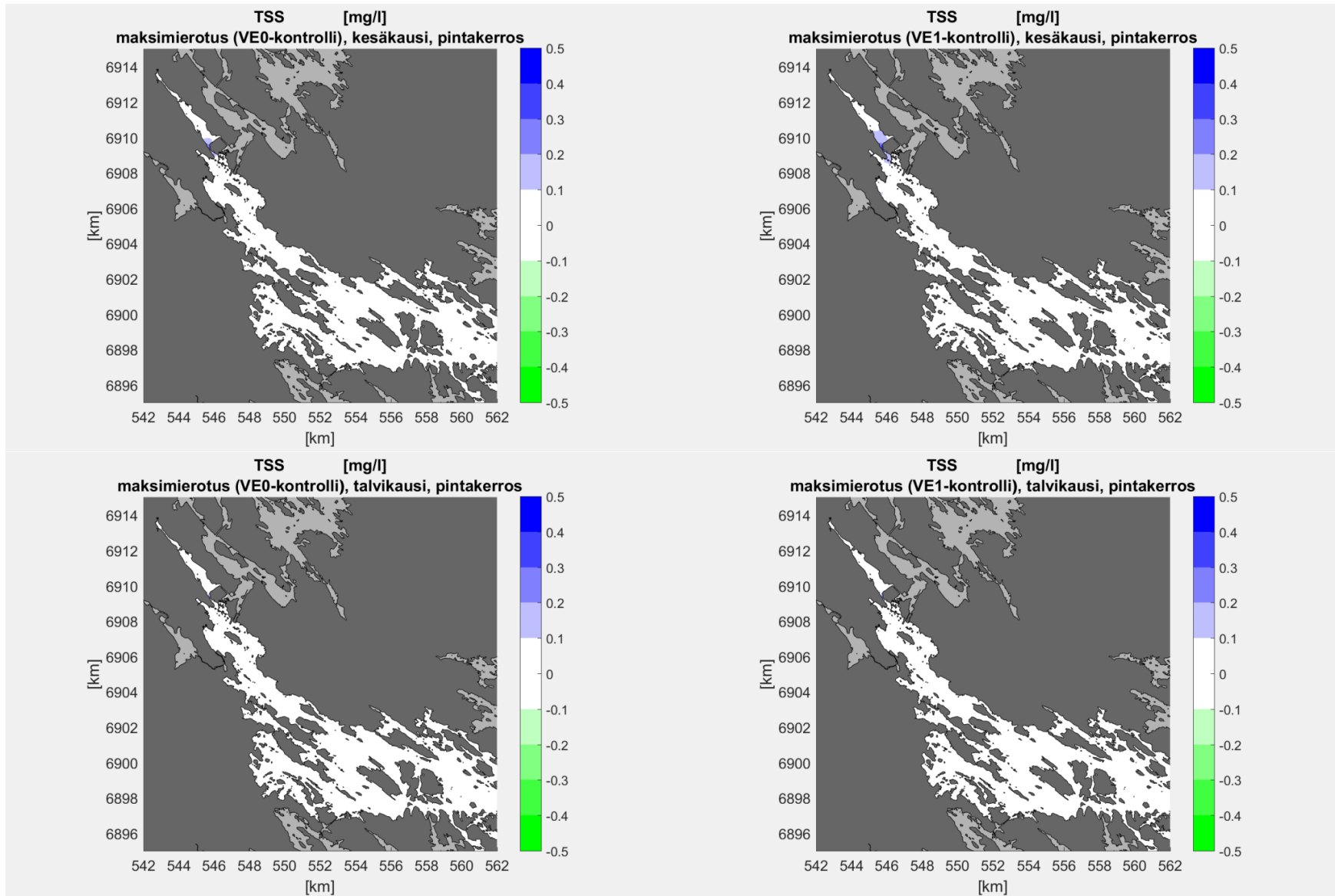
Kuva 20. Mallinnettu järviveden pintakerroksen keskimääräisen kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuuden (COD) muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuvat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu COD-pitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin 10,4 mg/l ja talvikaudella 9,8 mg/l.



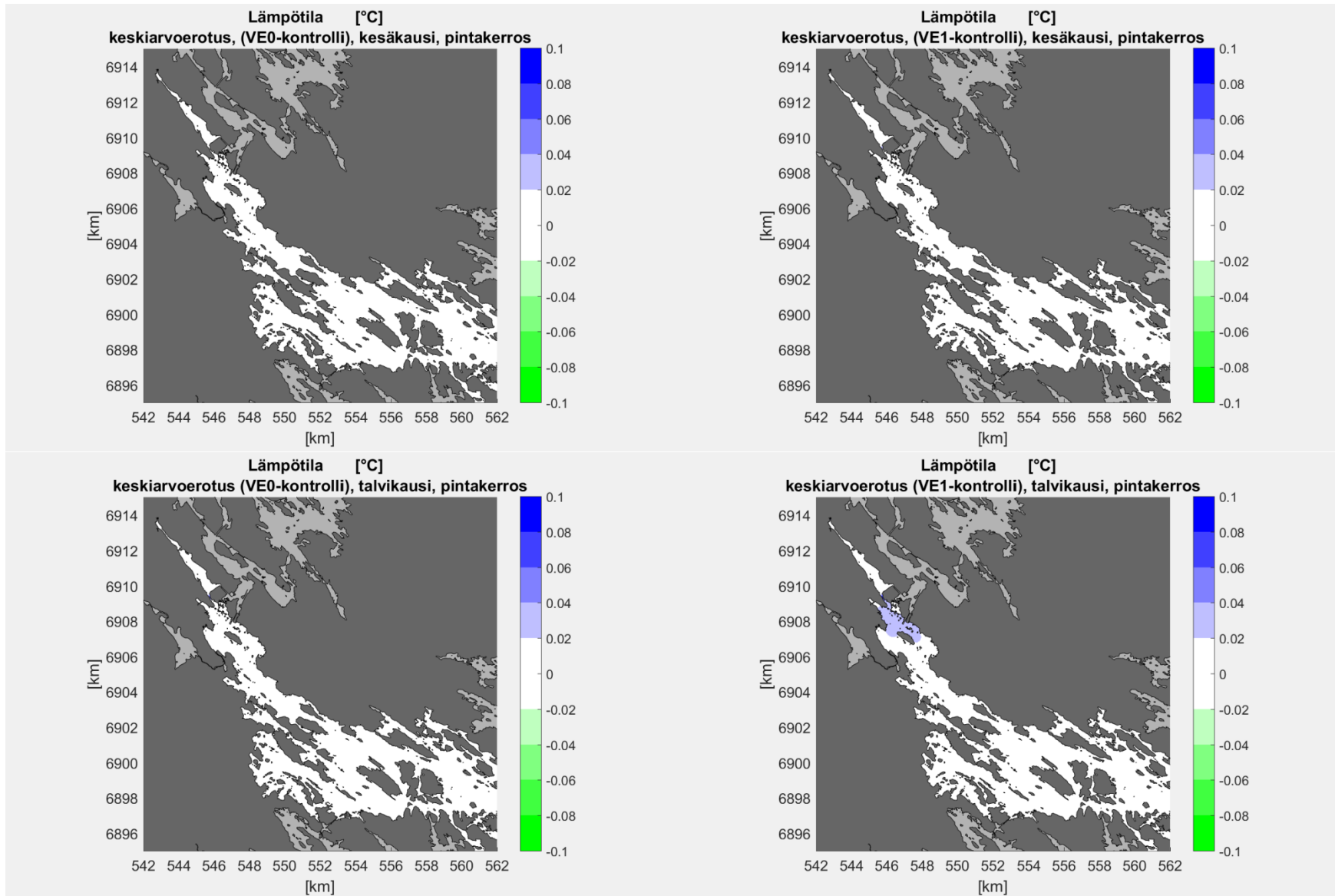
Kuva 21. Mallinnettu järveden pintakerroksen kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuuden (COD) maksimipitoisuuden muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakovat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu COD-pitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin 10,4 mg/l ja talvikaudella 9,8 mg/l.



Kuva 22. Mallinnettu järveden pintakerroksen keskimääräisen kiintoainepitoisuuden (TSS) muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuvat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu kiintoainepitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin 2,9 mg/l ja talvikaudella 0,6 mg/l.



Kuva 23. Mallinnettu järviveden pintakerroksen kiintoainepitoisuuden (TSS) maksimipitoisuuden muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuvat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen. Siitinselän alueella pintakerroksen mitattu kiintoainepitoisuus oli kesäkaudella keskimäärin 2,9 mg/l ja talvikaudella 0,6 mg/l.



Kuva 24. Mallinnettu järviveden pintakerroksen keskimääräisen lämpötilan muutos kuormitustasolla VE0 (kuvat vasemmalla) ja VE1 (kuvat oikealla) kesäkaudella 2021 (yläkuvat) ja talvikaudella 2021 (alakuvat) verrattaessa tuloksia kontrollitilanteeseen

