



Tampereen seudun yhteistarkkailun tarkkailusuunnitelma (päivitys 2025)

KVVY Tutkimus Oy



RAPORTTI
2025

**Tampereen seudun
yhteistarkkailun tarkkailusuunnitelma
(päivitys 2025)**

Tutkimusohjelma, 23.6.2025.

KVYV Tutkimus Oy. 2025. Tampereen seudun yhteistarkkailun tarkkailusuunnitelma (päivitys 2025). Tutkimusohjelma. 56 s + liitteet.

Tekijät:

KVYV Tutkimus Oy / Tampere

Riina Ruususaari, tutkimusinsinööri, AMK

Tommi Malinen, FT, yksikön päällikkö

Harri Perälä, hydrobiologi, FM

Johanna Salmelin, hydrobiologi, FT

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	TARKKAILUVELVOLLISTEN LUPAPÄÄTÖKSET	3
3.	YHTEISTARKKAILUALUE	3
3.1	Yleiskuvaus	3
3.2	Hydrologiset tiedot	4
3.3	Vesistön ekologinen tila	5
4.	VESISTÖKUORMITUS VUONNA 2023 JA PITKÄN AIKAVÄLIN KEHITYS	6
5.	VEDEN LAADUN SEURANTASUUNNITELMA	9
5.1	Kuormituspisteet ja niiden muuttuminen	10
5.2	Yhteistarkkailun uudet kuormittajat	10
5.2.1.	Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy	10
5.2.1.1	Kuormittajan Pyhäjärveen kohdistuva kuormitus	11
5.2.1.2	Tarkkailupisteiden sijainti ja analyysit	11
5.2.1.3	Ehdotus vaikutustarkkailun kestosta	12
5.2.1.4	Muutokset muihin tarkkailun osa-alueisiin	12
5.2.1.5	Raportointi	12
5.2.2.	Tampereen Veden Polson jätevedenpuhdistamo	13
5.2.3.	Tampereen Veden Kämenniemen jätevedenpuhdistamo	14
5.3	Havaintoasemat	15
5.4	Havaintojankohdat	16
5.4.1.	Virta-asemat	16
5.4.2.	Syväneasemat	17
5.5	Näytteenotto ja analysointi	17
5.6	Määritykset	17
6.	REHEVYYSTARKKAILU	23
6.1	Rehevyystarkkailun havaintoasemat	23
6.2	Näytesyvyudet ja kasviplanktonmääritykset	23
7.	HAITTA-AINETARKKAILU PERUSTEET JA MUUTOSITYS	24
7.1	Yleistä	24
7.2	Haitta-aineiden ympäristölaatunormit	25
7.3	Kuormittajien jätevesistä tehdyt haitta-ainetutkimukset	26
7.3.1.	Tampereen Vesi (Viinikanlahden ja Raholan puhdistamot)	26
7.3.2.	Metsäteollisuus	28
7.3.3.	Finavia (Tampere-Pirkkalan lentoasema)	28
7.3.4.	Nokian Vesi (Kullaanvuoren jvp)	29
7.3.5.	Nokian Vesi (Siuron jvp)	30
7.3.6.	Lääke-, kosmetiikka- ja torjunta-aineet sekä biosidit	30
7.3.7.	Mikrobit ja kuluttajakemikaalit	30
7.4	Taustatietoa vesistön haitta-aineista ja tutkimuksista 2019-2020	31

7.4.1.	Veden laatu	31
7.4.2.	Kalat (biota)	34
7.5	Suoritettava haitta-ainetarkkailu	34
7.5.1.	Vesistöasemat	35
7.5.2.	Vedestä tehtävät analyysit uudessa ohjelmassa	35
7.6	Biotan haitta-ainetarkkailu	36
8.	SEDIMENTTITARKKAILU	39
8.1	Nykyinen tarkkailu	39
8.2	Uusi ohjelma	39
8.2.1.	Näyteasemat	39
8.2.2.	Näytteenotto ja näytteiden käsittely	40
8.2.3.	Analyysit	41
8.2.4.	Sedimenttitarkkailun rytmi	41
9.	POHJAEÄLÄINTARKKAILU	41
9.1	Nykyinen tarkkailu	41
9.2	Uusi tarkkailu	42
9.2.1.	Profundaalin ja litoraalien pohjaeläintarkkailu	42
9.2.1.1	Näyteasemat	42
9.2.1.2	Näytteenotto ja näytteiden käsittely	43
9.2.2.	Sedimentin myrkyllisyys	44
9.2.3.	Pohjaeläintarkkailun rytmi	45
10.	VESIKASVILLISUUSTARKKAILU	45
10.1	Menetelmät	45
10.2	Tarkennus menetelmään	47
10.3	Aineiston tallennus	48
10.4	Kasvillisuustarkkailun raportointi	48
11.	TULOSTEN TOIMITTAMINEN JA RAPORTOINTI	48

VIITTEET

LIITTEET

Liitekartta. Kuormittajat ja veden laadun havaintoasemat

Tampereen seudun yhteistarkkailun tarkkailusuunnitelma (päivitys 2025)

1. Johdanto

Tampereen seudun yhteistarkkailualueeseen kuuluvat Näsijärven eteläosa, Tammerkoski, Pyhäjärvi, Saviselkä, Nokianvirta, Kulovesi, Rautavesi ja Liekovesi. Alue päättyy Liekoveden luusuaan, josta alkava Kokemäenjoki kuuluu Kokemäenjoen ja Porin edustan yhteistarkkailuun.

Yhteistarkkailua on suoritettu vuodesta 1975 alkaen. Yhteistarkkailussa mukana oleville kuormittajille (taulukko 1.1) on asetettu veden laadun tarkkailuvelvoitteet jätevesien johtamista varten myönnettyissä laskuluissa. Lisäksi Näsijärvellä on suoritettu erillistarkkailua Kaiharinlahdella (Mutan koulun puhdistamo), Tervalahdella ja Käälahdella (Kämmenniemen jvp), Koljonselällä (Polson jvp) ja Kurun edustalla (Ylöjärven Kurun jvp), joista Kämmenniemen ja Polson puhdistamoita ehdotetaan liitettäväksi yhteistarkkailuun.

Tampereen ympäristökunnista Kangasalan jätevedet käsitellään Tampereella Viinikanlahden jätevedenpuhdistamolla ja Ylöjärven sekä Pirkkalan jätevedet Raholan puhdistamolla loka-marraskuuhun 2025 asti, jonka jälkeen Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy aloittaa toimintansa (jätevedet johdetaan siirtoviemäröinnillä Sulkavuoren keskuspuhdistamolle). Lisäksi Tampereen viemäriverkkoon johdetaan osa Takon kartonkitehtaan jätevesistä (Takon toiminta loppuu/loppui 2025) sekä Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n Tarastejärven jätekeskuksen jätevedet sekä Ylöjärven suljetun Metsäkylän kaatopaikan suoto- ja valumavedet. Koukkujärven jätekeskuksen vedet johdetaan Nokialle Kullaanvuoren jätevedenpuhdistamolle.

Voimassa oleva tarkkailuohjelma on vuodelta 2012 ja Pirkanmaan ELY-keskus hyväksyi sen 24.6.2014 (PIRELY/77/07.00/2010). Ohjelmaa on täydennetty haitta-aineosioilla 27.4.2018, jonka Pirkanmaan ELY-keskus hyväksyi 27.9.2018 (PIRELY/77/07.00/2010). Tarkkailualueella seurataan myös jätevesien vaikutuksia kalastoon ja kalakantoihin. Tässä yhteydessä ei käsitellä kalastoa, koska kala-asiat käsitellään omissa ohjelmissaan ja niiden osalta vastuviranomainen on Pohjois-Savon ELY-keskus.

Taulukko 1.1. Yhteistarkkailuun osallistuvat kuormittajat.

Toimija	Kuormittaja	Purkualue
Tampereen Vesi Oy	Polson jätevedenpuhdistamo	Näsijärvi
Tampereen Vesi Oy	Kämmenniemen jätevedenpuhdistamo	Näsijärvi
Tampereen Vesi Oy	Kaupinojan pintavedenpuhdistamo	Näsijärvi
Tampereen Energia Oy	Naistenlahden voimala	Näsijärvi/Tammerkoski
Metsä Board Tako	Takon kartonkitehdas	Tammerkoski
Tampereen Vesi Oy (loppuu 2025)	Viinikanlahden puhdistamo	Pyhäjärvi, itäpää
Tampereen Vesi Oy (loppuu 2025)	Raholan puhdistamo	Pyhäjärvi
Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy	Sulkavuoren keskuspuhdistamo	Pyhäjärvi
Finavia Oyj	Tampere-Pirkkalan lentokenttä	Saviselkä
Oy Essity Finland Ab	Nokian tehdas	Nokianvirta
Nokian Vesi Oy	Kullaanvuoren puhdistamo	Nokianvirta
Nokian Vesi Oy	Siuron puhdistamo	Kulovesi
Dragon Mining Oy	Vammalan rikastamo	Ekojoki, Rautavesi

Tarkkailuohjelma sisältää vuosittain tehtävän vesistötarkkailun lisäksi kolmen vuoden välein tehtävät osiot: laajennettu rehevystarkkailu (syyskuussa tehtävät ravinnemääritykset, kasviplankton), pohja-sedimenttitutkimukset (raskasmetallit) ja pohjaeläintarkkailu. Lisäksi suoritetaan vesikasvillisuuden seuranta 6 vuoden välein (taulukko 1.2). Haitta-aineiden osalta (vesi + biota) ohjelmat päivitetään tässä yhteydessä. Biotan haitta-aineet tutkitaan vuosina 2022 (Pyhäjärvi) ja 2024 (Kulovesi).

Taulukko 1.2. Yhteistarkkailuohjelman laajuus ja vaihtelu

Tarkkailun osa-alue	Tarkkailuvuosi				
	2025	2026	2027	2028	2029
Vesistö (vuosittain)	x	x	x	x	x
Haitta-ainetarkkailu (vesistö, vuosittain)	x	x	x	x	x
Rehevyys (joka 3. vuosi)	x			x	
Kasviplankton (joka 3. vuosi)	x			x	
Vesikasvillisuus (joka 6. vuosi)		x			
Pohjaeläimet (joka 3. vuosi)	x			x	
Sedimentti (joka 3. vuosi)	x			x	

2. Tarkkailuvelvollisten lupapäätökset

Tarkkailuvelvoitteet perustuvat Vesi- ja ympäristöhallituksen, Länsi-Suomen vesioikeuden, Länsi-Suomen ympäristölupaviraston, Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston, Vesiylioikeuden, Vaasan hallinto-oikeuden ja Korkeimman hallinto-oikeuden antamiin jätevesien laskulupiin (taulukko 2.1).

Taulukko 2.1. Tarkkailualueen eri toimijoiden lupapäätökset vesistön yläjuoksulta alavirtaan lueteltuna.

Tarkkailuvelvollinen	Lupapäätös	pvm
Tampereen Vesi Oy Kaupinojan vedenottamo	Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintovirasto, päätös nrot 55/2015/2 ja 81/2015/1, dnrot LSSAVI/50/04.09/2014 ja LSSAVI/72/04.08/2014	12.05.2015
Tampereen Energia Oy Naistenlahden voimala	Länsi- ja Sisäsuomen aluehallintovirasto, päätös nro 118/2019, Dnro LSSAVI/6983/2017	10.05.2019
Metsä Board Tako Takon kartonkitehdas	Länsi-Suomen vesioikeus, päätös nro 12/1997/2 (Dnro 94371) Vesiylioikeus, päätös nro 173/1997 (Dnro 1997/103) Korkein hallinto-oikeus, nro 2930 (Dnrot 65 ja 656/3/98) Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, päätös nro 31/2006/1	14.03.1997 19.12.1997 21.12.1998 27.11.2006
Tampereen Vesi Oy Viinikka + Rahola	Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, päätös nro 66/2000/1	10.10.2000
Viinikka	Vaasan hallinto-oikeus, päätös nro 01/0033/4	16.05.2001
Viinikka	Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, päätös nro 31/2007/1	18.09.2007
Viinikka	Vaasan hallinto-oikeus, päätös n:o 09/0039/1	04.02.2009
Viinikka	Korkein hallinto-oikeus, päätös 3776, dnro 766/1/09	16.12.2010
Rahola	Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, päätös nro 32/2007/1	18.09.2007
Rahola	Vaasan hallinto-oikeus, päätös n:o 09/0040/1	04.02.2009
Rahola	Korkein hallinto-oikeus, päätös 3777, dnro 765/1/09	16.12.2010
Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy Sulkavuoren keskuspuhd.	Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston päätös Nro 35/2018/1, Dnro LSSAVI/1270/2017	05.04.2018
Finavia Oyj Tre-Pirkkala lentoasema	Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Dnro LSY-2001-Y-301	03.09.2007
Oy Essity Finland Ab, Nokian tehta	Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston päätös Nro 79/2011/1	11.07.2011
Nokian kaupunki, Kullaanvuoren jvp	Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston päätös Nro 987/2015	11.03.2016
	Länsi- ja Sisä-Suomen aluehallintoviraston päätös Nro 45/2020	04.03.2020
Nokian kaupunki, Siuron jvp	Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, päätös Nro 57/2015/1	08.04.2015
Dragon Mining Oy Vammalan rikastamo	Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, dnro LSY-2001-Y-42	19.03.2008

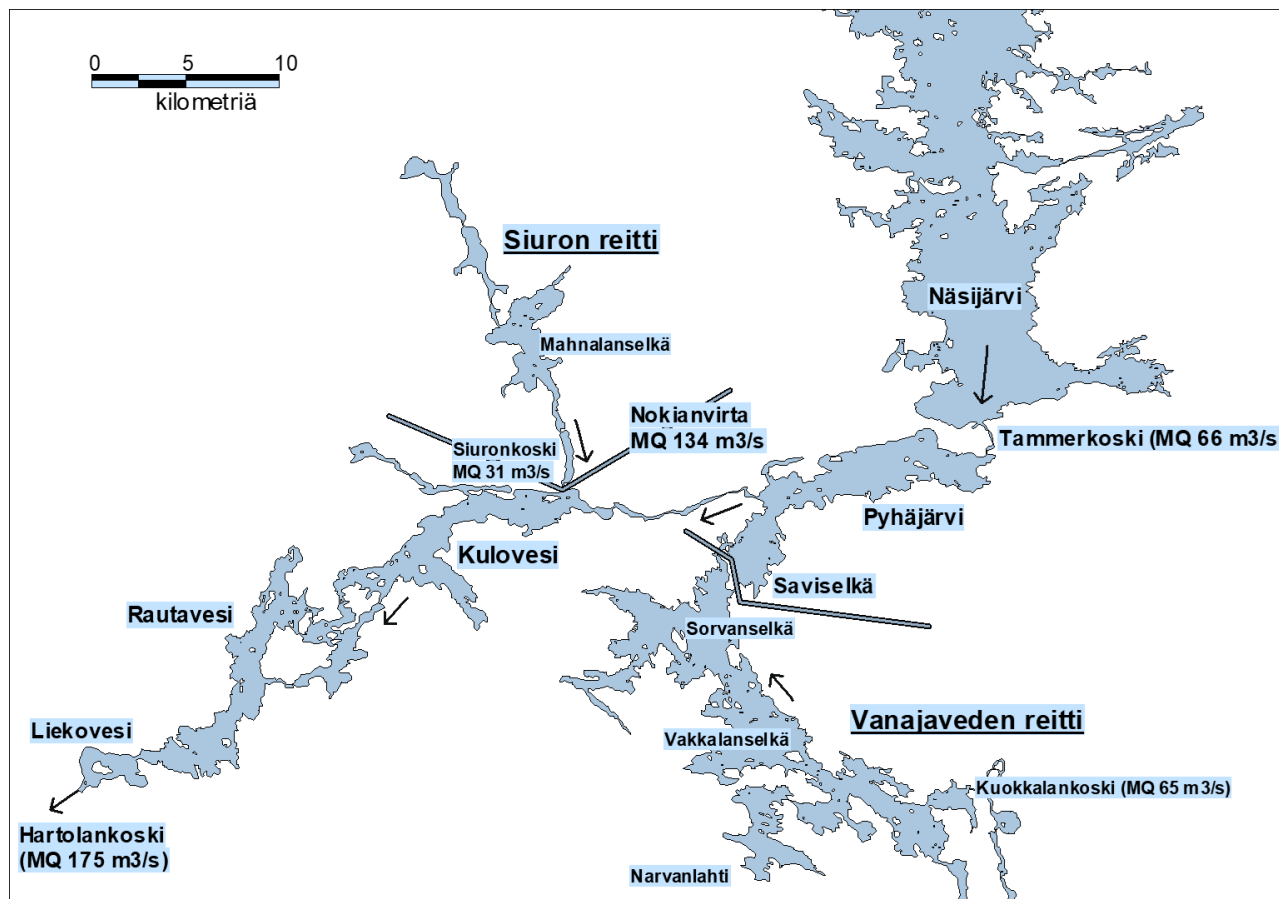
3. Yhteistarkkailualue

3.1 Yleiskuvaus

Näsijärvestä alkava Pyhäjärven, Kuloveden, Rautaveden ja Liekoveden läpi ulottuva tarkkailualue (kuva 3.1) kuuluu Kokemäenjoen päävesistöalueeseen nro 35. Näsijärvi kuuluu Näsijärven - Ruoveden alueeseen (vesistöalue 35.3) ja sen vedet laskevat Tammerkosken kautta Pyhäjärveen, joka on Kokemäenjoen vesistön keskusjärvi. Tampereen alapuolinen Pyhäjärvi kuuluu Vanajaveden - Pyhäjärven vesistöalueeseen nro 35.2 ja se laskee Nokianvirran kautta Kuloveteen. Pyhäjärven vedet yhtyvät

Nokianvirrassa Saviselän kautta tuleviin Vanajaveden reitin vesiin. Nokianvirran alapuoliset alueet (Kulovesi ja Rautavesi) kuuluvat Kokemäenjoen alueeseen (vesistöalue 35.1).

Nokianvirran jälkeen Kuloveteen yhtyy pohjoisesta Siuronkosken kautta laskeva Ikaalisten reitti (vesistöalue 35.5). Siuronkosken vesien osuus kokonaisvirtaamasta on Nokian alapuolella viidenneksen luokkaa (19 %). Kulovesi laskee Rautaveteen, josta vedet virtaavat Liekoveden kautta Kokemäenjokeen. Kokemäenjoki laskee Porin kohdalla Selkämereen.



Kuva 3.1. Yleiskuva Tampereen seudun yhteistarkkailualueesta välillä Näsijärvi–Liekovesi. Vanajaveden ja Siuron reitit eivät kuulu tarkkailualueeseen. Virtaamat (MQ) ovat vuosilta 1991–2010. © Maanmittauslaitos, lupa nro 242/MML/15.

Näsijärvi toimii nykyisellään raakavesilähteenä ja alueella harjoitetaan myös pienimuotoista ammatikalastusta. Muutoin vesistön käyttö on pääasiassa virkistyskäyttöä. Myös alapuoliset vesialueet ovat tärkeitä niin virkistyskäytön kuin kotitarvekalastuksen kannalta. Turun Veden raakavedenotto sijaitsee Kokemäenjoessa Sastamalan alapuolella Karhiniemen alueella.

3.2 Hydrologiset tiedot

Vesistöä säännöstellään Tammerkosken, Nokianvirran Melon ja Vammalan Tyrvään voimalaitoksilla. Tammerkosken keskivirtaama on vuosien 1991–2010 aineistossa 66 m³/s, Nokianvirran keskivirtaama 134 m³/s ja Hartolankosken keskivirtaama 175 m³/s (taulukko 3.1).

Tammerkosken alivirtaamat ovat pienimmillään 2 m³/s luokkaa. Poikkeustilanteissa Tammerkoski on kiinni, jolloin veden vaihtuminen Pyhäjärven itäpäässä on heikkoa. Kuukausialivirtaamat ovat pienimmillään luokkaa 20 m³/s.

Vesistön keskivirtaama (MQ) on tarkkailualueen alaosalla Hartolankoskessa luokkaa 175 m³/s, josta Nokianvirran kautta tulee noin 76 % (134 m³/s) ja Siuronkosken kautta 18 % (31 m³/s). Ikaalisten vesistöalueen valuma-alueosuus on 12 % Hartolankosken valuma-alueesta.

Taulukko 3.1. Vesistön pinta-alatiedot ja keskimääräisiä virtaamatietoja.

		Valuma-alue A = km ²	Järvisyys J %	MHQ m ³ /s	MQ m ³ /s	MNQ m ³ /s
Tammerkoski	1961-1990	7 672	13,9	152	71	2,1
	1991-2010			146	66	1,5
Kuokkalankoski	1961-1990	8 641	14,1	160	73	33
	1991-2010			143	65	29
Nokianvirta	1961-1990	17 073	14,2	309	147	14
	1991-2010			310	134	2,2
Siuronkoski	1981-2000	3 155	8,6	95	31	1,4
Hartolankoski	1961-1990	21 207	13,1	387	183	48
	1991-2010			404	175	35
Harjavalta	1961-1990	26 025	11,8	641	231	40
	1991-2010			557	223	44

Näsijärven (Näsin selän) vesi vaihtuu keskimäärin hieman vajaassa vuodessa (taulukko 3.2). Veden laadun muutokset ovat siten hitaampia kuin alapuolisella reitillä.

Pyhäjärvi, Kulo-vesi ja Rautavesi ovat läpivirtausaltaita, joissa veden vaihtuvuus on erittäin nopeaa. Veden keskiviipymä on Tammerkosken ja Kokemäenjoen (Liekoveden luusua) välillä noin kolme kuukautta. Veden laatu vaihtelee siten lyhyelläkin aikavälillä ja kuormituksessa sekä virtaamissa tapahtuvat muutokset heijastuvat nopeasti koko alueen veden laatuun.

Taulukko 3.2. Järvi-altaiden pinta-alat, syvyys- ja tilavuustiedot sekä viipymät (Kajosaari 1964).

	A km ²	Keski- syvyys m	Maksimi- syvyys m	Tilavuus milj. m ³	Viipymä vrk
Näsin selkä	93	15	61	1460	290
Pyhäjärvi	21	9	46	190	38
Kulo-vesi	40	7	37	290	21
Harjavalta	31	6 (arvio)	20	190	14

3.3 Vesistön ekologinen tila

Vesistön ekologinen tila on parhaimmillaan Näsijärven suussa ja heikoimmillaan Vanajaveden suunnalta tulevan reitin alaosalla olevalla Saviselällä (taulukko 3.3).

Luokittelun tuloksissa Kuloveden ja Rautaveden ekologinen tila on laskenut 3. kauden arviossa hyvästä tyydyttävään luokkaan. Eri alueista hyvän ekologisen tilan tavoite ei ole tällä hetkellä toteutunut Saviselällä, Kulovedellä, Ekojoella ja Rautavedellä.

Taulukko 3.3. Tarkkailualueen tyypittely ja ekologinen luokittelu. Lähde: Ympäristöhallinnon Hertta-tietokanta. Luokittelija Pirkanmaan ELY-keskus, 3. suunnittelukausi (valmistunut vuonna 2019, tila-arvio perustuu vuosien 2012-2017 aineistoihin).

Järvi / paikka, 3. luokittelukausi	Vesimuodostuma	Pintavesityyppi	Fys.-kem. luokittelu	Biologinen luokittelu	Ekologisen tilan luokka	Kemiallinen tila
Näsijärven etelä-osa	Näsijärvi (N60 95.40) x1	Suuret humusjärvet (Sh)	hyvä	erinomainen	hyvä	hyvää huonompi
Tammerkoski	Tammerkoski	Suuret kangasmaiden joet	hyvä	ei luokiteltu	hyvä	hyvää huonompi
Pyhäjärvi	Pyhäjärvi (N60 77.20) pohj.	Keskikokoiset humusjärvet (Kh)	hyvä	hyvä	hyvä	hyvää huonompi
Saviselkä	Pyhäjärvi (N60 77.20) etelä	Suuret humusjärvet (Sh)	tydyttävä	tydyttävä	tydyttävä	hyvää huonompi
Nokiankoski, ylävirta	Nokianvirta	Erittäin suuret kangasmaiden joet	hyvä	ei luokiteltu	hyvä	hyvää huonompi
Nokiankoski, alavirta	Nokianvirta	Erittäin suuret kangasmaiden joet	hyvä	ei luokiteltu	hyvä	hyvää huonompi
Lukkilanlahti	Kulovesi	Keskikokoiset humusjärvet (Kh)	hyvä	tydyttävä	tydyttävä	hyvää huonompi
Kesäniemen syv.	Kulovesi	Keskikokoiset humusjärvet (Kh)	hyvä	tydyttävä	tydyttävä	hyvää huonompi
Kalmetsaaren syv.	Kulovesi	Keskikokoiset humusjärvet (Kh)	hyvä	tydyttävä	tydyttävä	hyvää huonompi
Ekojoki	Ekojoki	Pienet kangasmaiden joet	välttävä	hyvä	välttävä	hyvää huonompi
Rautaveden syv.	Rautavesi	Keskikokoiset humusjärvet (Kh)	hyvä	tydyttävä	tydyttävä	hyvää huonompi

4. Vesistökuormitus vuonna 2023 ja pitkän aikavälin kehitys

Tarkkailualueelle kohdistuva kokonaiskuormitus on vähentynyt (taulukko 4.1). Vuosittaista vaihtelua kuitenkin esiintyy. Vuoden 2023 yhteistarkkailuraportissa (KVVY Tutkimus Oy 2024) on todettu, että vuonna teollisuusjätevesien osuus happea kuluttavasta kokonaiskuormituksesta (BOD7-ATU) oli noin 15 %. Fosforikuormituksesta pääosan (96 %) muodostivat asutuksen jätevedet samoin kuin typpikuormituksesta (99,4 %). Tampereen jätevedet aiheuttivat yksinään valtaosan (85 %) pistemäisestä typpikuormasta.

Taulukko 4.1. Tarkkailualueelle kohdistunut kokonaiskuormitus (kg/d) vuosina 1980–2023.

Vuosijakso/ Vuosi	BHK7 kg/d	Kok.P kg/d	Kok.N kg/d	K-aine kg/d (teollisuus)
1980-1984	66 268	180	2 771	16 000
1989-1989	13 509	104	3 140	7 397
1990-1994	3 275	77	2 918	1 997
1995-1999	2 498	51	2 893	1 113
2000-2004	1 642	44	3 056	1 111
2005-2009	1 054	32	3 064	498
2010-2014	719	27	3 239	219
2015-2019	607	20	3 868	112
2020	589	19	4 157	91
2021	650	25	3 728	82
2022	512	22	4 045	65
2023	552	25	3 828	104

Metsäteollisuudessa tapahtuneet tuotantosuunnan muutokset aiheuttivat voimakkaan kuormituksen vähenemän BOD₇-kuormituksessa 1980-luvun puolivälissä (kuva 4.1, kuva 4.2). Fosforikuormitus on pienentynyt 1980-luvun alkuun verrattuna kymmenesosaan ja neljännekseen 1990-luvun alun tasosta. Vuoden 1995 jälkeen tapahtunut fosforikuorman lasku on ollut seurausta etenkin Lielahden tehtaan vähentyneestä fosforikuormituksesta. Vuosi 2009 toi tässä suhteessa viimeisen muutoksen Näsijärven puolelle kohdistuneen fosforikuormituksen loppumisen myötä (kuva 4.2).

Alueellisesti **Näsijärveen** eteläpään kohdistuva pistekuormitus romahti vuoden 1985 jälkeen ja lopui lähes kokonaan vuoden 2008 aikana M-real Oyj:n ja Ligno Tech Finland Oy:n tehtaiden sulkemisen myötä. Aikaisemmin Näsijärven eteläosaan jätevesiä johtaneiden Näsijärven Pahvi Oy:n ja Haarlän Paperitehtaan (YPT) kuormitukset loppuivat vuosien 1983 ja 1989 jälkeen.

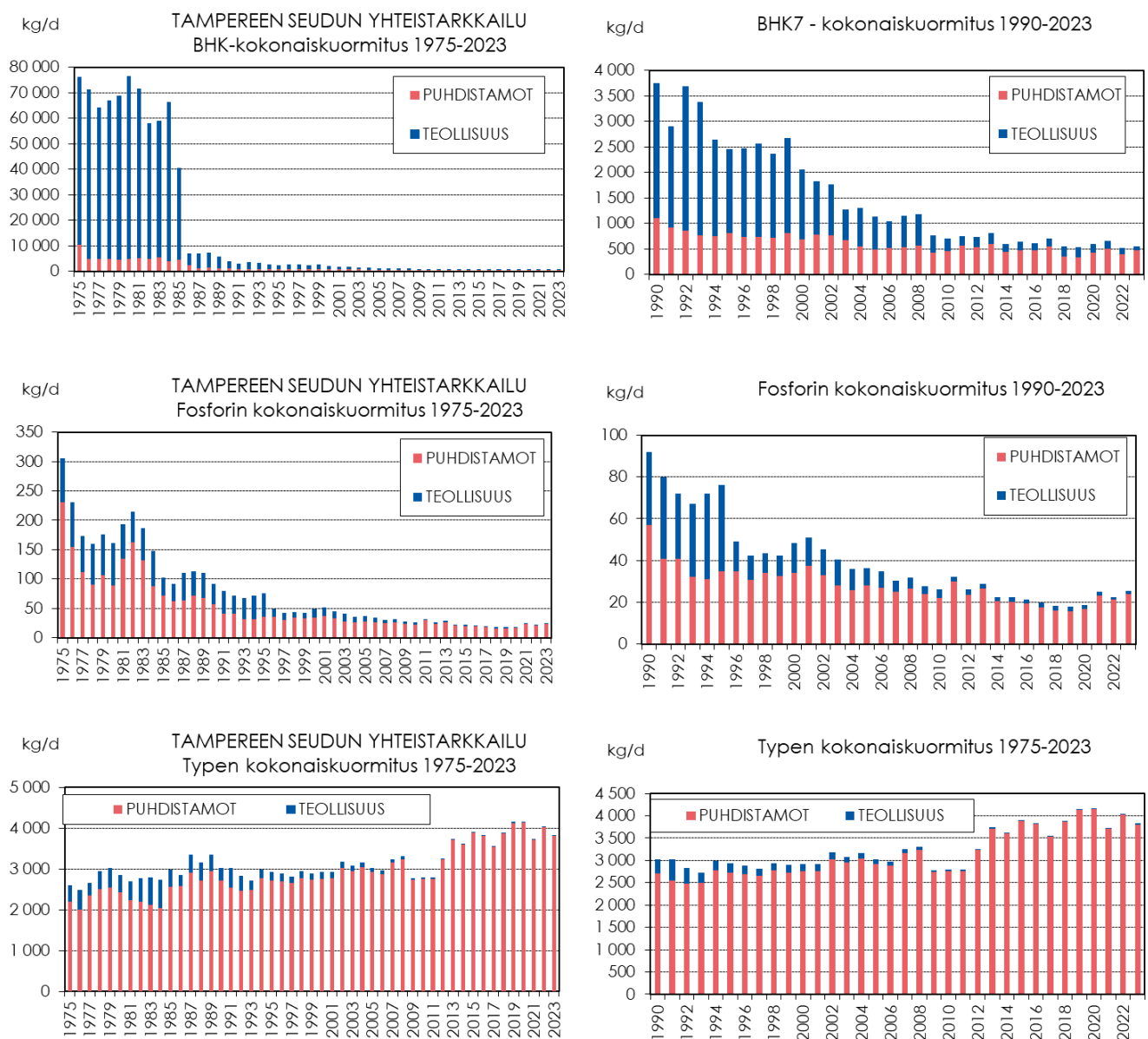
Tampereen Naistenlahden voimalan savukaasupesurin metalleja sisältävät vedet johdetaan Näsijärven eteläosaan ja purkusyvänne on liitetty yhteistarkkailuun vuodesta 2020 alkaen. Myös Tampereen Veden Kaupinojan pintavesilaitoksen huuhteluviedet johdetaan Näsijärven eteläosaan. Ylempänä eri puolilla Näsijärveä sijaitsevat pienemmät kuormittajat eivät ole yhteistarkkailussa, mutta Tampereen Veden hallinnoimien Maisansalon ja Kämnniemen puhdistamoiden tarkkailut on esitetty liitettäväksi yhteistarkkailuun.

Pyhäjärveen kohdistuva pistekuormitus on vähentynyt typpikuormitusta lukuun ottamatta viime vuosiin saakka. BOD-kuormitus on jäänyt vuodesta 2001 alle 1 t/d (kuva 4.1, kuva 4.2). BOD₇-ATU:n pitoisuus jää vuoden 2023 kuormituksella (417 kg/d) ja vuosien 1991–2010 keskivirtaamalla 66 m³/s tasolle 0,1 mg/l, joten laajempia happiongelmia ei ole odotettavissa. Pyhäjärveen kohdistuva typpikuormitus on nykyisellään luokkaa 3500 kg/d (kuva 4.2). Fosforikuormitus on laskenut vielä 2000-luvullakin.

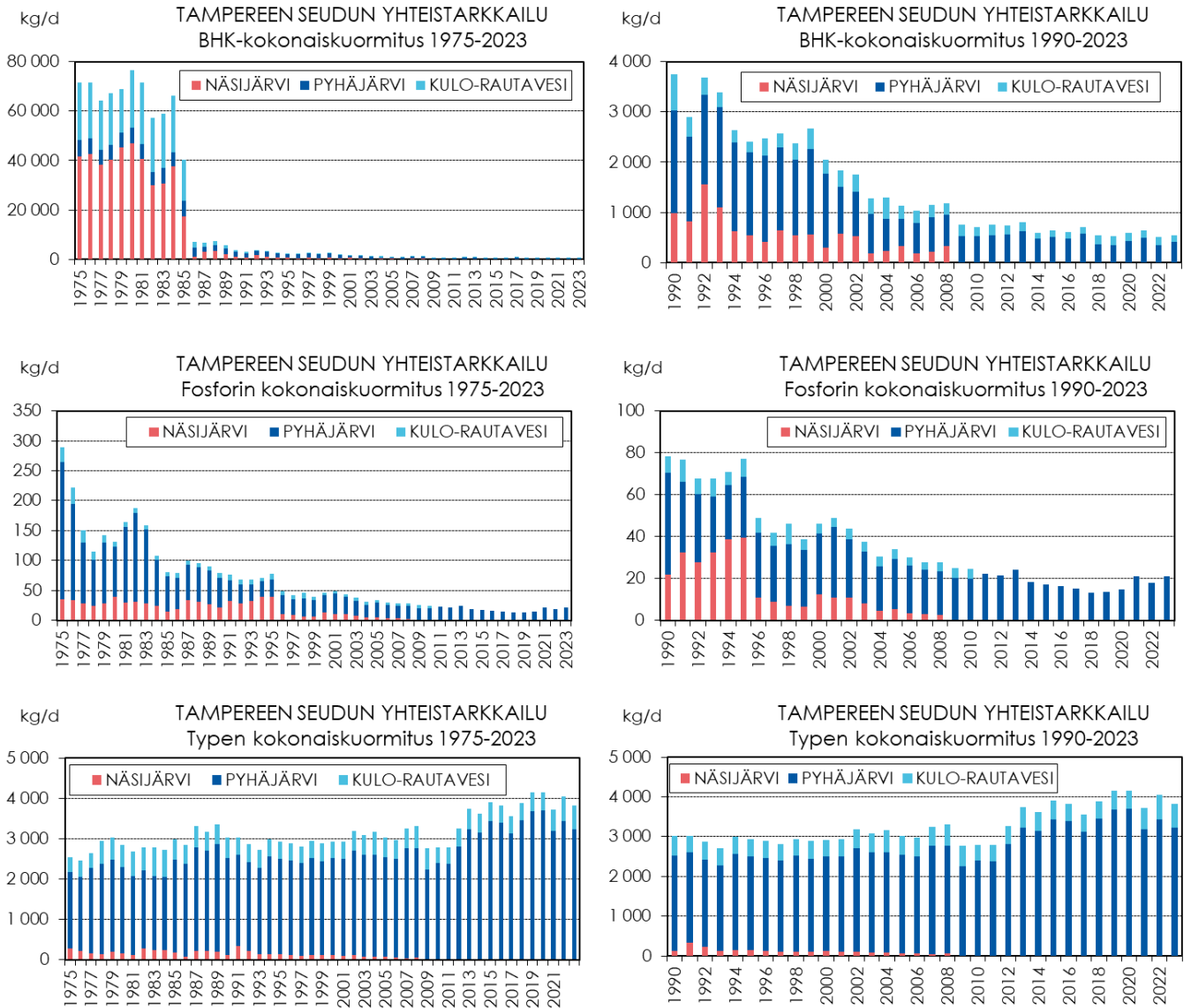
Tampere-Pirkkalan lentoaseman Kotolahden kautta Pyhäjärven Saviselkään kohdistuva vesistökuormitus on "muusta kuormituksesta poikkeavaa". Vesistökuormitus muodostuu liukkauden torjuntaan ja lentokoneiden jäänestoon käytettävien aineiden huuhtoutumista. Lentoasemanpäästö- ja vesistö-tarkkailua suoritetaan omana tarkkailunaan, joiden yhteydessä kuormitustulokset ja alapuolisen vesistön tila esitetään. Yhteistarkkailuun kuuluvat vain Saviselän tutkimusasemat.

Kulo- ja Rautaveteen (kuva 4.2) kohdistuva orgaaninen kuormitus väheni selvästi vuonna 1985 Nokian paperitehtaan lopetettua selluloosan valmistuksen. Vesistön happitilanne parani samaan aikaan. Päälysvedessä ei todeta enää merkittävää happivajetta, mutta syvänteiden alusvedessä esiintyy edelleen hapettomuutta. Happitilanne on sidoksissa virtaamiin ja lämpötilakerrosteisuuden vakautteen. Ennen kuormitustason merkittävää alenemista BOD-kuormitus oli yli 20.000 kg/d, josta nykyinen kuormitus on enää 1 %. Fosforikuormitus on jäänyt viime vuosina selvästi alle 10 kg/d; vuonna 2023 paikallisen Nokialta tulevan fosforikuorman määrä oli 4,4 kg/d, jolla ei juuri ole vaikutusta Nokianvirrassa.

Dragon Mining Oy:n Sastamalassa sijaitsevan Stormin rikastamon vesistökuormitus kohdistuu Ekojoen kautta Rautaveteen. Päästötarkkailussa seurataan Ekojokeen laskevien Kovero-ojan ja Korvalamminojan veden laatua. Ympäristövaikutuksia tarkkaillaan Ekojoesta kolmesta mittauskohdasta ja Rautavedestä kahdesta mittauskohdasta.



Kuva 4.1. Tampereen seudun yhteistarkkailualueen BOD-, fosfori- ja typpikuormitus vuosina 1975–2023 sekä lyhyemmällä jaksolla 1990–2023 eriteltynä kuormituslähdetyppeittäin.



Kuva 4.2. Tampereen seudun yhteistarkkailualueen BOD-, fosfori- ja typpikuormitus vuosina 1975–2023 sekä lyhyemmällä jaksolla 1990–2023. Eri osuuksinaan on esitetty Näsijärven eteläosaan, Pyhäjärveen sekä Kulo-Rautaveteen kohdistunut kuorma.

5. Veden laadun seurantasuunnitelma

Vesistötarkkailua on suoritettu vuoteen 2025 asti vuonna 2012 laaditun tarkkailuohjelman sekä siihen vuonna 2018 liitetyn haitta-aineosion mukaisesti. Tämä päivityskierros perustuu Pirkanmaan ELY-keskuksen määräyksiin päivittää ohjelmat vuoden 2021 loppuun mennessä ja päivityspyyntöön liittyen Tampereen Seudun keskuspuhdistamo Oy:n liittämiseksi yhteistarkkailuohjelmaan (ohjelma ollut ELY-keskuksella käsitteillä vuodesta 2022 asti).

5.1 Kuormituspisteet ja niiden muuttuminen

Näsijärven osalta ohjelmaan esitetään liitettäväksi Näsijärven eteläosassa sijaitsevien Polson ja Kämenniemen jätevedenpuhdistamoiden vesistötarkkailut, jonka myötä havaintoasemien määrä Näsijärvellä lisääntyy. Tampereen Veden Kaupinojan laitoksen vesistötarkkailu on tehty osana yhteistarkkailua jo aiemminkin, vaikka se on puuttunut varsinaisesta tarkkailuohjelmasta.

Pyhäjärvellä Tampereen jätevedet tullaan johtamaan jatkossa uuteen purkupisteeseen sen jälkeen, kun Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy:n Sulkavuoren puhdistamo valmistuu ja se otetaan käyttöön vuonna 2025. Samalla Viinikanlahden ja Raholan puhdistamon poistuvat käytöstä. Pyhäjärven tarkkailuasemat säilyvät toistaiseksi ennallaan, mutta ohjelmaan lisätään kolme uutta havaintopaikkaa (PP1-PP3).

Saviselkä sijaitsee Vanajaveden reitin alaosalla kuvaten sieltä tulevia vesiä, joiden tilaa seurataan Vanajaveden yhteistarkkailussa Sotkanvirran asemalta VS24. Saviselkään laskee Pirkkalan lentokentän suunnalta vesiä, joita tarkkaillaan erikseen kahdelta asemalta, jotka säilyvät ennallaan.

Nokianvirran yläpään asema NYP säilyy luonnollisesti ennallaan kuvaten Tampereen ja Vanajan suunnalta tulevia vesiä. Pisteiden NYP sijainti tarkennetaan ohjelmassa Nokian keskustaan ennen pistemäisiä kuormittajia, millä varmistetaan, että Tampereen ja Vanajaveden suunnalta tulevat vedet ovat varmasti sekaisin kuvaten kuormittajien yläpuolista veden laatua.

Nokianvirtaan johdetaan asemien NYP ja NAP välille Nokian pehmopaperitehtaan jätevedet sekä Nokian Veden Kullaanvuoren puhdistamon jätevedet eri purkupisteisiin ennen Melon voimalaitosta. Nokialla tapahtuvassa jätevesien purussa tulee tapahtumaan muutos, sillä Nokian Vesi Oy investoi uuteen jätevedenpuhdistamoon, joka käsittelee Nokian kaupungin yhdyskuntajätevedet. Pehmopaperitehtaan tehdasalueelle suunnitellun Nokian Veden uuden puhdistamon on tarkoitus olla koekäytössä vuonna 2023.

Kuloveden alueelle johdetaan Siuron puhdistamolta jätevesiä, jotka on jatkossa tarkoitus johtaa lähivuosien kuluessa Nokialle rakennettavalle uudelle jätevedenpuhdistamolle käsiteltäväksi. Muita pistekuormittajia ei ole ja pisteverkko pysyy samana.

Rautaveden laskee etelästä pistekuormitusta Stormin rikastamolta Ekojoen kautta. Rikastamolla on Rautavedellä yksi oma havaintoasema ja lisäksi vaikutuksia tarkkaillaan yhteistarkkailuasemalta N18, joka on tämän tarkkailun alin asema. Liekoveden alapuolella Kokemäenjokeen purkautuvien vesien laatua seurataan Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailun ylimpänä asemana.

5.2 Yhteistarkkailun uudet kuormittajat

5.2.1. Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy

Keskuspuhdistamon ympäristöluvan lupamääräyksessä 57 vesistötarkkailusta (LSSAVI-1270-2017) on esitetty, että jätevesien vesistövaikutuksia on tarkkailtava hakemuksessa esitettyjen suunnitelmien mukaisesti pisteistä PP1, PP2, PP3 ja NP7, ja että Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy:n Sulkavuoren jätevedenpuhdistamon on liityttävä Pyhäjärven alueen yhteistarkkailuun.

Esitys liittymisestä yhteistarkkailuun ja siihen lisättävistä uusista tarkkailupisteistä ja uusien tarkkailupisteiden tarkkailun kestosta on tehtävä Pirkanmaan ELY-keskuksen hyväksyttäväksi viimeistään kuusi kuukautta ennen toiminnan aloittamista.

5.2.1.1 Kuormittajan Pyhäjärveen kohdistuva kuormitus

Jätevedenpuhdistamon aiheuttama kuormitus vesistöön on laskettu käyttämällä puhdistamon mitoitusvuoden 2040 ennustettua keskimääräistä jätevesimäärää (100 000 m³/d) ja lainvoimaisen ympäristöluvan lupaehtoja. Lisäksi kuormitus on laskettu Yhtiön hallituksen vuonna 2023 asettamien tavoitepitoisuuksien perusteella (taulukko 5.1).

Nykyinen maksimikuormitus on laskettu Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoiden yhteenlasketun keskimääräisen jätevesivirtaaman (2020–2024: noin 91 000 m³/d) ja nykyisten lupaehtojen perusteella. Nykyinen kuormitus on Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoiden toteutunut yhteenlaskettu kuormitus vuosien 2020–2024 keskiarvona.

Taulukko 5.1. Tampereen seudun keskuspuhdistamon arvioitu kuormitus Pyhäjärveen.

Lupaehdot			Yhtiön tavoitepitoisuus	Lupaehtojen mukainen maksimikuormitus vesistöön (100 000 m ³ /d)	Viinikanlahden ja Raholan lupaehtojen mukainen maksimikuormitus (91 000 m ³ /d)	Nykyinen kuormitus Pyhäjärveen (91 000 m ³ /d)	Tavoitearvojen mukainen kuormitus vesistöön 2040 (100 000 m ³ /d)
	mg/l	reduktio %	mg/l	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d
BOD _{7-ATU}	8	96	3,8	800	900	350	380
Kok. P	0,3	96	0,12	30	27	19	12
Kok. N	-	70	12	-	-	3400	1 200

Pyhäjärven kuormitus vähenee arvion mukaan merkittävästi nykytilanteeseen verrattuna, sillä Sulkavuoren puhdistamolta lähtevä kuormitus on pienempi nykytilanteeseen verrattuna, vaikka puhdistetun jäteveden määrä kasvaa. Pyhäjärveen vuonna 2040 johdettava kuormitus muuttuu nykytilanteeseen (ka 2020–2024) verrattuna siten, että vaikka puhdistetun jäteveden määrä kasvaa arviolta 10 %, typpikuormitus vähenee yli 65 %, happea kuluttava kuormitus pysyy samana ja fosforikuormitus vähenee yli 30 %.

Haitta-aineiden poistumista uudella Sulkavuoren jätevedenpuhdistamolla tehostaa aktiivilieteprosessin nykyistä pidempi viipymä ja lieteikä sekä tehokas jälkikäsittely (hiekkasuodatus) ennen vesistöön johtamista.

5.2.1.2 Tarkkailupisteiden sijainti ja analyysit

Alueelle sijoitetaan kolme havaintopistettä eri puolille purkualuetta: yksi purkualueelle PP1, yksi virtaussuunnassa ylävirtaan PP2 ja yksi purkualueelta etelään PP3 (ks. liitekartta 1). Lisäksi alueella on Pyyntikin syvännepiste NP7, joka kuuluu nykyiseen tarkkailuohjelmaan. Pisteiltä tehdään samat analyysit kuin yhteistarkkailupisteeltä NP7 yhteneväisin näytteenottosyvyyksin siten, että näytteitä otetaan 1 m syvyydeltä pohjan lähelle 10 metrin välein (taulukko 5.2).

Taulukko 5.2. Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy:n yhteistarkkailuun liitettävät vesistötarkkailupisteiden sijainti, tarkkailun laajuus ja analytiikka sekä yhteistarkkailuohjelman pisteen NP7 tiedot.

Tunnus	Nimi	Koordinaatit		Kuukausi											
		ETRS-TM35FIN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PP1	Pyhäjärvi, purkualue	6821454	325692	x		x			x	x	x		x		
PP2	Pyhäjärvi, purkualueen ylävirta	6821421	326398	x		x			x	x	x		x		
PP3	Purkualueelta etelään	6821185	325687	x		x			x	x	x		x		
NP7	Pyhäjä K7 Pyylikinsaari	6821482	325614	x		x			x	x	x		x		

Analyytit (kaikki syvyudet): ammoniumtyppi, kokonaisfosfori, happi, happikyllästys-%, pH, sameus, sähköjohtavuus, kokonaistyyppi, nitriitti-nitraattitypen summa

Analyytit (vain 1 m): fosfaattifosfori, suolistoperäiset enterokokit, E. coli., lämpökestoiset koliformiset bakteerit

Analyytit (0-2 m): a-klorofylli

5.2.1.3 Ehdotus vaikutustarkkailun kestosta

Purkuputken pää sijaitsee Pyhäjärvässä varsin lähellä jo olemassa olevaa Pyylikinsaaren tarkkailupistettä (NP7). Lisäpisteet PP1-PP3 on pyritty sijoittamaan siten, että kuormitusvaikutus on mahdollista havaita (PP1, PP3) sekä vertailla pisteiden vedenlaatua virtaussuunnassa yläpuoliseen asemaan (PP2).

Purkualueelle sijoitellun pisteen PP1 tarkkailu on perusteltavaa lopettaa ensimmäisen kokonaisen tarkkailuvuoden (2026) jälkeen, mikäli pisteen vedenlaatu vastaa pääosin Pyylikinsaaren tarkkailupisteen NP7 vedenlaatua. Purkualueelta etelään sijaitsevan tarkkailupisteen osalta ehdotetaan niin ikään vuoden 2026 tarkkailujaksoa, jonka jälkeen tarkkailu voidaan lopettaa, mikäli kuormitusvaikutuksia ei ole todettavissa tai ne ovat kokonaisuudessaan lieviä. Purkualueen ylävirran piste on perusteltua pitää tarkkailussa pidempään ja/tai toistaiseksi, sillä se tarjoaa purkualueen yläpuolisen vertailuaseman. Tarkkailuohjelmaa voidaan muuttaa viranomaisen hyväksynnällä.

5.2.1.4 Muutokset muihin tarkkailun osa-alueisiin

Tampereen seudun yhteistarkkailun tarkkailuohjelmaan sisältyy vesistötarkkailun lisäksi myös biologista tarkkailua, sedimenttitarkkailua ja haitta-ainetarkkailua. Kuormittajamuutoksen osalta ei katsota tarpeelliseksi muuttaa tai päivittää käsittelyssä olevan tarkkailuohjelman sisältöä em. tarkkailuvelvoitteiden osalta.

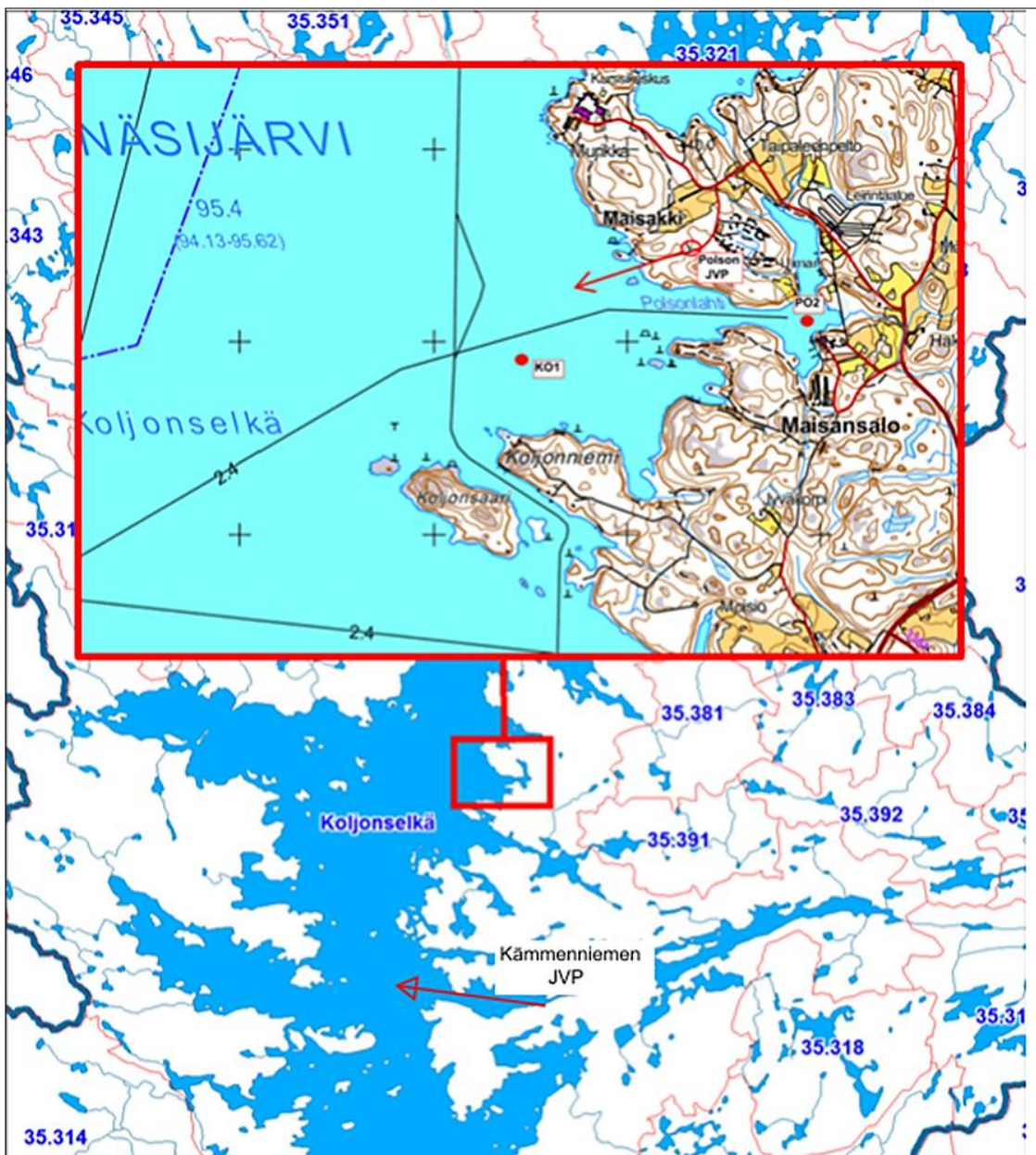
5.2.1.5 Raportointi

Lupamääräyksessä 64 on määrätty, että vesistö- ja kalataloustarkkailuiden vuosiyhteenveto on toimitettava Pirkanmaan ELY-keskukselle, Pohjois-Savon ELY-keskuksen kalatalousviranomaiselle, Tampereen ja Nokian kaupunkien ja Pirkkalan kunnan ympäristönsuojeluviranomaisille sekä Pirkkalan kalastusalueelle vuosittain kesäkuun loppuun mennessä.

5.2.2. Tampereen Veden Polson jätevedenpuhdistamo

Polson Maisakin alueen, Metallityöväen liitto ry:n kurssikeskus Murikan sekä Polson jätevedet käsitellään biologis-kemiallisessa pienpuhdistamossa. Jätevedet ovat tavanomaisia talousjätevesiä, eikä puhdistamolle johdeta teollisuusjätevesiä. Käsitellyt jätevedet johdetaan Näsijärven Polsonlahden edustalle ja edelleen Koljonselkään. Koljonsejän itäosaan lasketaan etelämpänä myös Tampereen Veden Kämmenniemen jätevedenpuhdistamon jätevedet (kuva 5.1).

Nykyinen ympäristölupa myönnettiin 17.3.2016 (päätös nro 45/2016/1, Dnro LSSAVI/6913/2014) ja sen ehtoissa on määrätty, että jätevedenpuhdistamon vesistövaikutuksia tarkkaillaan kahdesta näytteenottopisteestä KO1 ja PO2 talvi- ja kesäkerrosteisuuskausien lopulla. Nykyinen vesistötarkkailuohjelma on valmistunut 27.10.2016.



Kuva 5.1. Polson sekä Kämmenniemen jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailuasemien sijainti.

5.2.3. Tampereen Veden Kämmenniemen jätevedenpuhdistamo

Pirkanmaan ympäristökeskuksen Kämmenniemen jätevedenpuhdistamolle 19.11.2009 antamassa luvassa (Dnro PIR-2008-Y-5-111) on asetettu vesistövaikutusten tarkkailuvelvoite. Jätevesien purkupiste on siirretty joulukuussa 2013 Mikkolanlammista Käälahteen (kuva 5.2). Tarkkailu jatkuu kumpaankin alueeseen liitetyillä havaintoasemilla (kuva 5.3), mutta yhteistarkkailuun lisätään vain nykyinen purkualue, jonka tarkkailuohjelma on vuodelta 2012 (Kämmenniemen jätevedenpuhdistamon vesistö- ja pohjaeläintarkkailuohjelma 4.12.2012).



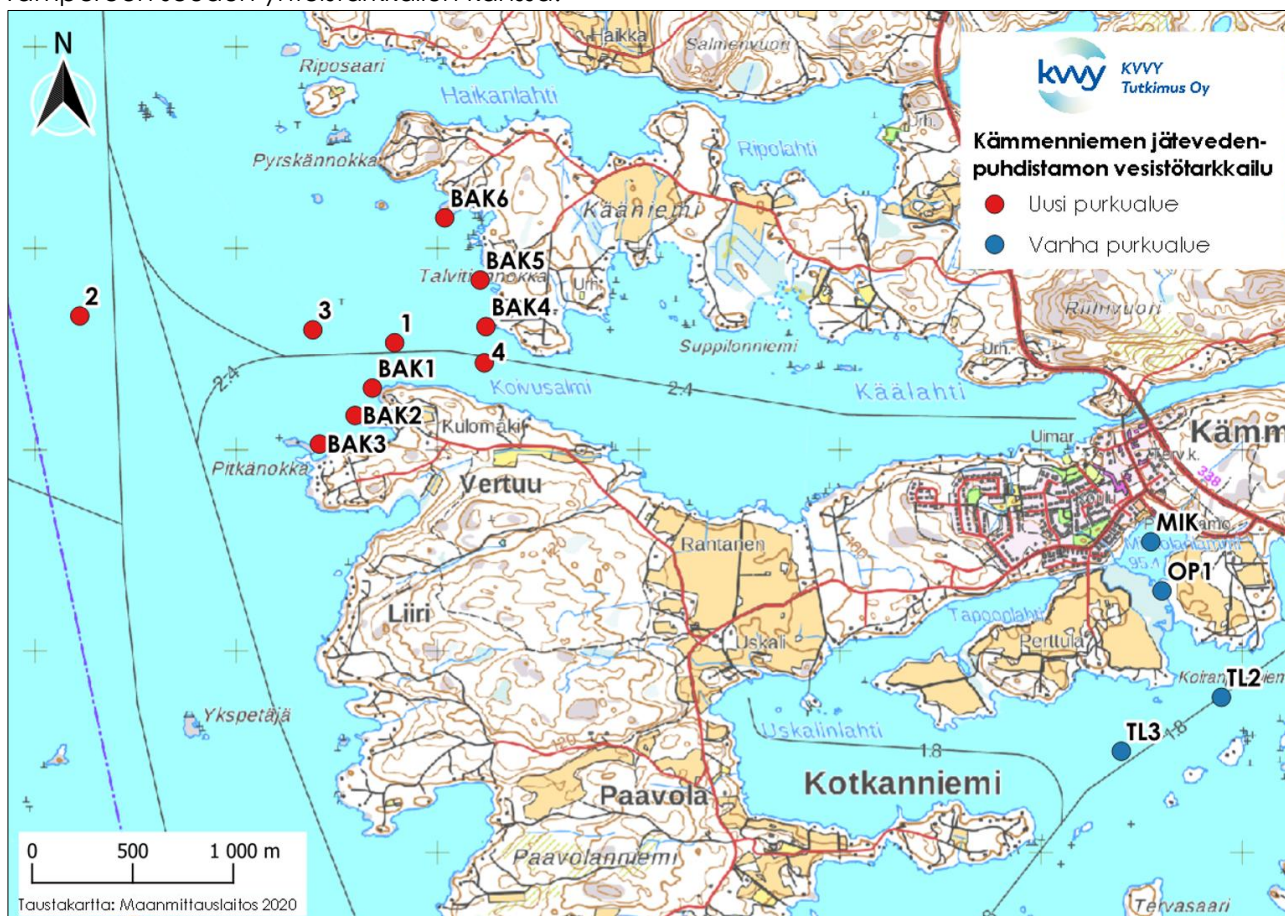
Kuva 5.2. Kämmenniemen jätevedenpuhdistamon sekä vanhan ja uuden purkualueen sijainti.

Uuden purkualueen myötä tarkkailuohjemaan lisättiin neljä purkusyvänteen havaintopaikkaa (TAKA/1, TAKA/2, TAKA/3, TAKA/4) sekä kuusi hygieniatarkkailupistettä (BAK1, BAK2, BAK3, BAK4, BAK5 ja BAK6). Purkusyvännettä tarkkaillaan kaksi kertaa vuodessa (talvi- ja kesäkerrostuneisuus). Hygieniatarkkailupisteiltä näytteet haetaan kerran vuodessa loppukesällä.

Vanhan purkualueen (Mikkolanlammi, Koiranpäänlahti, Tervalahdi) tarkkailussa noudatetaan tällä hetkellä lupapäätöksen mukaisesti 20.3.2009 hyväksyttyä tarkkailuohjelmaa, johon on 20.9.2017 lausunnossa tehty muutos siten, että näytteitä haetaan tällä hetkellä Mikkolanlammista (MIK), ojapisteeltä (OP1) ja Tervalahdelta kahdelta asemalta (TL2 ja TL3) kerrostuneuskausien lopulla. **Vanhaa purkualuetta ei liitetä mukaan yhteistarkkailuun, vaan sen osalta jatketaan nykyisen käytännön mukaisesti erillisenä seurantana.**

Kämmenniemen puhdistamon seurantoihin on liitetty myös pohjaeläintarkkailu. Voimassa olevan, vuodelta 2012 olevan Kämmenniemen tarkkailuohjelman mukaan pohjaeläintarkkailu toteutetaan

kahdella näyteasemalla aluksi vuosittain ja vuodesta 2016 alkaen kolmen vuoden välein yhdessä Tampereen seudun yhteistarkkailun kanssa.



Kuva 5.3. Kämenniemen jätevedenpuhdistamon vesistötarkkailuasemien sijainti.

5.3 Havaintoasemat

Havaintoasemaverkoston (taulukko 5.3) perusrunkona on nykyinen myös vuonna 2025 käytössä ollut havaintoasemaverkosto täydennettynä Näsijärven puolella yhteistarkkailuun liitettävien kuormittajien vesistöasemilla sekä Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy:n ympäristöluvan mukaisilla asemilla. Yhteistarkkailu siis laajenee tässä esityksessä aiempaa ylemmäksi Näsijärveä Tampereen Veden puhdistamoiden liittyessä siihen ja sen myötä havaintoasemien määrä kasvaa sekä Näsijärvellä että Pyhäjärvellä. Ylinnä Näsijärveä sijaitseva Koljonselkä ei sisälly yhteistarkkailuun, vaan sen seurannasta vastaa Pirkanmaan ELY-keskus.

Finavian Tampere-Pirkkalan lentoaseman vesistöasemista asemat N12D ja N12E on määrätty yhteistarkkailuun kuuluviksi (Pirkanmaan ympäristökeskuksen tarkkailusuunnitelman hyväksymispäätös 23.12.2008, dnro 1901Y1138). Muut vesistöasemat ovat lentoaseman oman erillistarkkailun piirissä.

Stormin rikastamon tarkkailun puitteissa näytteitä otetaan myös Tampereen seudun yhteistarkkailuasemalta N19, jonka tarkkailuun on liitetty tiettyjä rikastamon suunnalta tulevia aineita ja metalleja. Luvassa asia on määrätty seuraavasti: "Rautaveden syvänealueelta on tutkittava kaksi kertaa vuodessa, kesällä ja talvella, veden sähkönjohtavuus, sulfaattipitoisuus sekä nikkelipitoisuus. Pitoisuudet tulee tutkia päänlysyvedestä 1 metrin syvyydestä ja pohjan läheisestä vedestä 20 metrin syvyydestä.

Tutkimukset voidaan tehdä osana Tampereen seudun yhteistarkkailua näytepisteestä TASE/N19/Rautav K2 (YSL 5, 43, 46 §)."

Taulukko 5.3. Tampereen seudun (TASE) yhteistarkkailun havaintopaikat koordinaattitietoineen sekä havaintoajankohdat. Kaikki mainitut asemat sijaitsevat Pirkanmaan ELY-keskuksen alueella. VHS-seurantaan kuuluvat seuraavat asemat: NP1, NP4, NP8, NAP, N14 ja N19. Ohjelmaan liitettävät uudet asemat on korostettu sinisellä ja poistettava asema punaisella.

Tunnus	Nimi	Koordinaatit (Vesla)		Kuukaudet											
		ETRS-TM35FIN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NP1 *)	Näsijä 117 Koljonselkä	6841852	326053			x					x				
KO1	Koljonselkä 1	6843863	330640			x					x				
PO2	Polsonlahti 2	6844184	331937			x					x				
1	Purkusyväne 1	6837532	328787			x					x				
2	Purkusyväne 2	6837665	327222			x					x				
3	Purkuputken suu 3	6837601	328379			x					x				
4	Koivusalmi 4	6837432	329233			x					x				
BAK1	Hygieniatarkkailupiste 1	6837307	328676								x				
BAK2	Hygieniatarkkailupiste 2	6837171	328590								x				
BAK3	Hygieniatarkkailupiste 3	6837029	328413								x				
BAK4	Hygieniatarkkailupiste 4	6837612	329241								x				
BAK5	Hygieniatarkkailupiste 5	6837843	329212								x				
BAK6	Hygieniatarkkailupiste 6	6838152	329036								x				
P1	Tammerkosken edustan syväne	6824129	327114			x					x				
NP7	Pyhäjä K7 Pyynikinsaari	6821482	325614	x		x			x	x	x		x		
PP1	Pyhäjärvi, purkualue	6821454	325692	x		x			x	x	x		x		
PP2	Pyhäjärvi, purkualueen ylävirta	6821421	326398	x		x			x	x	x		x		
PP3	Purkualueelta etelään	6821185	325687	x		x			x	x	x		x		
N6A	Näsijä N2 Lielähti	6824710	325283			x			x		x		x		
TYP	Tammerkoski 8000	6823179	327455	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
TAP	Ratnanvuolle 8010	6821798	327431	x		x			x	x	x		x		
NP7	Pyhäjä K7 Pyynikinsaari	6821482	325614	x		x			x	x	x		x		
NP8	Pyhäjä 107 Lehtisaari	6822085	322949	x		x			x	x	x	(x)	x		
NP8A	Pyhäjä Selkäsaari	6820542	321687			x			x	x	x		x		
N10	Pyhäjä Rajasaaren silta	6820277	318752	x		x			x	x	x	(x)	x		
N11	Pyhäjärvi Rajasalmi 8	6820356	316544	x		x			x	x	x		x		
N12	Pyhäjä 106 Saviselkä	6816852	314841	x		x			x	x	x	(x)	x		
N12D **)	Saviselkä Reipinniemi N 300 m	6818357	316042			x									
N12E **)	Pyhäjärvi Saviselkä Uittamo	6818834	315857			x									
NYP	Nokiankoski 8100 ylävirt	6820104	314890	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NAP	Nokiankoski 8200 alavirt	6819577	310206	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
N13	Kulov Lukkilanlahti	6819705	306813						x	x	x				
N14	Kulov K5 Kesäniemi	6820368	301547	x		x			x	x	x	(x)	x		
N15	Kulov 121 Kalmetsaari	6817578	297134			x			x	x	x			x	
6 ***)	Rautave Evonlahti syväne	6807897	285238			x					x				
N19	Rautav K2	6808403	284378	x		x			x	x	x	(x)	x		
*)	Valtakunnallinen syväneasema, seuranta Pirkanmaan ELY-keskuksella														
**)	Asemien N12D ja N12E seurannasta vastaa maaliskuun näytteenottoa lukuun ottamatta Ilmailulaitos Finavia Oy														
***)	Dragon Mining Oy:n Vammalan rikastamon vesistö tarkkailussa vuodesta 2014 alkaen.														
(x)	3 vuoden välein (2019, 2022, 2025) tehtävän rehevyystarkkailun (kasviplankton) yhteydessä myös pintaveden (1 m) laadun tarkkailu syyskuussa.														

5.4 Havaintoajankohdat

5.4.1. Virta-asetat

Tärkeimpien virta-asettien (Tammerkosken yläpää ja Nokianvirran ylä- ja alapää) veden laatua seurataan kerran kuukaudessa otettavin näyttein. Myös Vanajan suunnalta Tampereen seudun vesiin yhtyvien vesien laatua seurataan kerran kuukaudessa Saviselän yläpuoliselta Sotkanvirralta, mutta tämä asema kuuluu Vanajaveden reitin yhteistarkkailuun.

Poikkeuksen muodostavat Tammerkosken alapään (Ratinansuvanto) ja Pyhäjärven alapuolisen Rajasaaren sillan asemat. Ratinan suvannosta (asema TAP) otetaan näytteet aiempaan tapaan vain kuudesti 1 metrin syvyydeltä, koska Metsä Board Takon tehtaan kuormituksella ei ole todettu merkittäviä vesistövaikutuksia ja myös alapuoliset syväneasetut tutkitaan kuudesti vuoden aikana. Rajasaaren sillan (asema N10) kohdalta otetaan näytteet aiempaan tapaan kuudesti vuodessa pinnalta (1 m) sekä syvemmltä.

5.4.2. Syväneasetut

Tarkkailu 3-6 kertaa vuodessa

Pääreitien varrella sijaitsevien asemien veden laatua tutkitaan pääsääntöisesti kuudesti vuodessa, josta poikkeuksena Näsijärven Lielahden syväne tutkitaan neljästi vuodessa, Pyhäjärven Selkäsaa- ren syväne ja Kuloveden Kalmetsaaren syväne viidesti vuodessa ja Kuloveden Lukkilanlahden sy- väne vain kesäkaudella kolmasti vuodessa.

Kaupin pintavedenpuhdistamon tarkkailuun kuuluvat näytepaikat NP4 ja NP6A, joiden tuloksia tulki- taan myös talousvedentuotannossa käytettävän raakaveden näkökulmasta vertaamalla niitä Val- tioneuvoston päätöksessä 366/1994 (Vna juomaveden valmistamiseen tarkoitetun pintaveden laa- tuvaatimuksista ja tarkkailusta) esitettyihin raja-arvoihin.

Tarkkailu kahdesti vuodessa

Tampereen Veden Polson ja Kämmenniemen puhdistamoiden vesistötarkkailuja on suoritettu kah- desti vuodessa kerrosteisuuskausien lopulla ja tarkkailua jatketaan samaan tapaan.

Tarkkailu kerran vuodessa (lopputalvi)

Kerran vuodessa tarkkailussa ovat olleet Finavian Saviselän asemat N12D ja N12E, jotka on liitetty yhteistarkkailuun Pirkanmaan ELY-keskuksen määräyksestä ja joista asema N12E esitetään poistetta- vaksi, koska tarvittava informaatio saadaan asemalta N12D.

5.5 Näytteenotto ja analysointi

Näytteenotossa käytetään sertifioituja näytteenottajia. Vesistövesien näytteenottomenetelmä (SFS- ISO 56674:2019 ja esikäsittely SFS-EN ISO 5667-3:2018) on virtavesi-, järvivesi-, murtovesi-, hulevesi- ja kuormitusvesimatriiseille akkreditoituja. Näytteenotto-ohjeiden lisäksi noudatetaan työturvallisuuden ja laadunvarmistuksen toimintaohjeita.

5.6 Määritykset

Yhteistarkkailun näytteet on analysoitu KVVY Tutkimus Oy:n laboratoriossa, joka on FINAS-akkreditoin- tipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T064, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Eri näy- tesyvyyksistä ja eri ajankohtina tehtävät analyysit on jaettu perusanalyysiin, täydentäviin analyy- seiin ja hygieenisiin määrityksiin. Lisäksi on eritelty rehevyyden seurantaan liittyvät määritykset.

Perusanalyysien avulla selvitetään veden peruslaatua, ja ne määritetään kaikilta havaintopaikoilta kaikilta syvyyksiltä lukuun ottamatta 0-2,0 metrin kokoomanäytettä. Kiintoainemääritykset tehdään vain virta-asemilta. Täydentäviin analyysihin lukeutuvat analyysit on määritelty havaintopaikoittain tapauskohtaisesti. Täydentävien analyysien avulla pyritään mm. seuraamaan jätevesien vaikutuksia, kuten esimerkiksi liuenneiden typpiyhdisteiden analyysit. Lisäksi täydentäviin analyysihin on luettu analyysit, joita ei määritetä kaikilta syvyyksiltä.

Rehevyyden seurantaan liittyvät mineraaliravinteet (ammoniumtyppi, nitraattityppi, fosfaattifosfori) määritetään 1 metrin syvyydestä alkukesällä (kesäkuu), keskikesällä (heinäkuu) ja loppukesällä (elokuu) sekä 3 vuoden välein suoritettavan rehevystarkkailun yhteydessä myös syyskuussa.

Pyhäjärvestä suoritetaan muita alueita perusteellisempaa typpiyhdisteiden määrän seurantaa, jolla pyritään selvittämään nitrifikaation vaikutusta alusveden happitilanteeseen ja typen merkitystä yleensäkin rehevöitymisen kannalta.

Tarkkailun määrittämiin on tehty mm. seuraavia muutoksia ja/tai tarkennuksia:

- Hygieenisessä tarkkailussa määritetään seuraavat bakteerit: *E. coli* -bakteerit (aiemmin lämpökestoiset koliformiset bakteerit) ja suolistoperäiset enterokokit (aiemmin alustavat enterokokit). Muutos on sama kuin on toteutettu Kokemäenjoen ja Porin merialueen yhteistarkkailussa vuonna 2021.

Asemakohtaisista muutoksista aiempaan verrattuna voidaan mainita mm. seuraavat esitykset:

- Polson jätevedenpuhdistamon tarkkailuasemilla väri määritetään vain pintavedestä.
- Näsijärven puolella syvänteen P1 analyysivalikoimassa määrittäminen COD_{Cr} esitetään korvattavaksi tavallisemmin vesistöstä määritettävällä menetelmällä COD_{Mn}.

Valtioneuvoston Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 23.11.2006 antaman asetuksen (VESPA-asetus) (1022/2006) mukaisia vaarallisia ja haitallisia aineita tarkkaillaan tarkkailuvelvollisten kuormitustarkkailuiden puitteissa.

Kooste kuormitustarkkailuissa esiintyvistä haitta-aineista on esitetty luvussa 7.2 ja tietoja on käytetty pohjana vesistöön ja biotaan kohdistuvan haitta-ainetarkkailun pohjana. VESPA-asetuksen liitteen 1 C mukaisia aineita pitää tarkkailla pintavedessä, jos niitä päästetään tai niitä huuhtoutuu pintaveeseen. Metallien ja haitta-aineiden tarkkailu on perustunut viime vuosina vuonna 2018 valmistuneeseen haitta-aineohjelmaan, joka tässä yhteydessä yhdistetään tähän tarkkailuohjelmaan tietyin tarkistuksin.

Metallikuormituksen suuruusluokan merkitystä kuvaa mm. se, että 0,1 µg/l pitoisuusnousu edellyttää Tammerkosken vuosien 1990-2010 keskivirtaamalla 66 m³/d kuormitustasoa 0,57 kg/d (vuosikuorma 208 kg/a) ja Nokianvirrassa keskivirtaamalla 134 m³/d kuormitustasoa 1,2 kg/d (vuosikuorma 423 kg/a).

Taulukko 5.4. Tampereen Veden Polson ja Kämmenniemen jätevedenpuhdistamoiden tarkkailuasemat, niiden havaintoajankohdat, näytesyvytydet (m) ja analyysit.

Tunnus	Sijainti	Havaintoajankohta / Näytesyvyys m							Analyysit		
		Tammi	Maalis	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	P	+ T	H R*)
KO1	Koljonseikä 1 - x) 10 m: It, O2, kyll, P	1				1			P	T1, T3	H1, H2
		10				10			X)		
		20				20			P	T1, T3	
		30				30			X)		
		34-35				34-35			P	T1, T3	
PO2	Polsonlahti 2					0-2,0					T9
		1				1			P	T1, T3	H1, H2
		5				5			P	T1, T3	
		8,5-9				8,5-9			P	T1, T3	
						0-2,0					T9
1	Purkusyvänne 1 - x) 10 m: It, O2, kyll, FNU, N, P	1				1			P	T1,T3,T5	H1, H2
		10				10			X)		
		20				20			P		
		28-29				28-29			P	T1,T3,T5	
						0-2,0					T9
2	Purkusyvänne 2 - x) 10 m: It, O2, kyll, FNU, N, P	1				1			P	T1,T3,T5	H1, H2
		10				10			X)		
		20				20			P		
		30				30			P		
		40				40			P	T5	
3	Purkuputken suu 3 - x) 10 m: It, O2, kyll, FNU, N, P	43-44				43-44			P	T1,T3,T5	
						0-2,0					T9
		1				1			P	T1,T3,T5	H1, H2
		10				10			X)		
		20				20			P		
4	Koivusalmi 4 - x) 10 m: It, O2, kyll, FNU, N, P	30				30			P		
		39-40				39-40			P	T1,T3,T5	
						0-2,0					T9
		1				1			P	T1,T3,T5	H1, H2
		10				10			X)		
BAK 1-6	Hygieeniset asemat 6 kpl	20				20			P		
		27-28				27-28			P	T1,T3,T5	
						0-2,0					T9
						0,2 m					T9

Perusanalyysit (P):

Lämpötila °C
Happi mg/l
Happikylläisyys %
Sameus FNU
Sähkönjohtavuus mS/m
Happamuus pH
Kok.N µg/l
Kok.P µg/l

Täydentävä O2 + kyll (O1)

Täydentävät analyysit (T)

T1) Väri mg/l Pt
T2) Kiintoaine mg/l
T3) CODMn mg/l O2
T4) PO4-P µg/l
T5) NH4-N g/l
T6) NO23-N µg/l
T7) Rauta Fe µg/l
T8) Sulfaatti SO4 mg/l
T9) Klorofylli µg/l
T10) Mangaani µg/l

Hygieeniset määritykset (H)

H1) E. colibakteerit MPN/100 ml
H2) Enterokokit pmy/100 ml

Rehevyys/määritykset (R*)

T4) PO4-P µg/l
T5) NH4-N g/l
T6) NO23-N µg/l
T9) Klorofylli µg/l

Taulukko 5.5. Näsijärven Näsiselän tarkkailuasemat, niiden havaintoajankohdat, näytesyvyys (m) ja analyysit.

Tunnus Sijainti	Havaintoajankohta / Näytesyvyys m							Analyysit			
	Tammi	Maalis	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	P	+ T	H	R *)
NP4 Näsijä 119 Aitolahden ed - lisäksi kaikista syvyyksistä: maalis- kesä-, elo- ja lokakuussa Cl, CO ₂ , Ca, Mg, Kovuus, Mn ja NO ₂ -N, SO ₄ , TOC	1	1	1	1	1	1 *)	1	P	T1,T3,T7	-	T4-T6
	20	20	20	20	20		20	P	T1,T3,T7		
	40	40	40	40	40		40	P	T1,T3,T7		
		50			50			P			
	56-57	56-57	56-57	56-57	56-57		56-57	P	T1,T3,T7		
			0-2,0	0-2,0	0-2,0	0-2,0 *)	0-2,0				T9
N6A Näsijä N2 Lielahdi - lisäksi kaikista syvyyksistä: Cl, CO ₂ , Ca, Mg Mn, Kovuus ja NO ₂ -N, TOC		1	1		1	1		P	T1, T3, T4, T7, T8	-	T4-T6
		10	10		10	10		P	T1, T3, T4, T7, T8		
		20	20		20	20		P	T1, T3, T4, T7, T8		
		25	25		25	25		P	T1, T3, T4, T7, T8		
	30-31	30-31			30-31	30-31		P	T1, T3, T4, T7, T8		
			0-2,0		0-2,0	0-2,0					T9
P1 Tammerkosken edustan syväne - lisäksi metallit: Co, Zn, Ni, Cr, Hg, As, joista liuenneet metallit: Ni, Cd, Pb - esitetään vaihtoa CODCr -> CODMn		1			1			P	T2, T3	-	-
		10			10			P	T2, T4		
		20			20			P	T2, T5		
		30			30			P	T2, T6		
		37			37			P	T2, T7		
TYP **) Tammerkoski 8000 + haitta-aineet (kts. Luku x.x) X) PAH, PFAS, FTAL, DOC, liuCa, liuNi, liuCD, liuPb Välikuukaudet 6 kpl: suppeat analyysit	1	1	1	1	1		1	P	T1-T3, T5-T8	H1,H2	
	+ X	+ X	+ X	+ X	+ X		+ X				
TAP Ratinanvuolle 8010	1	1	1	1	1		1	P	T1,T2,T3	H1,H2	

*) Rehevyyssanalyysit T4-T6 (PO₄-P, NH₄-N, NO₂₃-N) tehdään kesä-, heinä- ja elokuussa 1 metrin syvyydeltä!

- 3 vuoden välein tehtävän kasviplantonseurannan vuosina nämä + klorofylli myös syyskuussa.

**) Tammerkoski TYP, näytteet kuukausittain.

Perusanalyysit (P):

Lämpötila °C
Happi mg/l
Happikylläisyys %
Sameus FNU
Sähkönjohtavuus mS/m
Happamuus pH
Kok.N µg/l
Kok.P µg/l

Täydentävä O2 + kyll (O1)

Täydentävät analyysit (T)

T1) Väri mg/l Pt
T2) Kiintoaine mg/l
T3) CODMn mg/l O2
T4) PO₄-P µg/l
T5) NH₄-N g/l
T6) NO₂₃-N µg/l
T7) Rauta Fe µg/l
T8) Sulfaatti SO₄ mg/l
T9) Klorofylli µg/l
T10) Mangaani µg/l

Hygieeniset määritykset (H)

H1) E. colibakteerit MPN/100 ml
H2) Enterokokit pmy/100 ml

Rehevyyssmääritykset (R*)

T4) PO₄-P µg/l
T5) NH₄-N g/l
T6) NO₂₃-N µg/l

Taulukko 5.6. Pyhäjärven ja Saviselän tarkkailuasemat, havaintoajankohdat, näytesyvyys (m) ja analyysit. HUOM! vuonna 2025 tarkkailuun liitettävien asemien PP1-PP3 määritykset tehdään vastaavalla analyysivalikolla kuin asemalla NP7, ks. kappale 5.2.1.2)

Tunnus	Sijainti	Havaintoajankohta / Näytesyvyys m						Analyysit			
		Tammi	Maalis	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	P	+ T	H R *)
NP7	Pyhäjä K7 Pyynikinsaari	1	1	1	1	1		1	P	T5-T6	H1,H2,H3 T4-T6
		10	10	10	10	10		10	P	T5-T6	
		20	20	20	20	20		20	P	T5-T6	
		30	30	30	30	30		30	P	T5-T6	
		41	41	41	41	41		41	P	T5-T6	
				0-2,0	0-2,0	0-2,0		0-2,0			T9
NP8	Pyhäjä 107 Lehtisaari - 5 m: ei sameus, pH, s.joht. - 15 m: ei sameus, pH.	1	1	1	1	1	1 *)	1	P	T1,T3,T5-T8	H1,H2,H3 T4-T6
			5						P	T5,T6	
		10	10	10	10	10		10	P	T1,T3,T5-T8	
		15	15	15	15	15		15	P	T5,T6	
		20	20	20	20	20		20	P	T1,T3,T5-T8	
		25-26	25-26	25-26	25-26	25-26		25-26	P	T1,T3,T5-T8	
				0-2,0	0-2,0	0-2,0	0-2,0 *)	0-2,0			T9
NP8A	Pyhäjä Selkäsaari - 18 m: O2, kyll, kok.P		1	1	1	1		1	P	T5,T6	H1,H2 T4-T6
			10	10	10	10		10	P	T5,T6	
			15	15	15	15		15	P	T5,T6	
			18	18	18	18		-		O2 + kok.P	
			22	22	22	22		22	P	T5,T6	
				0-2,0	0-2,0	0-2,0		0-2,0			T9
N10	Pyhäjä Rajasaaren silta + haitta-aineet (kts. Luku x.x) X) PAH, PFAS, FTAL, DOC, liuCa, liuNi, liuCD, liuPb	1	1	1	1	1	1 *)	1	P	T1, T3, T5-T8	H1,H2 T4-T6
		+ X	+ X	+ X	+ X	+ X		+ X			
		13	13	13	13	13		13	P	T1, T3, T5-T8	
				0-2,0	0-2,0	0-2,0	0-2,0 *)	0-2,0			T9
N11	Pyhäjärvi Rajasalmi 8		1	1	1	1		1	P	T1, T3, T5-T8	H1,H2 T4-T6
			10	10	10	10		10	P	T1, T3, T5-T8	
			15	15	15	15		15	P	T1, T3, T5-T8	
	Pyhäjärvi Rajasalmi 8		18-19	18-19	18-19	18-19		18-19	P	T1, T3, T5-T8	
				0-2,0	0-2,0	0-2,0		0-2,0			T9
N112D	Saviselkä Reipinniemi N 300 m - ohjelmassa sekä COD _{Mn} ja COD _{Cr}			1					P	T1, T3, T5	-
				3					P	T1, T3, T5	
											T9
N12	Pyhäjärvi 106 Saviselkä - Mn (T11) kesä-elokuussa: pohja 19 m	1	1	1	1	1	1 *)	1	P	T1,T3,T5-T8, T11	- T4-T6
		10	10	10	10	10		10	P	T1,T3,T5-T8, T11	
		15	15	15	15	15			P	T1,T3,T5-T8, T11	
		19	19	19	19	19		19	P	T1,T3,T5-T8;T10, T11	
				0-2,0	0-2,0	0-2,0	0-2,0 *)	0-2,0			T9

*) Rehevyysanalyysit T4-T6 (PO₄-P, NH₄-N, NO₂₃-N) tehdään kesä-, heinä- ja elokuussa 1 metrin syvyydeltä!

- 3 vuoden välein tehtävän kasviplantonseurannan vuosina nämä + klorofylli myös syyskuussa.

Perusanalyysit (P):

Lämpötila °C
Happi mg/l
Happikylläisyys %
Sameus FNU
Happamuus pH
Sähkönjohtavuus mS/m
Kok.P µg/l
Kok.N µg/l

Täydentävät analyysit (T)

T1) Väri mg/l Pt
T2) Kiintoaine mg/l
T3) CODMn mg/l O₂
T4) PO₄-P µg/l
T5) NH₄-N g/l
T6) NO₂₃-N µg/l
T7) Rauta Fe µg/l
T8) Sulfaatti SO₄ mg/l
T9) Klorofylli µg/l
T10) Mangaani µg/l
T11) Piidioksidi mg/L

Hygieeniset määritykset (H)

H1) E. colibakteerit MPN/100 ml
H2) Enterokokit pmy/100 ml
H3) Lämpök. kolif. bakt. kpl/dl

Rehevyys/määritykset (R*)

T4) PO₄-P µg/l
T5) NH₄-N g/l
T6) NO₂₃-N µg/l

Täydentävä O2 + kyll (O1)

Taulukko 5.7. Nokianvirran sekä Kulo-Rautaveden tarkkailuasemat, havaintoajankohdat, näytesyvyydet (m) ja analyysit.

Tun- nus	Sijainti	Havaintoajankohta / Näytesyvyys m							Analyysit			
		Tammi	Maalis	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	P	+ T	H	R *)
NYP	Nokiankoski 8100 ylävirt Välikuukaudet 6 kpl: suppeat analyysit	1	1	1	1	1		1	P	T1-T3,T5-T8	H1,H2	
		helmi-, huhti-, touko, syys-, marras- ja joulukuu							P	T3		
NAP	Nokiankoski 8200 alavirt + haitta-aineet (kts. Luku x.x) X) PAH, PFAS, FTAL, DOC, liuCa, liuNi, liuCD, liuPb Välikuukaudet 6 kpl: suppeat analyysit	1	1	1	1	1		1	P	T1-T3,T5-T8	H1,H2;H3	
		+ X	+ X	+ X	+ X	+ X		+ X				
		helmi-, huhti-, touko, syys-, marras- ja joulukuu							P	T3		
N13	Kulov Lukkilanlahti - vain kesäkuukaudet			1	1	1			P	T1,T3-T6	H1,H2	T4-T6
				17	17	17			P			
				0-2,0	0-2,0	0-2,0						T9
N14	Kulov K5 Kesäniemi - alkutalvi ja syyskierto X) 10 ja 20 m: O2, kyll, FNU, P	1						1	P	T1,T3,T5-T8,T11	H1,H2	
		10						10	X)			
		20						20	P	T1,T3,T5-T8,T11		
		30						30	X)			
		36						36	P	T1,T3,T5-T8,T11		
								0-2,0				T9
N14	Kulov K5 Kesäniemi - maaliskuu näytteet		1	1	1	1	1 *)		P	T1,T3,T5-T8,T11	H1,H2	T4-T6
			10	10	10	10			P	T5-T6;T11		
			20	20	20	20			P	T1,T3,T5-T8,T11		
			30	30	30	30			P	T5-T6,T11		
			36	36	36	36			P	T1,T3,T5-T8,T11		
			0-2,0	0-2,0	0-2,0	0-2,0 *)						T9
N15	Kulov 121 Kalmetsaari - maaliskuun näytteet		1						P		H1,H2	
			10						P			
			20						P			
			30						P			
			36						P			
N15	Kulov 121 Kalmetsaari - kesä-lokakuun näytteet			1	1	1		1	P	T4, T5, T6	H1,H2	T4-T6
				10		10		10	P			
				20		20		20	P			
						30			P			
				36		36		36	P			
				0-2,0	0-2,0	0-2,0		0-2,0				T9
N19	Rautav K2 - SO ₄ talvella kaikki syvyydet	1	1	1	1	1	1 *)	1	P	T1,T3,T5-T8, T11,M1	H1,H2	T4-T6
		10	10	10	10	10		10	P	T1,T3,T5-T7, T11,M1		
		15	15	15	15	15			P	T5-T6;T11		
		20	20	20	20	20		20	P	T1,T3,T5-T8, T11,M1		
				0-2,0	0-2,0	0-2,0	0-2,0 *)	0-2,0				T9

*) Rehevyyssanalyysit T4-T6 (PO₄-P, NH₄-N, NO₂₃-N) tehdään kesä-, heinä- ja elokuussa 1 metrin syvyydeltä!

- 3 vuoden välein tehtävän kasviplantonseurannan vuosina nämä + klorofylli myös syyskuussa.

Perusanalyysit (P):

Lämpötila °C

Happi mg/l

Happikylläisyys %

Sameus FNU

Happamuus pH

Sähkönjohtavuus mS/m

Kok.P µg/l

Kok.N µg/l

Täydentävä O2 + kyll (O1)

Täydentävät analyysit (T)

T1) Väri mg/l Pt

T2) Kiintoaine mg/l

T3) CODMn mg/l O2

T4) PO4-P µg/l

T5) NH4-N g/l

T6) NO23-N µg/l

T7) Rauta Fe µg/l

T8) Sulfaatti SO4 mg/l

T9) Klorofylli µg/l

T10) Mangaani µg/l

T11) Piidioksidi mg/L

Metallimääritykset

M1) Ni, Cd, Pb

Hygieeniset määritykset (H)

H1) E. colibakteerit MPN/100 ml

H2) Enterokokit pmy/100 ml

H3) Lämpök. kolif. bakt. kpl/dl

Rehevyyss/määritykset (R*)

T4) PO4-P µg/l

T5) NH4-N g/l

T6) NO23-N µg/l

6. Rehevyystarkkailu

Rehevyystarkkailua on suoritettu jo pitkään eri muodoissaan. Vuotta 2010 aiemmin mukana olleet perifytontutkimukset (alustaan kiinnittyvät levät) ovat jääneet pois jo vuosina 2012-2021 suoritetuista tarkkailuista. Rytmityksenä on ollut kolmen (3) vuoden välein suoritettava tarkkailu. Rytmitys säilyy jatkossakin kolmen vuoden välein tehtävänä eli seuraava vuosi on vuosi 2025 ja muutoinkaan tarkkailun rakenteessa ei ole tarvetta tehdä muutoksia.

6.1 Rehevyystarkkailun havaintoasemat

Nykyisessä ennallaan pidettävässä rehevyystarkkailussa rehevyyttä seurataan kolmen (3) vuoden välein kesä-, heinä-, elo- ja syyskuussa Näsijärven asemalta NP4, Pyhäjärven asemalta NP8 ja N10, Saviselän asemalta N12, Kuloveden asemalta N15 sekä Rautaveden asemalta N19 (taulukko 6.1) tehtävien rehevyyismääritysten (kasviplankton ja klorofylli) avulla. Rehevyystarkkailuun liittyvät mineraaliravinteet (NH₄-N, NO₂₃-N ja PO₄-P) tehdään syväneasemilta kesä-, heinä- ja elokuussa 1 metrin syvyydeltä ja kasviplanktonvuosina myös syyskuussa.

Taulukko 6.1. Kasviplanktonseurannan havaintopaikat ja havaintoajankohdat.

Tunnus	Sijainti	Koordinaatit ETRS-TM35FIN		Kesä	Heinä	Elo	Syys
NP4	Näsijä 119 Aitolahden ed	6825834	330230	x	x	x	x
NP8	Pyhäjä 107 Lehtisaari	6822085	322949	x	x	x	x
N10	Pyhäjä Rajasaaren silta	6820277	318752	x	x	x	x
N12	Pyhäjä 106 Saviselkä	6816852	314841	x	x	x	x
N14	Kulov K5 Kesäniemi	6820368	301547	x	x	x	x
N19	Rautav K2	6808403	284378	x	x	x	x

Väli vuosina vesistön rehevyyttä seurataan kevyemmällä tavalla kesä-, heinä- ja elokuussa suoritettavien ravinne- ja klorofyllimääritysten avulla luvussa 5 esitetyllä tavalla.

6.2 Näytesyvytydet ja kasviplanktonmääritykset

Kasviplanktonnäytettä varten vettä nostetaan 2 metrin mittaisella putkinoutimella useita nostoja eri kohdista havaintopaikkaa 0–2 m kokoomana, koska kasviplankton on jakautunut epätasaisesti vesimassaan.

Osanäytteet tyhjennetään puhtaaseen, havaintopaikan vedellä huuhdeltuun saaviin. Tässä näytettä sekoitetaan huolellisesti ensin puhtaalla muovikauhalla, jolloin kasviplankton jakautuu tasaisesti veteen. Näytettä kaadetaan suppilon avulla näytepulloon niin, että pulloon jää ravisteluväli. Näytepulloihin lisätään jo laboratoriossa ennen näytteenottoa kestäväöntiaineena käytetty hapanta Lugolin liuosta (0,5 ml / 200 ml näytettä).

Kasviplanktonnäytteiden laskenta tehdään laajalla kvantitatiivisella menetelmällä. Näytteistä määritetään kasviplankton (väh. 500 yksikköä) satunnaisten näkökenttien menetelmällä. Kasviplanktonlajiston perusteella tuloksissa esitetään mm. eri lajien yksilömäärät (kpl/l) ja biomassat, kasviplanktonin kokonaisbiomassa (mg/l), sinilevien biomassa (mg/l), niiden osuus kokonaisbiomassasta (%), sekä kasviplanktonindeksi TPI. Lisäksi tarkasteltiin havaintopaikkojen klorofyllipitoisuuksia (µg/l). Ekologisen tilan

luokittelussa kasviplanktonmuuttujista huomioidaan α -klorofyllipitoisuus, kasviplanktonin kokonaisbiomassa, TPI-indeksi eli trofia-indeksi sekä haitallisten sinilevien osuus (Aroviita ym. 2019).

7. Haitta-ainetarkkailu perusteet ja muutosesitys

7.1 Yleistä

Vesiympäristöön voi päätyä haitallisia ja vaarallisia aineita mm. puhdistettujen jätevesien mukana ja/tai hajakuormituksesta. Useiden aineiden kohdalla jätevesiä suurempia kuormittajia ovat huuhoutumat pelloilta, kaduilta ja maanteiltä sekä laskeumana vesistöihin ja maanpinnalle päätyvät kaukokulkeutuvat aineet. Jätevesiin aineita joutuu viemärintialueen teollisuudesta ja kotitalouksista sekä hulevesien mukana. Haitta-aineiden lähteitä voivat olla myös talousvesi, viemäriverkosto sekä itse puhdistamo. Viemäriverkoston materiaaleista voi liueta veteen haitallisia aineita, ja esimerkiksi raskasmetallien suurimmat sallitut määrät talousvedessä (STM 1352/2016) ovat korkeammat kuin niille määrättyt ympäristölaatunormit (VNA 1308/2015).

Haitta-aineita koskeva tarkkailuohjelma on laadittu 25.4.2018 ja se on Pirkanmaan ELY-keskuksen 27.9.2018 hyväksymä (päätös PIRELY/77/07.00/2010). Seurannassa ovat olleet vedestä ohjelman mukaisilta asemilta tehtävät määritykset sekä myös biotasta (kalat ja simpukat) tehdyt määritykset.

Vesistö tarkkailuun sisällytettävien aineiden tarkkailu perustuu viranomaisen ohjeisiin; lisäksi sen tulee perustua päästöihin. Tässä tapauksessa tutkittavien metallien lisäksi suoritettuun tarkkailuun sisällytettävät aineet on määritellyt Pirkanmaan ELY-keskus 24.6.2014 antamassaan yhteistarkkailua koskevassa päätöksessään (PIRELY/77/07.00/2010), jossa se määräsi laadittavaksi ko. yhteistarkkailuohjelmaan lisättävän edellisessä kappaleessa mainitun haitta-ainetarkkailuosion.

Haitallisia aineita tulee yleisesti tarkkailla sekä vedestä että eliöstöstä sekä mahdollisesti sedimenteistä. Sedimenteille ei kuitenkaan ole asetettu ympäristölaatunormeja Euroopan unionin tasolla, eikä Suomi ole asettanut niille kansallisiakaan normeja. Sedimenttitutkimuksissa voidaan hyödyntää sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeessa (Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015) annettuja raja-arvoja.

Pirkanmaan ELY-keskuksen päätöksen PIRELY/77/07.00/2010 perusteluissa on mainittu mm. seuraavaa:

"Haitallisten aineiden tarkkailu on tarpeen, sillä DEHP-yhdiste on asetuksen 1022/2006 mukaan vesiympäristölle haitallinen ja bentso(a)pyreeniyhdisteet vaarallisia aineita. PFOA ja PFOS aineet kuuluvat POP-yhdisteisiin (Persistent Organic Pollutant), jotka ovat kaikkein haitallisimpia ympäristömyrkkyjä. Haitallisten aineiden tarkkailun erillinen hyväksyminen on tarpeen valvonnallisista syistä. (Määräys 1)." Nykyisin asetuksen 1022/2006 mukaan myös DEHP ja PFOS on määritetty vaarallisiksi aineiksi.

Haitta-aineita on tarkkailtava purkuvesistön vedestä tai eliöistä sen mukaan, mille matriisille ympäristölaatunormi on asetettu. Vaarallisten aineiden asetuksen liitteen 1 kohdassa C2 tarkoitettuja aineita on tarkkailtava vedestä kerran kuukaudessa (vähintään 12 kertaa vuodessa) ja liitteen 1 kohdan D aineita vedestä 3 kuukauden välein (vähintään neljästi vuodessa). Tarkkailutiheyksiä voidaan muuttaa, jos se on aiheellista olosuhteiden muuttumisen, teknisen tietämyksen tai asiantuntija-arvion perusteella (Kangas 2017).

UBI-aineiden, joiden ympäristölaatuunormi on määritetty kalaan tai nilviäisiin (esimerkiksi Hg, PFOS, HBCD), osalta riittävä tarkkailutiheys on biologisen materiaalin osalta kolmen vuoden välein. Eliöihin kertyvien aineiden seuranta on suositeltu suoritettavaksi kolmen vuoden välein myös ohjeessa vesienhoitoalueiden seurannan laatimiseksi (Meisner ja Mitikka 2014).

Ubikvitaariset eli kaikkialla esiintyvät, laajalle levinneet aineet (UBI-aineet) ovat hitaasti hajoavia, biokertyviä ja myrkyllisiä aineita (Persistent, Bioaccumulative, Toxic niin sanottuja PBT-aineita). Nämä aineet kulkeutuvat pysyvyytensä vuoksi laajalle alueelle kauaksikin alkuperäisestä päästölähteestä. UBI-aineita ovat: bromatut difenyylietterit, elohopea ja elohopeayhdisteet, polyaromaattiset hiilivedyt (PAH): bentso(a)pyreeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(g,h,i)peryleeni, indeno(1,2,3-cd)pyreeni, tributyyliitinayhdisteet (tributyyliitinakationi), perfluoro-oktaanisulfonihappo ja sen johdannaiset (PFOS), dioksiinit ja dioksiinin kaltaiset yhdisteet, heksabromisyklododekaani (HBCDD), heptakloori ja heptaklooriepoksidi.

Viranomaisen ohjeesta tarkkailuun liitettävät metallit (Cd, Pb, Ni) mitataan yleensä 12 kertaa vuodessa, mutta tämän suhteen voidaan käyttää myös harkintaa ja tässäkin tapauksessa näytteitä on otettu kuudesti (6) vuodessa. Mittaukset tehdään liukoisine pitoisuuksina.

7.2 Haitta-aineiden ympäristölaatuunormit

Tarkkailussa mukana olleille aineille on ympäristölaatuunormit (taulukko 4.1). MAC-EQS (hetkellisen pitoisuuden ympäristölaatuunormi) arvoa sovelletaan silloin, kun vedessä on vaihteleva pitoisuus.

Joillekin aineille on asetettu ympäristölaatuunormi myös eliöihin. Eliöstöä koskevat EQS-arvot määritetään kaloista tai nilviäisistä. Suomessa eliöksi on valittu sisävesille ja rannikolle ahven (avomerelle silakka). Jos aineelle on annettu eliöstöä koskeva ympäristölaatuunormi, tätä normia voidaan/tulee käyttää veden laatu tutkimuksen ohella sen kertoessa ravintoketjuun mahdollisesti tapahtuvasta rikastumisesta. Eliöstöä koskeva normi on asetettu mm. PFOS- ja PAH-yhdisteiden ja elohopean osalta.

Taulukko 7.1. Tarkkailuohjelmaan sisällytettyjen haitta-aineiden ja metallipitoisuuksien ympäristölaatuunormeja.

Tutkittava aine / metalli	Sisämaan pintavedet AA-EQS (tausta + MPA) µg/l	Sisämaan pintavedet MAC-EQS µg/l	Ahven EQS mg/kg tuorepaino	Nilviäiset EQS mg/kg tuorepaino
DEHP	1,3	ei sovelleta	-	-
PFOS	-	36	9,1	-
PAH-aineet:				
Bentso(a)pyreeni	-	0,27	-	5
Bentso(g,h,i)peryleeni		0,0082		
Bentso(b)fluoranteeni		0,017		
Bentso(k)fluoranteeni		0,017		
Fluoranteeni	-	0,12	-	30
Naftaleeni	2	130		
Antraseeni	0,1	1,0		
Metallit:				
Kadmium Cd (liu)	0,02 + 0,08 = 0,10	0,45	-	-
Nikkeli Ni (liu)	1 + 4 = 5	34	-	-
Lyijy Pb (liu)	0,1-0,7 + 1,2 = 1,3 - 1,9	14	-	-
Elohopea Hg		0,07	0,18-0,23 + 0,02 = 0,20 - 0,25	-

MPA = laatuunormi ilman taustapitoisuutta

EQS = arvioitu taustapitoisuus + MPA

AA-EQS = vuotuisen keskiarvopitoisuuden ympäristölaatuunormi

MAC - EQS = hetkellisen pitoisuuden ympäristölaatuunormi

Sedimenttien tilaa Näsijärveltä Kulo-Rautavedelle on tutkittu sekä yhteistarkkailun puitteissa (Valkama 2015) että Pyhäjärven osalta myös Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy:n tulevan keskuspuhdistamon selvitysten yhteydessä. Yhteistarkkailun jo sisältämä sedimenttien seuranta sekä em. tutkimukset huomioiden tarvetta laajempaan sedimenttien haitta-ainetarkkailuun ei ole.

7.3 Kuormittajien jätevesistä tehdyt haitta-ainetutkimukset

Valtionneuvoston vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista antaman asetuksessa 1022/2006 mainittujen aineiden ympäristölaatu normit eivät ole suoraan vertailukelpoisia puhdistetun jäteveden kanssa. Paremmiin soveltuvia vertailuarvoja ei ole käytössä, minkä takia tuloksia verrataan usein ja on verrattu tässäkin ympäristölaatu normeihin. Purkuvesistön kannalta oleellista ovat laimenemisolot.

7.3.1. Tampereen Vesi (Viinikanlahden ja Raholan puhdistamot)

Puhdistamoilta saadut haitta-aineiden tulokset raportoidaan vuosittain Pirkanmaan ELY-keskukselle, eikä niitä ole tarpeen tässä yhteydessä tarkasti toistaa. Viinikanlahden ja Raholan puhdistamon vesistä on tutkittu vuonna 2019 myös lääkeaineita, mutta niille ei ole asetettu ympäristölaatu normeja.

Ympäristölupaan perustuva haitallisten aineiden tarkkailu Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoilla on aloitettu toukokuussa 2015. Viinikanlahden puhdistamolla PRTR:n piiriin kuuluvia haitallisia aineita on tutkittu vuodesta 2007 lähtien.

Viinikanlahden puhdistamolla käsitellyt jätevedet laimenevat vesistössä keskivirtaamalla noin 80-kertaisesti ja Raholan jätevedenpuhdistamon jätevedet noin 340-kertaisesti (taulukko 7.2). Vesialue on suuri, mikä huomioiden laimeneminen pienemmillä virtaamilla voi olla myös tehokkaampaa kuin teoreettinen laskenta näyttää.

Taulukko 7.2. Tampereen seudun jätevesien teoreettinen laimeneminen Pyhäjärvessä vuoden 2021 jätevesimäärillä Tammerkosken virtaamiin suhteutettuna.

Jätevesien laimenemissuhde	Viinikan jvp (71731 m ³ /d)			Raholan jvp (16701 m ³ /d)		
	MHQ m ³ /s	MQ m ³ /s	MNQ m ³ /s	Raholan jvp	MQ m ³ /s	MNQ m ³ /s
nykytilanteessa	146	66	1,5	146	66	1,5
Laimenemissuhde (2021)	1 : 176	1 : 79	1 : 2	1 : 755	1 : 341	1 : 8

Tässä yhteydessä on esitetty vain lähtevän veden pitoisuuksia puhdistamolla tapahtuneen reduktion jälkeen, joka on ollut joidenkin aineiden osalta 100 %. Joiltain osin reduktio on ollut laskennallisesti myös negatiivinen.

Tarkastelun pohjaksi voidaan esittää myös laskelma, jonka mukaan 1 µg/l pitoisuusnousu vedessä edellyttää Tammerkosken keskivirtaamalla 66 m³/s kuormitustasoa 5,7 kg/d (2081 kg/vuosi) ja vain 0,1 µg/l suuruinen muutos kuormitustaso 0,6 kg/d eli 208 kg vuotuista kuormaa. Edelliseen viitaten esimerkiksi Tampereen Veden liukoisen nikkelin kuormitus oli vuonna 2020 yhteensä 431 kg, joka virtaamaan 66 µg/l suhteutettuna kohottaisi pitoisuutta keskimäärin 0,08 µg/l (vrt. ympäristölaatu normi 5 µg/l). Alivirtaaman aikana vaikutukset luonnollisesti kasvavat.

Yhteistarkkailun voimassa olevassa haitta-aineohjelmassa vesistötarkkailuun on liitetty tällä hetkellä PAH-yhdisteet, PCF yhdisteet (sisältävät PFPS ja PFOA aineet), Ftalaatit (joihin DEPH kuuluu) ja

prioriteettimetallit. Tarkkailun sisältämistä yhdisteistä Tampereen Veden puhdistamoilta tulevien PAH-yhdisteiden määrät ovat pieniä (taulukko 7.3). Ftalaattikuormitus on vaihdellut jonkin verran, vuonna 2019 vuosikuormaksi muodostui noin 285 kg/d, joka virtaamalla 66 m³/s merkitsee vesistössä noin 0,05 µg/l pitoisuusnousua (vrt. AA-EQS 1,3 µg/l). Perfluorattujen yhdisteiden (PCF) kuormat ovat määrällisesti jääneet vähäisiksi, mutta pieniä määriä niitä on jätevesissä kuitenkin esiintynyt.

Metalleista jätevesissä esiintyy nikkeliä jonkin verran, mutta lyijy- ja kadmiumpitoisuudet jäivät pieniksi. Elohopeaa vesissä ei ole viime vuosina esiintynyt, eikä sitä ole myöskään vesistöstä tutkittu.

Taulukko 7.3. Tampereen Veden poistovesien haitta-ainepitoisuuksia sekä vesistökuormituksen määrä vuosina 2018-2020.

Tutkittava aine / metalli	Tampere, Viinikanlahden puhdistamo						Tampere, Raholan puhdistamo						Yht. 2020 kg/a
	2018 µg/l	2019 µg/l	2020 µg/l	2018 kg/a	2019 kg/a	2020 kg/a	2018 µg/l	2019 µg/l	2020 µg/l	2018 kg/a	2019 kg/a	2020 kg/a	
Ftalaatteihin kuuluva DEHP:							Huom! *)						
DEHP	0,120	11,0	1,4	2,9	284	38	0,0000	0,230	0,010	0,000	1,37	0,09	38,1
PCF-yhdisteisiin kuuluvat PFOS ja PFOA:													
PFOS	0,002	0,000	0,003	0,05	0,00	0,080	0,0045	0,0045	0,0025	0,027	0,027	0,016	0,10
PFOA	0,004	0,000	0,001	0,11	0,00	0,033	0,0650	0,0025	0,0015	0,039	0,015	0,009	0,10
PAH-aineisiin kuuluvat yhdisteet:							Huom! *)						
- Bentso(a)pyreeni							0,000				0,000		
- Bentso(g,h,i)peryleeni							0,000				0,000		
- Bentso(b)fluoranteeni							0,000				0,000		
- Bentso(k)fluoranteeni							0,000				0,000		
- Fluoranteeni	0,000	0,000		0,00	0,00		0,007				0,039		
- Naftaleeni	0,000	0,000		0,00	0,00		0,004				0,024		
- Antraseeni	0,000	0,000		0,00	0,00		0,000				0,000		
Prioriteettimetallit:													
Kadmium Cd, liukoinen	0,037	0,030	0,030	0,92	0,77	0,79	0,540	0,015	0,013	3,30	0,009	0,079	0,87
Nikkeli Ni, liukoinen	11	9,7	11,1	282	249	292	13,8	20,3	22,0	83,3	121	139,0	431
Nikkeli Ni biosaatava			2,2			57			4,0			25,0	82
Lyijy Pb, liukoinen	0,14	0,11	0,08	36	2,7	2,2	0,058	0,000	0,083	0,35	0,000	0,52	2,7
Elohopea Hg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,0
Huom! *) PAH-aineet tutkittu 19.6.19 ja 15.10.2019													
- Bentso(a)pyreeniä ei todettu lähtevässä vedessä kummallakaan kerralla													
- Fluoranteenia todettiin lähtevässä vedessä 19.6.19													

Laskennalliset vesistövaikutukset

Ympäristölaatuun verrattuna Tampereen Veden jätevedenpuhdistamoiden haitta-ainekuormituksella ei ole tehtyjen seurantojen ja kuormitusarvioinnin perusteella merkittävää vaikutusta Pyhäjärvellä (taulukko 7.4).

Taulukko 7.4. Viinikanlahden ja Raholan puhdistamoiden laskennalliset vaikutukset Pyhäjärven veden laatuun vuosien 2018-2020 keskiarvoilla ja Tammerkosken eri virtaamilla (1990-2010) arvioituna.

Tampereen vesi (Viinikka + Rahola), vuosien 2018-2020 keskiarvo				Kuormituksen laskennalliset vaikutukset (+ µg/l) Pyhäjärven vedessä		
Kuormitusvaihtoehto	Sisämaan pintavedet			Keskiyvirtaama MHQ	Keskivirtaama MQ	Keskialvirtaama MNQ
	Haitta-aine kg/d	AA-EQOS µg/l	MAC-EOS *) µg/l	146 m ³ /s	66 m ³ /s	1,5 m ³ /s
DEHP	0,300	1,3 *)		0,024	0,05	2,3
PFOS	0,0002		36	0,0000	0,000	0,002
PAH-aineet:						
- Bentso(a)pyreeni	0,000		0,027	0,0000	0,000	0,00
- Fluoranteeni	0,000		0,12	0,0000	0,000	0,00
Kadmium Cd, liukoinen	0,005	0,02 + 0,08 = 0,10	0,45	0,0004	0,001	0,04
Nikkeli Ni, liukoinen	1,065	1 + 4 = 5	34	0,084	0,187	8,22
Lyijy Pb, liukoinen	0,038	0,1-0,3+1,2 = 1,3-1,9	14	0,003	0,007	0,29
Elohopea Hg	0,000		0,07	0,000	0,000	0,00

MAC - EQS = hetkellisen pitoisuuden ympäristölaatuunormi

AA-EQS = vuotuisen keskiarvopitoisuuden ympäristölaatuunormi

*) ei sovelleta Suomessa

7.3.2. Metsäteollisuus

Alueella sijaitsee kaksi (2) metsäteollisuuden tehdasta. Vesistöissä ylempänä oleva Metsä Board Oy:n Takon kartonkitehdas sijaitsee Tampereen keskustassa Tammerkosken rannalla ja Essity Oy:n Nokian paperitehdas Nokian keskustan alapuolella Nokianvirran varrella.

Tuoreita tietoja mahdollisista haitta-aineista ei ole nyt saatu, mutta jätevesistä on tutkittu ainakin raskasmetalleja (nikkeli, lyijy, kadmium, elohopea). Takon tehtaan vesien metallipitoisuudet jäivät alhaisiksi (taulukko 7.5). Suuria pitoisuuksia ei ole vuosina 2015-2016 mitattu (taulukko 7.5).

Taulukko 7.5. Metsäteollisuuden jätevesien metallipitoisuudet vuosina 2015 - 2016.

Kuormittaja	Kupari (kok) µg/l	Koboltti µg/l	Sinkki (kok) µg/l	Arseeni µg/l	Kromi (kok) µg/l	Nikkeli Ni µg/l	Lyijy Pb µg/l	Kadmium Cd µg/l	Elohopea Hg µg/l
Takon kartonkitehdas / 2016						2,6	1,85	0,18	0,073
Nokian paperitehdas 10.12.15	14	< 5	< 20	0,66	< 5	< 10	< 0,4	< 0,1	0,018

Takon tehtaalla on käytetty myös bronopolia, mutta pitoisuudet ovat olleet niin alhaisia, ettei pitoisuuksia tarkkailla säännöllisesti (sähköpostitieto 2018/ELY-keskus/Vainonen). Tehtaan bronobolikuoritus arvioidaan laskennallisesti.

7.3.3. Finavia (Tampere-Pirkkalan lentoasema)

Finavia Oyj:n Tampere-Pirkkalan lentoaseman vanha paloharjoitusalue on rakennettu vuonna 1982. Alue on ollut vuoteen 2018 asti sekä Finavian että Ilmavoimien käytössä. Syksyllä 2018 otettiin käyttöön uusi nestekaasujärjestelmällä varustettu paloharjoitusalue, jossa sammutukseen käytetään vain vettä. Paloharjoitukset liittyvät lento-onnettomuuksien polttoainepalojen sammutusharjoituksiin ja niitä järjestetään muutamia kertoja vuodessa.

Vanhalla paloharjoitusalueella sammutusharjoituksissa polttonesteenä käytettiin kevyttä polttoöljyä/lentopetrolia ja sytytysnesteenä bensiiniä. Viimeisinä vuosina harjoituksissa ei käytetty vaahtonesiteitä vaan sammutus tapahtui vedellä. Lento-onnettomuustilanteiden varalle lentoasemalla on pääsammutusaineena B-luokan vaatimukset täyttävää kalvovaahtonestettä (Sthamex AFFF 3 %). Kalvovaahtoneste sisältää perfluorattuja alkyyliyhdisteitä (PFAS). Finavia on kirjeessään 18.1.2016 esittänyt Pirkkanmaan ELY-keskukselle PFC-yhdisteiden tarkkailua vanhalta paloharjoitusalueelta laskevasta ojasta.

Paloharjoitusalueelta tulevat vedet kerääntyvät Hahmojärveen laskevaan metsäojaan. Hahmojärvestä vedet laskevat Toritunojaa pitkin Pyhäjärven Säijänselkään eli purkuvesistö sijaitsee tähän tarkkailuun kuuluvan Saviselän yläpuolella.

Vuoden 2021 tulokset

Vesinäytteissä todettiin PFAS-yhdisteitä sekä huhti- että marraskuun 2021 tutkimuksissa (KVY 2022). Yhdisteiden kokonaispitoisuus oli huhtikuussa 1,9 µg/l ja lokakuussa 2,0 µg/l. Tammikuussa todettiin eniten perfluorohexaanisulfonaattia (PFHxS) ja marraskuussa 1H,1H,2H,2H-perfluoro-oktaanisulfonaattia.

Pitoisuuksien kehitys

Paloharjoitusalueen ojasta on tutkittu PFC-yhdisteiden pitoisuutta vuodesta 2015 alkaen. Tutkimus on toteutettu kahdesti vuodessa vuosina 2017–2021 sekä syksyllä 2016 ja Suomen ympäristökeskuksen toimesta syksyllä 2015. Huhti- ja marraskuun 2021 PFOS-pitoisuudet olivat edeltävien havaintoajan kohtien pitoisuuksiin nähden pienempiä syksyn pitoisuuden ollessa pienin tarkkailujaksolla 2015–2021 havaittu.

Suhteessa aikaisempiin tutkimuksiin, huhtikuussa 2021 6:2 FTS-pitoisuus oli vähentynyt noin 32 % ja 8:2 FTS-pitoisuus noin 53 % tammikuun 2020 pitoisuuksista. Syksyllä puolestaan vähenemä oli noin 30 % vuoden 2020 syksyyn verrattuna yhdisteen 6:2 FTS osalta ja 8:2 FTS osalta 72 %. Muiden yhdisteiden pitoisuudet olivat keskimäärin alhaisemmat kuin aiemmin ja samaa tasoa kuin vuonna 2020. PFOS-yhdisteen pitoisuus ylitti vuonna 2019 Euroopassa sisävesille käytetyn vuosikeskiarvon (AA-EQS) laatu normin (0,65 ng/l, ei sovelleta Suomessa), mutta lyhytaikaisen kuormituksen suurin sallittu pitoisuus (MAC-EQS) 36 µg/l ei ylittynyt. Pitoisuuksia voidaan pitää paloharjoitusalueiden läheisille pintavesille tyypillisinä (Haavisto & Retkin 2014).

7.3.4. Nokian Vesi (Kullaanvuoren jvp)

Nokian Veden Kullaanvuoren jätevedenpuhdistamon haitta-ainetarkkailu on jatkunut vuosina 2020–2021 ja tuloksista on todettu seuraavaa (KVVY 2021):

"Kullaanvuoren jätevedenpuhdistamolta lähtevästä vedestä tutkittiin haitta-aineita vuosina 2020 ja 2021 neljä kertaa vuodessa. Analyysit tehtiin normaalien velvoitetarkkailujen yhteydessä samoista kokoomanäytteistä. Analyysikuukaudet olivat vuonna 2020 helmi-, touko-, kesä- ja elokuu ja vuonna 2021 maaliskuu, touko-, elo- ja marraskuu.

Ympäristölaatu normien ylityksiä todettiin vuonna 2020 nikkelin, tributyyliitin ja nonyyliifenolien osalta. Tributyyliitinaa todettiin elokuun tarkkailukerralla, jolloin sen pitoisuus ylitti ympäristölaatu normin. Alkyyliifenoleista havaittiin sekä oktyyliifenoleja että nonyyliifenoleja. Nonyyliifenoleja havaittiin touko-kuun tarkkailukerralla, jolloin myös ympäristölaatu normi ylittyi. Nikkeli määritettiin kokonaispitoisuuksina ja sen ympäristölaatu normi ylittyi jokaisella kolmella havaintokerralla. Ympäristölaatu normissa viitataan kuitenkin sen biosaatavaan osuuteen, mikä on aina kokonaispitoisuutta pienempi.

Vuonna 2021 ympäristölaatu normin ylityksiä todettiin nikkelin ja tributyyliitin osalta. Tributyyliitinaa todettiin marraskuun tarkkailukerralla, jolloin sen ympäristölaatu normi ylittyi. Nikkeli määritettiin kokonaispitoisuuksina ja sen ympäristölaatu normi ylittyi jokaisella tarkkailukerralla. Ympäristölaatu normissa viitataan kuitenkin sen biosaatavaan osuuteen, mikä on aina kokonaispitoisuutta pienempi. "

Laimenemisolot Nokian kohdalla on hyvä vesimäärä ollessa kaksinkertainen Tampereen alapuoleen verrattuna Vanajaveden reitin vesien yhtyessä Tampereen suunnan vesiin Nokianvirran yläpäässä.

Määrällisesti Kullaanvuoren puhdistamolta vesistöön johdettu haitta-ainekuormitus on ollut siksi vähäistä vesistön keskivirtaamaan nähden, ettei sen takia ko. aineita esitetä laajemmin vesistöstä tehtäväksi.

7.3.5. Nokian Vesi (Siuron jvp)

Siuron jätevedet johdetaan vesistöön vasta Nokianvirran alapuolella vesimäärän ollessa varsin pieni. Ali haitta-ainetarkkailussa oleva asema sijaitsee Siuron purkualueen yläpuolella.

Haitta-aineita tutkitaan kahdesti vuodessa. Viimeiset raportoidut tulokset ovat 4.6.2020 ja 10.20.2021 ja niiden perusteella on todettu seuraavaa:

"Siuron jätevedenpuhdistamolta lähtevästä puhdistetusta vedestä tutkituista haitta-aineista nikkelin pitoisuus ylitti sille asetetun ympäristölaatunormin helmikuun tarkkailukerralla. Valtioneuvoston asetuksessa nikkelin ympäristölaatunormin osalta viitataan kuitenkin nikkelin biosaatavaan osuuteen, joka on aina sekä kokonaispitoisuutta että liukoista pitoisuutta pienempi. Biosaatavuuteen vaikuttavat mm. laskuvesistön veden laadulliset ominaisuudet, kuten veden kovuus ja pH. Muiden tutkittujen haitta-aineiden osalta ympäristölaatunormit alittuivat."

Suurimman kuormitustekijä eli nikkelin (Ni) vuosikuorma oli luokkaa 5,6 kg eli vain 0,015 kg/d. Esitetyn nikkeli kuorman vaikutus olisi Nokianvirran vuosien 1991-2010 keskivirtaamalla 134 m³/s vain 0,001 µg/l eli sitä ei voida saada esiin vesinäytteenotolla.

7.3.6. Lääke-, kosmetiikka- ja torjunta-aineet sekä biosidit

SYKE seurasi vuonna 2012 lääke-, kosmetiikka- ja torjunta-aineita sekä biosidejä (17 ainetta), mutta nämä tulokset eivät näy Hertassa. Lisäksi Syke seurasi vuosina 2015–2017 Euroopan komission tarkkailulistan aineita. Pyhäjärven (Pyynikin syväne) havaittiin lääkeaineita ja naissukupuolihormoneita haitallisuuteen perustuvan EU-määritysrajan ylittävinä pitoisuuksina (lähde: haitta-aineiden tarkkailuohjelma 27.4.2018).

Tähän tarkkailuun ei sisälletä em. tarkkailulistan aineita, jotka eivät kuulu ns. prioriteettiaineisiin.

7.3.7. Mikrobit ja kuluttajakemikaalit

Kokemäenjoen vesistössä on suoritettu tutkimuksia vuosina 2013-2016 myös ns. CONPAT-hankkeen (loppuseminaari vuonna 2016) puitteissa. Hankkeessa arvioitiin kontaminanttien aiheuttamien terveysriskien suuruutta ja taloudellisia vaikutuksia ja tutkimuksissa selvisi, että taudinaiheuttajamikrobeja ja kuluttajakemikaaleja, kuten lääkeaineita ja makeutusaineita, päätyy erityisesti yhdyskuntien jäteveden puhdistamoiden kautta Kokemäenjoen vesistöön.

Kokemäenjoen vesistön Tampereen alapuolisia osissa havaittiin runsaasti niin suolistoperäisiä mikrobeja kuin kuluttajakemikaaleja. Erityisesti jokiosuudella suolistoperäisten mikrobien päästölähteeksi tunnistettiin yhdyskuntien jäteveden ohella karjatalous ja vesilinnut.

Tämän hankkeen aineiston haitta-aineiden ja mikrobien (THL) tulokset eivät ole kokonaisuudessaan julkisia, koska niitä ei ole julkaistu ja ne ovat konsortion "omaisuutta" (Huttula 20.11.2016). Tampereen alapuolisen vesistön osalta käytettävissä on kuitenkin ollut tuloksia vesistöstä.

7.4 Taustatietoa vesistön haitta-aineista ja tutkimuksista 2019-2020

7.4.1. Veden laatu

Haitta-aineita on tutkittu voimassa olevan tarkkailuohjelman mukaisesti vuodesta 2019. Raportoituna käytettävissä ovat vuosien 2019 ja 2020 tulokset (KVYY 2021).

PAH-yhdisteet

PAH-aineita ei vuonna 2020 (taulukko 7.7) juuri todettu. Vuotta aiemmin (2019, taulukko 7.6) kesäkuussa todettiin mm. naftaleenia Rajasalmessa ja alempana Nokianvirrassa.

Tunnetuin ja tutkituin PAH-yhdiste on bentso(a)pyreeni (BaP) ja sitä käytetään syöpää aiheuttavien PAH-yhdisteiden edustajana. Direktiivissä bentso(a)pyreenille on määritetty ympäristölaatunormi sekä vedelle (0,027 µg/l) että nilviäisille (25 µg/kg tp). Asetuksessa 1022/2006 PAH-yhdisteet on määritetty vaarallisiksi aineiksi. Polyaromaattisiin hiilivetyihin (PAH) kuuluvien vaarallisten aineiden osalta eliöstöä koskeva EQS viittaa bentso(a)pyreeniin, myrkyllisyyteen, johon ne perustuvat. Bentso(a)pyreeniä voidaan pitää muiden polyaromaattisten hiilivetyjen indikaattorina ja näin ollen ainoastaan sitä on tarpeen seurata vertailumielessä eliöstöä koskeviin ympäristölaatunormeihin nähden.

Myös polyaromaattisiin hiilivetyihin kuuluvalla fluoranteenille löytyy ympäristölaatunormi sekä vettä (0,12 µg/l) että nilviäisiä koskien (30 µg/kg tuorepainoa). Kemiallisen tilan arvioimiseksi ei ole asianmukaista arvioida fluoranteenia ja polyaromaattisia hiilivetyjä kaloissa. Nilviäisten osalta määritykset tehdään järvisimpukasta.

Perfluoratut yhdisteet

Perfluoratuista yhdisteissä esiintyi säännöllisimmin PFOS, mutta pitoisuudet jäivät hyvin pieniksi. Loppukesällä 2020 PFC-yhdisteitä ei todettu ollenkaan.

Ryhmän eniten huomiota herättänyt yhdiste on perfluorioktaanisulfonaatti (PFOS), jonka on todettu olevan pysyvä, toksinen ja biokertyvä ja se on asetuksen mukaan myös vaarallinen aine. PFOS-yhdisteille on määritetty EQS-arvo vedessä ja kalassa. PFOS-yhdisteiden puoliintumisaika vesiympäristössä on arviolta yli 41 vuotta.

Suomessa PFOS-aineita ei ole valmistettu, mutta niitä on tuotu maahan valmiiden tuotteiden mukana (<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BCB75BAED-6E43-4B41-8D2B-2F7FFF4EC4D6%7D/94328>). Käyttömäärät ovat kuitenkin vähentyneet selvästi vuoden 2000 jälkeen, jolloin Suomeen on tuotu enää vain kahta kyseistä yhdistettä sisältävää tuotetta.

Suomessa aineita on käytetty mm. sammutusvaahdoissa, metallien pintakäsittelyssä, elektroniikka-, paperi- ja valokuvateollisuudessa, lattiavahoissa sekä tekstiilien pintakäsittelyssä. PFOS-yhdisteitä sisältäviä sammutusvaahdoita ei ole saanut käyttää enää kesäkuun 2011 jälkeen. Lentoliikenteessä käytettävät hydraulikkaneesteet sisältävät myös jotain PFOS-aineita, mutta Suomessa ne on korvattu pääasiassa muilla yhdisteillä.

Tyypillisin PFOS:a käyttävä teollisuuden ala on metallien pintakäsittely eli kromaus, jossa kyseisiä yhdisteitä käytetään vähentämään pintajännitystä sekä estämään vahingollisten kromikaasujen pääsy ilmaan. Suomen paperiteollisuuden PFOS-käyttöä rajoittaa kansallinen säädös, jonka mukaan elintarvikkeen kanssa kosketuksessa olevan paperi tai kartonki ei saa sisältää PFOS:a. Ulkomailta tuodut pakkaukset voivat kuitenkin puolestaan yhä sisältää näitä aineita. Suomen tekstiiliteollisuudessakaan PFOS:n käyttö ei ole sallittu.

Erialaisten yhdisteiden rikastuminen ravintoketjussa riippuu tavallisesti niiden rasvaliukoisuudesta, mutta silti myös vesiliukoisen PFOS:n on havaittu kerääntyvän voimakkaasti eliöihin. PFOS-yhdisteiden mahdollinen kerääntyminen eliöihin huomioiden niitä tulee tutkia veden ohella myös kaloista, joille on myös asetettu EQS-arvo.

Ftalaatit

Ftalaattien määrä jäi useimmilla vuoden 2019 havaintokerroilla määritysrajojen alle. Vuonna 2020 ftalaateista esiintyi lähinnä DEHP-yhdistettä. DEHP eli Di(2-etyyliheksyyli)ftalaatti (C₂₄H₃₈O₄) kuuluu ftalaattien aineryhmään. DEHP:a on havaittu myös aiemmin Nokianvirrassa ympäristöhallinnon selvityksissä.

Oleellista on, että DEHP:n vuotuisen keskiarvon ympäristölaatunormi on 1,3 µg/l, jota ei lähestytty yksittäistuloksissakaan.

Metallit

Metallipitoisuudet olivat pieniä, eivätkä ylittäneet ympäristölaatunormeja.

Nikkelille sisämaan pintavesien vuotuisen keskiarvopitoisuuden AA-EQS- raja on asetuksen päivityksen (1308/2015) mukaisesti 4 µg/l biosaatavana pitoisuutena ilmaistuna ja hetkellisen pitoisuuden MAC-EQS raja 34 µg/l liukoisena pitoisuutena ilmaistuna. Koska biosaatava pitoisuus on aina pienempi kuin liukoinen pitoisuus, tarkastelu voidaan jättää tekemättä niillä havaintopaikoilla, joissa liukoinen pitoisuus ei ylitä vuosikeskiarvona laatunormipitoisuutta. Lyijylle (liukoinen) on asetettu 1,2 µg/l AA-EQS- raja-arvo (biosaatava pitoisuus) ja 14 µg/l MAC-EQS raja-arvo.

Liukoisessa muodossa olevalle kadmiumille on määritelty Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (Vna 1022/2006, päivitetty 868/2010, 1308/2015) suurin sallittu päästöraja-arvo 10 µg/l sekä vuotuinen keskimääräinen ympäristölaatunormipitoisuus (AA-EQS) 0,08 µg/l – 0,25 µg/l ja suurin sallittu hetkellinen pitoisuus (MAC-EQS) 0,45–1,5 µg/l veden kovuusluokan (I–V) mukaan koskien sisämaan pintavesiä. Sallitut pitoisuudet on jaettu veden kovuusluokkiin, sillä metallien haitalliset vaikutukset vesistöissä riippuvat mm. veden kovuudesta ja happamuudesta. Asetuksen mukaiset kovuusluokat on määritelty veden kokonaiskovuuden mukaan (yksikkö CaCO₃ mg/l). Lisäksi voidaan ottaa huomioon taustapitoisuudet (Cd, Ni, Pb, Hg).

Taulukko 7.6. Kooste Tampereen seudun yhteistarkkailun haitta-aineiden tuloksista vuonna 2019.

Tarkkailuvuosi 2019	PAH-aineet															Perfluorurat yhdisteet (PFC)					Ftala	
	tilaus- nrpo	näyte- nro	nafta-	fenan-	bentsoap.	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOS	PFOA	Ca, liu mg/k	DOC mg/l	Ni, liu µg/l	Cd, liu µg/l	Pb µg/l	DEHP µg/l						
			leeni ng/l	treeni ng/l																		
Tammikuu																						
Tammerkoski yp (TYP)	17.01.2019	351646	3305		< 5					0,005	3,4	8,3	0,48	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Rajasalmi N10	29.01.2019	352293	5321	6,1	< 5				0,0004		5,2	9,2	0,67	0,02	0,05	ei tod.						
Nokianvirta ap (NAP)	06.02.2019	352843	6929		< 5						6,9	8,1	0,77	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Maaliskuu																						
Tammerkoski yp (TYP)	21.03.2019	356519	16991		< 5						3,6	8,7	0,39	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Rajasalmi N10	18.03.2019	356062	15625		< 5				0,0003	0,0007	5,8	8,7	0,73	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Nokianvirta ap (NAP)	19.03.2019	356218	16118		< 5				0,0003	0,0007	8,5	8,5	1,0	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Kesäkuu																						
Tammerkoski yp (TYP)	10.06.2019	365729	38288		< 5				0,0003	0,0007	3,6	8,8	0,42	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Rajasalmi N10	11.06.2019	366048	39202	16	< 5				0,0002	0,0007	5,2	8,8	0,68	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Nokianvirta ap (NAP)	19.06.2019	367258	41948	47	< 5				0,0003	0,0005	7,2	7,8	1,3	< 0,01	< 0,05	29						
Heinäkuu																						
Tammerkoski yp (TYP)	10.07.2019	369359	46963	8,1	< 5						3,5	8,6	0,68	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Rajasalmi N10	10.07.2019	369365	46987		< 5				0,0007		5,7	8,2	0,93	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Nokianvirta ap (NAP)	24.07.2019	370866	50759		< 5				0,0003		7,0	7,8	0,96	< 0,01	< 0,05	0,31						
Elokuu																						
Tammerkoski yp (TYP)	20.08.2019	373872	57795		< 5				0,0004	0,0006	3,5	8,7	0,41	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Rajasalmi N10	20.08.2019	373877	57814		< 5				0,0004	0,0006	6,1	8,4	0,71	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Nokianvirta ap (NAP)	29.08.2019	375000	60698		< 5				0,0003	0,0008	7,2	8,0	0,86	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Lokakuu																						
Tammerkoski yp (TYP)	21.10.2019	380966	75569		< 5				0,0003	0,0008	3,5	8,5	0,39	< 0,01	< 0,05	ei tod.						
Rajasalmi N10	23.10.2019	381398	76688	5,3	< 5	0,001	0,0006	0,0006	0,0003	0,0005	6,8	8,3	0,83	< 0,08	< 0,05	ei tod.						
Nokianvirta ap (NAP)	29.10.2019	382074	78255		< 5				0,0003	0,0008	8,2	7,7	0,93	< 0,01	< 0,05	ei tod.						

Taulukko 7.7. Kooste Tampereen seudun yhteistarkkailun haitta-aineiden tuloksista vuonna 2020.

Tarkkailuvuosi 2020	pvm	tilaus- nro	näyte- nro	PAH-aineet					Perfluoriatut yhdisteet (PFC)						Ftalaatit								
				nafta- leeni		fenan- treeni		bentso- pyreeni		ap.	PFBA	PFHpA	6:2 FTS	PFOS	PFOA	DOC	Ca, liu	Ni, liu	Cd, liu	Pb	Ftalaatit		
				ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	ng/l	PFAS												µg/l	µg/l	µg/l
Tammikuu																							
Tammerkoski yp (TYP)	15.01.20	389062	3039					<3					0,0003		7,9	4,8	0,46	<0,01	<0,05	ei tod.			
Rajasalmi N10	14.01.20	388895	2585					<3					0,0003	0,0005	7,6	4,3	0,67	<0,01	<0,05		0,320		
Nokianvirta ap (NAP)	09.01.20	388526	1635					<3	0,0009				0,0003		8,3	6,2	1,1	<0,01	0,06	ei tod.			
Maaliskuu																							
Tammerkoski yp (TYP)	09.03.20	393777	16662					<3	0,0009				0,0005		8,6	3,3	0,37	<0,01	<0,05	ei tod.			
Rajasalmi N10	11.03.20	394107	17635					<3	0,0010				0,0006	0,0005	8,4	4,8	0,88	<0,01	<0,05		0,420 0,130		
Nokianvirta ap (NAP)	24.03.20	395138	20993					<3		0,0005			0,0003	0,0007	9,4	6,8	1,1	0,01	0,11		0,490		
Kesäkuu																							
Tammerkoski yp (TYP)	16.06.20	405107	45220	11	6,4	5,2	9,5	<3					0,0003		8,9	3,6	0,47	<0,01	<0,05		0,097		
Rajasalmi N10	09.06.20	404162	43138					<3					0,0005		8,4	5,1	0,72	<0,01	<0,05		0,250		
Nokianvirta ap (NAP)	16.06.20	405110	45223					<3	0,0005		0,001	0,0004			8,3	7,5	1,1	<0,01	<0,05		0,190		
Heinäkuu																							
Tammerkoski yp (TYP)	09.07.20	407605	51550					<3					0,0004		9,0	3,4	0,47	<0,01	<0,05				
Rajasalmi N10	16.07.20	408421	53536					<3					0,0005		9,3	5,9	0,88	0,01	0,05				
Nokianvirta ap (NAP)	22.07.20	408975	55041					<3					0,0003		9,2	7,2	0,95	<0,01	<0,05				
Elokuu																							
Tammerkoski yp (TYP)	08.09.20	414655	70754						ei tod.						8,5	3,6	0,61	<0,01	<0,05				
Rajasalmi N10	27.08.20	413169	66761					<3	ei tod.						7,6	6,5	0,82	<0,01	<0,05		0,130		
Nokianvirta ap (NAP)	01.09.20	413737	68336					<3	ei tod.						7,9	7,8	0,86	<0,01	<0,05		0,068		
Lokakuu																							
Tammerkoski yp (TYP)	22.10.20	420342	85794		6,2	8,0		<3	ei tod.						8,3	3,8	0,47	<0,01	0,06		0,075		
Rajasalmi N10	20.10.20	419844	84641					<3					0,008		8,0	7,3	0,86	<0,08	<0,05				
Nokianvirta ap (NAP)	28.10.20	421059	87568					<3				0,0007	0,0006		7,6	8,0	0,82	<0,01	<0,05		0,240		

7.4.2. Kalat (biota)

Kaloista on tutkittu vuonna 2018 valmistuneen haitta-aineohjelman mukaisesti elohopean ja PFOS-yhdisteiden pitoisuudet. Näytekalat on standardien mukaisesti ahven ja näytteet kerättiin vuonna 2019. Kulo- ja Rautavedeltä ei saatu riittävästi tarpeeksi suuria ahvenia haitta-ainepitoisuuksien (PFOS, Hg) analyysiin.

Pyhäjärven ahventen PFOS- ja PFOA-pitoisuudet vuonna 2019

Pyhäjärven Raholan alueelta vuoden 2019 koekalastusten yhteydessä saaduista ahvenista muodostettiin kolme (3) kokoomanäytettä 30.9.2019 ja 19.11.2019. Näistä kuudesta kokoomanäytteestä analysoitiin perfluoro-oktaanihappo- (PFOA) ja perfluorioktaanisulfonaatti (PFOS) -pitoisuudet. Kumpainkin ajankohtana kaikkien ahvenkokoomanäytteiden PFOA- ja PFOS-pitoisuudet olivat alle määrittämissä rajan $< 5,0 \mu\text{g/kg}$ eli kalalle vesipolitiikan puitedirektiivissä asetettu perfluorioktaanisulfonaatin (PFOS) ympäristölaatu normi ($9,1 \mu\text{g/kg}$ tuorepainossa) (Siimes ym. 2019) ei ylittynyt.

Pyhäjärven ahventen elohopeapitoisuudet vuonna 2019

Pyhäjärven Raholan alueen ahvenista tutkittiin myös elohopeapitoisuus (Hg). Näytekalat pyydettiin 1.8.2019, 30.9.2019 ja 19.11.2019. Yhteensä 80 ahvenesta analysoitiin selkälihakseen elohopean kokonaispitoisuus, ja kalojen pituus ja paino mitattiin. Ahventen pituudet olivat välillä 12,8–19,8 cm ja painot välillä 18,4–90,0 g.

Yksilöiden välillä oli suurta vaihtelua elohopeapitoisuudessa, joka vaihteli välillä 0,04–0,38 mg/kg tp. Keskimäärin ahventen elohopeapitoisuus oli 0,12 mg/kg tp, mikä ei ylittänyt ympäristö-laatu normia. Yksittäisistä kaloista tämä ympäristölaatu normi ylittyi kahdeksassa ahvenessa.

Jos elohopeapitoisuuden keskiarvo lasketaan vain 15–20 cm:n pituisista kaloista, keskiarvoksi tulee 0,14 mg/kg tp, mikä ei myöskään ylitä ympäristölaatu normia. Elohopean ympäristön-laatu normin taso kalassa vaihtelee välillä 0,20–0,25 mg/kg tp riippuen taustapitoisuudesta (VNA 1022/2006), mikä vaihtelee järven humuspitoisuuden mukaan. Näsijärvi ja Pyhäjärven eteläiset osat kuuluvat suuriin humusjärviin (Sh). Tampereen alapuolinen osa Pyhäjärveä (väriluku 30–90 mg Pt/l), johon Raholan alue kuuluu, samoin kuin Kulo-Rautavesi kuuluvat keskikokoisiin humusjärviin (Kh) (Perälä ym. 2012), joten taustapitoisuutena käytettiin humusjärville tarkoitettua pitoisuutta $0,02 \mu\text{g/kg}$. Tällöin elohopean laatu normiksi tulee 0,22 mg/kg tp (Kangas 2018).

7.5 Suoritettava haitta-ainetarkkailu

Vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annettujen säädösten soveltamisohjeissa (kuvaus hyvistä menettelytavoista) on esitetty seuraavaa:

- Ennen jatkuvaa tarkkailua on syytä tehdä erillinen selvitys, jonka perusteella varsinainen tarkkailu mitoitetaan. Laitoskohtaisella vesistöselvityksellä arvioidaan aineen pitoisuus purkuvesistössä las-kennallisesti tai mittaamalla tai niiden yhdistelmällä.

Vesistöstä suoritettavan haitta-ainetarkkailun pohjaksi on käytettävissä tietoa mm. Tampereen Veden ja Nokian Veden jätevesistä sekä myös vuosien 2019–2020 haitta-ainetarkkailun tuloksista.

7.5.1. Vesistöasemat

Havaintopaikkoja tulee olla vertailualueen (tausta) lisäksi alueella, jolla päästöt ovat sekoittuneet riittävässä määrin pintaveteen (Karvonen ym. 2016).

Haitta-ainemääritykset tehdään vedestä (1 m) kuudesti vuodessa Tammerkosken vertailuasemalta (TASE/TYP), Tampereen alapuolelta Rajasaaren sillan kohdalta asemalta TASE/NP10, missä ovat mukana kaikki Tampereen seudun jätevedet sekä Nokianvirrasta Nokian alueen kuormittajien alapuolelta asemalta TASE/NAP (taulukko 7.8).

Taulukko 7.8. Tarkkailuasemat ja tarkkailuajankohdat.

Ohjelmatus TASE /	Sijainti	Koordinaatit		Tammi	Maalis	Kesä	Heinä	Elo	Loka
		ETRS-TM35FIN							
TYP	Tammerkoski 8000	6823179	327455	x	x	x	x	x	x
NP10	Pyhäjä Rajasaaren silta	6820277	318752	x	x	x	x	x	x
NAP	Nokiankoski 8200 alavirt	6819577	310206	x	x	x	x	x	x

Tampereen seutua ajatellen järkevää olisi suorittaa vastaavaa tarkkailua samanaikaisesti Vanajaveden reitin alaosalla (vaatii ohjelmanpäivitystä tuolta osin), jolloin saataisiin tietoa tältä suunnalta Nokianvirtaan laskevien vesien pitoisuuksista. Mahdollinen näytteenottopaikka voisi olla Saviselän yläpuolinen Sotkanvirta. Tosin analyysivalikoimaa pitäisi mahdollisesti niiltä osin tarkentaa alueen maatalous ja mahdolliset rikkakasvien torjunnassa käytettävät aineet (mm. MCPA) huomioiden.

Vuotuisen keskiarvopitoisuuden ympäristölaatuunormi edellyttää periaatteessa samalta paikalta otettujen (vähintään 12 kertaa vuodessa, ellei ole erityistä syytä poiketa tästä) vesinäytteiden pitoisuuksien aritmeettista keskiarvoa.

Tarkkailutiheyden perustana käytetään edelleen Tampereen alapuolisen Rajasaaren aseman TASE/NP10 tarkkailutiheyttä 6 hav/a. Jo saatujen tulosten perusteella tätä voidaan pitää riittävänä.

7.5.2. Vedestä tehtävät analyysit uudessa ohjelmassa

Pirkanmaan ELY-keskus on pitänyt haitta-aineiden ottamista mukaan Tampereen seudun yhteistarkkailuun tärkeänä ja lausunut analyysivalikoimaa (taulukko 7.9) laadittaessa asiasta seuraavaa (jonka perusteella prioriteettimetallien lisäksi on määritetty PAH-yhdisteet, ftalaatit ja PCF-yhdisteet:

"Haitallisten aineiden tarkkailu on tarpeen, sillä DEHP-yhdiste on asetuksen 1022/2006 mukaan vesiympäristölle haitallinen ja bentso(a)pyreeniyhdisteet vaarallisia aineita. PFOA ja PFOS aineet kuuluvat POP-yhdisteisiin (Persistent Organic Pollutant), jotka ovat kaikkein haitallisimpia ympäristö-myrkkyjä. Haitallisten aineiden tarkkailun erillinen hyväksyminen on tarpeen valvonnallisista syistä. (määräys 1)."

PAH-aineista vesistössä ei esiintynyt 2019-2020 bentso(a)pyreeniyhdisteitä ja muutoinkin PAH-yhdisteet olivat yhteistarkkailussa vähissä, eikä niitä esitetä uuteen ohjelmaan, mitä myös kuormitusperusteinen tarkastelu tukee.

Perfluorattuja yhdisteitä (PCF) ja ftalaatteja on esiintynyt pieniä määriä ja ne jätetään edelleen ohjelmaan.

Metalleista prioriteettiaineisiin kuuluvat kadmium (Cd), lyijy (Pb), nikkeli (Ni) ja elohopea (Hg). Ympäristölaatu normit vedessä ovat joko liukoisia (Cd) tai biosaatavia (AA-EQS Ni ja Pb) pitoisuuksia. Metallit määritetään liukoosina pitoisuuksina. Ympäristölaatu normi on kadmiumille 0,08 µg/l, lyijylle 1,2 g/l ja nikkelille 4 µg/l. Lyijyn ja nikkelin ympäristönormit ovat biosaataville osille.

Metallien osalta ympäristölaatu normiin lisätään asetuksessa määritelty taustapitoisuus. Tarvittaessa tehtävän metallien biosaatavan osuuden määrittämiseksi vesinäytteistä tulee tehdä samanaikaisesti myös liukoinen Ca- ja DOC-määritys.

Elohopean ympäristölaatu normi on määritetty veden lisäksi sisä- ja rannikkovesillä ahvenelle, joten elohopeamääritykset suoritetaan kaloista.

Taulukko 7.9. Vesinäytteistä kultakin asemalta yhden (1) metrin syvyydestä määritettävät haitta-aineet.

Metallit	PAH-aineet	Muut haitta-aineet
nikkeli, kadmium, lyijy	ei oteta mukaan uuteen ohjelmaan	DEHP (ftalaatit), PCF-yhdisteet

Elohopeaa määritetään siis vain vedestä.

7.6 Biotan haitta-ainetarkkailu

Haitta-aineita tulee tarkkailla vedestä tai eliöstöstä sen mukaan, mille ympäristölaatu normi on asetettu (Kangas 2017). Tämä huomioiden tarkkailuun on sisällytetty veden ohella myös eliöstöstä tehtäviä määrittämiä. Tätä voidaan perustella myös vesistön hyvillä laimenemisoloilla, jolloin itse vedestä tehtävät määrittäykset eivät yksinään anna hyvää kuvaa aineiden mahdollisesta esiintymisestä.

Vanhaan tarkkailuohjelmaan kuuluivat ahvenen elohopea- ja PFOS-pitoisuuksien selvittäminen Pyhäjärvellä ja Kulovedellä sekä järvisimpukoiden PAH-yhdisteiden ja elohopeapitoisuuksien selvittäminen Pyhäjärvellä. Nämä oli suunniteltu tehtäväksi aluksi kertaalleen, jonka jälkeen tarkkailun jatkoa oli tarkoitus harkita tulosten perusteella. Tarkkailu toteutettiin muilta osin vuonna 2019, mutta Kulovedeltä ei saatu analyysihin sopivankokoisia ahvenia. Biotan haitta-ainetarkkailu oli suunniteltu tehtäväksi kolmen vuoden välein.

Biotan haitta-ainetarkkailua ehdotetaan jatkettavaksi ahvenen elohopea- ja PFOS-pitoisuuksien osalta sekä Pyhäjärvellä että Kulovedellä. Haitta-ainetietoa tarvitaan etenkin Kuloveden ahventen elohopea- ja PFOS-pitoisuuksista, koska niitä ei onnistuttu määrittämään viime tarkkailukerralla lainkaan. Pyhäjärven Raholan ahventen keskimääräinen elohopeapitoisuus ei ylittänyt ympäristölaatu normia vuonna 2019 (Perälä 2020). Koska yksilökohtainen vaihtelu oli kuitenkin suurta ja kalojen elohopeapitoisuuksien tiedetään vaihtelevan voimakkaasti esimerkiksi kalan kasvunopeuden mukaan, on elohopeaseurannan jatkaminen perusteltua. Ahvenyksilöiden suurten käyttäytymiserojen (esim. ravinnonvalinta) perusteella myös Pyhäjärven ahvenen PFOS-pitoisuuksien seuraaminen on edelleen perusteltua. Lisäksi Pyhäjärven kokoisessa järvessä voi olla kalojen haitta-ainepitoisuuksia myös alueellisia eroja.

Koska kaikki järvisimpukoista tehty PAH-määritykset jäivät vuonna 2019 alle määritysrajan ja simpukoiden elohopeapitoisuudet olivat erittäin alhaisia (Perälä 2020), simpukoiden tarkkailua ei ole perusteltua jatkaa. Simpukoiden elohopeapitoisuuden tarkkailu ei ole mielekäästä senkään takia, että niiden elohopeapitoisuudelle ei ole määritetty ympäristölaatunormia.

Kalanäytteet kerätään yhteistarkkailun verkkokoekalastusten yhteydessä ja haitta-ainetarkkailun rytmi sovitetaan niiden mukaiseksi. Pyhäjärvellä seuraava verkkokoekalastus on vuonna 2022 ja Kulovedellä vuonna 2024 (taulukko 7.10). Koska Pyhäjärven Raholan kalojen haitta-ainepitoisuudet olivat varsin alhaisia ja alueelliset erot ovat mahdollisia Pyhäjärven kokoisessa järvessä, vaihdetaan haitta-ainekalojen seurantapaikka Hatanpään alueelle (kuva 7.1). Kulovedellä seurantapaikka säilyy aieman ohjelman mukaisena (Siuron alue, kuva 7.2).

Taulukko 7.10. Biotasta tehtävät haitta-ainemääritykset.

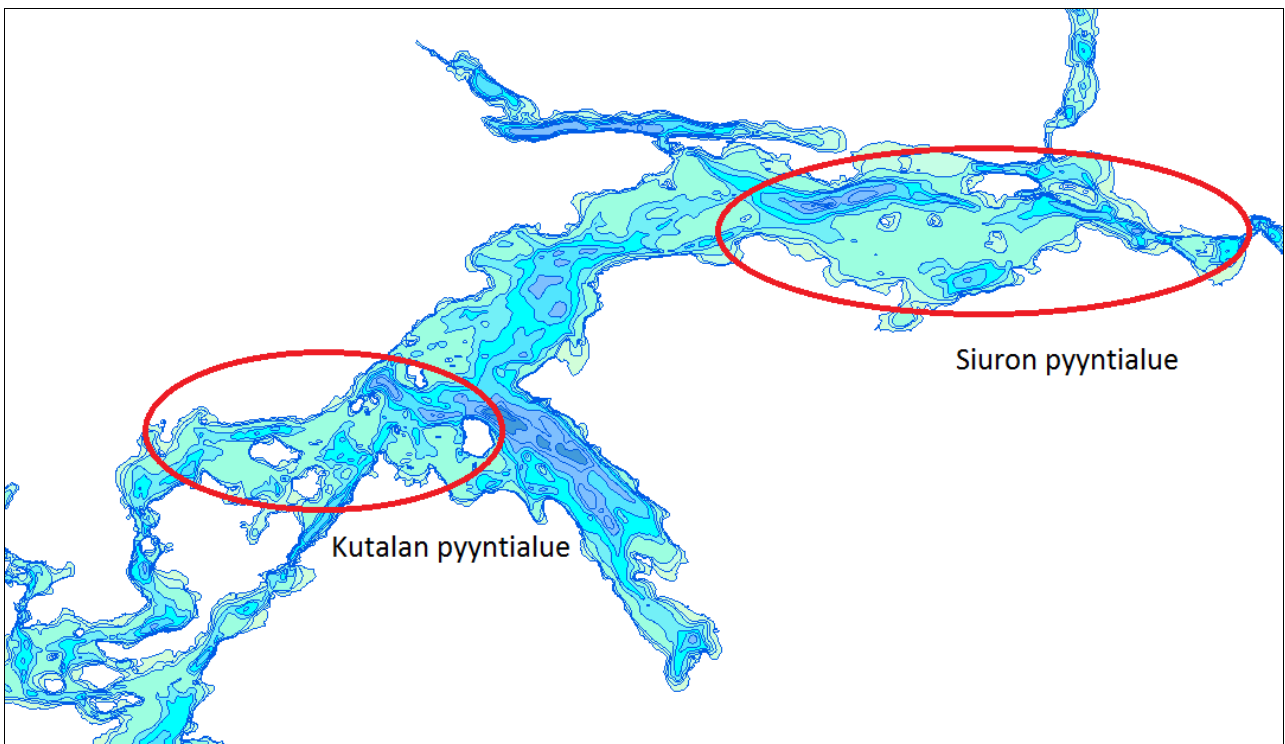
Tutkimuskohde	Vuosi	Elohopea	PFOS
Pyhäjärvi, ahven	2022	x	x
Kulovesi, ahven	2024	x	x

Jos seuraavalla tarkkailukerralla tehtävissä, ahventen PFOS-määrityksissä pitoisuudet ovat alle määritysrajan, jätetään ne pois ohjelmasta. Myöskään elohopeaseurantaa ei ole perusteltua jatkaa, jos pitoisuudet jäävät selvästi alle ympäristölaatunormin. Muussa tapauksessa näitä tarkkailuja jatketaan kolmen vuoden välein.

Tarkkailu tehdään kalanäytteenottoa koskevien ohjeiden mukaisesti (Karvonen ym. 2012). Tarkkailuun valitaan 10–20 kappaletta kooltaan 15–20 cm mittaisia ahvenia, joiden selkähaksesta analysoidaan yksilöittäin elohopean kokonaispitoisuus (mg/kg). Elohopeatulokset tallennetaan ympäristöhallinnon Hertta-tietokannan kertymärekisteriin (KERTY). PFOS-määritykset tehdään kahdesta tai kolmesta, noin 10 ahvenen kokoomanäytteistä molemmilla alueilla (Pyhäjärvi, Hatanpää ja Kulovesi, Siuro).



Kuva 7.1. Pyhäjärven verkkokoekalastusten pyyntialueet. © MML, lupa nro 242/MML/15. Haitta-ainetarkkailua tehdään Hatanpään alueen ahvenista.



Kuva 7.2. Kuloveden verkkokoekalastusten pyyntialueet. © MML, lupa nro 242/MML/15.

8. Sedimenttitarkkailu

8.1 Nykyinen tarkkailu

Tampereen seudun yhteistarkkailuun kuuluvaa sedimentin haitta-ainetarkkailua on toteutettu vuodesta 1992 lähtien kolmen vuoden välein. Näsijärven Näsiselältä Rautavedelle ulottuvalla tarkkailualueella on vuosina 1995–2007 ollut yhdeksän havaintopaikkaa.

Näsiselän kuormitustilanteen muututtua vuonna 2008 sedimentin haitta-ainetarkkailua supistettiin Pirkanmaan ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla ja vuodesta 2012 lähtien Näsijärveltä on otettu näyte ainoastaan yhdeltä havaintopaikalta (Aitolahden edusta, NP4), joka toimi vertailupisteinä Tammerkosken alapuoliselle tarkkailualueelle. Näytteistä analysoidut metallit ovat olleet elohopea, kadmium, kromi, kupari ja sinkki. Nikkeli lisättiin tarkkailuohjelmaan myöhemmin, ja on määritetty sedimenttinäytteistä vuodesta 2016 lähtien. Vuonna 2019 Rautavedeltä Tyrvään (NP19) näytteistä määritettiin myös koboltti ja lyijy.

8.2 Uusi ohjelma

Sedimentin haitta-ainetarkkailua jatketaan entiseen tapaan siten, että aiemmin ohjelmaan kuuluneiden alkuainemääritysten lisäksi kaikilta havaintopaikoilta määritetään nikkelpitoisuus ja Rautaveden Tyrvään (NP19) havaintopaikalta lisäksi koboltti ja lyijy.

Lisäksi yhteistarkkailuohjelmaan lisätään Tampereen Veden Kaupinojan pintavesilaitoksen sedimenttitarkkailu, joka on aiemmin tehty erillisenä tarkkailuna. Kaupinojan pintavesilaitoksen tarkkailusta on määrätty Pirkanmaan ELY-keskuksen lausunnoissa 24.4.2017 ja 21.6.2017 (PIRE-LY/444/07.00/2012). Aiemmin tarkkailua on tehty vuosina 2017, 2018 ja 2019 (Laari 2019). Ensimmäiset näytteet otettiin kesällä 2017 ennen laitoksen käyttöönottoa ja ne toimivat vertailunäytteinä. Tuolloin otettiin AOX-yhdisteiden laajempaa taustapitoisuuskartoitusta varten näytepisteiden lähistöltä myös rinnakkaisnäytteet, joista analysoitiin AOX-pitoisuus, kuiva-aine ja hehkutushäviö. Näytteet otetaan tarkkailusuunnitelman mukaisesti kolmen vuoden välein syys-lokakuussa alkaen vuodesta 2019 kahdelta näytepisteeltä, läheltä purkuputken päätä (näyte-piste TAMVESI/PURKUP/S) sekä noin 100 m purkuputken päästä alajuoksulle päin (TAMVE-SI/PP100M) (taulukko 8.1, kuva 8.1). Kaupinojan näytepisteiltä tehtävät analyysit on esitetty kappaleessa 8.2.3.

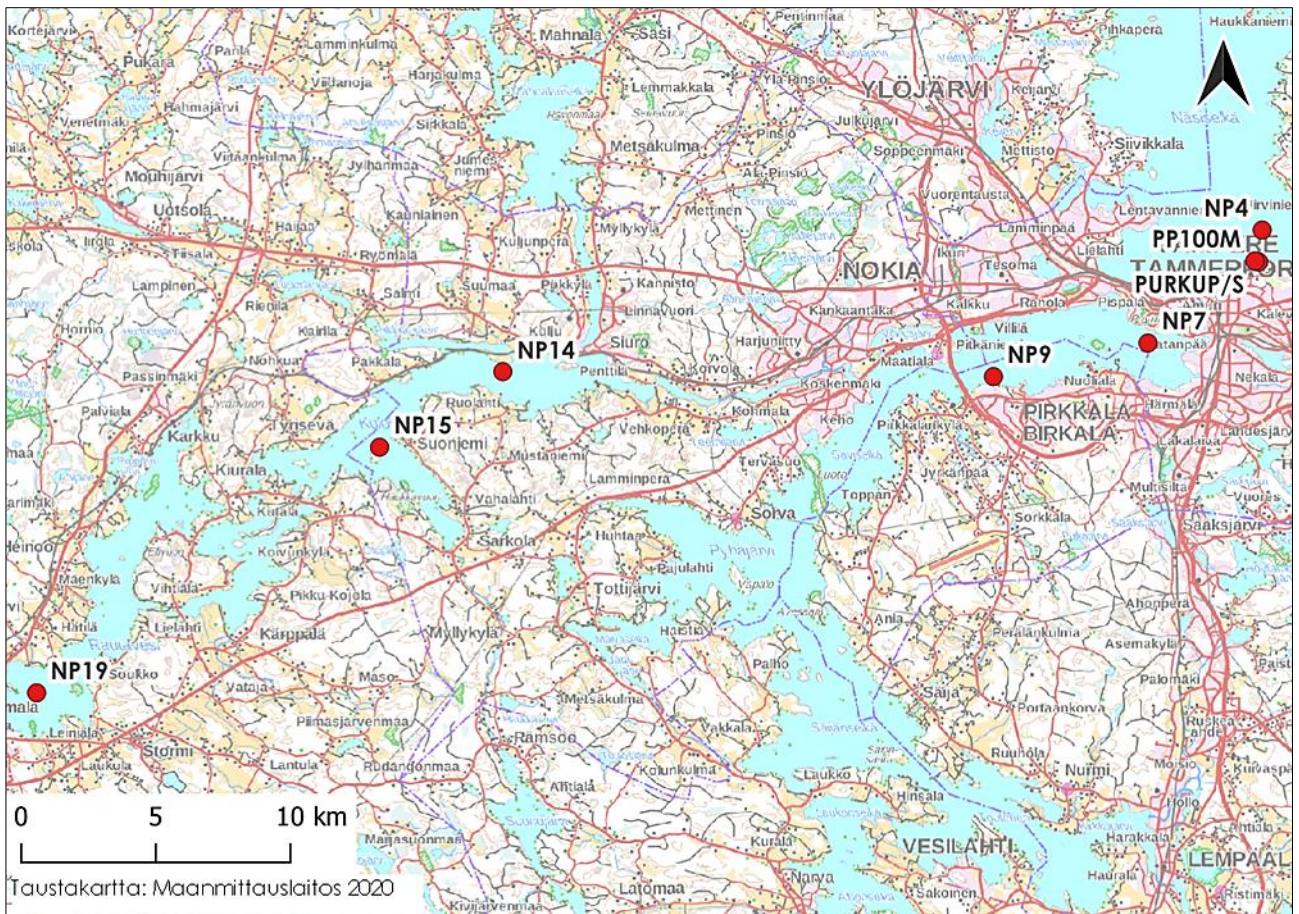
Vuoden 2018 Tampereen seudun yhteistarkkailun haitta-aineiden tarkkailusuunnitelmassa (Perälä 2018) todettiin, että sedimenttien tilaa Pyhäjärvellä on tutkittu sekä yhteistarkkailun puitteissa (Valkama 2015) että vuoden 2016 aikana tulevan keskuspuhdistamon selvityksiin (Oravainen ym. 2017) liittyen. Yhteistarkkailun sisältämä sedimenttien seuranta sekä em. tutkimukset ja niiden tulokset huomioiden tarvetta laajempaan haitta-ainetarkkailuun ei sedimenttien osalta tässä vaiheessa ole (Perälä 2018).

8.2.1. Näyteasemat

Näyteasemat Näsiselällä, Pyhäjärvellä sekä Kulo- ja Rautavedellä pysyvät ennallaan. Yhteistarkkailuohjelmaan lisätään Kaupinojan pintavesilaitoksen sedimenttitarkkailun kaksi näyteasemaa. Näyteasemien sijainti, koordinaatit ja syvyydet on esitetty taulukossa 8.1 ja kuvassa 8.1.

Taulukko 8.1. Tampereen seudun yhteistarkkailun sedimenttinäytteenoton asemat, syvyydet ja koordinaatit. Yhteistarkkailuun lisättävän Kaupinojan pintavesilaitoksen näytepisteet on esitetty sinisellä.

Järvi	Näyteasema	Havaintopaikka	Syvyys	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	
Näsijärvi	Aitolahden edusta	NP4	58	6825676	329889
Näsijärvi	Kaupinoja, purkupuken suu	PURKUP/S	9	6824491	329756
Näsijärvi	Kaupinoja, 100 m purkupuken päästä	PP100M	10	6824529	329617
Pyhäjärvi	Pyynikin edusta	NP7	41	6821478	325645
	Naistenmatka	NP9	24	6820228	319902
Kulovesi	Kesäniemi	NP14	38	6820411	301668
	Kalmetsaari	NP15	36	6817604	297088
Rautavesi	Tyrvää	NP19	21	6808475	284342



Kuva 8.1. Sedimenttitarkkailun näyteasemat.

8.2.2. Näytteenotto ja näytteiden käsittely

Näytteenotto ja näytteiden käsittely suoritetaan näytteenottostandardin SFS 5730 (SFS 1992) mukaan.

Sedimenttinäytteet otetaan putkinoutimella. Näytteeksi otetaan 0–2 cm ja 2–5 cm viipaleet sedimenttiprofiilin pinnasta. Yksi näyte koostuu kolmesta nostosta. Näytteet säilytetään pakastamalla.

8.2.3. Analyysit

Sedimenttinäytteistä määritetään kuiva-ainepitoisuuden lisäksi elohopea, kadmium, kromi, kupari, nikkeli ja sinkki (mg/kg kiintoainetta). Rautaveden Tyrvään (NP19) näyteaseman sedimenttinäytteistä määritetään lisäksi koboltti ja lyijy. Analyysit tehdään mittatekniikan keskuksen FINAS-yksikön akkreditoimassa testauslaboratoriossa standardin SFS-EN ISO 11885 (SFS 2007) mukaan. Sedimenttinäytteistä määritetään myös saven (< 2 µm) osuus (%) ja orgaanisen aineksen osuus (LOI, %) haitta-aineiden normalisoitujen pitoisuuksien laskemista varten (YM 2015).

Kaupinojan pintavesilaitoksen näytepisteiden TAMVESI/PURKUP/S ja TAMVESI/PP100M sedimenttinäytteistä määritetään kuiva-aine, hehkutusjäännös, hehkutushäviö, pH, sähkönjohtokyky, kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin suhde, kokonaisrauta, AOX-pitoisuus ja kloroformi. Kokonaisrauta tarkkailaan kemikaalien mahdollisen sedimentoitumisen havaitsemiseksi. pH, sähkönjohtokyky sekä kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin suhde määritetään, jotta voidaan tarkkailla sedimentin mahdollisia ionitasapainon ja hapettumisolosuhteiden muutoksia. AOX-pitoisuutta seurataan, koska Kaupinojan pintavesilaitoksella käytetään kloorikemikaaleja talousveden desinfioimiseen, mistä syystä Näsijärveen johdettavat suodinten huuhteluvedet sisältävät klooria. AOX-pitoisuudessa havaitaan orgaanisia halogeeniyhdisteitä.

Tulokset toimitetaan myös KERTY-rekisteriin.

8.2.4. Sedimenttitarkkailun rytmi

Sedimenttinäytteet otetaan joka kolmas vuosi yhtä aikaa pohjaeläinnäytteiden kanssa. Seuraava näytteenottovuosi on 2025.

9. Pohjaeläintarkkailu

9.1 Nykyinen tarkkailu

Tampereen seudun yhteistarkkailuun kuuluva pohjaeläintarkkailu toteutettiin ensimmäisen kerran vuonna 1977 ja vuodesta 1995 lähtien tarkkailua on suoritettu kolmen vuoden välein. Näsijärven Näsiselältä Rautavedelle ulottuvalla tarkkailualueella on vuosina 1995–2007 ollut yhdeksän pohjaeläinlinjaa ja niissä yhteensä 43 näyteasemaa. Linjojen näytesyvytydet ovat olleet 4, 8, 12 ja 20 m sekä syväne (35–53 m), joista kustakin on otettu pohjanoutimella 3 rinnakkaisnäytettä.

Näsiselän kuormitustilanteen muututtua vuonna 2008 pohjaeläintarkkailua supistettiin Pirkanmaan ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla ja vuonna 2010 Näsijärveltä otettiin näytteet ainoastaan yhdeltä pohjaeläinlinjalta (Valkeekivenlahti, B3), joka toimi vertailulinjana Tammerkosken alapuoliselle tarkkailualueelle. Vuodesta 2012 lähtien (Perälä ym. 2012) pohjaeläintarkkailu on toteutettu syvänealuiden (20–53 m) ja rantavyöhykkeen (< 0,5 m) näytteenotolla. Lisäksi surviaissäskien epämuodostumien avulla on arvioitu Pyhäjärven sedimentin myrkyllisyyttä.

9.2 Uusi tarkkailu

9.2.1. Profundaalin ja litoraalin pohjaeläintarkkailu

9.2.1.1 Näyteasemat

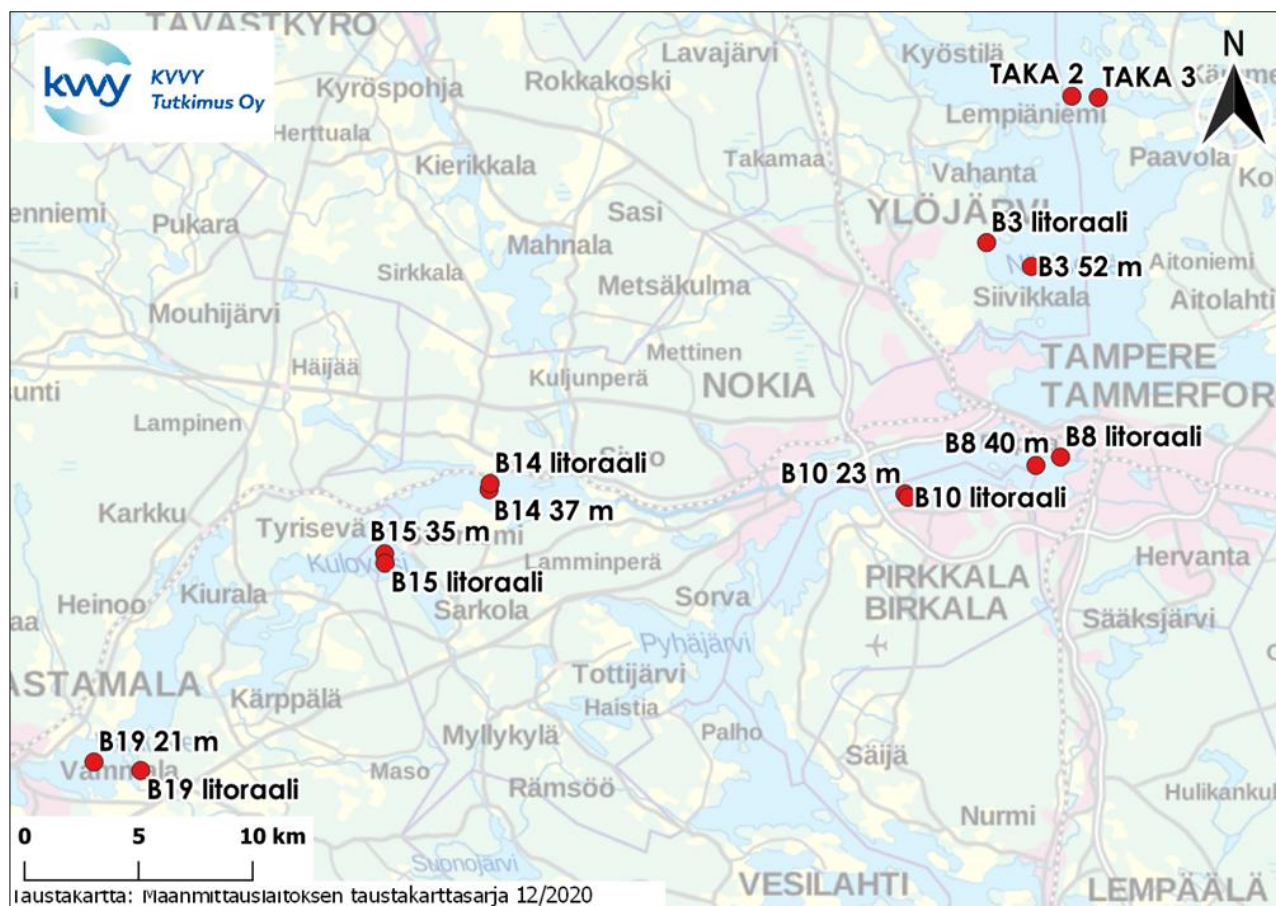
Pohjaeläintarkkailun näyteasemat Näsiselällä, Pyhäjärvellä sekä Kulo- ja Rautavedellä säilyvät samana kuin aiemmassa tarkkailuohjelmassa. Kaikilta kuudelta havaintoalueelta otetaan näytteet syvänealueelta ja rantavyöhykkeestä (litoraalista). Litoraalinäytteet otetaan avoimilta kivikkorannoilta.

Lisäksi tarkkailuohjelmaan liitetään aiemmin erillisenä toteutettu Kämmenniemen jätevedenpuhdistamon pohjaeläintarkkailu, johon kuuluu kaksi näytepistettä. Näytepisteet sijaitsevat purkusyvänteen syvimässä kohdassa (TAKA/2) ja purkuputken suualueella (TAKA/3). Vertailupisteinä toimii yhteistarkkailuohjelmassa jo vuodesta 2012 mukana ollut Näsiselällä sijaitseva Valkeekivenlahden näyteasema B3.

Havaintopaikkojen sijainti, koordinaatit ja syvyydet on esitetty kuvassa 9.1 ja taulukossa 9.1.

Taulukko 9.1. Tampereen seudun yhteistarkkailun pohjaeläinnäytteenoton asemat, syvyydet ja koordinaatit. Yhteistarkkailuohjelmaan liitettävät Kämmenniemen jätevedenpuhdistamon havaintopaikat on korostettu sinisellä.

	Näyteasema ja tunnus	Syvyys (m)	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	
Syväne	Kämmenniemi TAKA/2	45	6837661	327220
	Kämmenniemi TAKA/3	40	6837596	328380
	Valkeekivenlahti B3	52	6830197	325445
	Pyynikki B8	40	6821478	325645
	Naistenmatka B10	23	6820228	319902
	Kesäniemi B14	37	6820411	301668
	Kalmetsaari B15	35	6817604	297088
	Tyrvää B19	21	6808475	284342
Litoraali	Valkeekivenlahti B3 litoraali	<0,5	6831242	323482
	Pyynikki B8 litoraali	<0,5	6821842	326722
	Naistenmatka B10 litoraali	<0,5	6820078	320029
	Kesäniemi B14 litoraali	<0,5	6820682	301710
	Kalmetsaari B15 litoraali	<0,5	6817194	297107
	Tyrvää B19 litoraali	<0,5	6808103	286395



Kuva 9.1. Pohjaeläintarkkailun havaintopisteet.

9.2.1.2 Näytteenotto ja näytteiden käsittely

Näytteenotossa ja näytteiden käsittelyssä noudatetaan näytteenottostandardeja SFS 5076 (1989) ja SFS 5077 (1989) sekä ympäristöhallinnon ohjeita (Aroviita ym. 2012, Aroviita ym. 2019, Järvinen ym. 2019).

Syvänneäytteet otetaan kvantitatiiviseen tutkimukseen tarkoitetulla Ekman-noutimella. Syvännealueen eri osista otetaan satunnaisesti kuusi (6) rinnakkaisnäytettä niin, että kunkin näytteen näytteenottosyvyys on vähintään 90 % syvännealueen maksimisyvyydestä. Litoraalinäytteet otetaan potkuhaavilla 25–40 cm syvyydeltä avoimelta kivikkorannoilta, kuusi (6) rinnakkaisnäytettä. Yhden näytteen haavinta-aika on 20 sekuntia, jonka aikana kuljetaan noin 1 metrin matka.

Näytteet seulotaan 0,50 mm:n seulalla ja seulos säilötään 70 % etanoliin. Pohjaeläimet poimitaan laboratoriossa valkealta alustalta. Kvantitatiivisten näytteiden märkämässä punnitaan SFS-standardin 5076 mukaan. Pohjaeläimet määritetään vähintään ympäristöhallinnon tavoitetasolle (Järvinen ym. 2019). kaikki pohjaeläinmääritystulokset tallennetaan ympäristöhallinnon Hertta-tietokannan pohjaeläinrekisteriin. Näyteasemille lasketaan ekologisen tilan luokittelun mukaiset indeksit (Aroviita ym. 2019).

Syvännealueiden tuloksista lasketaan pohjaeläimistön tiheyden (yks/m²) ja biomassan (g/m²) lisäksi taksoniluku sekä tiettyjen surviaissääsken toukkien suhteelliseen runsauteen perustuva Benthic Quality Index (BQI) (Wiederholm 1980) ja sitä vastaava vuosien 1977–2010 tarkkailussa käytetty Chironomidi-indeksi (CI) (Paasivirta 2000). Lisäksi syvännealueille lasketaan ekologisen tilan luokittelun indeksit PICM (Profundal Invertebrate Community Metric) (Jyväsjärvi ym. 2014) ja suhteellinen mallinkaltaisuus PMA (Percent Model Affinity) (Novak & Bode 1992, Aroviita ym. 2019).

Litoraali-alueiden pohjaeläintuloksista lasketaan taksoniluku, sekä ekologisen tilan luokittelussa käytettävät indeksit tyyppiominaisten taksonien esiintyminen (TT) ja suhteellinen mallinkaltaisuus (PMA) (Aroviita ym. 2019).

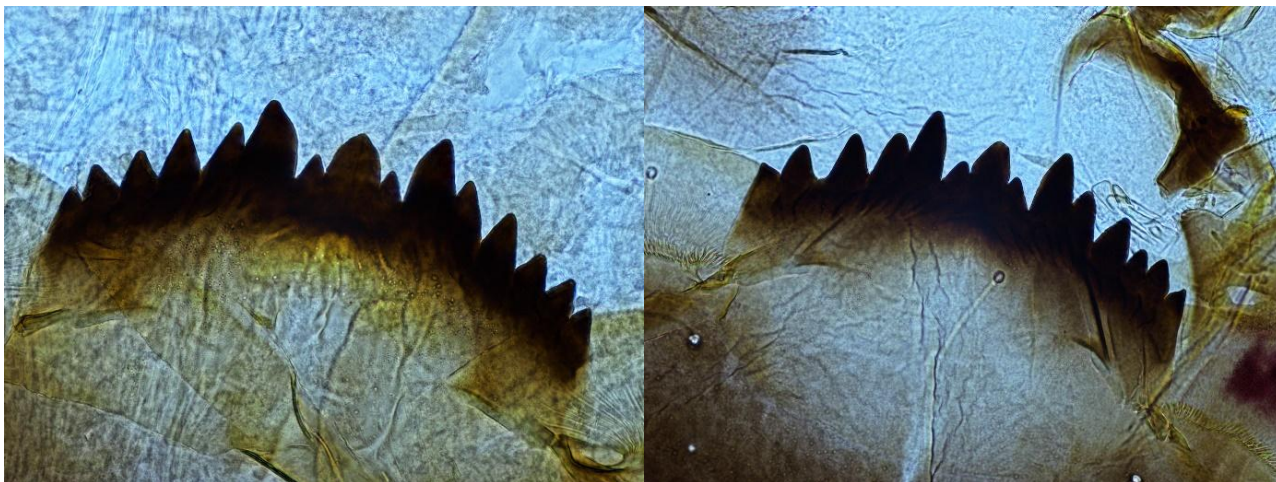
9.2.2. Sedimentin myrkyllisyys

Pyhäjärven pohjasedimentin myrkyllisyyttä arvioidaan surviaissääsken (*Chironomus* spp.) toukkien suuosien epämuodostumiin (kuva 9.2) perustuvalla menetelmällä. Epämuodostuneiden toukkien osuuden on havaittu kasvavan saastuneilla paikoilla ja ilmentävän sedimentin myrkyllisyyttä. Näytteet otetaan Pyhäjärven syvänteistä Pyynikin (B8) ja Naistenmatkan (B10) näyteasemilta. Tavoitteena on saada analysoitavaksi 100 *Chironomus* -suvun toukkaa molemmilta näyteasemilta. Reheviä oloja ilmentävät ja pohjan huonoa happitilannetta sietävät *Chironomus*-toukat ovat kuitenkin vähentyneet selvästi Pyynikin ja Naistenmatkanlahden edustan syvänteissä viimeisen kymmenen vuoden aikana (KVVY Tutkimus Oy 2021).

Koska aiemmissa näytteenotoissa vuosina 2016 ja 2019 syvänteistä ei ole saatu riittävää määrää toukkia luotettavaan epämuodostuma-analyysiin, ohjelmaa muutetaan siten, että näytteenotto toteutetaan hieman matalammalta, näyteasemien välisyvyydestä. Normaalin syvännepohjaeläinnäytteenoton lisäksi otetaan tarpeellinen määrä lisänäytteitä matalammalta, arviolta vähintään 15–25 Ekman-nostoa kummaltakin näyteasemalta, mahdollisesti enemmän.

Ensimmäisellä kerralla näytteet kannattaa ottaa vaihtelevilta syvyyksiltä ja kirjata syvyys ylös, jotta tietoa mahdollisesta esiintymissyvyydestä voidaan myöhemmissä näytteenotoissa hyödyntää. Matalammilla alueilla voi kuitenkin olettaa pohjan happitilanteen olevan varsinaista syvännettä parempi, joten muut surviaissääskilajit saattavat olla *Chironomus*-toukkia runsaampia. Jos matalammiltakaan paikoilta ei löydy riittävää määrää *Chironomus*-toukkia, epämuodostumatutkimuksesta voidaan luopua. Tämä voidaan arvioida 1–2 näytteenoton jälkeen.

Aineistosta määritetään varsinaiset epämuodostumat, kuten puuttuvat ja ylimääräiset hampaat, sekä syvät aukot hampaistossa (Köhn gaps), ja esimerkiksi mekaanisista vaurioista ja kulumisesta johtuvat poikkeamat jätetään huomioimatta, jolloin sedimentin myrkyllisyyden vaikutukset ovat herkemmin havaittavissa (Salmelin ym. 2015). Aineistosta lasketaan epämuodostuneiden toukkien suhteellinen osuus (%), Deformity Index (DI).



Kuva 9.2. Esimerkki Chironomus -surviaissäskitoukkien hampaistosta. Vasemmanpuoleisessa kuvassa hampaat ovat normaalit. Oikealla hampaisto on epämuodostunut, ja yksi lateraalihampaista puuttuu. Kuvat Johanna Salmelin.

9.2.3. Pohjaeläintarkkailun rytmi

Pohjaeläinnäytteet otetaan aiempien tarkkailuvuosien tapaan joka kolmas vuosi syys-lokakuussa. Seuraava näytteenottovuosi on 2022. Sedimentin myrkyllisyystarkkailu ja Chironomus-toukkien näytteenotto tapahtuu samassa rytmissä pohjaeläinnäytteenoton kanssa.

10. Vesikasvillisuustarkkailu

Vesikasvillisuuden seuranta on tullut mukaan tarkkailuun 2010-luvulla, jota ennen tarkkailualueella ei ole suoritettu velvoiteluonteisia kasvillisuustutkimuksia. Selvitykset on suoritettu nyt kaksi kertaa vuosina 2014 ja 2020 tarkkailuvälin ollessa 6 vuotta.

Tarkkailua esitetään suoritettavaksi myös jatkossa samalla tavalla kuin tähänkin saakka ns. päävyöhykemenetelmällä 6 vuoden välein, jolloin seuraava tarkkailuvuosi on 2026, jolloin myös Tampereen Sulkavuoren puhdistamo on aloittanut toimintansa. (puhdistamo valmistunee vuoden 2025 lopussa).

Tavoitteena kasvillisuusseurannassa on tarkkailla jätevesikuormituksen ja siinä tapahtuvien muutosten mahdollisia vaikutuksia alueen kasvillisuuteen. Päävyöhykelinjamenetelmällä saatavat tulokset voidaan käyttää myös esimerkiksi vesienhoitolainsäädäntöön liittyvien selvitysten kuten viranomaisen toimesta tehtävän ekologisen luokittelun pohjana.

10.1 Menetelmät

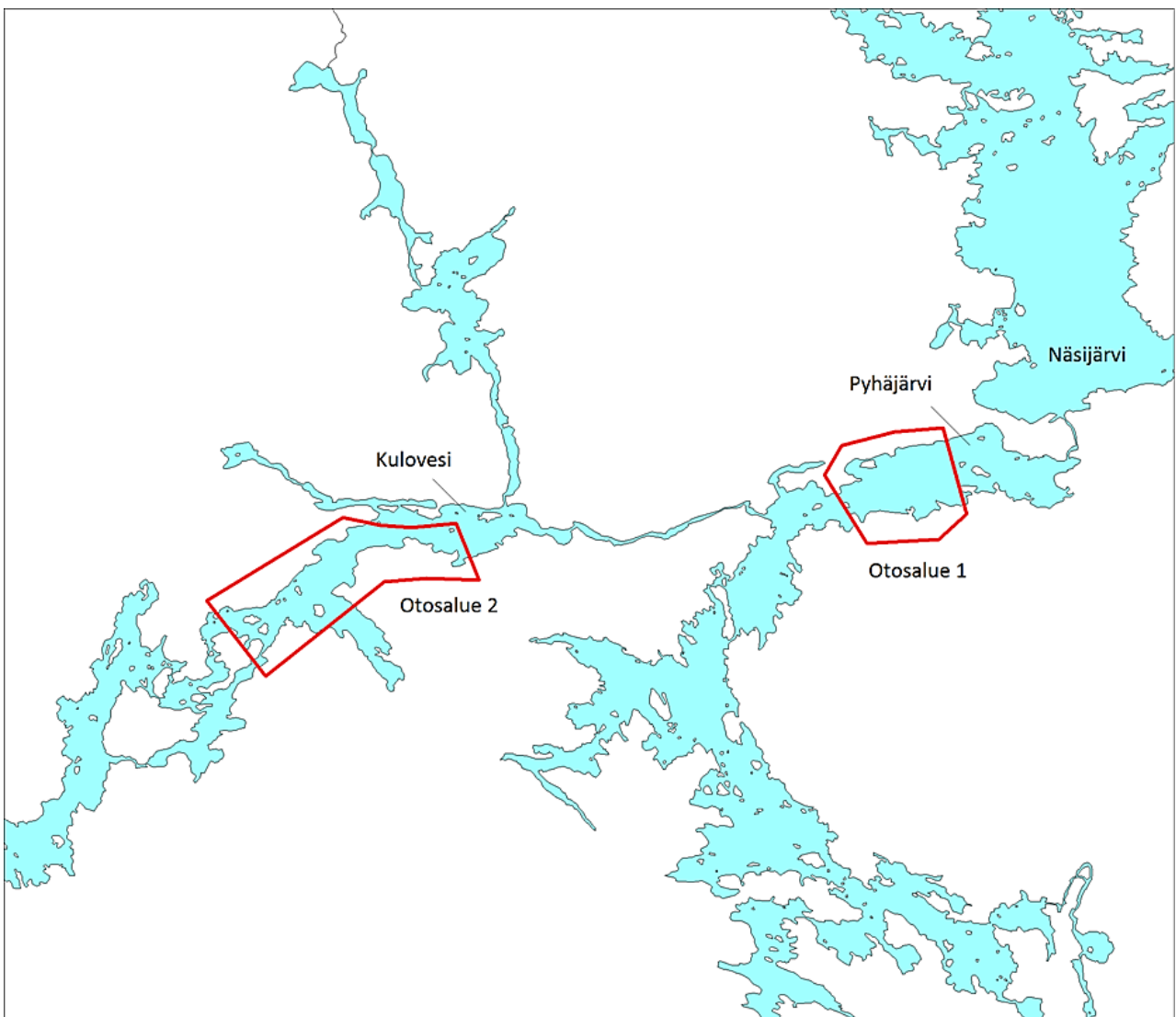
Kasvillisuusseuranta tehdään ns. päävyöhykelinjamenetelmällä "Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus –julkaisussa" (Kuoppala ym. 2008) esitetyllä tavalla.

Päävyöhykelinjamenetelmässä käytetään 5 m:n levyisiä linjoja. Linja jaetaan osiin eli päävyöhykkeisiin rajaamalla ne kasvillisuuden pääelomuotojen perusteella ja jakoa voidaan tarvittaessa tarkentaa valtalajin tai -lajien mukaan. Päävyöhykelinjoilla yleisyys arvioidaan käyttäen prosenttiasteikkoa ja tämän jälkeen runsaus keskimääräisenä peittävyysprosenttina 1 m²:n alalta niiltä vyöhykkeen osilta (ruuduilta), joilla lajin yleisyyden arvioinnissa katsottiin esiintyvän.

Menetelmässä havainnoidaan kaikki Kuoppalan ym. (2008) esittämän lajiluettelon taksonit. Kunkin lajin yleisyys ja runsaus arvioidaan vain kerran koko linjalle. Tämä menettely yksinkertaistaa aineiston käsittelyä, mutta vertailukelpoisuus alkuperäisellä päävyöhykemenetelmällä tehtyihin aineistoihin säilyy.

Tampereen seudun yhteistarkkailun tarkkailualueelta on valittu yhteensä 2 otosaluetta seuranta-kohteiksi (kuva 10.1). Otosalue 1 sijaitsee Tampereen seudun kuormituksen alapuolella ja otosalue 2 Nokian kuormituksen sekä Siuron reitin liittymän alapuolelle.

Kummallakin otosalueella on 5 linjaa eli linjojen kokonaismäärä oli 10 kpl (taulukko 10.1). Linjojen paikat on pyritty valitsemaan niin, että otosalueiden 5 linjasta 3 oli ns. yleislinjaa ja 2 linjaa on sijoitettu rehevöitymisherkille alueille. Linjoilta on otettu sekä niiden alku- että loppupäästä valokuvat, jotka löytyvät KVVY:n kuva-arkistosta.



Kuva 10.1. Tampereen seudun yhteistarkkailun kasvillisuusseurannan otosalueet (2 kpl). Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa 65/MML/12.

Taulukko 10.1. Tampereen seudun yhteistarkkailun kasvillisuusseurannan kasvillisuuslinjojen perustiedot (Kh = keskikokoiset humusjärvet).

Otosalueen nro ja nimi	Linjan nro	Linjatyypin Y/R	Alkupisteen koordinaatit (KKJ)		Linjan suunta	Järvi- tyyppi	Rannan vallitseva luontotyyppi
			Y	X			
1 Pyhäjärvi	1	Y	6824129	3318836	130	Kh	Rantaluhta, lehto
1 Pyhäjärvi	2	Y	6825076	3319700	130		Lehtomainen kangas, rantaluhta
1 Pyhäjärvi	3	Y	6825377	3320707	140		Lehto
1 Pyhäjärvi	4	R	6822201	3318777	325		Rantaluhta
1 Pyhäjärvi	5	R	6824518	3318454	50		Rantaluhta, lehto
2 Kulovesi	1	Y	6824067	3302332	160	Kh	Rantaluhta
2 Kulovesi	2	Y	6824096	3302999	160		Lehtomainen kangas
2 Kulovesi	3	R	6822617	3305104	317		Lehtomainen kangas
2 Kulovesi	4	R	6822178	3301766	30		Rantaluhta
2 Kulovesi	5	Y	6822497	3301447	28		Rantaluhta

Nykyisten linjojen sijainti on siten jo määritelty ja ne pidetään jatkossa ennallaan. Linjapaikat on valittu karttatarkastelun perusteella, jotta välttyttiin mahdollisimman hyvin maastossa tapahtuvalta subjektiiviselta valinnalta. Mikäli maastossa havaittiin, että valittu rantatyyppi ei kuitenkaan vastannut valintakriteerejä (yleislinja/rehevöitymisherkkä paikka), uusi linjapaikka valittiin niin läheltä alkuperäistä paikkaa kuin mahdollista. Samoin toimittiin, mikäli ennalta valittuun paikkaan ei voitu sijoittaa linjaa esim. paikan häiriintyneisyyden (niitot, ruoppaukset tms.) vuoksi.

Linjojen paikkojen valinnassa on keskitytty edustaviin puoliavoimiin ja verraten loiviin rantoihin, jotka antavat kuvan keskimääräisestä lajistosta ja joilla kasvillisuuden on mahdollista kehittyä ilmentämään suomalaisille järville tyypillistä vyöhykkeisyyttä (ns. yleislinjat). Näiden lisäksi on valittu joitakin ns. rehevöitymisherkkiä rantoja kultakin otosalueelta. Rantoja, jotka ovat morfologialtaan epäsuotuisia kasvillisuuden kehittymiselle (hyvin avoimet, jyrkät ja kivikkoiset rannat) on pyritty välttämään, sillä niiden tuottama tieto kasvillisuuden lajistosta ja runsaussuhteista on epäedustava. Molemmilla otosalueilla osa rantaviivasta on ihmistoiminnan muuttamaa (mökkirannat, laiturit tms.), mikä on vaikuttanut linjojen sijoitteluun.

Kasvillisuuden vyöhykkeisyys tulee lajiston runsausarviointimenetelmän yksinkertaistamisesta huolimatta kuvata mahdollisimman tarkasti. Ekologisesti tärkeimmät ja muutosherkimmät vyöhykkeet (suurten pohjalehtisten vyöhyke, uposlehtisten vyöhyke, ilmaversoisten vyöhyke sekä kelluslehtisten lajien vyöhyke, sarakasvillisuuden vyöhyke) kuvataan mittaamalla kunkin vyöhykkeen maksimiesiintymissyvyys sekä etäisyys linjan alkupisteestä (sekä GPS-mittaus aina kun mahdollista). Erityisesti pohjalehtisten maksimiesiintymissyvyys on useissa järvi-tyypeissä käyttökelpoinen ekologisen tilan mittari ja pohjalehtisten maksimiesiintymissyvyys tulee määrittää jokaiselta tutkitulta linjalta myös tapauksissa, joissa pohjalehtiset eivät muodosta omaa vyöhykettä.

10.2 Tarkennus menetelmään

Valtion ympäristöhallinnon ohjeistuksen Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen mukaisesti säännöstelyjärvillä tehtävässä vesikasvillisuuden seurannassa on syytä kiinnittää erityistä huomiota vedenkorkeuden vaihteluvyöhykkeeseen ja sen kasvipeitteeseen (Meisner ym. 2019). Seuraavat tarkennukset menetelmään tulee ottaa huomioon, kun kasvillisuusselvitys tehdään seuraavan kerran vuonna 2026.

Vaaituskoneen tai differentaali-GPS:n avulla määritetään vedenpinnan yläpuolisen alueen taso suhteessa vedenpinnan alapuoliseen vyöhykkeeseen. Ennen maastotöitä selvitetään vallitseva vedenkorkeus ja myös vuosittain toistuva ylin vedenkorkeus (MHW) vedenkorkeuden vaihteluvyöhykkeen tason määrittämiseksi. Maastossa määritetään linjoittain rantaviivan nollataso. Sara-, korte- ja ruokovyöhykkeiden ylärajat määritetään joko differentaali-GPS:n tai vaaituskoneen avulla. Alarajan määrittäminen voidaan tehdä myös syvyysmitan avulla.

Isojen pohjalehtisten (Isoëtes lacustris, Isoëtes echinospora ja Lobelia dortmanna) osalta esiintymisvyöhykkeet eritellään lajeittain lajien suuren indikaattoriarvon takia.

Tulvasaraikkoa määrittäessä huomioidaan, että saraikon yläraja voi soistuvilla rannoilla olla esimerkiksi pohjavedestä riippuvaa eikä indikoi vedenkorkeusvaihtelua. Tulvasaraikolla tarkoitetaan käytännössä pullo-, vesi- ja viiltosarojen muodostamia kasvustoja. Tarvittaessa voidaan myös lajit eritellä. Säännöstellyille järville on oma maastolomake, joka otetaan käyttöön.

10.3 Aineiston tallennus

Linjoilta saatu aineisto tallennetaan Suomen ympäristökeskuksen Excel-tallennuspohjaan, jonka jälkeen aineistosta lasketaan kolme muuttujaa (Aroviita ym. 2019):

- 1) Tyyppilajien suhteellinen osuus kokonaislajistosta (TT50SO)
- 2) Suhteellinen mallinkaltaisuus (PMA)
- 3) Referenssi-indeksi (RI)

10.4 Kasvillisuustarkkailun raportointi

Kasvillisuuskartoituksen tulokset toimitetaan ympäristöhallinnon rekisteriin rekisterin valmistuttua. Kasvillisuusseurantaa koskeva tutkimusraportti toimitetaan tarkkailua seuraavan vuoden kesäkuun loppuun mennessä tarkkailuvelvollisille, viranomaisille sekä muille asianosaisille.

Kasvillisuusseurannan tuloksia voidaan käyttää hyväksi vesienhoitolainsäädäntöön liittyvien selvitysten kuten viranomaisen toimesta tehtävän ekologisen luokittelun pohjana.

11. Tulosten toimittaminen ja raportointi

Vedenlaatua koskevat tulokset toimitetaan Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle niiden valmistuttua viranomaisen ylläpitämän vedenlaaturekisterin edellyttämässä sähköisessä muodossa eli käytännössä SYKE:n ylläpitämään Vesla-järjestelmään viimeistään kuukauden kuluttua niiden valmistumisesta. Tulosten käsittelyssä hyödynnetään myös muuta alueelta saatavilla olevaa Veslan aineistoa, mm. Pirkanmaan ELY-keskuksen veden laadun tulokset Tampereen Näsijärveltä.

Tarkkailualueen veden laadusta saaduista tuloksista laaditaan vuosittain yhteenveto tarkkailuvuotta seuraavan vuoden kesäkuun loppuun mennessä. Raportissa käsitellään kuormittajien aiheuttaman vesistökuormituksen määrää, kuormituksen vaikutukset veden laatuun ja rehevyyteen sekä esitetään pitemmän aikavälin kehitystä graafisten kuvaajien avulla. Kasviplanktonmääritysten tulokset

sisällytetään sitä vuotta koskevaan veden laadun vuosiraporttiin. Tulokset tallennetaan myös Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään kasviplankton-tietokantaan.

Kasvillisuuskartoituksen tulokset toimitetaan ympäristöhallinnon rekisteriin rekisterin valmistuttua. Kasvillisuusseurantaa koskeva tutkimusraportti toimitetaan tarkkailua seuraavan vuoden kesäkuun loppuun mennessä tarkkailuvelvollisille, viranomaisille sekä muille asianosaisille. Kasvillisuusseurannan tuloksia voidaan käyttää hyväksi vesienhoitolainsäädäntöön liittyvien selvitysten kuten viranomaisen toimesta tehtävän ekologisen luokittelun pohjana.

Sedimentti- ja pohjaeläintarkkailujen tulokset raportoidaan tarkkailuvuotta seuraavan vuoden loppuun mennessä. Lisäksi pohjaeläintulokset tallennetaan ympäristötiedon hallintajärjestelmän (Hertta) pohjaeläinrekisteriin (Pohje) ja sedimenttitulokset ympäristöhallinnon kertymärekisteriin (KERTY).

Yhteenvedot toimitetaan tarkkailuvelvollisille, viranomaisille sekä muille asianosaisille voimassa olevan jakelun mukaisesti. Tarkkailun kaikkia tuloksia voidaan käyttää hyväksi vesienhoitolainsäädäntöön liittyvien selvitysten kuten viranomaisen toimesta tehtävän ekologisen luokittelun pohjana.

Tarkkailuohjelman sisältöä voidaan tarvittaessa tarkistaa tarkkailuvelvollisten ja Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen kesken sovittavalla tavalla. Esityksiä mahdollisista muutoksista sisällyttään tarvittaessa vuosiraportteihin. Tarkkailuohjelman muuttaminen tai tarkkailun harventaminen edellyttää perustellun ehdotuksen esittämistä ELY-keskukselle. ELY-keskus ratkaisee tarkkailua koskevat muutokset tarkkailuehdotuksen perusteella.

KVVY Tutkimus Oy

Laatineet:

Yksikön päällikkö, FT



Tommi Malinen

Erityisasiantuntija, FM



Harri Perälä

Hydrobiologi, FT



Johanna Salmelin

Tutkimusinsinööri, AMK



Riina Ruususaari

Hyväksynyt:



Yksikön päällikkö

Lotta Bjurström-Laitinen

LIITTEET

Liite 1.

Vuosiraporttien jakelulista

Liitekartta.

Kuormittajat ja veden laadun havaintoasemat

Viitteet

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväskylä, J., Järvenpää, J., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, J., Mitikka, S., Olin, M., Perus, J., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Ruuskanen, A., Siimes, K., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K.-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012–2013 – päivitetty arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 7/2012. Suomen ympäristökeskus. 144 s.

Aroviita, J., Mitikka, S. & Vienonen S. (toim.) 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019. Suomen ympäristökeskus. 182 s.

Ekholm, M. 1993: Suomen vesistöalueet. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja –sarja A. Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki 1993. 155 s.

Haavisto T. & Retkin R. 2014. Perfluorattujen yhdisteiden aiheuttama ympäristön pilaantuminen palo- harjoitusalueilla. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 11/2014.

Hyvärinen, V. ja Korhonen, J. (toim) 2003. Hydrologinen vuosikirja 1996–2000. Suomen ympäristö 599. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 219 s.

Jyväsjärvi, J., Aroviita, J. & Hämäläinen, H. 2014. An extended Benthic Quality Index for assessment of lake profundal macroinvertebrates: addition of indicator taxa by multivariate ordination and weighted averaging. *Freshwater Science* 33: 995–1007.

Järvinen, M., Forsström, L., Huttunen, M., Hällfors, S., Jokipii, R., Niemelä, M. & Palomäki, A. (toim.) 2011. Kasviplanktonin laskentamenetelmät. Saatavana Internetistä: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_tilan_seuranta/Biologisten_seurantamenetelmien_ohjeet/Kasviplanktonin_tutkimusmenetelmät, katso linkki kohdasta "Kasviplanktonin laskentamenetelmät".

Järvinen, M., Aroviita, J., Hellsten, S., Karjalainen, S. M., Kuoppala, M., Meissner, K., Mykrä, H. ja Vuori, K-M. 2019. Jokien ja järvien biologinen seuranta – näytteenotosta tiedon tallentamiseen. Moniste, versio 6.9.2019.

Karvonen, A. Tuire, T., Gustafsson, J., Werdi, E., Mannio, J., Mehtonen, J., Nysten, T., Ruotta, M., Saimio, P., Siimes, K., Silvo, K., Tuominen, S., Verta, M., Vuori, K-M., Äystö, L., Kauppila, J., Leppänen, M., Näykki, T. ja Korhonen, M. Ympäristöministeriön raportteja luonnos/2016. Vesiympäristölle vaarallisista haitallisista aineista annettujen säädösten soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriö.

KVVY Tutkimus Oy 2021. Tampereen seudun yhteistarkkailu vuonna 2020. KVVY Tutkimus Oy. Julkaisu nro 850. 77 s + liitteet.

KVVY Tutkimus Oy, 2021. Nokian Siuron jätevedenpuhdistamon haitta-ainetarkkailut vuonna 2020. Tutkimusraportti nro 320/21. 4 s.

KVVY Tutkimus Oy 2021. Tampereen seudun yhteistarkkailu – Pohjaeläimistö ja sedimentin haitta-ainetarkkailu 2019. KVVY Tutkimus Oy. Julkaisu nro 836. 22 s. + liitteet.

KVVY Tutkimus Oy 2021. Nokian Kullaanvuoren jätevedenpuhdistamon haitta-ainetarkkailut vuosina 2020–2021. Tutkimusraportti nro 835/21. 8 s.

KVVY Tutkimus Oy. 2022. Tampere-Pirkkalan lentoaseman paloharjoitusalueen valumavesien PFAS-tarkkailu vuonna 2021. Tutkimusraportti nro 330/22. 4 s.

Kangas, A. 2017. Ajankohtaista asiaa jätevesistä. VVY Jätevesipäivä 4.4.2017 Lahti, Ari Kangas, Ympäristöministeriö.

Kangas A. (toim). 2018. Vesiympäristölle vaarallisia ja haitallisia aineita koskevan lainsäädännön soveltaminen. Kuvaus hyvistä menettelytavoista. Ympäristöministeriön raportteja 19/2018, Ympäristöministeriö, Helsinki 2018. 169 s.

Kuoppala, M., Hellsten, S. & Kanninen, A. 2008: Sisävesien vesikasviseurantojen laadunvarmennus. Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 36/2008. 94 s.

Laari, A. 2019. Näsijärven sedimentin laatututkimukset 27.9.2019. KVVY Tutkimus Oy. Tutkimusra-portti nro 1097/19. 5 s.

Meissner, K ja Mitikka, S (toim.) 2014. Ohje vesienhoitoalueiden seurannan laatimiseksi vuodesta 2014 alkaen (versio 4.0 (30.4.2014)). Moniste, 36 s.

Meissner M., Aroviita J., Hellsten S., Järvinen M., Karjalainen S-M., Kuoppala M., Mykrä H. & Vuori K-M. 2019. Jokien ja järvien biologinen seuranta-näytteenotosta tiedon tallentamiseen. Suomen ympäristökeskus. Moniste.

Nikunen, E., Leinonen, R. ja Kultamaa, A. 1990. Environmental properties of chemicals – Kemikaalien ympäristöominaisuuksia. Research report 91/1990. Ympäristöministeriö. Helsinki 1990.

Novak, M. A. & Bode, R. W. 1992. Percent model affinity: a new measure of macroinvertebrate community composition. Journal of the North American Benthological Society 11: 80–85.

Oravainen, R., Perälä, H. & Alajoki, H. 2017. Tampereen seudun keskuspuhdistamo Oy. Vesi- ja ympäristölupahkemus. Vesistöä koskevat tiedot sekä arvio kuormituksen vesistövaikutuksista. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. Kirje nro 274/17, 20.2.2017. Moniste, 101 s + liitteet.

Paasivirta, L. 2000. *Prosilocerus* species in Finland with a new bioindex for lake sediments. – In: Hoffrichter, O. (ed.). Late 20th Century Research on Chironomidae: an Anthology from the 13th International Symposium on Chironomidae, pp. 599-603.

Perälä, H., Valkama, J. & Paakkinen, M. 2012. Tampereen seudun yhteistarkkailuohjelma 31.12.2012. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys, kirje nro 1104/12.

Perälä, H. 2018. Tampereen seudun yhteistarkkailu, haitta-aineiden tarkkailusuunnitelma 27.4.2018. KVVY Tutkimus Oy. Tutkimusraportti nro 528/18. 20 s + liitteet.

Perälä, H. 2020. Tampereen seudun yhteistarkkailu vuonna 2019. KVVY Tutkimus Oy. Julkaisu nro 831. 74 s + liitteet.

Salmelin, J., Vuori, K-M. ja Hämäläinen, H. 2015. Inconsistency in the analysis of morphological deformities in Chironomidae (Insecta: Diptera) larvae. Environmental Toxicology and Chemistry 34: 1891–1898.

Siimes, K., Vähä E., Junttila, V., Lehtonen, K.K., Mannio J. (toim.) 2019. Haitalliset aineet Suomen vesissä: tilanne ja seurannan suuntaviivat. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja 8/2019. 216 s.

SFS 5076 1989. Vesitutkimukset. Pohjaeläinnäytteenotto Ekman-noutimella pehmeiltä pohjilta. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 5077 1989: Vesitutkimukset. Pohjaeläinnäytteenotto käsihaavilla virtaavissa vesissä. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS 5730 1992. Vesitutkimukset. Pehmeiden pohjien pohjaeläimistön ja sedimentin näytteenotto putkinoutimella. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

Valkama, J. 2015. Tampereen seudun yhteistarkkailu. Pohjaeläimistö ja sedimentin haitta-ainetarkkailu 2013. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry, Tampere. Julkaisu nro 725. 20 s + liitteet.

Ympäristöministeriö 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015. 76 s.

Tampereen seudun yhteistarkkailu Havaintoasemien sijainti

*) Valtakunnallinen syväne asema, seuranta PIR-ELY

**) N12D ja N12E loppupalven seurannasta vastaa

Ilmailulaitos Finavia Oy

Taustakartta (c) Maanmittauslaitos, 5/2024

