

Liite 10

Afry Finland Oy

Vedenlaadun mallinnus Inkoon merialueella
Blastr Green Steel jäähdytysvesivaihtoehtojen
vedenlaatuvaikutusten arviointi

Vedenlaadun mallinnus Inkoon merialueella

Blastr Green Steel jäähdytysvesivaihtoehtojen vedenlaatuvaikutusten arviointi

10.12.2024, v2

Asiakas:

Projektinumero:

Sisällysluettelo

1	Johdanto	3
2	Laskentamalli	3
3	Lähtötiedot	3
3.1	Reunaehto	3
3.2	Jokikuormitukset	4
3.3	Pistekuormitukset	4
4	Nykytilan vedenlaatulaskenta	5
4.1	Malliasetukset	5
4.2	Nykytilan laskentatulosten vertailu mittauksiin	5
5	Skenaariolaskennat	10
5.1	Laskentaskenaariot ja kuormitukset	10
5.2	PTOT pitoisuus eri skenaarioilla	11
5.3	NTOT pitoisuus eri skenaariolla	14
5.4	SSSED pitoisuus eri skenaarioilla	17
5.5	Pitoisuusnousut karttapohjalla	19
6	Yhteenveto	26
7	Lähdeluettelo	27

AFRY Finland Oy,
Ympäristötutkimus,
Elektroniikkatie 13
90590 OULU

Copyright © AFRY Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

1 Johdanto

Tämän työn tavoitteena oli selvittää Inkoon Joddbölen alueelle suunnitellun terästehtaan jätevesipäästöjen vaikutusta alueen meriveden laatuun kokonaisravinteiden ja kiintoaineen osalta. Arviointi tehtiin konstruoimalla alueelle virtaus- ja vedenlaatumalli, jolla kuormituksen vaikutus laskettiin. Työn sisältö oli seuraava:

- 1) Vedenlaatumallin laatiminen kohdealueelle.
- 2) Nykytilan (tilanne ilman kuormitusta) laskenta.
- 3) Kuormitusten vaikutusten laskenta eri skenaariovaihtoehdoilla.

2 Laskentamalli

Vedenlaatulaskenta perustuu aikaisemmin alueelta laadittuun virtausmalliin, josta on tarkempi esitys raportissa ”Lämpöpäästön mallinnus Inkoon merialueella” (AFRY 2024). Vedenlaatumuuttujista on tässä laskettu kokonaisfosfori (PTOT), kokonaistyyppi (NTOT) ja kiintoaine (SSED).

Vedenlaatu lasketaan sijoittamalla malliin alueen kuormitukset, ts. joki- ja pistekuormat, minkä jälkeen aineiden kulkeutuminen ja sekoittuminen vedessä lasketaan käyttämällä aikaisemmin virtausmallilla laskettua virtausdataa. Tuloksena saadaan ainepitoisuudet koko laskenta-alueen kaikista pisteistä ajan suhteen.

Hankaluuksia vedenlaatulaskennassa aiheuttaa tyypillisesti huonosti tunnetut kuormituslähteen, esim. avomereltä alueelle kulkeutuvat pitoisuuksista ei tyypillisesti ole saatavilla tarkkaa tietoa. Lisäksi rannikkoalueella on monesti kuormituslähteitä, joiden suuruudesta ei ole tarkkaa tietoa, esimerkiksi sisäinen kuormitus, laivaliikenteen potkurivirtojen aiheuttama kuormitus ja lähivaluma-alueilta mereen päätyvä kuormitus.

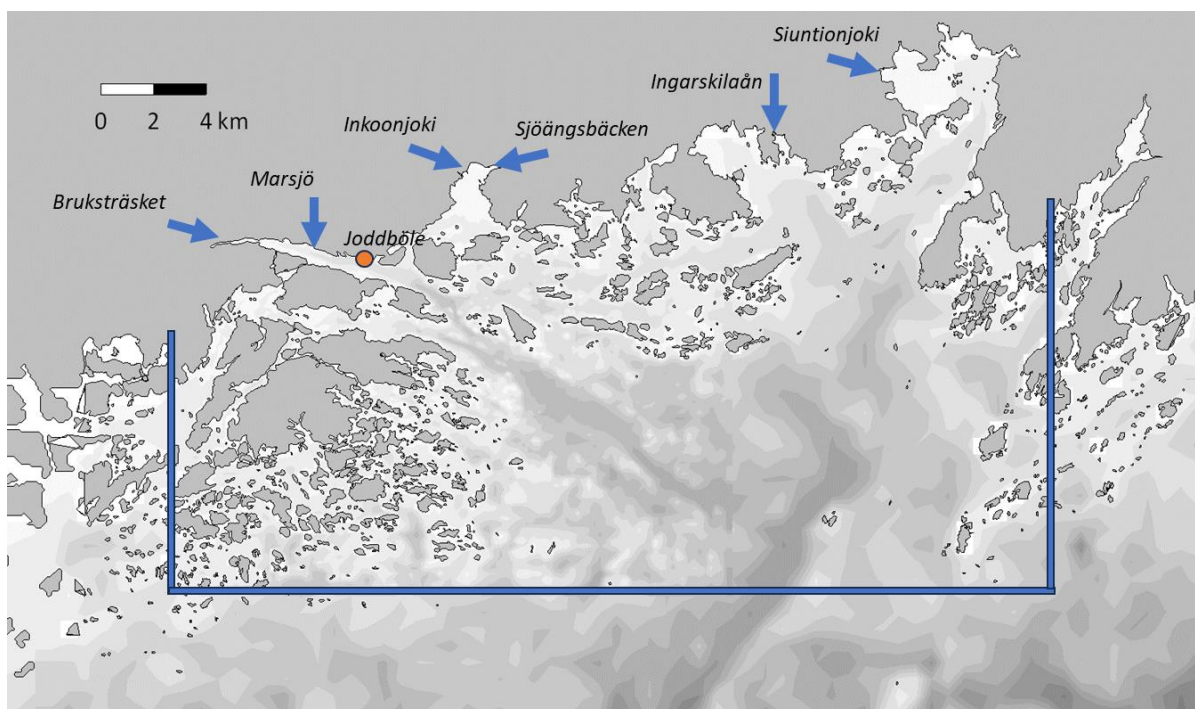
3 Lähtötiedot

Keskeisiä tietoja vedenlaatulaskennassa ovat kuormitukset, ts. kuormitusten suuruus ja ajoittuminen. Kuormituslähteitä rannikkoalueilla ovat jokien tuoma kuormitus, pohja-kuormitus, pistekuormitukset, muilta alueilta kohdealueelle kulkeutuva kuormitus ja ilmasaskeuma. Pienempiä, mutta paikallisesti mahdollisesti merkittäviä kuormituksia ovat mm. haja-asutuksen kuormitus, pienten ojien ja purojen tuoma kuormitus sekä laivaliikenteen potkurivirtojen aiheuttama samentuma. 2018–2019 Norrfjärdenin alueella tehtiin Baltic Connector – kaasuputken vesirakennustöitä, mistä aiheutui paikallista samentumaa ja mahdollisesti myös ravinnepitoisuuksien nousua.

3.1 Reunaehto

Reunaehtojen avulla pyritään ottamaan huomioon muilta vesialueilta kohdealueelle kulkeutuva kuormitus. Malliin ei siis sisällytetty koko Suomenlahden alueen kuormituksia, vaan avomereltä kulkeutuvan kuormituksen vaikutus huomioitiin rajaamalla malliin alue, jonka reunalle asetettiin avomeren pitoisuuksia edustava reunapitoisuus. Reunapitoisuus asetettiin Suomenlahden seurantapistteeltä Berggrund_148 mitattujen pitoisuuksien mukaisesti. Reunapitoisuus jaettiin kahteen syvyysvyöhykkeeseen, 0–25 m ja syvempi kuin 25 m. Pitoisuusmittauksia oli avovesiajalta (huhti-marraskuu) noin

kuukauden välein. Seurantapiste Berggrund_148 sijaitsee Porkkalanniemen itäpuolella noin 40 km etäisyydellä kohdealueesta avoimella merialueella. Reunapitoisuusrajan sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Reunaehdon sijainti, jokien kuormituspaikat ja pistekuormitukset

3.2 Jokikuormitukset

Malliin lisättiin taulukon 1 mukaiset jokikuormitukset. Mukaan otettiin kartalta poimitut suurimmat joet ja uomat, joille löytyi kuormitustiedot. Jokikuormitukset haettiin SYKE:n Vemala-järjestelmästä. Jokikuormitusten paikat mallissa on esitetty kuvassa 1.

Taulukko 1. Kohdealueelle laskevat suuremmat joet, keskivirtaamat ja keskimääräinen vuosikuormitus (kg/d) jaksolta 2015–2020 lasketuille vedenlaatumuuttujille.

Joki	Q	PTOT	NTOT	SSED
	m ³ /s	kg/d	kg/d	kg/d
Bruksträsk lasku-uoma	0.56	3.4	64.3	1156
Marsjö lasku-uoma	0.21	1.1	18.4	369
Inkoonjoki	0.50	4.5	75.8	1456
Sjöängsbäcken	0.09	1.4	19.5	447
Ingarskilaån	2.06	21.0	297.0	8089
Siuntionjoki	5.55	47.5	848.0	16768

3.3 Pistekuormitukset

Kohdealueella oli nykytilassa yksi pistekuormitus, Joddbölen puhdistamo, jonka purku sijaitsee Fagervikenin - Norrfjärdenin alueella. Pikkalan alueen pistekuormitusten vaikutus arvioitiin pieneksi, eikä niitä lisätty malliin. Joddbölen puhdistamolle käytettiin puhdistamon seurantaraportista poimittuja vuosikuormia, kokonaisfosforikuormitus oli

jaksolla 2018–2020 keskimäärin 0,11 kg/d, tyyppikuormitus 16,7 kg/d ja kiintoainekuormitus 14 kg/d.

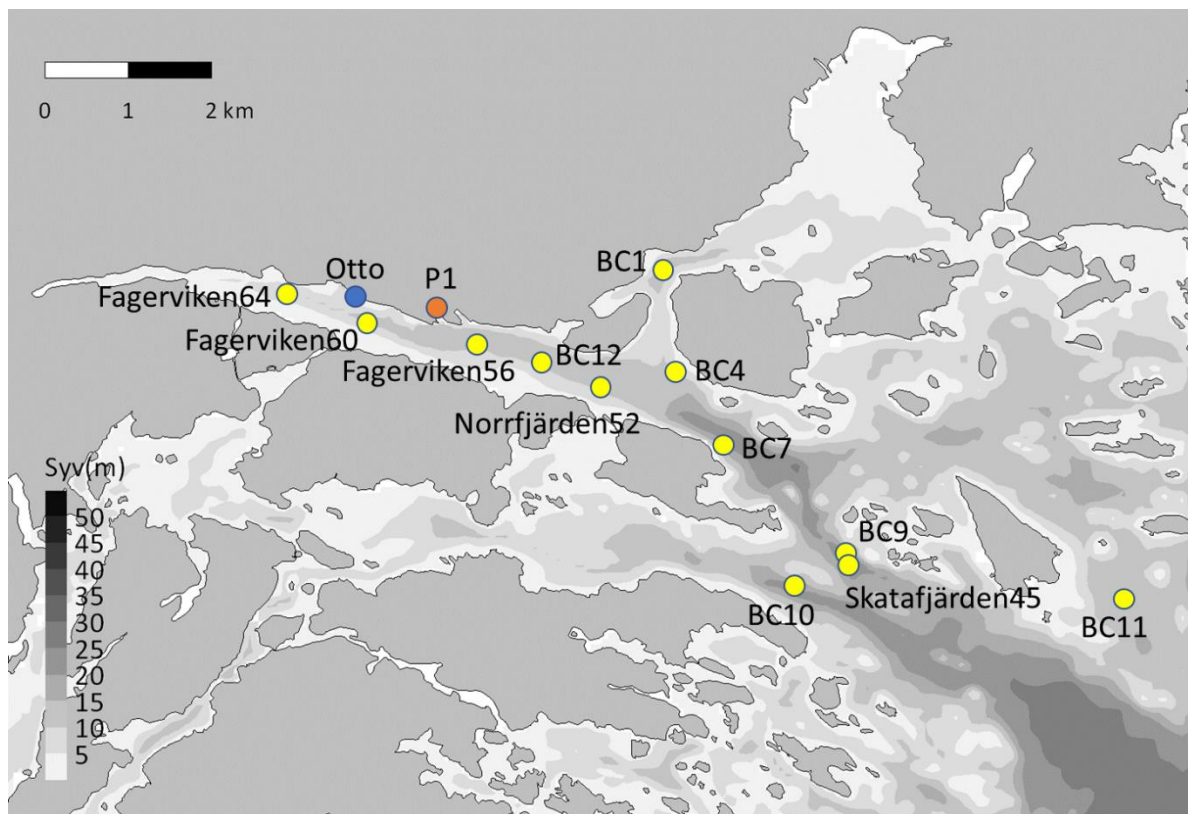
4 Nykytilan vedenlaatulaskenta

4.1 Malliasetukset

Vedenlaatumuuttujat laskettiin siten, että ainut huomioitu prosessi oli laskeutuminen ja sedimentoituminen pohjaan. Parametrina tälle prosessille on laskeutumisnopeus. Kokonaisfosforille käytettiin tässä laskeutumisnopeutta 4 cm/d, kokonaistypelle nopeutta 3 cm/d, ja kiintoaineelle 13 cm/d. Kokonaisravinteet jakautuvat liukoiseen ja kiintoaineeseen sitoutuneisiin osuuksiin, tässä käytetty kokonaisravinteiden laskentatapa sopii parhaiten ravinteiden kiintoaineeseen sitoutuneelle osuudelle.

4.2 Nykytilan laskentatulosten vertailu mittauksiin

Mallin laskennan tarkistamiseksi laskettuja pitoisuusarvoja verrattiin alueen seuranta-pisteissä mitattuihin arvoihin. Vertailussa käytettyjen mittauspisteiden paikat on esitetty kuvassa 2. Kuvissa 4–6 on esitetty valituista seurantapisteistä lasketut ja mitatut PTOT, NTOT ja kiintoainepitoisuudet vuosien 2018 ja 2019 laskentajaksoilta. Näiltä vuosilta oli saatavilla poikkeuksellisen runsaasti mittauksia (BC-pisteet). Tiheän näytteenoton jakso oli alkuvuodesta 2018 vuoden 2019 heinäkuun loppuun. Kiintoainepitoisuus on arvioitu samentuman mittauksista.



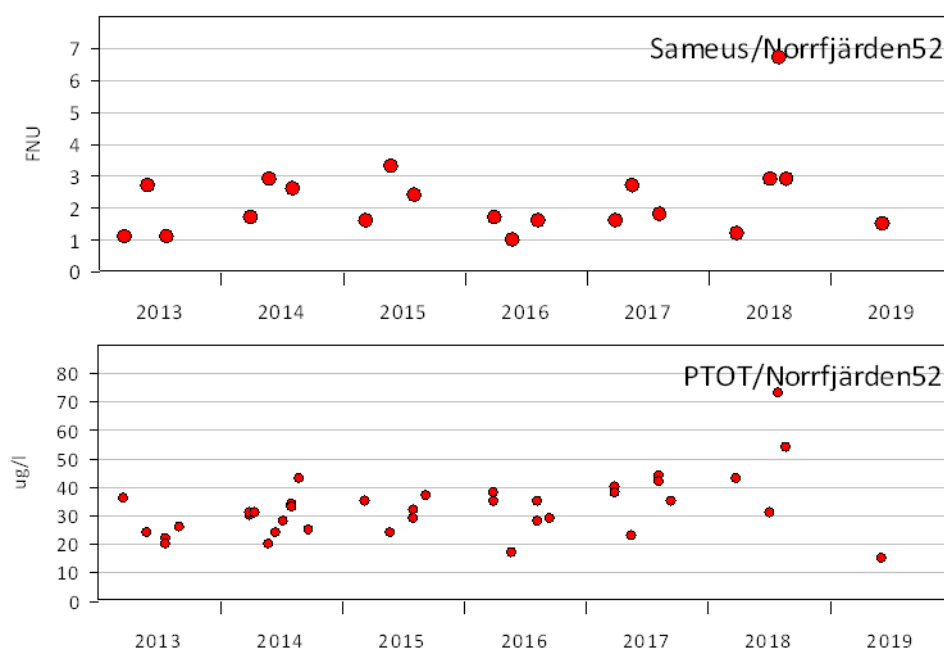
Kuva 2. Mittausvertailussa ja tulostuksessa käytettyjen seurantapisteiden sijainti.

Kokonaisfosforin lasketut pitoisuudet jäävät lahdella sijaitsevilla pisteillä kesäajalla mitattuja pitoisuuksia pienemmiksi etenkin pohjalla ja vuoden 2018 kesällä. Kyse voi tässä olla ruoppauksen tai laivaliikenteen aiheuttamasta samentumasta, joka nostaa ravinnepitoisuuksia etenkin pohjakerroksissa. Talven pitoisuudet vastaavat paremmin mittauksia. Barkarsundetin pisteessä mitatut kesäpitoisuudet ovat molempina laskettuina vuosina laskettuja pitoisuuksia suurempia. Tässä mallista puuttuneen jokin paikallisesti vaikuttava kuormitus, todennäköisesti pohjakuormitus.

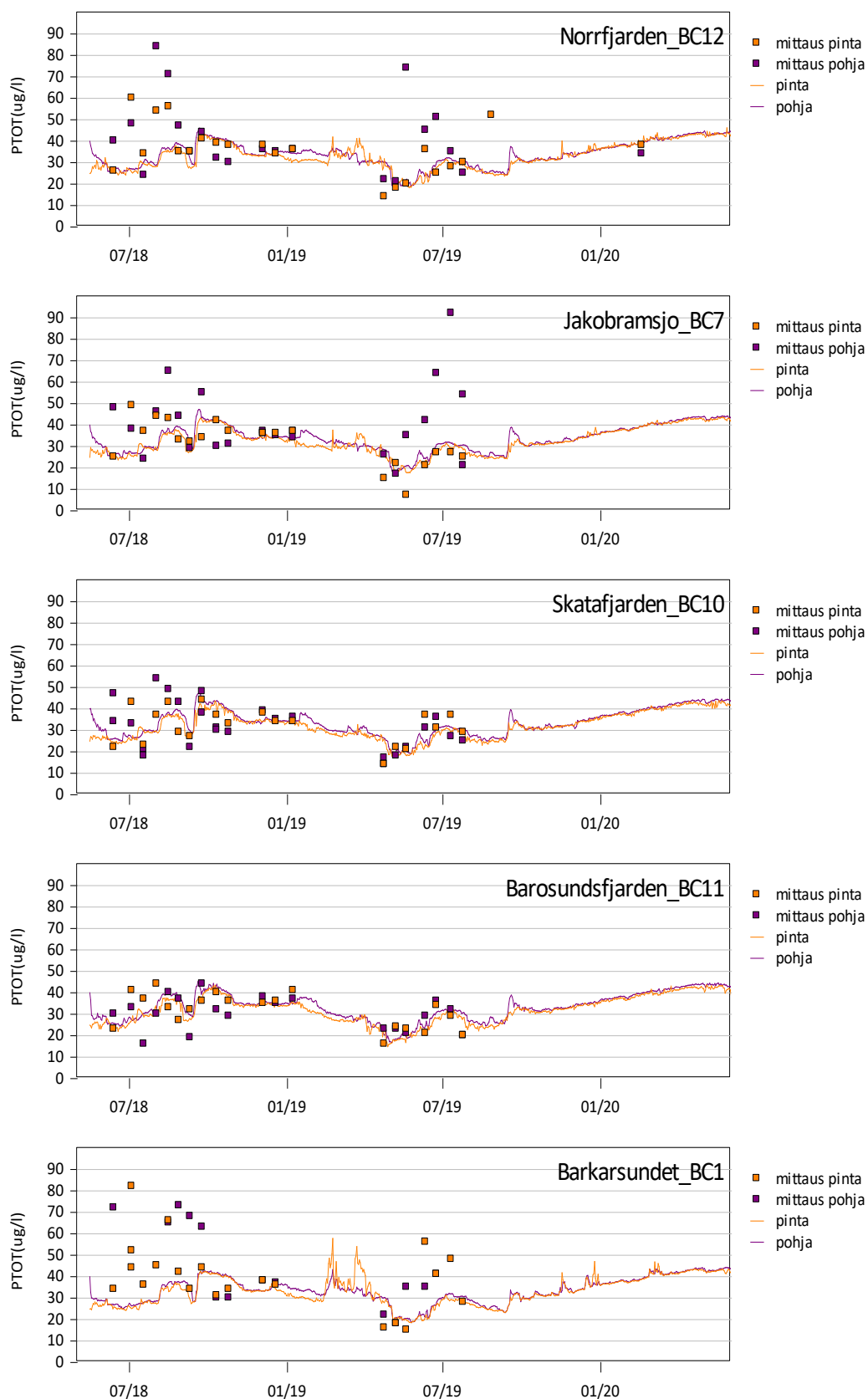
Kokonaistypen laskentatulokset sopivat varsin hyvin mittauksiin, lukuun ottamatta vuoden 2019 kevättä, jossa mittausarvot ovat enimmäkseen mallin laskemia pitoisuuksia suurempia. Mallin tuloksissa pinnan ja pohjan välinen pitoisuusero on pieni, mikä vastaa pääosin mittausdataa. Mittauksissa näkyy tosin ajoittain suuriakin eroja pinnan ja pohjan pitoisuustasojen välillä, mutta suurimmassa osassa mittauksia pinnan ja pohjan välinen pitoisuusero jää pieneksi.

Kiintoainepitoisuuksien osalta mallin laskema pitoisuustaso jää mittauksia pienemmäksi pisteillä BC11 lukuun ottamatta. Suurin ero mittauksiin on pisteessä BC12, ero mallin ja mittauksen välillä vähenee mitä lähempänä avomerta vertailupiste sijaitsee. Näyttää siltä, että mallista puuttuu tässä kuormituksia - kyse lienee tässäkin ainakin osin ruoppauksen aiheuttamasta samentumasta.

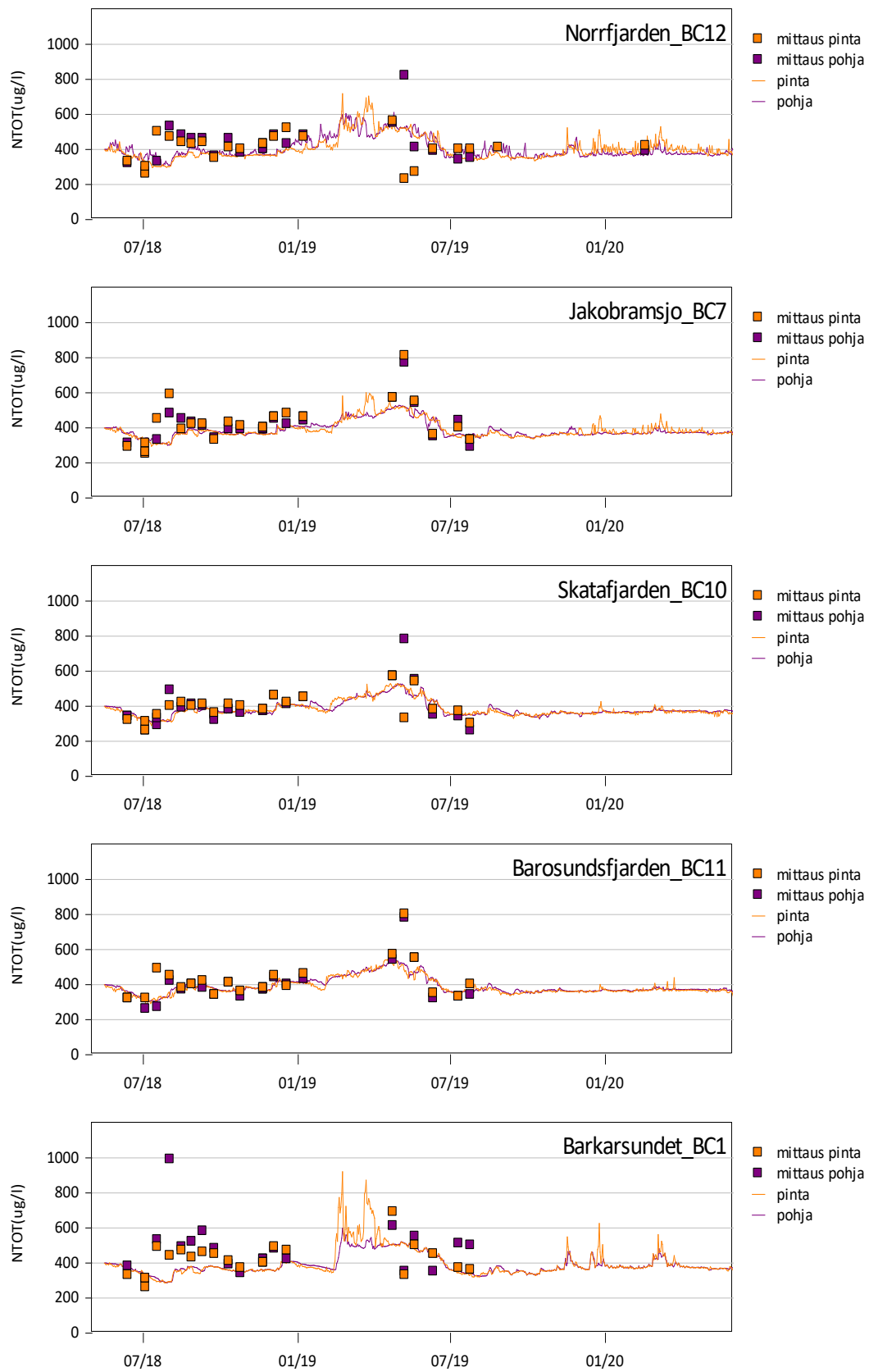
Vedenlaadun osalta valittu vertailujakso ei ollut paras mahdollinen. Todennäköisesti Baltic Connector kaasuputken rakennustyöt vaikuttivat alueen vedenlaatuun, mistä johtuen vedenlaatu vuonna 2019 ja 2019 on voinut poiketa pidemmän ajan keskiarvoista ja luontaisesta vaihteluvälistä. Kuvassa 3 on esitetty sameuden ja kokonaisfosforin mitatut arvo pisteistä Norrfjärden52. Vuoden 2018 kesällä sameusmittauksissa yksi arvo ja PTOT mittauksissa kaksi arvoa on selvästi aikaisempaa keskitasoa suurempia. Vastaava poikkeama vuosien 2013–2017 pitoisuustasoon verrattuna näkyi myös pisteiden Skatafjärden45 ja Fagerviken56 pintakerroksen PTOT mittauksissa. BC-pisteissä mittauksia oli ainoastaan vuosilta 2018 ja 2019, joten niitä ei voitu käyttää pidemmän jakson tason arviointiin.



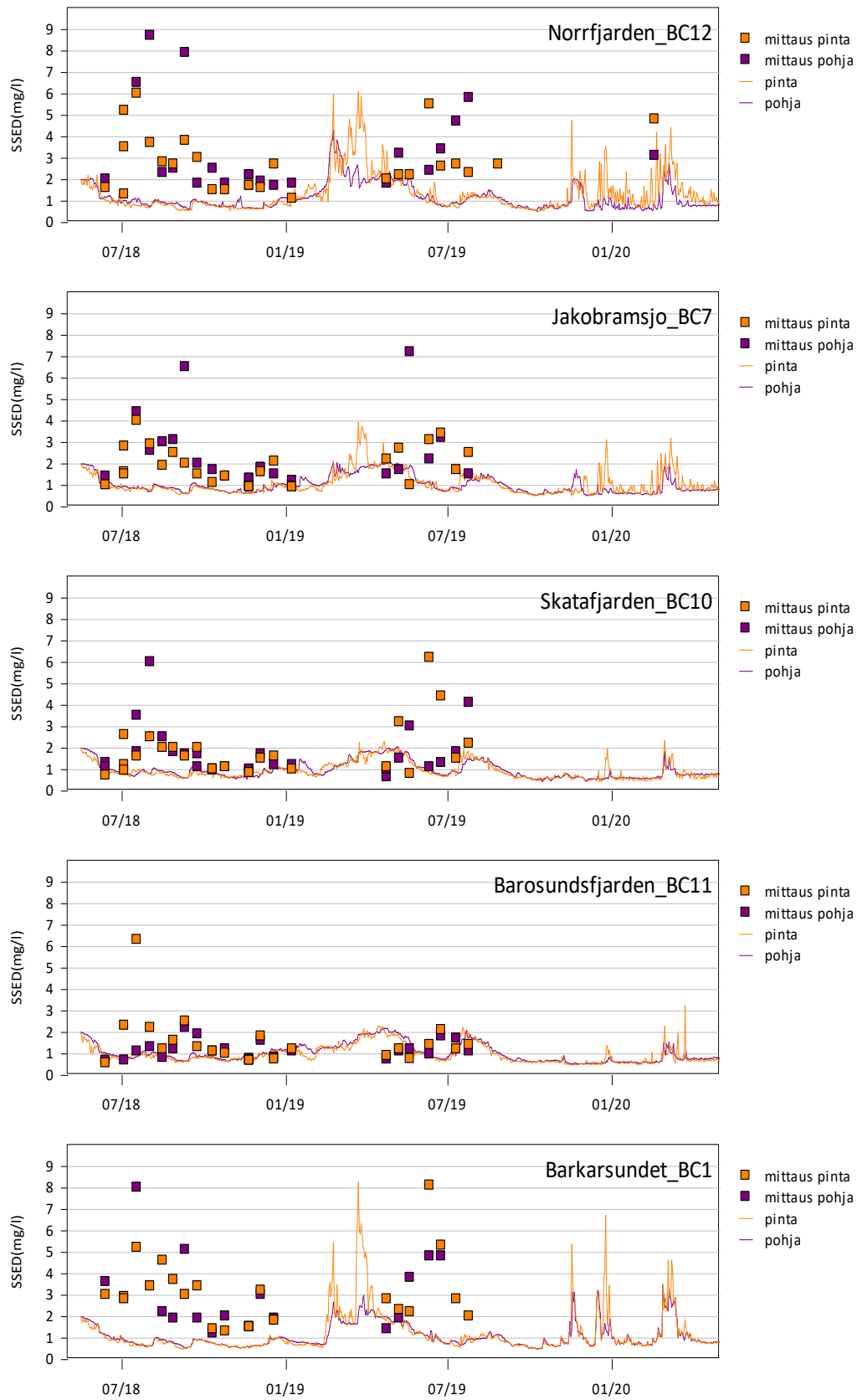
Kuva 3. Mitatut sameus ja PTOT arvot pisteen Norrfjärden 52 pintakerroksesta, jakso 2013-2019



Kuva 4. Lasketut ja mitatut kokonaisfosforipitoisuudet valituissa seurantapisteissä, 06/2018-12/2019.



Kuva 5. Lasketut ja mitatut kokonaistyyppipitoisuudet valituissa seurantapisteissä, 06/2018-12/2019.



Kuva 6. Lasketut ja mitatut kiintoainepitoisuudet valituissa seurantapisteissä, 06/2018-12/2019.

5 Skenaariolaskennat

5.1 Laskentaskenaariot ja kuormitukset

Kuormituskenaarioita laskettiin neljä. Kaikilla skenaariolla oli käytössä sama vedenotto- ja purkupaikka. Skenaariot laskettiin vuosille 2018 ja 2019.

Skenaarioiden nimet ja laskennassa käytetyt kuormitukset on esitetty taulukossa 2. Kuormitusmäärät perustuvat laitoksen suunnittelutietoihin, ja voivat muuttua. Kuormitusmäärät on kuitenkin pyritty arvioimaan konservatiivisesti, eli kuormitusten suhteen tässä käytetty arvo on todennäköisesti yläarvio.

Purkupiste P1 sijaitsee aikaisemman Fortumin lämpövoimalaitoksen purkupaikalla Inkoon syväsataman alueelle.

Skenaariolaskentojen tuloksena on esitetty kuormituksen aiheuttaman pitoisuusnousun aikasarjat laskentajaksojen ajalta valituista tulostuspisteistä. Pitoisuuden muutokset on esitetty pintakerroksesta ja 7–8 m kerroksesta. Aikasarjakuviissa on esitetty suoraan lasketut pitoisuudet sekä lisäksi vertailukohteeksi vastaavat arvot nollaskenaariolla.

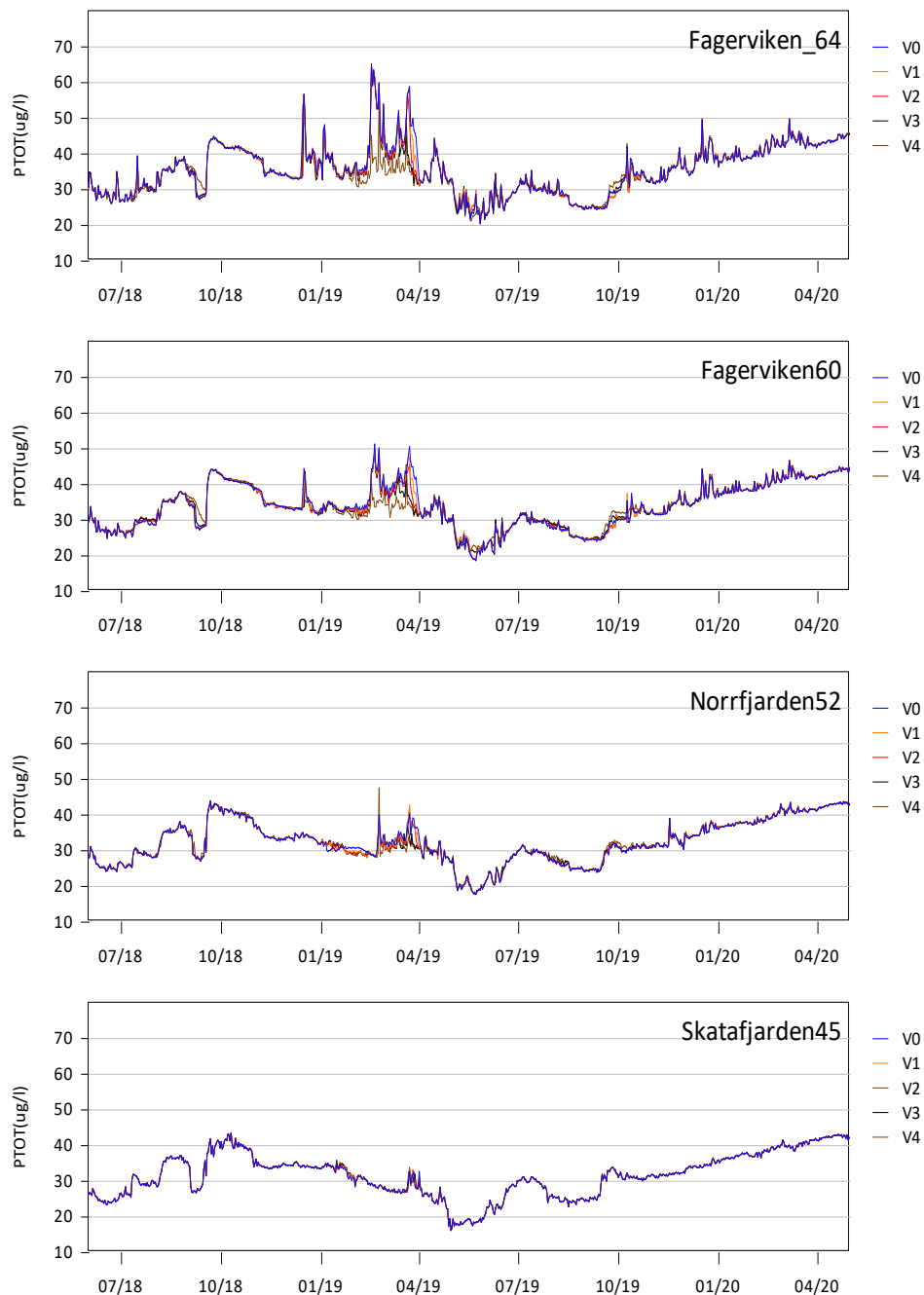
Aikasarjojen lisäksi laskentatuloksista on esitetty pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot karttapohjalla heinä- ja elokuussa vuosille 2018 ja 2019.

Taulukko 2. Laskentaskenaariot ja kuormitukset.

Skenaario	vastaava YVA-selostuksen skenaario	Q	NTOT	PTOT	SSED
		m ³ /s	kg/d	kg/d	kg/d
V0	-	0.0	0.0	0.0	0.0
V1	V1g	0.23	11.0	0.55	205.5
V2	V1h	3.26	10.1	0.55	189.0
V3	V1b	6.54	9.6	0.55	164.4
V4	V1a	12.37	8.8	0.55	90.4

5.2 PTOT pitoisuus eri skenaarioilla

Lasketut kokonaisfosforin pitoisuusajaksarjat eri skenaariolla on esitetty valituille aikasarjapisteille kuvassa 7 ja laskettuja pitoisuuskeskiarvoja samoille pisteille on esitetty taulukoissa 3 ja 4. Pisteiden paikat on esitetty kuvassa 2.



Kuva 7. PTOT pitoisuus eri skenaarioilla valituissa laskentapisteissä, pintakerros.

Taulukko 3. PTOT keskiarvot pintakerroksessa koko laskentajaksoille, vuosille 2018 ja 2019 sekä em. vuosien kesäjaksoille.

PTOT pinta µg/l	06/2018-05/2020									
	v0	v1	v2	v3	v4					
Fagerviken_64	36.1	36.1	36.0	35.8	35.3					
Fagerviken60	34.4	34.4	34.3	34.3	34.1					
Norrfjarden52	32.8	32.8	32.8	32.8	32.9					
Skatafjarden45	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2					
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.0	-0.1	-0.3	-0.8					
Fagerviken60		0.0	-0.1	-0.1	-0.3					
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.0	0.1					
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0					
	06/2018-05/2019					2018 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	36.1	36.1	35.8	35.5	34.4	32.9	32.8	33.0	32.9	32.8
Fagerviken60	33.9	33.8	33.6	33.4	32.9	31.8	31.9	32.1	32.4	32.5
Norrfjarden52	31.6	31.5	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.5	31.5	31.6
Skatafjarden45	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	31.6	31.6	31.6	31.6	31.6
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.0	-0.3	-0.6	-1.7		0.0	0.1	0.1	0.0
Fagerviken60		-0.1	-0.3	-0.4	-1.0		0.0	0.2	0.5	0.6
Norrfjarden52		-0.1	-0.1	-0.2	-0.2		0.0	0.1	0.1	0.2
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
	06/2019-05/2020					2019 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	36.1	36.2	36.2	36.2	36.2	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7
Fagerviken60	35.0	35.1	35.2	35.2	35.4	27.8	27.9	28.0	28.2	28.3
Norrfjarden52	34.2	34.2	34.2	34.3	34.4	27.3	27.3	27.3	27.5	27.7
Skatafjarden45	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9	26.8	26.8	26.8	26.8	26.8
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.0	0.1	0.1	0.1		0.0	0.0	0.1	0.1
Fagerviken60		0.1	0.1	0.2	0.4		0.0	0.2	0.4	0.5
Norrfjarden52		0.0	0.1	0.1	0.3		0.0	0.1	0.2	0.4
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0

Kokonaisfosforin pitoisuusnousu jää lasketuilla keskiarvojaksoilla 0,6 µg/l tasolle tai sen alla kaikissa pisteissä. Kesäjaksoilla keskimääräinen pitoisuusnousu on suurempi kuin koko vuoden keskiarvoissa. 2019 talvella pitoisuudet laskevat nykytilaan verrattuna.

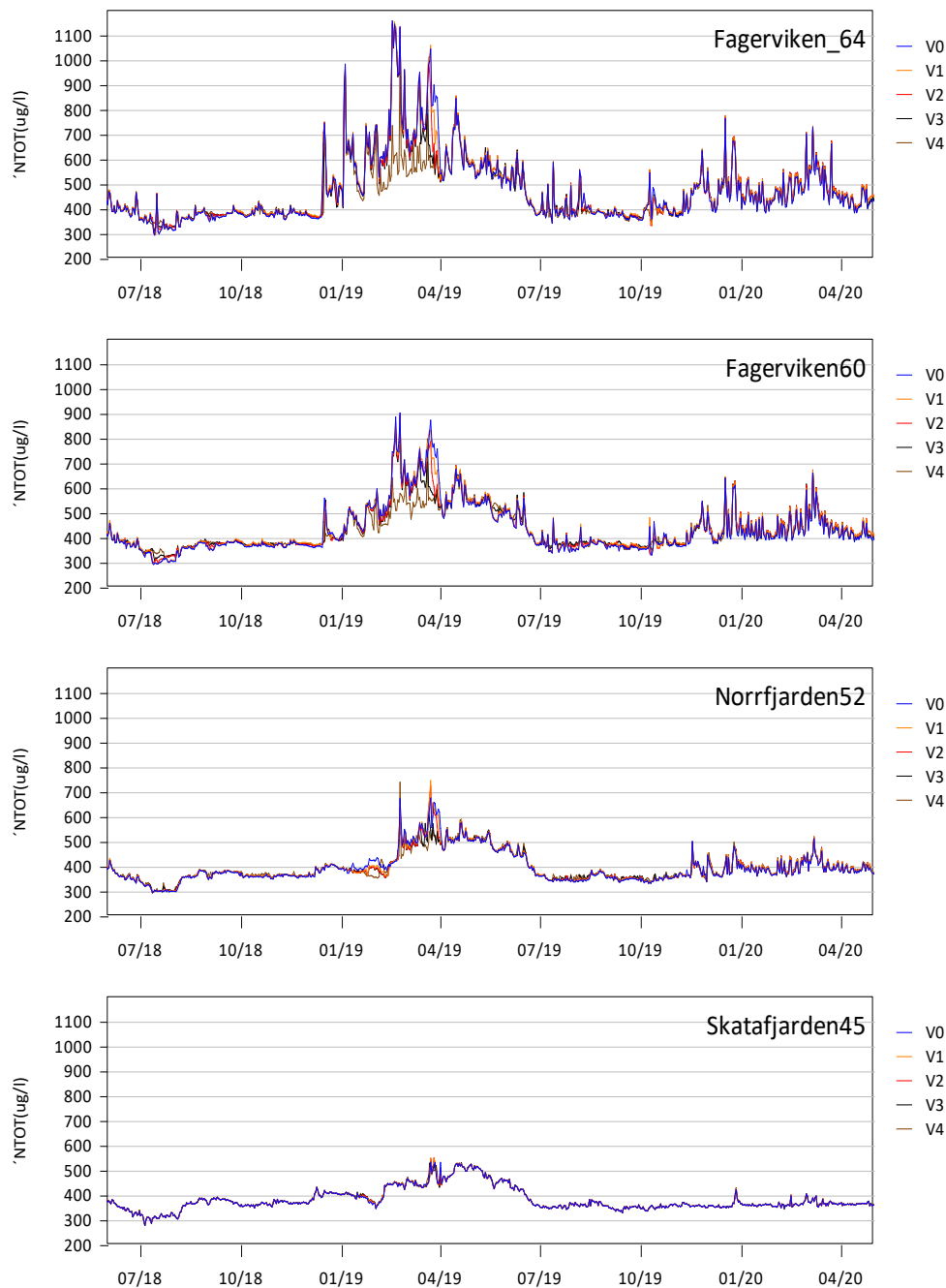
Kokonaisfosforin pitoisuuden laskeminen nykytilanteeseen verrattuna johtuvan siitä, että jäädytysvesikierto sekoittaa vettä. Nykytilanteessa jääpeitteisenä aikana merivettä fosforipitoisuudeltaan suurempi jokivesi kertyy lahden pohjukkaan ja nostaa fosforipitoisuuksia. Skenaarioiden jäädytysvesikierto puolestaan sekoittaa vettä, jolloin jokivesi sekoittuu laajemmalle alueelle, ja ravinnepitoisuudet jäävät tästä johtuen pienemmiksi kuin nykytilanteessa. Sekoitustaikutus näkyy etenkin vaihtoehdolla V4, jossa jääpeitettä ei vuoden 2019 talvella lahdella ole.

Taulukko 4. PTOT keskiarvot pohjakerroksessa koko laskentajaksolle, vuosille 2018 ja 2019 sekä em. vuosien kesäjaksoille.

PTOT pohja µg/l	06/2018-05/2020									
	v0	v1	v2	v3	v4					
Fagerviken_64	34.9	35.0	34.9	34.9	34.6					
Fagerviken60	34.4	34.6	34.4	34.4	34.3					
Norrfjarden52	33.4	33.4	33.4	33.4	33.4					
Skatafjarden45	33.9	33.9	33.9	33.9	33.9					
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.1	0.0	0.0	-0.3					
Fagerviken60		0.1	0.0	0.0	-0.1					
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.0	0.0					
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0					
	06/2018-05/2019					2018 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	34.6	34.7	34.5	34.3	33.6	33.6	33.7	33.7	33.8	33.8
Fagerviken60	33.8	34.0	33.7	33.5	33.2	33.3	33.4	33.5	33.6	33.6
Norrfjarden52	32.3	32.3	32.2	32.1	32.0	32.6	32.7	32.6	32.6	32.5
Skatafjarden45	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	33.5	33.6	33.6	33.6	33.6
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.1	-0.1	-0.2	-0.9		0.0	0.1	0.1	0.1
Fagerviken60		0.2	-0.2	-0.3	-0.7		0.1	0.1	0.3	0.3
Norrfjarden52		0.0	0.0	-0.1	-0.2		0.1	0.1	0.0	0.0
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
	06/2019-05/2020					2019 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	35.3	35.3	35.4	35.4	35.6	28.8	28.9	28.9	29.1	29.2
Fagerviken60	35.0	35.1	35.2	35.3	35.4	28.6	28.7	28.8	29.0	29.0
Norrfjarden52	34.6	34.6	34.6	34.7	34.8	28.0	28.0	28.1	28.0	28.0
Skatafjarden45	35.2	35.2	35.2	35.2	35.2	28.8	28.8	28.8	28.8	28.8
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.1	0.1	0.2	0.3		0.0	0.1	0.3	0.3
Fagerviken60		0.1	0.2	0.3	0.4		0.0	0.2	0.4	0.4
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.1	0.2		0.1	0.1	0.1	0.1
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0

5.3 NTOT pitoisuus eri skenaariolla

Lasketut kokonaistypen pitoisuusajasarjat eri skenaariolla valituissa aikasarjapisteissä on esitetty kuvassa 8 ja laskettuja pitoisuuskeskiarvoja samoille pisteille on esitetty taulukoissa 5 ja 6. Pisteiden paikat on esitetty kuvassa 2.



Kuva 8. NTOT pitoisuus pintakerroksessa eri skenaarioilla valituissa laskentapisteissä.

Taulukko 5. NTOT keskiarvot pintakerroksessa koko laskentajaksolle, vuosille 2018 ja 2019 sekä em. vuosien kesäjaksoille.

NTOT pinta µg/l	06/2018-05/2020									
	v0	v1	v2	v3	v4					
Fagerviken_64	476	481	478	474	458					
Fagerviken60	435	441	439	437	428					
Norrfjarden52	398	399	398	398	398					
Skatafjarden45	384	384	384	384	384					
		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0					
Fagerviken_64		5.6	2.9	-1.6	-18.0					
Fagerviken60		5.9	3.8	2.1	-6.9					
Norrfjarden52		1.4	0.7	0.1	-0.1					
Skatafjarden45		0.5	0.4	0.6	0.5					
	06/2018-05/2019					2018 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	508	511	505	499	471	356	358	362	363	364
Fagerviken60	457	460	455	453	439	342	345	350	355	358
Norrfjarden52	413	412	411	408	407	338	340	340	341	343
Skatafjarden45	401	402	402	402	402	343	343	343	343	343
		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0
Fagerviken_64		3.5	-2.4	-8.9	-36.4		2.3	6.0	6.6	8.4
Fagerviken60		3.3	-1.7	-4.2	-18.5		3.3	8.1	13.1	16.8
Norrfjarden52		-0.3	-2.1	-4.2	-5.3		1.8	2.1	3.1	4.7
Skatafjarden45		0.7	0.6	0.9	0.7		0.2	0.2	0.2	0.2
	06/2019-05/2020					2019 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	444	451	452	449	444	404	407	406	405	398
Fagerviken60	413	422	423	422	418	374	378	381	384	380
Norrfjarden52	382	386	386	387	387	356	358	359	361	363
Skatafjarden45	366	366	366	366	366	361	361	361	361	361
		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0
Fagerviken_64		7.7	8.1	5.7	0.2		3.4	1.9	0.7	-6.3
Fagerviken60		8.6	9.3	8.4	4.7		4.0	7.0	10.1	6.2
Norrfjarden52		3.1	3.4	4.3	5.1		2.2	3.1	5.3	7.0
Skatafjarden45		0.3	0.3	0.3	0.3		0.4	0.3	0.2	0.1

Kokonaistypen pitoisuusnousu jää koko vuoden keskiarvoissa alle 13 µg/l. Kesäjaksoilla pitoisuusnousut ovat koko vuoden jaksoa suurempia, 2018 pitoisuusnousun keskiarvon on purkupaikka lähinnä olevassa pisteessä enimmillään 16,8 µg/l. Vuoden 2019 talvena keskipitoisuudet laskevat nykytilaan verrattuna.

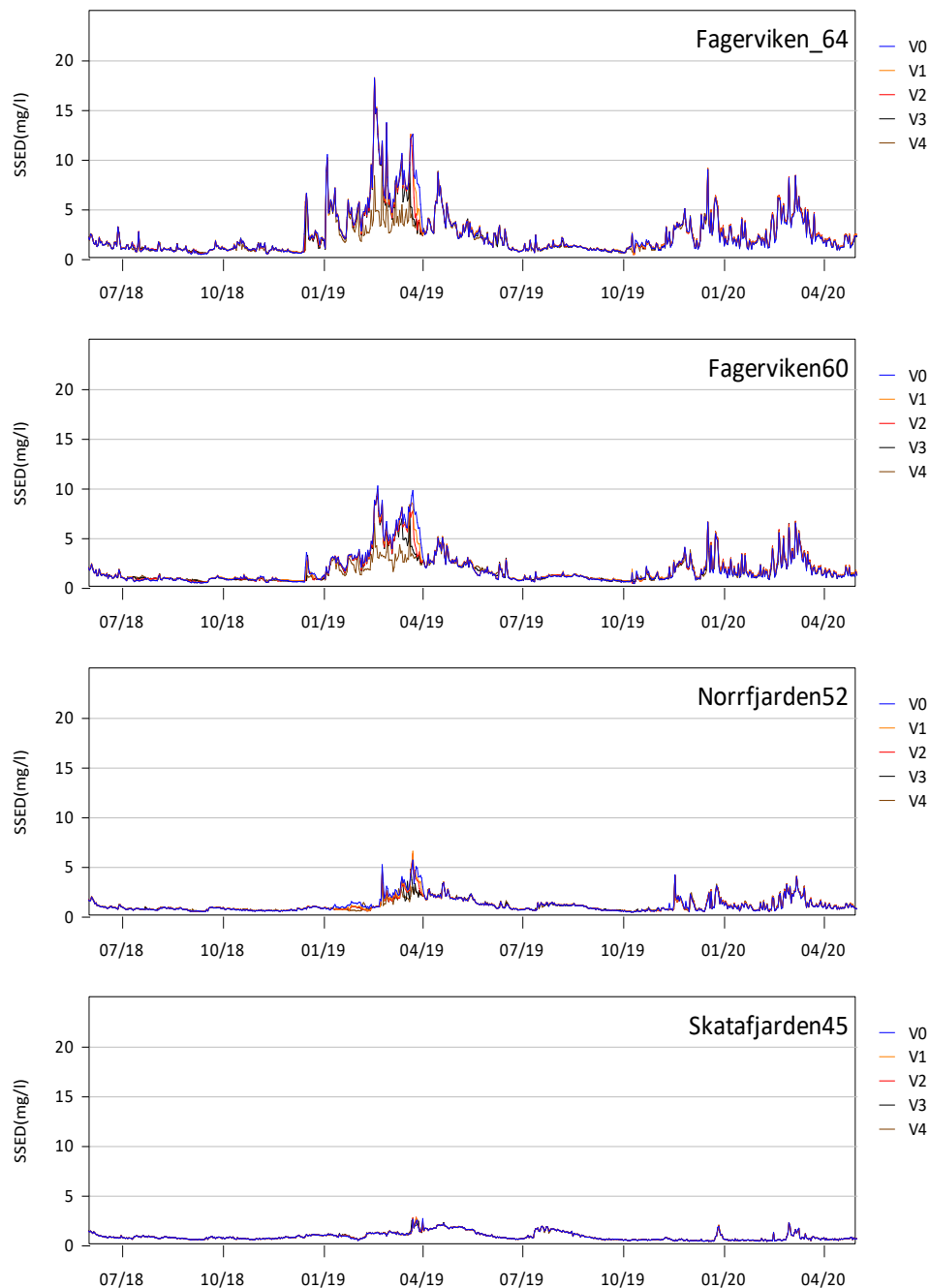
Kokonaistyyppi käyttäytyy vastaavasti kuin kokonaisfosfori, ts. jääpeitteisenä aikana skenaariolaskennoissa jäähdytysvesikierto sekoittaa vettä, jolloin jokivesien tuomat pitoisuudet sekoittuvat nykytilannetta tehokkaammin. Sekoitusvaikutus näkyy etenkin vaihtoehdolla V4, jossa jääpeitettä ei lahdella vuoden 2019 talvella ole.

Taulukko 6. NTOT keskiarvot pohjakerroksessa koko laskentajaksolle, vuosille 2018 ja 2019 sekä em. vuosien kesäjaksoille.

NTOT pohja µg/l	06/2018-05/2020									
	v0	v1	v2	v3	v4					
Fagerviken_64	426	434	432	430	421					
Fagerviken60	411	421	418	415	409					
Norrfjarden52	392	398	397	395	393					
Skatafjarden45	387	388	388	388	387					
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64	8.2	6.2	3.8	-4.8						
Fagerviken60	10.0	7.0	3.9	-1.6						
Norrfjarden52	5.1	4.5	3.0	1.1						
Skatafjarden45	1.4	1.3	1.0	0.6						
	06/2018-05/2019					2018 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	451	459	454	451	437	363	367	368	369	371
Fagerviken60	434	442	435	431	425	357	362	362	365	364
Norrfjarden52	410	417	416	414	411	348	352	351	351	349
Skatafjarden45	404	405	405	405	404	353	354	354	353	353
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64	7.5	2.3	-0.7	-14.4	4.2	4.6	6.1	7.7		
Fagerviken60	8.8	1.3	-2.3	-8.5	4.8	5.4	7.7	7.4		
Norrfjarden52	6.5	5.2	3.3	0.5	4.1	3.0	2.7	0.9		
Skatafjarden45	1.7	1.4	1.1	0.7	1.6	1.2	0.9	0.2		
	06/2019-05/2020					2019 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	400	409	410	408	405	392	396	398	401	396
Fagerviken60	388	399	401	398	393	380	384	387	389	380
Norrfjarden52	374	378	378	377	376	365	370	369	366	363
Skatafjarden45	369	371	370	370	370	367	369	369	368	368
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64	8.9	10.1	8.2	4.8	3.4	5.7	8.4	3.7		
Fagerviken60	11.1	12.6	10.2	5.2	4.6	7.3	9.2	0.0		
Norrfjarden52	3.8	3.9	2.7	1.6	4.7	3.8	1.0	-1.6		
Skatafjarden45	1.2	1.1	0.9	0.5	1.7	1.2	0.8	0.4		

5.4 SSED pitoisuus eri skenaarioilla

Lasketut kiintoaineen pitoisuusajasarjat eri skenaariolla valituissa aikasarjapisteissä on esitetty kuvassa 9 ja laskettuja pitoisuuskeskiarvoja samoille pisteille on esitetty taulukoissa 7 ja 8. Pisteiden paikat on esitetty kuvassa 2.



Kuva 9. SSED pitoisuus pintakerroksessa eri skenaarioilla valituissa laskentapisteissä.

Taulukko 7. SSED keskiarvot pintakerroksessa koko laskentajaksolle, vuosille 2018 ja 2019 sekä em. vuosien kesäjaksoille.

SSED pinta mg/l	06/2018-05/2020									
	v0	v1	v2	v3	v4					
Fagerviken_64	2.58	2.61	2.57	2.50	2.18					
Fagerviken60	1.94	1.95	1.92	1.87	1.67					
Norrfjarden52	1.22	1.21	1.20	1.18	1.16					
Skatafjarden45	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95					
		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0					
Fagerviken_64		0.0	0.0	-0.1	-0.4					
Fagerviken60		0.0	0.0	-0.1	-0.3					
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.0	-0.1					
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0					
	06/2018-05/2019					2018 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	3.04	3.01	2.93	2.81	2.28	1.06	1.07	1.11	1.10	1.08
Fagerviken60	2.22	2.18	2.11	2.03	1.69	0.87	0.89	0.93	0.98	0.99
Norrfjarden52	1.31	1.26	1.24	1.20	1.17	0.79	0.81	0.81	0.82	0.82
Skatafjarden45	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0
Fagerviken_64		0.0	-0.1	-0.2	-0.8		0.0	0.0	0.0	0.0
Fagerviken60		0.0	-0.1	-0.2	-0.5		0.0	0.1	0.1	0.1
Norrfjarden52		-0.1	-0.1	-0.1	-0.1		0.0	0.0	0.0	0.0
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
	06/2019-05/2020					2019 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	2.09	2.18	2.20	2.16	2.08	1.26	1.30	1.29	1.27	1.22
Fagerviken60	1.63	1.72	1.73	1.70	1.63	1.11	1.16	1.17	1.16	1.12
Norrfjarden52	1.12	1.14	1.15	1.15	1.15	1.09	1.12	1.12	1.10	1.08
Skatafjarden45	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	1.26	1.27	1.27	1.26	1.25
		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0		v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0
Fagerviken_64		0.1	0.1	0.1	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Fagerviken60		0.1	0.1	0.1	0.0		0.0	0.1	0.0	0.0
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0

Kiintoaineen pitoisuusnousu jää koko vuoden keskiarvoissa 0,2 mg/l tasolle tai sen alle. Kesäjaksoilla pitoisuusnousut ovat alle 0,1 mg/l tasolla tai alapuolella. Vuoden 2019 talvena keskipitoisuudet laskevat nykytilaan verrattuna.

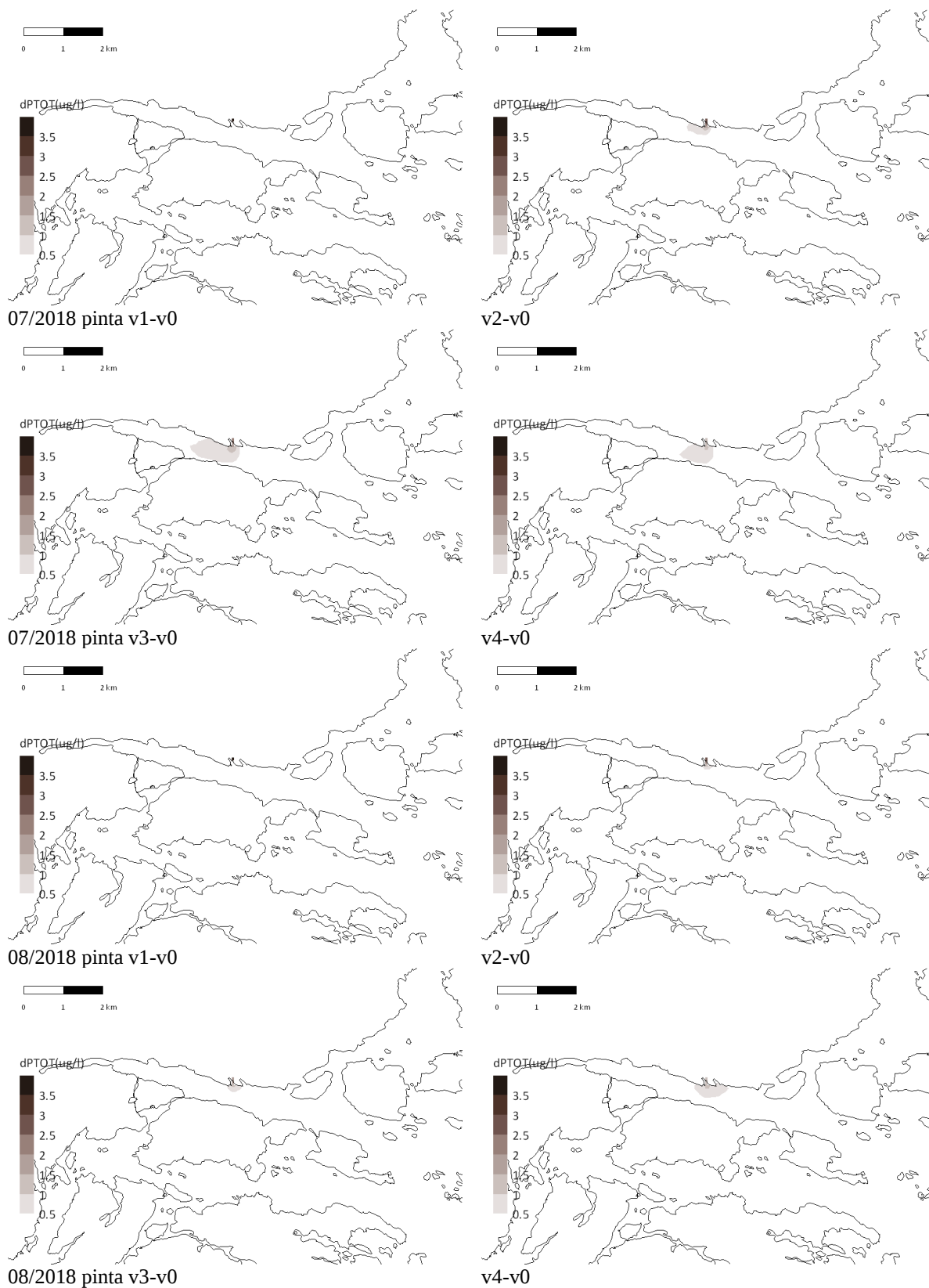
Myös kiintoaineen käyttäytymisessä näkyy vastaava ilmiö kuin kokonaisfosforilla ja -typellä, ts. jääpeitteisenä aikana skenaariolaskennoissa jäähdytysvesikierto sekoittaa vettä, jolloin jokivesien tuomat pitoisuudet sekoittuvat nykytilannetta tehokkaammin. Sekoitusaikutus näkyy etenkin vaihtoehdolla V4, jossa jääpeitettä ei lahdella vuoden 2019 talvella ole.

Taulukko 8. SSED keskiarvot pohjakerroksessa koko laskentajaksolle, vuosille 2018 ja 2019 sekä em. vuosien kesäjaksoille.

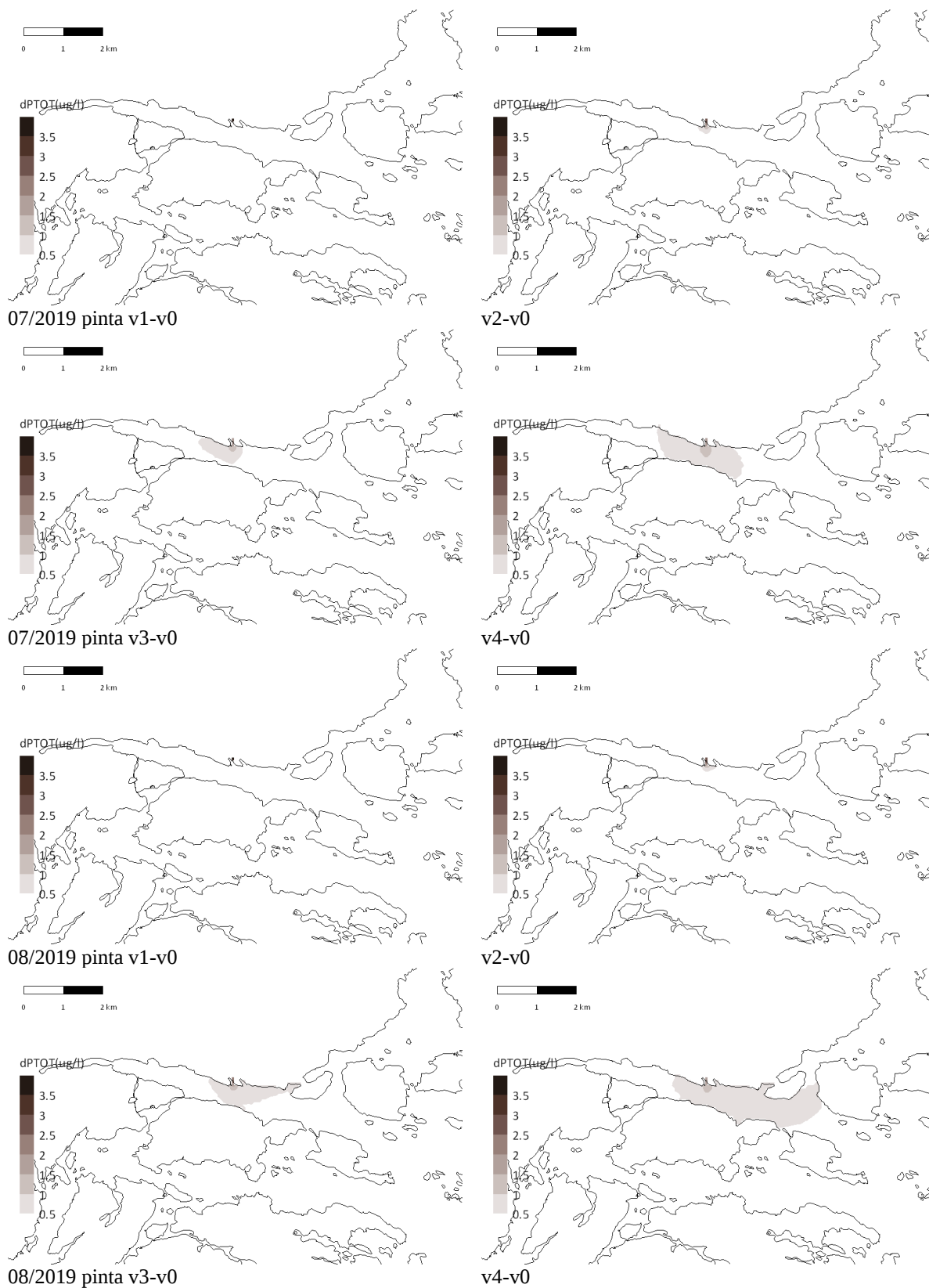
SSED pohja mg/l	06/2018-05/2020									
	v0	v1	v2	v3	v4					
Fagerviken_64	1.70	1.76	1.73	1.69	1.51					
Fagerviken60	1.42	1.50	1.46	1.40	1.30					
Norrfjarden52	1.08	1.12	1.12	1.11	1.09					
Skatafjarden45	1.00	1.01	1.01	1.01	1.00					
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.1	0.0	0.0	-0.2					
Fagerviken60		0.1	0.0	0.0	-0.1					
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.0	0.0					
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0					
	06/2018-05/2019					2018 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	2.08	2.11	2.04	1.98	1.67	1.14	1.17	1.17	1.18	1.18
Fagerviken60	1.73	1.77	1.66	1.59	1.45	1.03	1.07	1.07	1.09	1.07
Norrfjarden52	1.22	1.27	1.27	1.25	1.22	0.88	0.91	0.90	0.90	0.87
Skatafjarden45	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	0.89	0.90	0.90	0.90	0.89
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.0	0.0	-0.1	-0.4		0.0	0.0	0.0	0.0
Fagerviken60		0.0	-0.1	-0.1	-0.3		0.0	0.0	0.1	0.0
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
	06/2019-05/2020					2019 kesä				
	v0	v1	v2	v3	v4	v0	v1	v2	v3	v4
Fagerviken_64	1.28	1.37	1.40	1.36	1.32	1.21	1.24	1.25	1.25	1.23
Fagerviken60	1.08	1.20	1.23	1.19	1.13	1.15	1.20	1.20	1.19	1.15
Norrfjarden52	0.92	0.95	0.95	0.95	0.94	1.11	1.15	1.14	1.12	1.11
Skatafjarden45	0.83	0.84	0.84	0.84	0.84	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19
	v1 - v0	v2 - v0	v3 - v0	v4 - v0						
Fagerviken_64		0.1	0.1	0.1	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Fagerviken60		0.1	0.2	0.1	0.1		0.1	0.1	0.0	0.0
Norrfjarden52		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
Skatafjarden45		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0

5.5 Pitoisuusnousut karttapohjalla

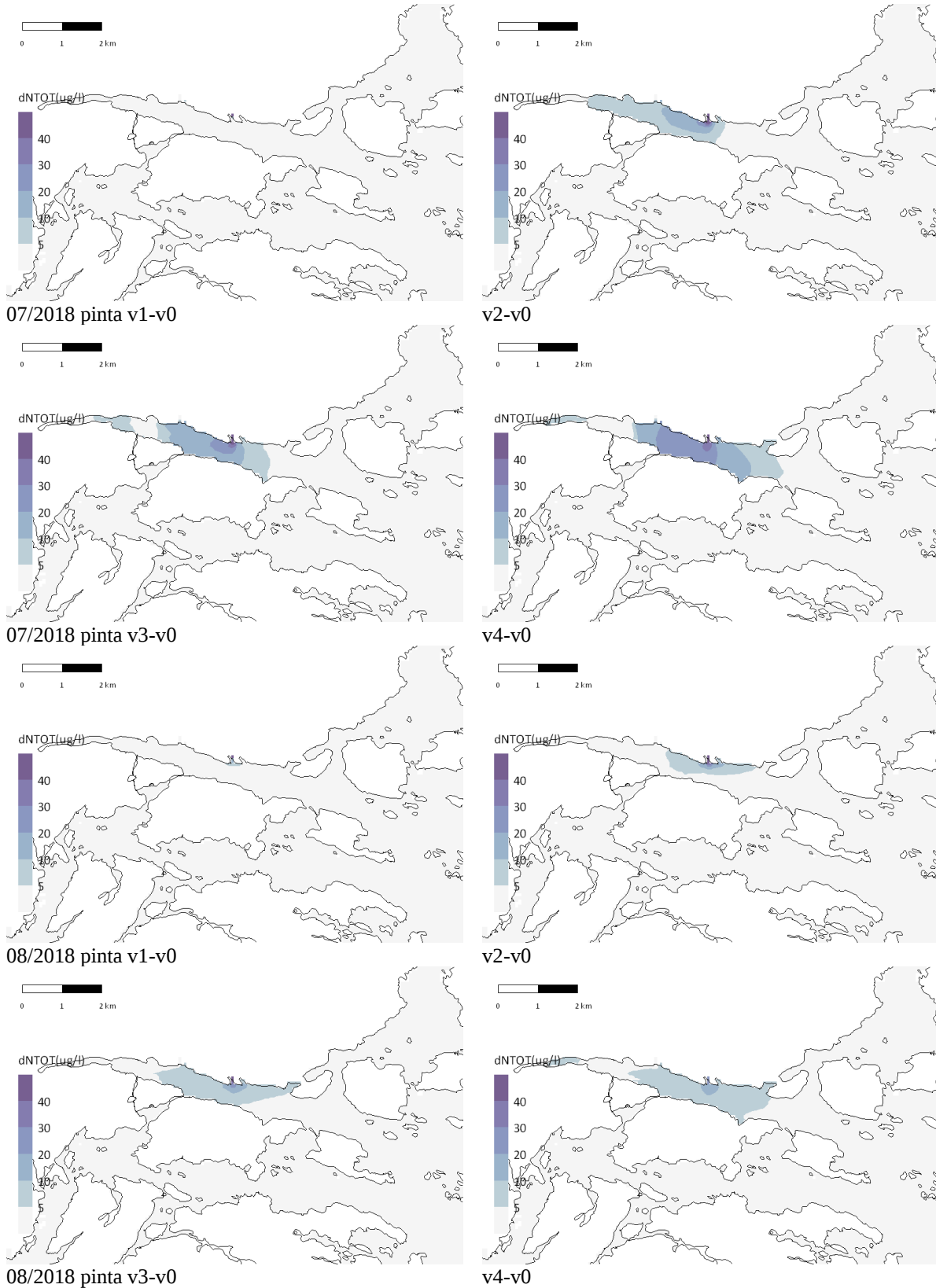
Kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot pintakerroksessa heinä- ja elokuussa vuosilta 2018 ja 2019 kesinä on esitetty kuvissa 10–15. Keskimääräiset pitoisuusnousut pintakerroksessa olivat suurimmat skenaarioilla V3 ja V4, kun taas skenaariossa V1 pitoisuusnousut pintakerroksessa jäivät vähäisiksi.



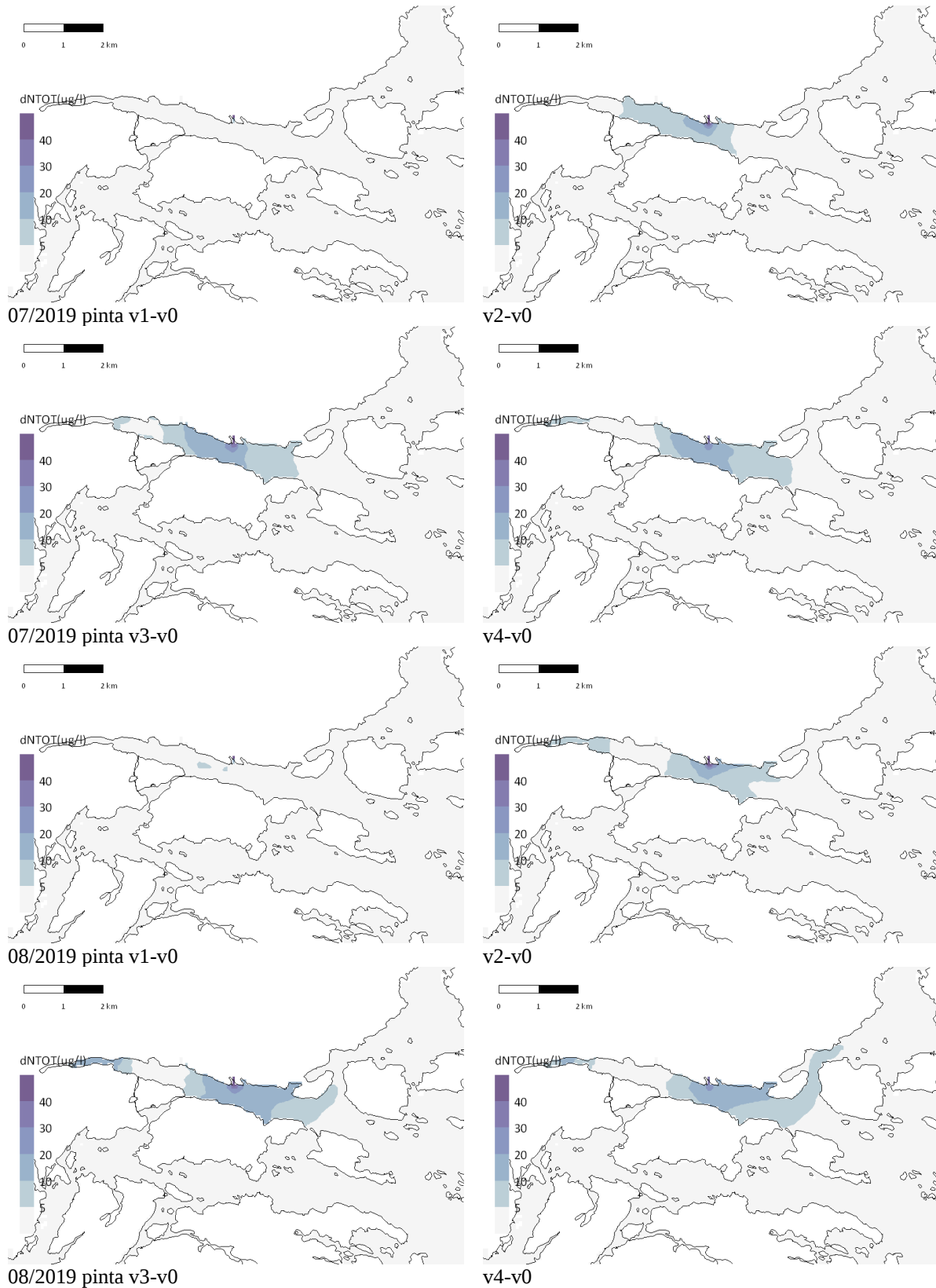
Kuva 10. PTOT pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot pintakerroksessa heinä- ja elokuussa 2018 eri skenaarioilla



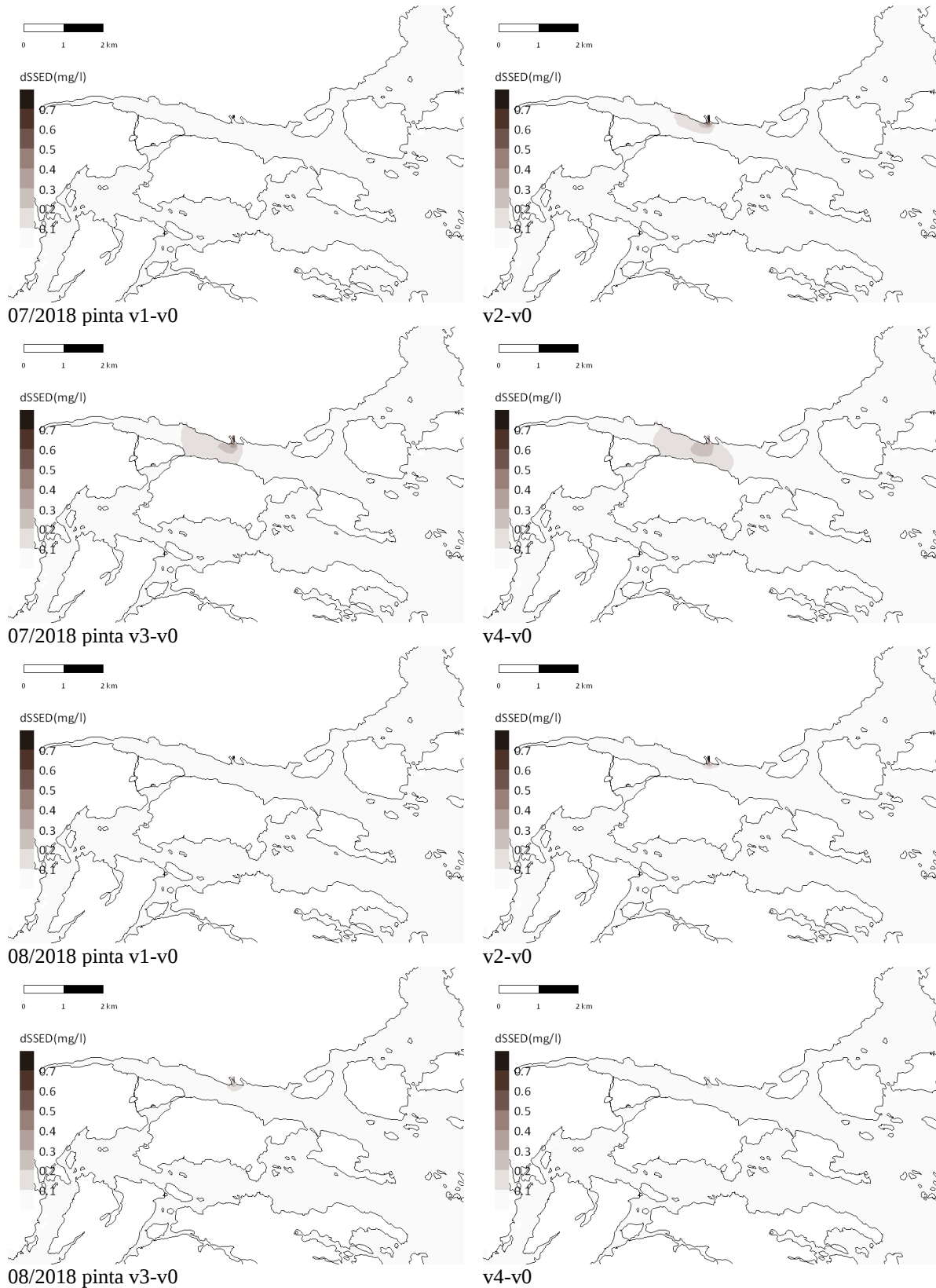
Kuva 11. PTOT pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot pintakerroksessa heinä- ja elokuussa 2019 eri skenaarioilla



Kuva 12. NTOT pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot pintakerroksessa heinä- ja elokuussa 2018 eri skenaarioilla



Kuva 13. NTOT pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot pintakerroksessa heinä- ja elokuussa 2019 eri skenaarioilla



Kuva 14. SSed pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot pintakerroksessa heinä- ja elokuussa 2018 eri skenaarioilla



07/2019 pinta v1-v0



v2-v0



07/2019 pinta v3-v0



v4-v0



08/2019 pinta v1-v0



v2-v0



08/2019 pinta v3-v0



v4-v0

Kuva 15. SSed pitoisuusnousun kuukausikeskiarvot pintakerroksessa heinä- ja elokuussa 2019 eri skenaarioilla

6 Yhteenveto

Raportissa on arvioitu Inkoon Joddbölen alueelle suunnitellun terästehtaan jätevesipäästöjen vaikutusta alueen meriveden laatuun kokonaisravinteiden ja kiintoaineen osalta.

Fagervikenin – Norrfjärdenin merialuetta kuormittaa nykytilassa myös kaksi pientä jokea, Bruksträskin ja Marsjön laskujoet. Lisäksi lahteen valuu kuormitusta lähivaluma-alueilta ojia pitkin, haja-asutuksesta ja Joddbölen puhdistamon purkuputkesta. Myös satamasta ja laivaliikenteestä voi päätyä kuormitusta mereen. Laivaliikenne aiheuttaa ajoittaista samentumaan satamassa ja mahdollisesti myös laivaväylällä.

Malilla laskettiin nykytilan pitoisuuksia ja verrattiin niin mittaustietoihin. Vertailua haittäisi se, että laskentavuosina alueella tehtiin Baltic Connector kaasuputkeen liittyviä töitä, jotka sisälsivät ruoppauksia, kiviaineen kasausta pohjaan, ja kaasuputken laskua. Kokonaisfosforin ja -typen osalta pintakerroksen pitoisuudet vastasivat kohtalaisesti mitattuja arvoja, joskin kokonaisfosforin osalta lasketut arvot jäivät ajoittain selvästi mittaauksia pienemmiksi. Kokonaistypen osalta mallin sopivuus mittauksiin oli parempi kuin kokonaisfosforilla. Pohjakerroksessa lasketut kokonaisfosforipitoisuudet olivat tyypillisesti mitattuja arvoja pienempiä, lähellä avomerta laskentatulosta vastasi kuitenkin paremmin mittauksia kuin sisäsaaristossa. Kiintoaineen osalta lasketut arvot olivat kautta linjan mittauksia pienempiä. Kokonaisfosfori- ja kiintoainepitoisuuksiin vaikuttavat ruoppaukset ja laivaliikenne, joita ei laskennassa otettu huomioon. Pohjakerroksen kokonaisfosforin pitoisuuksiin vaikuttaa pohjakuormitus, jota ei myöskään laskennassa huomioitu.

Mallinnettu ravinnelisäyksen aiheuttama pitoisuusnousun laskenta on kuitenkin selvästi luotettavampi kuin kokonaispitoisuuden laskenta. Jälkimmäisessä tapauksessa on tunnettava kaikki alueelle kuormitusta tuovat prosessit ja kuormittajat, mikä ei yleensä ole mahdollista kovinkaan hyvällä tarkkuudella. Pitoisuuslisäyksen laskennassa pitoisuusnousua aiheuttava kuormitus on sen sijaan tiedossa suhteellisen tarkasti, jolloin pitoisuuslisäyksen laskenta tuottaa selvästi kokonaispitoisuuslaskentaa tarkemman lopputuloksen.

Suunnitellun tehtaan ravinne- ja kiintoainekuormitukset vaihtelivat eri laskentaskaariolla. Kuormitusten vaihteluväli oli seuraava: kokonaisfosfori 0,55 kg/d, kokonaistyyppi noin 8,8–11 kg/d, ja kiintoaine noin 90–200 kg/d. Kuormitusmäärät perustuvat tehtaan suunnitteluvaiheen tietoihin ja voivat muuttua jonkin verran tässä esitetyistä määristä.

Laskentojen perustella suunnitellun tehtaan kuormitus nostaa Norrfjärdenin ravinnepitoisuuksia vain vähän ja jääpeitteisenä aikana pitoisuusvaikutus voi olla jopa pitoisuuksia laskeva, johtuen jäähdytysvesikierron vesiä sekoittavasta vaikutuksesta. Kesätilanteessa kokonaisfosforipitoisuudet nousivat laskelmien perusteella alle 0,6 µg/l, kun lahden tyypillinen pitoisuustaso heinäkuussa on noin 30–40 µg/l välillä. Kokonaistyyppipitoisuudet nousivat kesällä enimmillään 17 µg/l, kun alueen tyypillinen kokonaistyyppipitoisuus heinäkuussa on noin 300–400 µg/l välillä. Kiintoainepitoisuuden nousu kesäjaksoilla jäi 0,2 mg/l tasolle tai sen alle, kun tyypillinen kiintoainepitoisuus heinäkuussa on noin 1–3 mg/l.

7 Lähdeluettelo

AFRY 2024, Lämpöpäästön mallinnus Inkoon merialueella, Blastr Green Steel jäähdytysvaihtoehtojen arviointi virtausmallin avulla, 24.4.2024, v4.

Hertta. 2024. Suomen Ympäristökeskuksen HERTTA-tietokanta, tiedot haettu 09/2024.

Vemala, 2024, Suomen Ympäristökeskuksen VEMALA vesistömallijärjestelmä, 3-jakovaiheen valuma-alueiden lasketut virtaamat ja kuormitukset, ostopalvelu. Tiedot haettu 09/2024.