



Pälkäneen vesistöjen kuormitustutkimuksia

Kirsi Kuoppamäki
Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry



TUTKIMUSRAPORTTI
2023/82

Pälkäneen vesistöjen kuormitustutkimuksia

Tekijä: Kirsi Kuoppamäki, FT, Dos., ympäristöasiantuntija, tutkija
Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Tilaaaja: SUVI-hanke, www.aitosuvi.fi

Kannen valokuva: Aitoon Myllyoja, kuvalähde: Google



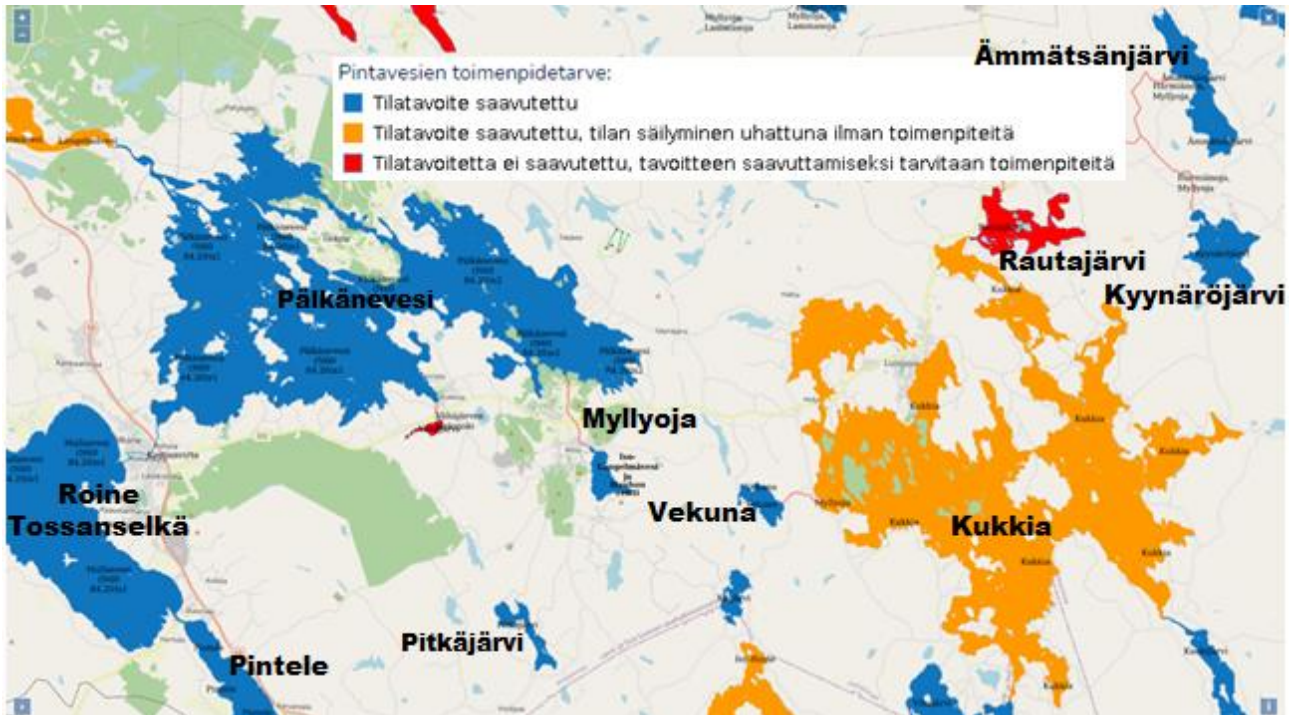
Pälkäneen vesistöjen kuormitustutkimuksia

1. Johdanto

Vesistöjen tila ja vedenlaatu määrittyy suurelta osin niihin ympäröivältä valuma-alueelta huuhtoutuvien valumavesien mukanaan kuljettamien aineiden perusteella. Vanhan sanonnan mukaan "järvi on valuma-alueensa lapsi". Ihmistoiminnan aiheuttama rehevöityminen on yksi merkittävimmistä ympäristöongelmista, joka luonnehtii vesistöjä kaikkialla maapallolla ja jonka ratkominen on osoittautunut erittäin haastavaksi tehtäväksi, koska vesiekosysteemien toimintaan vaikuttaa lukuisat ulkoiset ja sisäiset tekijät sekä alueellisesti että ajallisesti (Thornton ym. 2013, Le Moal ym. 2019). Aikanaan järven pohjaan eli sedimenttiin hautautuneet ravinteet samoin kuin peltoihin lisätyt lannoitteet voivat pitkään vaikuttaa järven tilaan ja kuormitukseen ns. vanhoina synteinä. Vuosikymmenten saatossa jätevedenpuhdistamoiden aiheuttama pistekuormitus on kehittyneen teknologian ansiosta saatu sängen hyvin hallintaan, mutta monesta eri lähteestä tulevaa hajakuormitusta on huomattavasti vaikeampaa hallita saati vähentää. Ravinnekuormituksen ohella turvemailta huuhtoutuva humus- ja eloperäisen hiilen kuormitus tummentaa vesistöjä ja aiheuttaa liettymistä monin paikoin ja tätä ongelmaa pahentaa aikanaan tehdyt voimaperäiset ojitukset ja ilmastonmuutoksen vuoksi kasvava sadanta (Räike ym. 2022).

Hajakuormituksen vähentäminen edellyttää kokonaisvaltaista valumavesien hallintaa etenkin latva-alueilla, siellä missä ne syntyvät sen sijaan että yritetään käsitellä suuria vesimassoja alajuoksulla. Tällaiseen tavoitteeseen tähtäävien toimenpiteiden edistäminen on keino saada pitkäkestoisia vaikutuksia vastaanottavissa vesistöissä. Niin kauan kun ulkoinen kuormitus ylittää vesistöjen sietokyvyn, itse vesistöissä tehtävät toimenpiteet, kuten hoitokalastus, ruoppaus tai ilmaversoisten vesikasvien niitto eivät ole kestävällä pohjalla vaikka voivatkin tuoda ainakin tilapäisen parannuksen.

SUVI-hankkeen puitteissa järvien valuma-alueilta on haettu kuormittavimpia kohteita, jonne olisi syytä suunnitella erilaisia kunnostustoimia yhteistyössä maanomistajien kanssa. Kuormitusta on tutkittu mallintamalla ns. LLR-mallia (Lake Load Response; Kotamäki & Malve 2022. LLR-mallinnuksen mukaan levämäärillä mitattuna Kukkian tila pysyy nykyisellä kuormitustasolla hyvänä mutta Pälkäneveden nykyinen hyvä tila muuttuu 64 % todennäköisellä tyydyttäväksi, mikäli ei tehdä mitään vesiensuojellisia toimenpiteitä. Mallinnuksen mukaan fosfori- ja typpikuormitusta olisi vähennettävä noin 35 %, jotta Pälkänevesi pysyy hyvässä ekologisessa tilassa. Vesienhoidon toimenpideohjelman mukaan Pälkäneveden tilatavoite on kuitenkin jo saavutettu eikä sen ylläpitämiseksi välttämättä edellytä toimenpiteitä mutta toisaalta Kukkian tilan säilyminen on uhattuna ellei ryhdytä vesiensuojellisiin toimenpiteisiin (Kuva 1). Molemmilla järvillä on ollut havaittavissa levämäärien kasvu klorofyllipitoisuuden perusteella mitattuna (Kuoppamäki 2023).



Kuva 1. Pälkäneen kunnan alueella sijaitsevien pintavesien toimenpidetarve. Kartta: SYKE (www.eTPO.fi)

Ojitettuja turvemaita ja soita Pälkäneellä on varsin vähän eikä humuskuormitus siten ole pääsääntöisesti alueella ongelmana. Tummavetisiä humusjärviä kuitenkin löytyy, etenkin metsäisiltä alueilta. Niitä ovat esimerkiksi Rautajärvi, Ämmätsänjärvi, Iso Arajärvi, Sappeenjärvi ja Pitkäjärvi. Näillä ja myös muilla Pälkäneen järvillä vedenväri on vähittäin tummumassa (Kuoppamäki 2023). Siihen on osaltaan synnyttänyt liuenneen eloperäisen, orgaanisen hiilen eli humuksen huuhtoutuminen etenkin ojitetuilta metsämailta, mitä voimaperäiset metsänhakkuut edistävät samalla kun myös ravinnekuormitus kasvaa (Finér ym. 2021). Ilmastomuutoksen vuoksi kasvava sadanta ja etenkin sään ääri-ilmiöt osaltaan voimistavat humuskuormitusta.

SUVI-hankkeen puitteissa Pälkäneen vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta on arvioitu myös Vemala-mallilla (SYKE), jonka tuloksia käsitellään osittain tässä raportissa. Lisäksi Pälkäneeseen, Kukkiaa ja Pitkäjärveen laskevista valikoiduista uomista on haettu vesinäytteitä, joiden tuloksia on koottu tähän raporttiin. Joki- ja ojavesien laatu-tietoja löytyy myös enemmän tai vähemmän pitkältä aikaväliltä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) Hertta-tietokannasta. Esimerkiksi Aitoon Myllyojaa ja Pitkäjärven Kalalähteenojaa on ympäristöviranomaisten toimesta tarkkailtu jo vuosikymmeniä. Tässä raportissa luodaan lyhyt katsaus myös niiden vedenlaatuun.

2. Aineisto ja menetelmät

Pälkäneen vesistöihin ympäröiviltä valuma-alueilta kohdistuvaa ravinnekuormitusta arvioitiin Vedenlaadun ja ravinnekuormituksen mallinnus- ja arviointijärjestelmällä, ns. Vemala-mallilla (Watershed simulation and forecasting system WSFS; Suomen ympäristökeskus, SYKE). Malliin on syötetty Corine-maankäyttömuodot ja niiden ominaiskuormitusarvot, joita päivitetään ajoittain. Malli päivittyy jatkuvasti hydrologisilla tiedoilla.

Järvikohtaisesti Vemala-mallilla arvioitiin SUVI-hankkeen valitsemiin 13 erikokoiseen ja -tyyppiseen järveen (Taulukko 2.1) kohdistuvaa ravinnekuormitusta. Lisäksi samojen järvien vedenlaatua tutkittiin osana SUVI-hanketta ja saadut tulokset koottiin erilliseen raporttiin (Kuoppamäki 2023).

Taulukko 2.1. Tarkempaan tarkasteluun SUVI-hankkeessa valitut Pälkäneen kunnan alueella sijaitsevat järvet, niiden id-tunnukset, keskisyvyys, tilavuus, viipymä ja pinta-ala sekä yläpuolisen valuma-alueen pinta-ala (data: Vemala-malli, SYKE).

järvi id	Järven nimi	Alue tai järven osa	Keski- syvyys m	Tilavuus milj. m3	Viipymä vrk	Järven pinta-ala km2	Koko järven yläp. ala km2
35.715.1.008	Jouttijärvi	Aitoo	2.0	0.5	766.0	0.3	1.1
35.716.1.001	Sappeenjärvi		1.6	0.7	18.0	0.4	47.3
35.716.1.008	Iso Arajärvi		2.2	1.0	36.0	0.5	35.1
35.781.1.007	Vekuna		3.0	2.2	>1000	0.7	3.7
35.773.1.008	Pitkäjärvi		2.7	2.0	282.0	0.8	10.1
35.785.1.010	Kyynäröjärvi		6.3	14.8	>1000	2360.0	12.2
35.781.1.002	Kukkia		6.2	15.0	321.0	2417.0	89.2
35.781.1.001	Vihajärvi		4.0	10.4	18.0	2614.0	868.3
35.785.1.006	Ämmätsänjärvi		5.9	16.1	864.0	2750.0	35.6
35.771.1.001	Pintele		3.9	11.9	10.0	3061.0	1703.5
35.712.1.001	Roine	Tossanselkä	4.2	60.1	38.0	14377.0	2369.4
35.715.1.001	Pälkänevesi	Jouttesselkä Kelppiän- ja	7.9	128.0	>1000	16182.0	123.3
35.714.1.001	Pälkänevesi	Kukkolanselkä	7.6	232.0	>1000	30408.0	234.5
35.781.1.002	Kukkia		11.0	484.2	880.0	43895.0	857.4

Uomakohtaisesti Vemala-mallilla tarkasteltiin kymmenen Pälkäneveteen virtaavan uoman kuormituksia ja kahden Kukkiaan laskevan ojan kuormituksia. Kaikki kyseiset uomat on SUVI-hankkeessa tunnistettu kohteiksi, joiden tarkkailu koetaan tärkeiksi ja/tai joihin pyritään kohdentamaan kunnostustoimia, mitä on osaltaan edistänyt myös paikallisten maanomistajien myötämielinen suhtautuminen vesienhallinnan toimenpiteisiin. Tällainen kohde on myös Pitkäjärven Kalalähteenoja, johon on vuosikymmeniä johdettu vanhan kaatopaikan suotovesiä. Sen uomakohtaisia kuormitustietoja ei löydy Vemala-mallista mutta Hertta-tietokannassa on vuodesta 1977 alkaen vedenlaatuhavaintoja, joita on kerätty Sarkastentien kohdalta ja joita jalostettiin tähän raporttiin. Samalla tavoin käsiteltiin myös Aitoon Myllyojan vedenlaatuaineistoa, jota löytyy neljästä eri pisteestä yläjuoksulta alajuoksulle vuodesta 1972 alkaen.

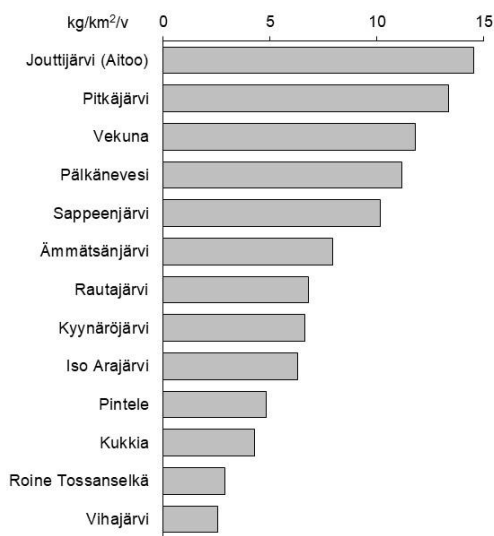
Kuormitusta selvitettiin myös ojen vedenlaadun perusteella. SUVI-hankkeen toimesta Pälkäneveteen virtaavien ojen vedenlaatua kartoitettiin 13.4.2021 (14 kohdetta) ja 25.4.2023 (9 kohdetta) sekä Kukkiaan virtaavien ojen vedenlaatua 25.4.2023 (2 kohdetta) (KVVY Tutkimus Oy). Kukkiaan osalta aineistoon lisättiin Freshabit LIFE-hankkeessa 20 ojakohteesta vuonna 2021 keräämät vedenlaatutulokset (Helsingin yliopisto, Lammin biologinen asema sekä tilaajana Vanajavesikeskus). Sitä varten aineistot haettiin Hertta-tietokannasta (SYKE). Ojen vedenlaatutuloksia täydennettiin myös Hertta-tietokannasta (SYKE) löytyneillä tuloksilla.

3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

3.1 Järvikohtainen ravinnekuormitus

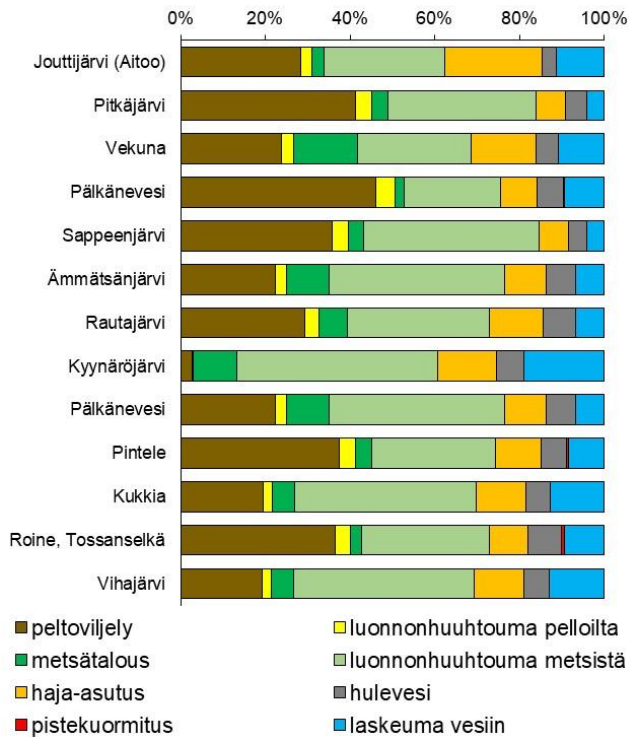
Fosfori

Vemala-mallilla arvioituna valuma-alueiden pinta-alaan suhteutettuna voimakkain, yli 10 kg/km² vuotuinen fosforikuormitus kohdistuu, Jouttijärveen (Aitoossa), Pitkäjärveen, Vekunaan, Pälkäneveden ja Sappeenjärveen (Kuva 3.1). Vähäisin valuma-alueen pinta-alaan suhteutettu fosforin kokonaiskuormitus (alle 5 kg/km²) kohdistuu Vihajärveen, Roineen Tossanselkään, Kukkiaan ja Pinteleeseen (Kuva 3.1).



Kuva 3.1. Kokonaisfosforin vuotuinen kuormitus suhteessa valuma-alueen pinta-alaan suurimmasta pienimpään Pälkäneen 13 järvellä arvioituna Vemala-kuormitusmallilla (Suomen ympäristökeskus, SYKE).

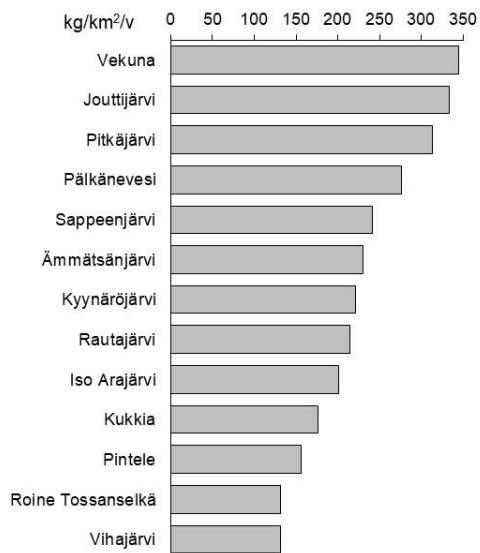
Maatalous on Pälkäneen alueella yksi suurimmista yksittäisistä kuormituslähteistä, etenkin Pitkäjärvellä ja Pälkänevedellä. Poikkeuksen tekee Kynäröjärvi, missä peltoviljelystä ja pelloilta luontaisesti huuhtoutuvan fosforin yhteenlaskettu osuus on vain 3 % (2,5 kg/v). Luonnonhuuhtouma metsistä on monien järvien valuma-alueella vielä suurempaa kuin maatalousalueilta (Kuva 3.2). Toisaalta siihenkin ihmistoiminta vaikuttaa aikanaan tehtyjen ojitusten myötä. Myös haja-asutus on paikoin merkittävä kuormittaja, mistä fosforia kertyy jopa viidenneksen. Haja-asutuksen osuus on suhteellisesti merkittävin Jouttijärvellä ja Vekunassa. Hulevesikuormituksen suhteellinen osuus on kaikilla tutkituilla järvillä suunnilleen samansuuruinen. Fosforin suora laskeuma vesiin on puolestaan suurin Kynäröjärvellä ja pienin Vekunassa ja Sappeenjärvellä (Kuva 3.2). Fosfori kulkee vesissä enimmäkseen sitoutuneena kiintoainekseen, mikä osaltaan selittää vähäistä laskeumaperäistä kuormitusta.



Kuva 3.2. Kokonaisfosforin suhteellinen osuus kuormituslähteiden Pälkäneen 13 järvellä arvioituna Vemala-kuormitusmallilla (Suomen ympäristökeskus, SYKE).

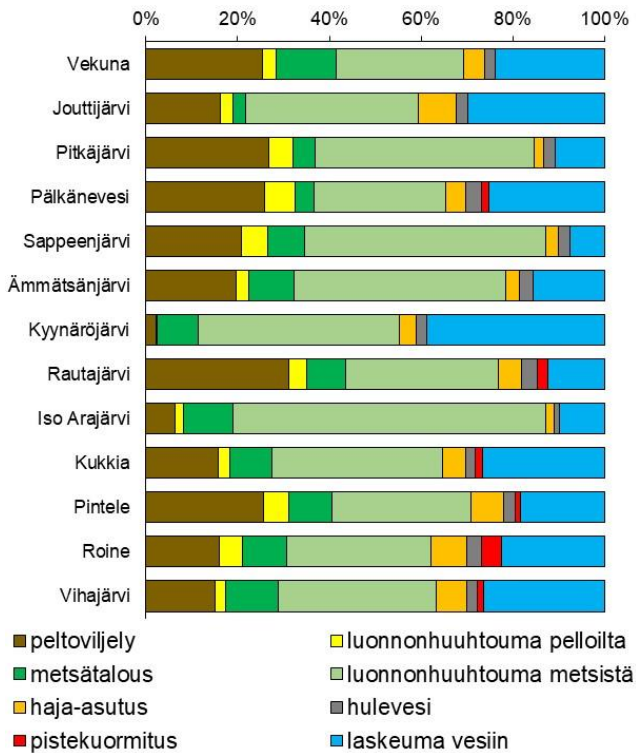
Typpi

Tutkituista järvistä Vekunan, Jouttijärven ja Pitkäljärven valuma-alueilta huuhtoutuu pinta-alaan suhteutettuna eniten typpeä, yli 300 kg/km² ja vähäisintä typpikuormitus, alle 200 kg/km², on Kukkiolla, Pinteleessä, Roineen Tossanselällä ja Vihajärvellä (Kuva 3.3).



Kuva 3.3. Kokonaistypen vuotuinen kuormitus suhteessa valuma-alueen pinta-alaan suurimmasta pienimpään Pälkäneen 13 järvellä arvioituna Vemala-kuormitusmallilla (Suomen ympäristökeskus, SYKE).

Kuten fosforin osalta myös typen huuhtoutumisessa maatalous- ja metsäalueet on suhteellisesti suurin kuormittaja ja jälleen Kyynäröjärvi erottuu joukosta hyvin pienellä peltojen typpikuormituksella (Kuva 3.4). Suhteellisesti suurin typpikuorma kertyy valtaosalla järvistä metsäalueilta ja laskeumana vesiin. Pälkäneen järvillä haja-asutuksen osuus typpikuormituksesta on pienempi verrattuna fosforikuormitukseen (kuvat 3.2, 3.4).

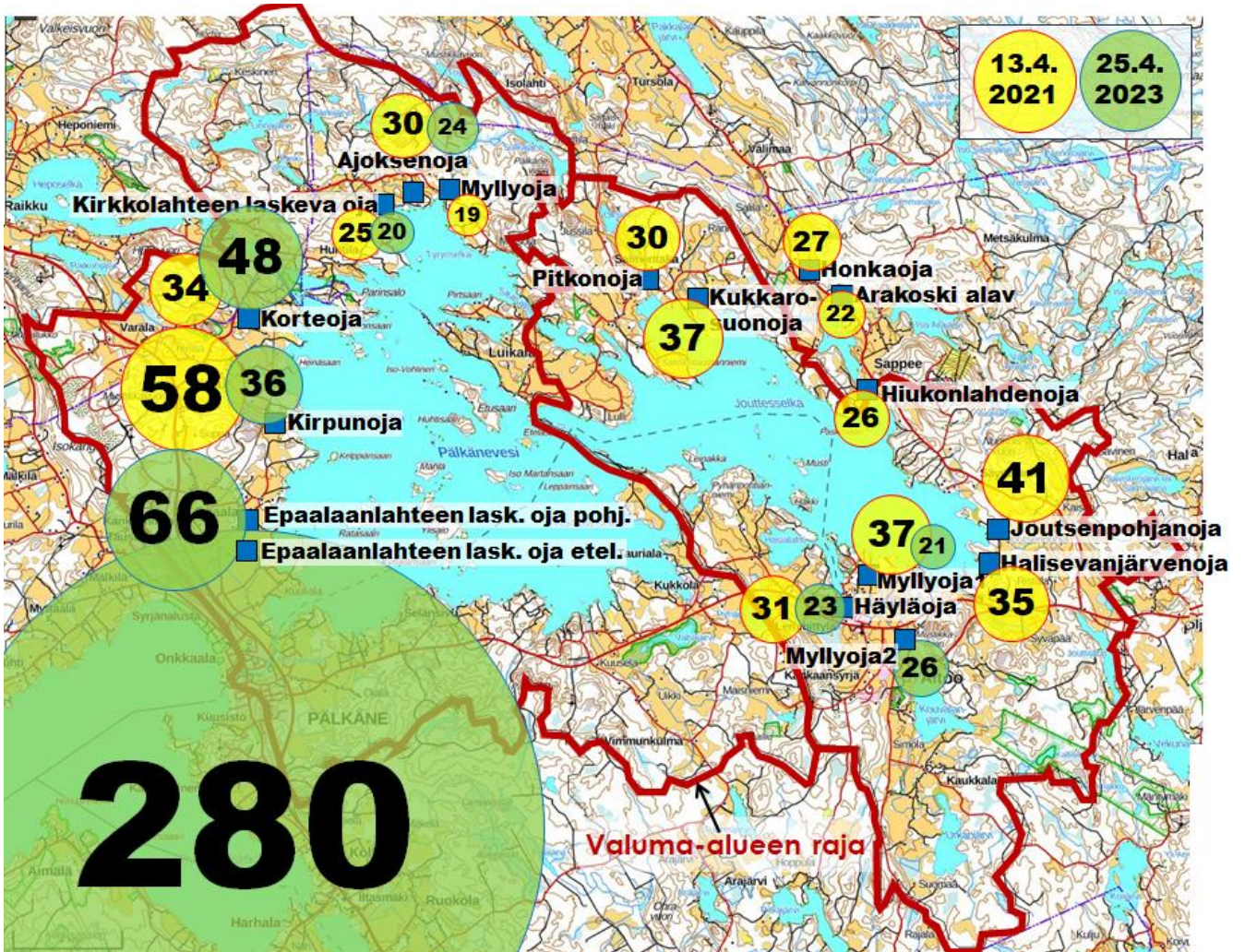


Kuva 3.4. Kokonaistypen suhteellinen osuus kuormituslähteiden Pälkäneen 13 järvellä arvioituna Vemala-kuormitusmallilla (Suomen ympäristökeskus, SYKE).

4. Pälkäneveden virtaavien ojien vedenlaatu

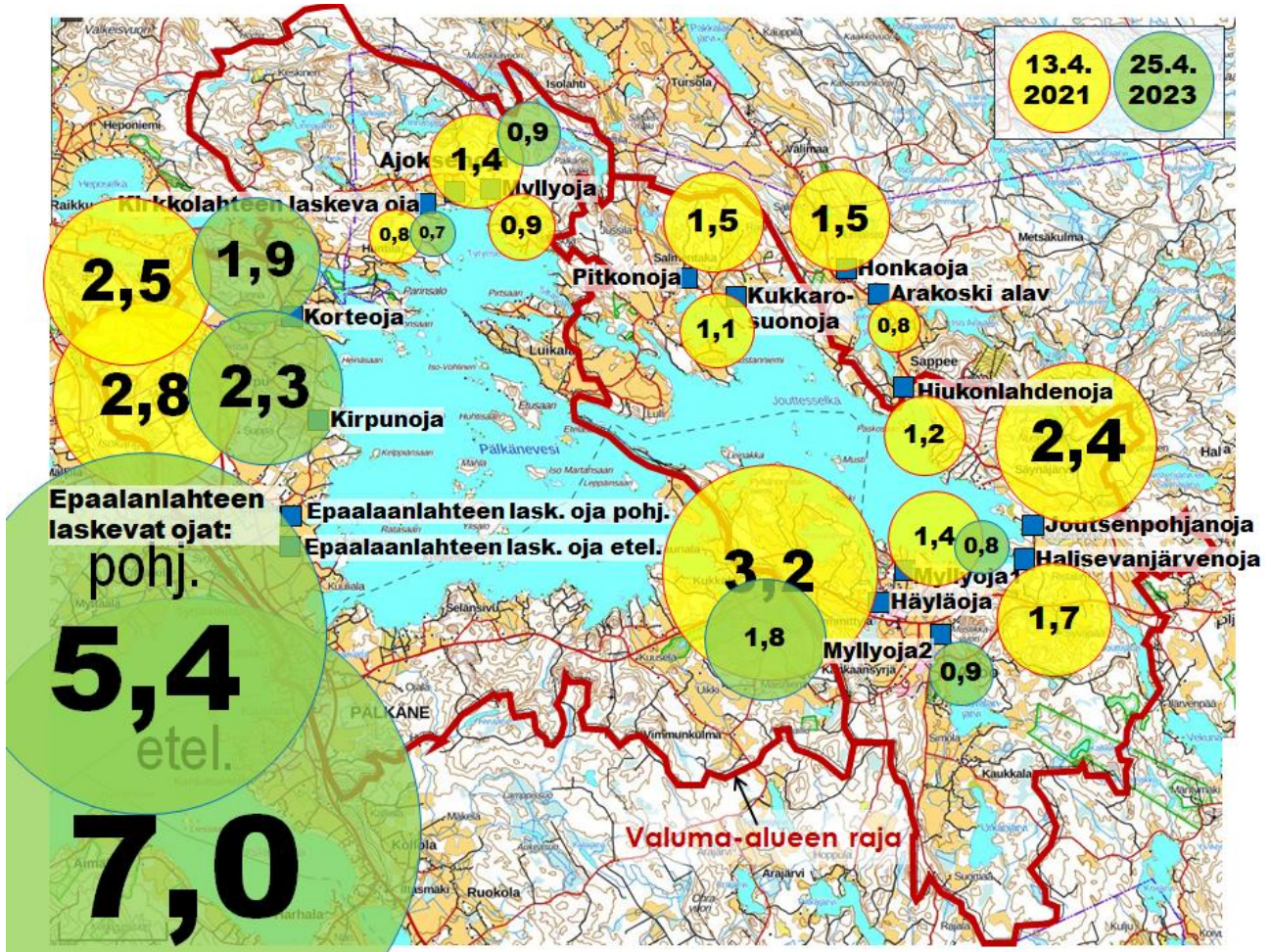
4.1 Ravinnepitoisuudet

Pälkäneveden Kelppiänselkään lounaan suunnasta laskevan Epaalanlahden ojien sekä kokonaistypen (Kuva 4.1) että kokonaistypen (Kuva 4.2) pitoisuudet olivat tutkituista uomista selvästi suurimmat. Etenkin etelästä laskevan ojan pitoisuudet antavat aiheen pohtia onko alueella mahdollisesti jäteveden aiheuttamaa kuormitusta. Epaalanlahteen laskevien ojien vettä tutkittiin vain vuonna 2023. Seuraavaksi eniten fosforia mitattiin niin ikään Kelppiänselkään sen länsireunalta laskevista Kirpunojasta ja Korteojasta sekä vuonna 2021 että 2023 (Kuva 4.1). Toisaalta Kelppiänselän pohjoispuolella olevaan Tyrynseleeseen laskevien Myllyojan ja Kirkkolahteen laskevan ojan fosforipitoisuudet olivat pienimpiä, samoin kuin Arakoskessa Jouttesselän puolella, missä toisaalta suurimpia fosforipitoisuuksia mitattiin eteläpuolella Kukkarosuonojassa, Joutsenpohjanojassa, Halisevanjärvenojoissa ja Aitoon Myllyojassa sekä pohjoispuolella Kukkarosuonojassa (Kuva 4.1).



Kuva 4.1. Kokonaisfosforin pitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) Pälkäneveteen virtaavissa ojissa 13.4.2021 (keltaiset ympyrät) ja 25.4.2023 (vihreät ympyrät). Siniset ruudut osoittavat näytteenottopisteen. Mitä suurempi ympyrä sitä suurempi pitoisuus. Punainen viiva rajaa Kukkian lähivaluma-alueen. Punainen viiva rajaa Kelppiänselän (vasemmalla) ja Jouttesselän (oikealla) valuma-alueet.

Siinä missä korkeimmat fosforipitoisuudet myös väkevimmät typpipitoisuudet mitattiin Kelppiänselän Epaalanlahteen laskevista ojista mutta myös Kirpunojassa ja Korteojassa oli sangen typpipitoista vettä (Kuva 4.2). Jouttesselällä Häyläjojan ja Joutsenpohjanojan vedenlaatu viittasi voimakkaaseen typpikuormitukseen, Häyläjojan etenkin vuonna 2021 (Kuva 3.2). Kuten fosforin myös typen osalta alhaisimpia pitoisuustasoja löytyi Pälkäneveden luoteisosassa Tyrynselkään laskevista ojista.



Kuva 4.2. Kokonaistypen pitoisuudet (mg/l) Pälkänevedeen virtaavissa ojissa 13.4.2021 (keltaiset ympyrät) ja 25.4.2023 (vihreät ympyrät). Siniset ruudut osoittavat näytteenottopisteen. Mitä suurempi ympyrä sitä suurempi pitoisuus. Punainen viiva rajaa Kukkian lähivaluma-alueen. Punainen viiva rajaa Kelppiänselän (vasemmalla) ja Jouttesselän (oikealla) valuma-alueet.

Kummankaan ravinteen pitoisuustaso ei merkittävästi eronnut vuosien välillä lukuun ottamatta Hyläoja, missä typpipitoisuus oli vuonna 2023 vain noin puolet siitä mitä se oli vuonna 2021 (Kuva 4.2).

4.2 Ravinnekuormitus

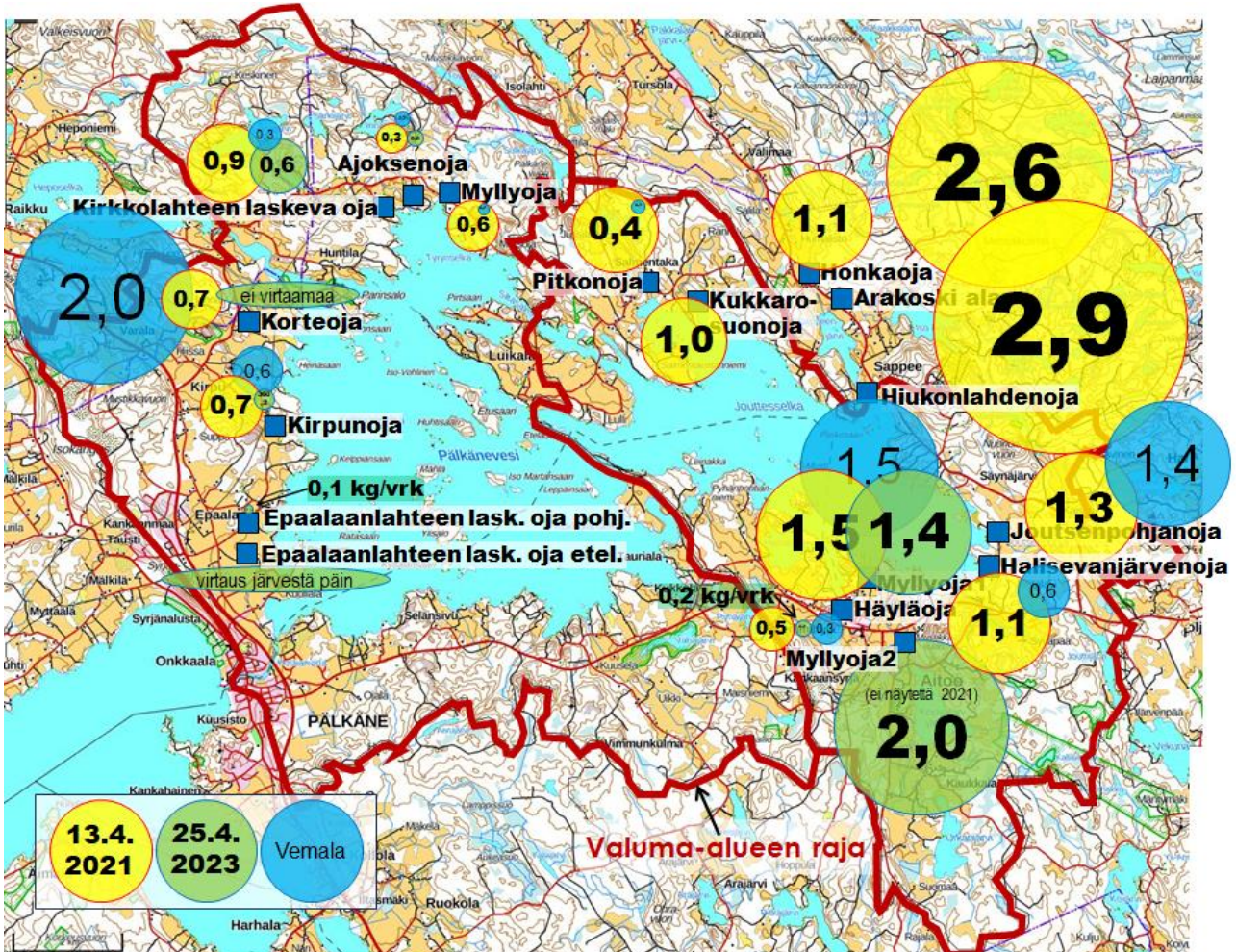
Pelkät ravinnepitoisuudet voivat antaa arvokasta vihiä kohteista, joissa saattaa olla aihetta vesiensuojelutoimiin. Pitoisuudet eivät kuitenkaan vielä anna käsitystä varsinaisesta kuormituksesta, jonka arvioimiseksi tarvitaan lisäksi tieto uoman kuljettamista vesimääristä. Kun tiedetään virtaama ja uoman morfologia ja yhdistetään se pitoisuuteen, voidaan laskea hetkellinen kuormitus kyseisenä mittausajankohtana. Tämän perusteella vuonna 2021 suurimmat ravinnekuormittajat sekä fosforin (Kuva 4.3) että typen (Kuva 4.4) osalta olivat Jouttesselkään laskevat Hiukonlahdenoja ja Arakoski. Niiden vedenlaatua ei kuitenkaan tutkittu vuonna 2023. Väkevilla ravinnepitoisuuksillaan (kokonaisfosfori 66 µg/l ja peräti 280 µg/l, kokonaistyyppi 5400 µg/l ja peräti 7000 µg/l; Kuvat 4.1 ja 4.2) muista uomista eroavien kahden Epaalanlahteen laskevan ojan kuormitusta ei kuitenkaan saatu arvioitua, koska pohjoispuolen ojan virtaama oli erittäin pieni (Taulukko 4.1) ja eteläpuolen ojaan näytteenottajat olivat raportoineet kohdistuvan virtaus järvestä päin ojaan. Järviveden voisi olettaa laimentavan ojaveden ravinnepitoisuuksia. Kelppiänselällä lähimmissä (noin 2 km etäisyydellä Epaalanlahdesta) järvivedenlaadun havaintopisteissä kokonaisfosforin pitoisuus pintavedessä on

vain tasolla 10 µg/l ja kokonaistypen pitoisuus 0,3 mg/l (Hertta-tietokanta, SYKE). Tuoreimmat mittaustulokset ovat kesältä 2021 (KVVY Tutkimus Oy). Toisin sanoen ojavesien ravinnepitoisuudet olivat luokkaa 20-30 -kertaiset verrattuna järviveteen. Nämä havainnot viittaavat siihen, että etenkin Epaalanlahteen laskevan eteläisemmän ojan valuma-alueelta tulee voimakasta ravinnekuormitusta.

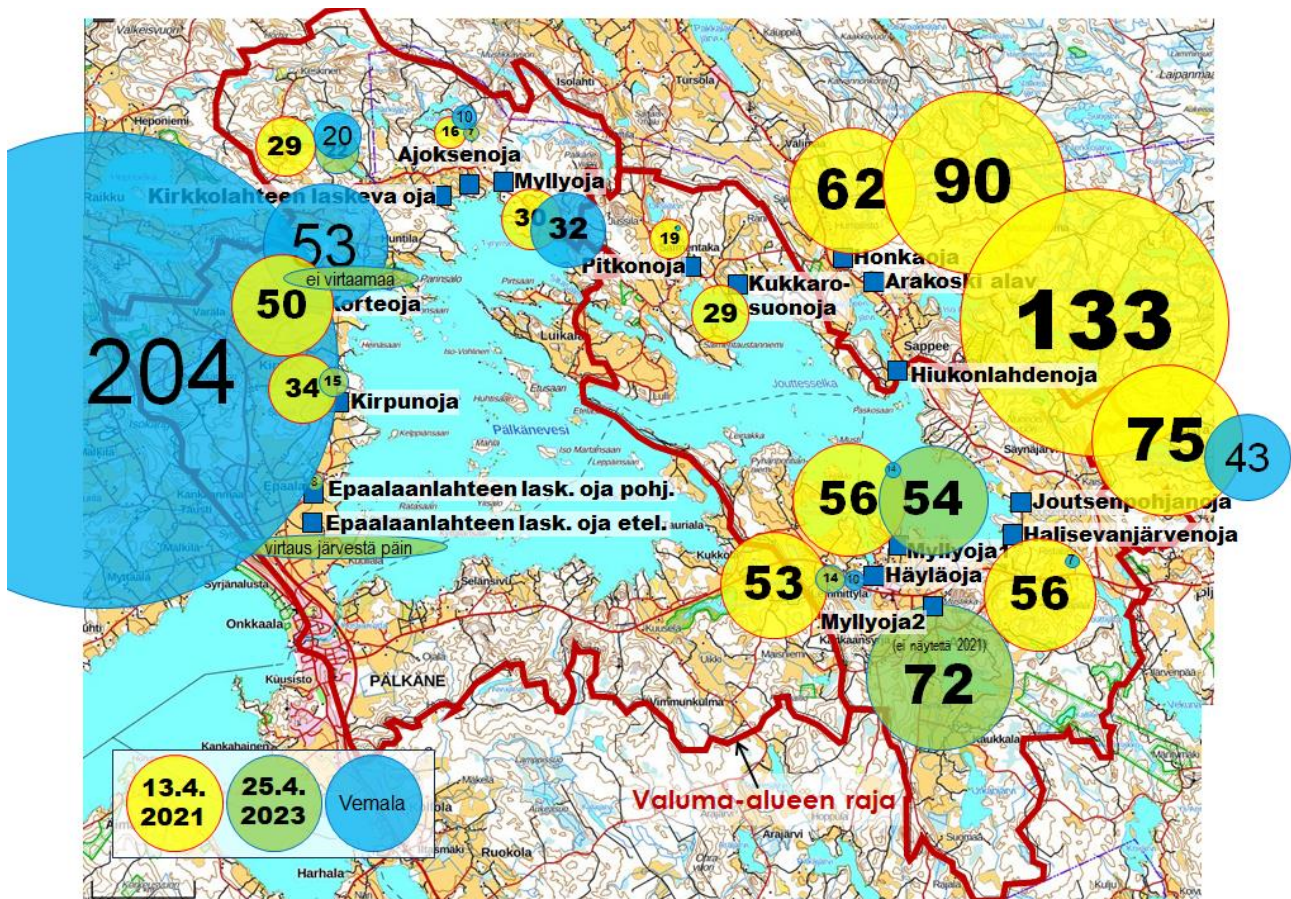
Taulukko 4.1. Pälkänevedeen laskevien ojen lämpötila, sameus sekä kiintoaineen, kokonaifosforin (Kok-P) ja kokonaistypen (Kok-N) pitoisuudet, sähkönjohtavuus, pH, vedenväri, kemiallinen hapenkulutus (KHT) ja virtaama huhtikuussa 2021 ja 2023.

Ojapiste, ajankohta	Lämpö-tila °C	Sameus FNU	Kiinto-aine mg/l	Kok-P µg/l	Kok-N µg/l	Sähkön-johtavuus mS/m	pH	Väri mg/l Pt	KHT mg/l O ₂	Virtaama m ³ /s
Pälkänevesi, Jouttesselkä 13.4.2021										
Häyläoja	4.4	16	12	31	3200	13.9	6.4	140	17	
Myllyoja Aitoo	4.3	31	38	37	1400	8.9	6.8	85	11	
Matara (Halisevanjärvi)	4.5	13	6	35	1700	6.4	6.2	120	16	
Joutsenpohjanoja	3.5	21	18	41	2400	7.3	6	140	19	
Hiukonlahti	3.1	5.2	2.6	26	1200	4.9	5.5	130	17	
Pitkonoja	3	7.4	5.8	30	1500	6.7	6.2	87	12	
Lumikistonlahti	2.9	11	3.8	37	1100	5	6	120	17	
Arajärvenoja	2.5	3.5	1.4	22	770	3.8	5.4	130	20	
Honkaoja	2.9	8.8	4.6	27	1500	6.3	5.6	160	20	
Pälkänevesi, Kelppiänselkä 13.4.2021										
Korteoja	5.9	12	10	34	2500	10.8	6.4	140	19	
Kirpunoja	4.9	23	24	58	2800	12.3	6.4	120	15	
Pälkänevesi, Tyrynsekä 13.4.2021										
Kirkkolanteen laskeva oja	5.4	3.6	1.2	24	790	5.2	6.6	73	11	
Ajoksenoja	4.5	20	16	30	1400	6.1	6.4	96	12	
Myllyoja	3.3	3.9	1.6	19	980	4.1	6	110	17	
Pälkänevesi, Jouttesselkä 25.4.2023										
Häyläoja	8.7	7	5.9	23	1800	14.6	6.7	70	9.1	
Myllyoja Aitoo	7	1.5	1.8	21	800	7.3	6.9	41	8.3	
Myllyoja 2 Aitoo	7.5	4.9	9	26	950	7.8	7.1	42	8.6	
Pälkänevesi, Kelppiänselkä 25.4.2023										
Korteoja	6.4	7.2	4.3	48	1900	12.7	6.4	140	20	Ei virtaamaa havaittavissa
Kirpunoja	4.8	13	21	36	2300	13.2	6.5	97	14	
Epaalanlahteen lask. oja pohj.	5	1.4	3.3	66	5400	18.7	7.1	19	3.3	
Epaalanlahteen lask. oja etel.	5.5	61	100	280	7000	23.8	6.2	85	5.8	
Pälkänevesi, Tyrynsekä 25.4.2023										
										Virtaus järvestä päin
Kirkkolanteen laskeva oja	5.4	4.6	3.4	20	680	4.6	6.6	61	10	
Ajoksenoja	5.5	13	11	24	940	6	6.5	62	10	
Kukkia 25.4.2023										
Myllyoja / Matinoja	7	4.3	2.9	17	600	5	6.7	42	8	
Tuppioja	6.5	31	29	47	1600	8.1	5.9	130	21	Ei virtaamaa havaittavissa
Pitkäjärvi 25.4.2023										
Kalalähteenoja	4.2	8.1	5.2	24	980	6.3	6.6	120	21	

Kirpunojan, Aitoon Myllyojan, Halisevanjärvenojan ja Joutsenpohjanojan fosforikuormitus Vemala-mallin mukaan on samalla tasolla kuin mitä tässä tutkimuksessa ojavesistä tehtyjen mittausten perusteella voitiin laskea (Kuva 4.3). Suurimmalla osalla muista ojakohteista Vemala antaa kuitenkin huomattavasti pienempiä kuormitusarvioita verrattuna ojavesinäytteiden perusteella laskettuihin tuloksiin, etenkin Pälkäneveden pohjoispuolella (Kuva 4.3). Toisaalta Kelppiänselkään virtaavalle Korteojalle Vemala laskee noin kolme kertaa suuremman fosforikuormituksen kuin mitä saatiin tulokseksi kevään 2021 mittaustulosten perusteella. Keväällä 2023 Korteojassa ei ollut virtaamaa, joten kuormitusta ei voitu silloin laskea. Toki yksittäisiin mittaustuloksiin tulee aina suhtautua varauksella, koska vedenlaatu ja etenkin virtaama voi vaihdella ajallisesti paikoin huomattavasti.



Kuva 4.3. Kokonaisfosforin keskimääräinen hetkellinen kuormitus (kg/vrk) Pälkänevedeen virtaavissa ojissa mitattuina ojavesinäytteistä 13.4.2021 (keltaiset ympyrät) ja 25.4.2023 (vihreät ympyrät) sekä arvioimalla uomakohtaisesti Vemala-mallilla (siniset ympyrät). Mitä suurempi ympyrä sitä suurempi kuormitus. Punainen viiva rajaa Kukkian lähivaluma-alueen.



Kuva 4.3. Kokonaistypen keskimääräinen hetkellinen kuormitus (kg/vrk) Pälkäneveten virtaavissa ojissa mitattuina ojavesinäytteistä 13.4.2021 (keltaiset ympyrät) ja 25.4.2023 (vihreät ympyrät) sekä arvioimalla uomakohtaisesti Vemala-mallilla (siniset ympyrät). Mitä suurempi ympyrä sitä suurempi kuormitus. Punainen viiva rajaa Kukkian lähivaluma-alueen.

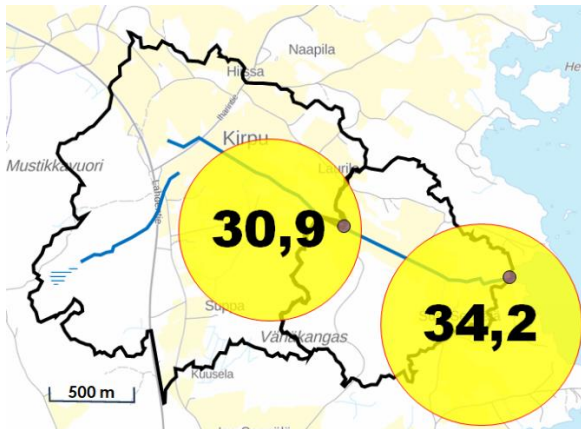
4.3 Muu vedenlaatu Pälkäneveten virtaavissa ojissa

Tässä raportissa on keskitytty erityisesti ravinnekuormitukseen, mutta ojavesinäytteistä mitattiin useita muitakin vedenlaatuparametrejä kuin ravinnepitoisuudet. Kaikki tulokset on listattu Taulukkoon 1 (sivu 9). Sameinta vettä ja eniten kiintoainetta mitattiin keväällä 2023 Epaalanlahteen laskevassa eteläisemmässä vedessä, mikä ravinteiden ohella viittaa siihen että kyseessä saattaa olla esimerkiksi jokin viemärin tms. ylivuoto. Mitä suurempi virtaama sitä vähemmän ojavesissä oli pääsääntöisesti kiintoainetta ja vastaavasti myös kokonaisfosforia, koska valumavesissä fosfori kulkee tyypillisesti kiintoaineeseen sitoutuneena. Poikkeuksen teki Epaalanlahteen pohjoisesta virtaavan ojan vesi, joka vähäisestä virtaamasta huolimatta oli kiintoainepitoisuudella mitattuna hyvin kirkasta, myös verrattuna kaikkiin muihin ojiin. Lisäksi kyseisen ojan veden kokonaisfosforipitoisuus oli korkea (66 µg/l). Tämä saattaa viitata siihen että valtaosa fosforista oli liukoissa muodossa eli fosfaattifosforia (PO₄-P), joka on suoraan planktonleville käyttökelpoista.

Ojien veden pH vaihteli lievästi happamasta – happamasta neutraaliin. Vedenvärien mittaukset osoittivat ojavesien olevan varsin tummia ja ylittävän humusjärville luokitellun raja-arvon 30 mg/l Pt, monissa pisteissä runsashumuksisten järvien yli 90 mg/l Pt arvon lukuun ottamatta Epaalanlahteen laskevaa pohjoisempaa ojaa, jossa väriluku oli vain 19 mg/l Pt. Kyseisessä pisteessä vesi oli myös neutraalia (pH 7,1) toisin kuin lähes kaikissa muissa havaintopaikoissa, missä pH-arvot osoittivat lievästi hapanta tai hapanta vettä, paitsi Aitoon Myllyojassa, missä veden pH-arvo oli 6,7-7,1 (Taulukko 1).

4.4 Kirpunojan valuma-alueelta kertyvä fosforikuormitus Kelppiänselkään

Vemala-kuormitusmalli jakaa Kirpunojan valuma-alueen (6,32 km²) kahteen osavaluma-alueeseen, joiden pinta-alakohtainen fosforikuormitus on arvioitu olevan kohtalaisen samansuuruinen (Kuva 4.5). Siten vesiensuojelullisia ratkaisuja kannattaa harkita koko alueelle, sinne missä niille vain onnistuu löytämään soveliaita kohteita. Yläjuoksulla mahdollisesti pienten vesimäärien hallinta on helpompaa kuin suurten vesimassojen hallinta alajuoksulla. Kirpunojan koko valuma-alueen peltoalan osuus on 35 % ja suoala 3 %, mistä noin puolet on ojitettu. Kirpunojan pituus on 1,85 km ja siitä lähtevä mallinnettu fosforin kokonaiskuormitus on 204 kg/v (32,3 kg/km²).

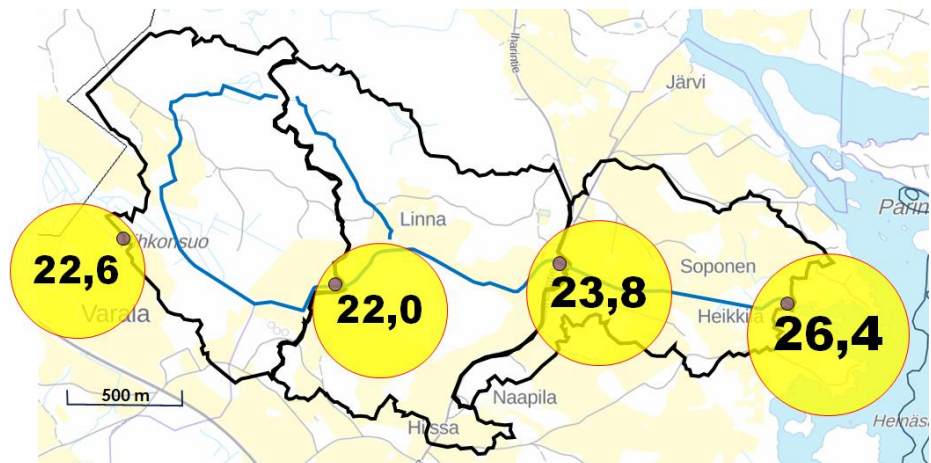


Kuva 4.5. Kokonaisfosforin vuotuinen kuormitus (kg/km²) Pälkäneveden Kelppiänselkään virtaavan Kirpunojan kahdelta osavaluma-alueelta Vemala-kuormitusmallin (SYKE) mukaan. Violetti pallo osoittaa kunkin valuma-alueen purkupisteen. Kartta: paikkatietoikkuna.fi

4.5 Korteojan valuma-alueelta kertyvä fosforikuormitus Kelppiänselkään

Vemala-kuormitusmalli jakaa Korteojan valuma-alueen (25,8 km²) neljään osavaluma-alueeseen, joiden pinta-alakohtainen fosforikuormitus ei merkittävästi eroa toisistaan (Kuva 4.6), joten siinä missä Kirpunojalla myös Korteojalla kannattaa hakea soveliaita vesiensuojelun kohteita koko valuma-alueelta. Koko valuma-alueen peltoalan osuus on 24 % ja suoala 4 %, mikä on valtaosin ojitettu. Korteojan pituus on 4,21 km ja siitä lähtevä mallinnettu fosforin kokonaiskuormitus on 735 kg/v (24,8 kg/km²).

Kuva 4.6. Kokonaisfosforin kuormitus (kg/km²) Pälkäneveden Kelppiänselkään virtaavan Korteojan neljältä osavaluma-alueelta Vemala-kuormitusmallin (SYKE) mukaan. Kuvaan on piirretty kolme alinta osavaluma-alueetta. Violetti pallo osoittaa kunkin osavaluma-alueen purkupisteen. Kartta: paikkatietoikkuna.fi

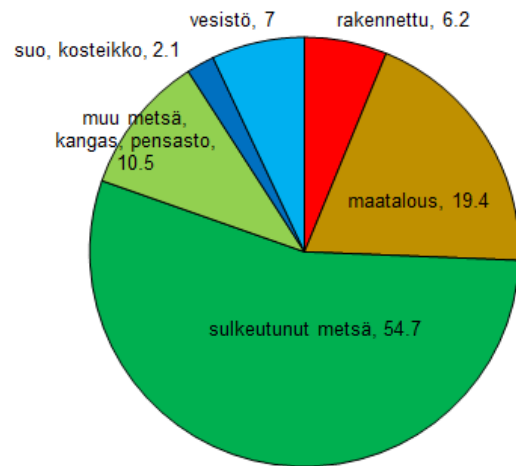
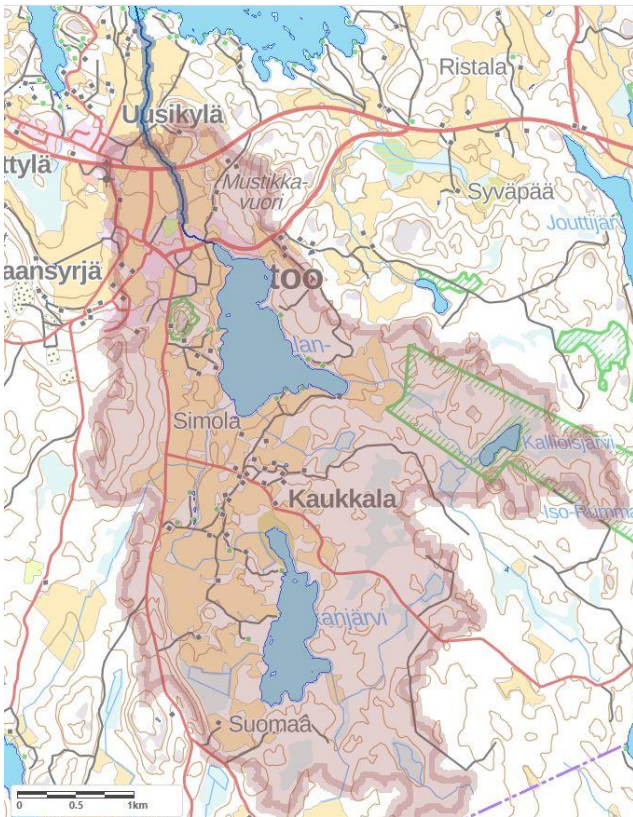
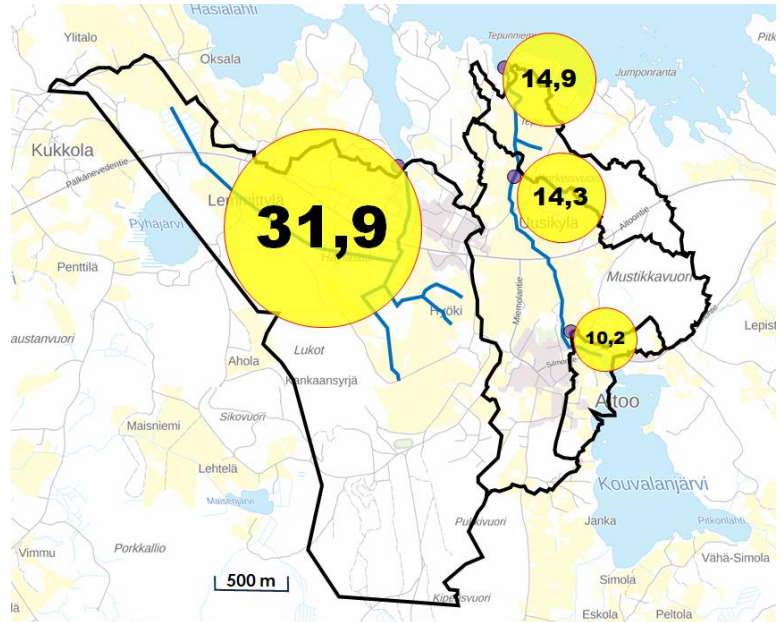


4.6 Häyläojan ja Aitoon Myllyojan valuma-alueilta kertyvä fosforikuormitus Jouttesselkään

Vemala-kuormitusmallissa Jouttesselkään etelästä virtaavalle Häyläojalle on vain yksi valuma-alue (4,0 km²), jonka pinta-alan suhteutettu keskimääräinen vuotuinen fosforikuormitus on hieman reilu 30 kg/km² (Kuva 4.7). Se on noin kaksinkertainen Häyläojan itäpuolella olevan Myllyojan

kuormitukseen (13,3 kg/km²) verrattuna. Myllyojan Jouttesselkään tuoma kokonaiskuormitus on kuitenkin moninkertaisesti suurempi (566 kg/v) kuin Häyläojan (138 kg/v), koska uomasta purkautuvassa kuormassa näkyy Myllyojan koko valuma-alueen (14 km²), mukaan lukien Kouvalanjärven yläpuoliselta laajuiselta valuma-alueelta (Kuva 4.8) kertyvä kuormitus. Häyläojan valuma-alueen pinta-ala (4 km²) on reilun neljänneksen pienempi kuin Myllyojan koko valuma-alue, josta ei kokonaisuudessaan kuitenkaan löydy uomakohtaista aineistoa Vemala-mallista vain kolmesta Kouvalanjärven alapuolisesta alueesta (Kuva 4.7).

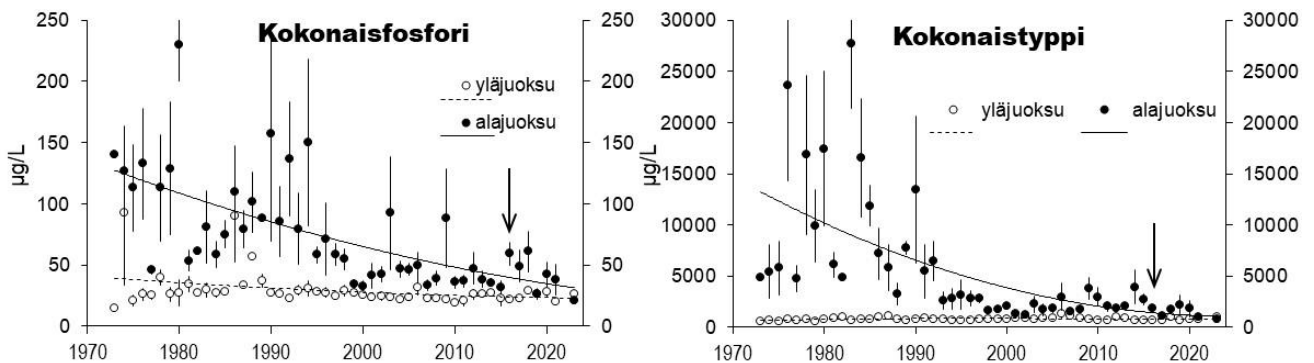
Kuva 4.7. Kokonaisfosforin kuormitus (kg/km²) Pälkäneveden Jouttesselkään virtaavan Häyläojan yhdeltä ja Aitoon Myllyojan kolmelta osavaluma-alueelta Vemala-kuormitusmallin (SYKE) mukaan. Violetti pallo osoittaa kunkin valuma-alueen purkupisteen. Kartta: paikkatietoikkuna.fi



Kuva 4.8. Aitoon Myllyojan valuma-alueen rajaus (vasemmalla) ja maankäytön jakautuminen (yläpuolella) määritettyinä Value-työkalulla (SYKE).

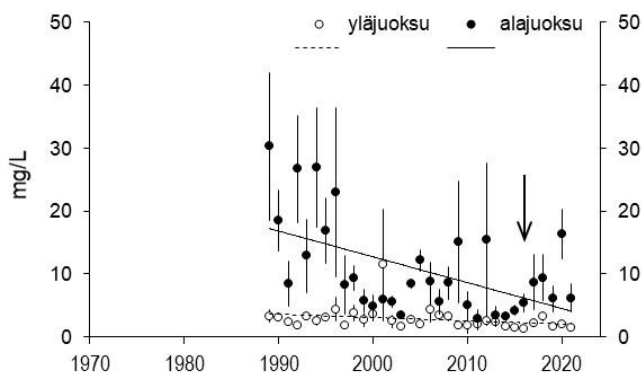
4.7 Aitoon Myllyojan pitkäaikainen vedenlaatu

Pälkäneveden Jouttesselän eteläosaan virtaavan Aitoon Myllyojan tilatavoitetta ei ole vesienhoidon toimenpideohjelman mukaan saavutettu ja sen vuoksi sen valuma-alueella olisi tehtävä vesiensuojelullisia toimenpiteitä (Kuva 1). Sekä fosforin että typen kokonaispitoisuudet ovatkin olleet alajuoksulla huomattavasti suurempia kuin yläjuoksulla Kouvalanjärven luusuan alapuolella 1970-luvulta aina vuosituhannen taitteeseen saakka (Kuva 4.9). Sen jälkeen tämä ero on kuitenkin huomattavasti kaventunut eli valuma-alueelta vielä 1970-1980 -luvuilla Myllyojaan kohdistunut voimakas ravinnekuormitus on vähentynyt. Kokonaistyyppipitoisuudet putosivat voimakkaasti jo 1990-luvun alussa. Fosforipitoisuuksissa on pitkällä aikavälillä ollut hienoinen laskeva suuntaus myös yläjuoksulla. Puhdistettujen yhdyskuntajätevesien johtaminen Myllyojaan loppui vuonna 2016, jolloin Aitoon jätevedenpuhdistamo lopetti toimintansa ja jätevedet alettiin ohjata Pälkäneen uudelle puhdistamolle. Tämä ei kuitenkaan enää juuri näy alajuoksun ravinnepitoisuuksissa (Kuva 4.9).



Kuva 4.9. Kokonaisfosforin (vasemmalla) ja kokonaistypen (oikealla) pitoisuuden vuosittainen keskiarvo ($\pm$ keskiarvon keskivirhe) Aitoon Myllyojan yläjuoksulla Kouvalanjärven luusuan alapuolella ja alajuoksulla Uusikylän kohdalla. Nuolet osoittavat ajankohdan, jolloin Aitoon yhdyskuntajäteveden puhdistamo suljettiin ja puhdistettujen jätevesien lasku Myllyojaan loppui.

Kokonaisfosforin pitoisuudet (kuva 4.9) ovat seurailleet kiintoainepitoisuuksia, jotka ovat fosforin tavoin vähentyneet 1990-luvun alun jälkeen (Kuva 4.10). Valumavesissä fosfori kulkeutuu tyypillisesti suurelta osin sitoutuneena kiintoaineeseen, jota Myllyojaan on ajoittain huuhtoutunut runsaasti ympäröivältä valuma-alueelta. Kiintoainepitoisuus selittääkin kohtalaisesti kokonaisfosforipitoisuuksia ($R^2 = 0,33$) Myllyojan vedessä. Kiintoainetta on varsin helppoa poistaa valumavesistä erilaisin luonnonmukaisin virtaamaa hidastavin sekä vettä pidättävin ja suodattavin ratkaisuin, jolloin samalla saadaan vähennettyä myös alapuolisiin vesistöihin kohdistuvaa fosforikuormitusta. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi kosteikot ja laskeutusaltat. Riskinä on tosin se että niihin kertynyt kiintoaine lähtee kovilla sateilla ja ylivirtaamatilanteissa liikkeelle, jolloin alapuoliseen vesistöön voi kohdistua hyvin voimakas hetkellinen kuormitus, joka voi vastata pitkällä aikavälillä syntyvää kuormitusta.

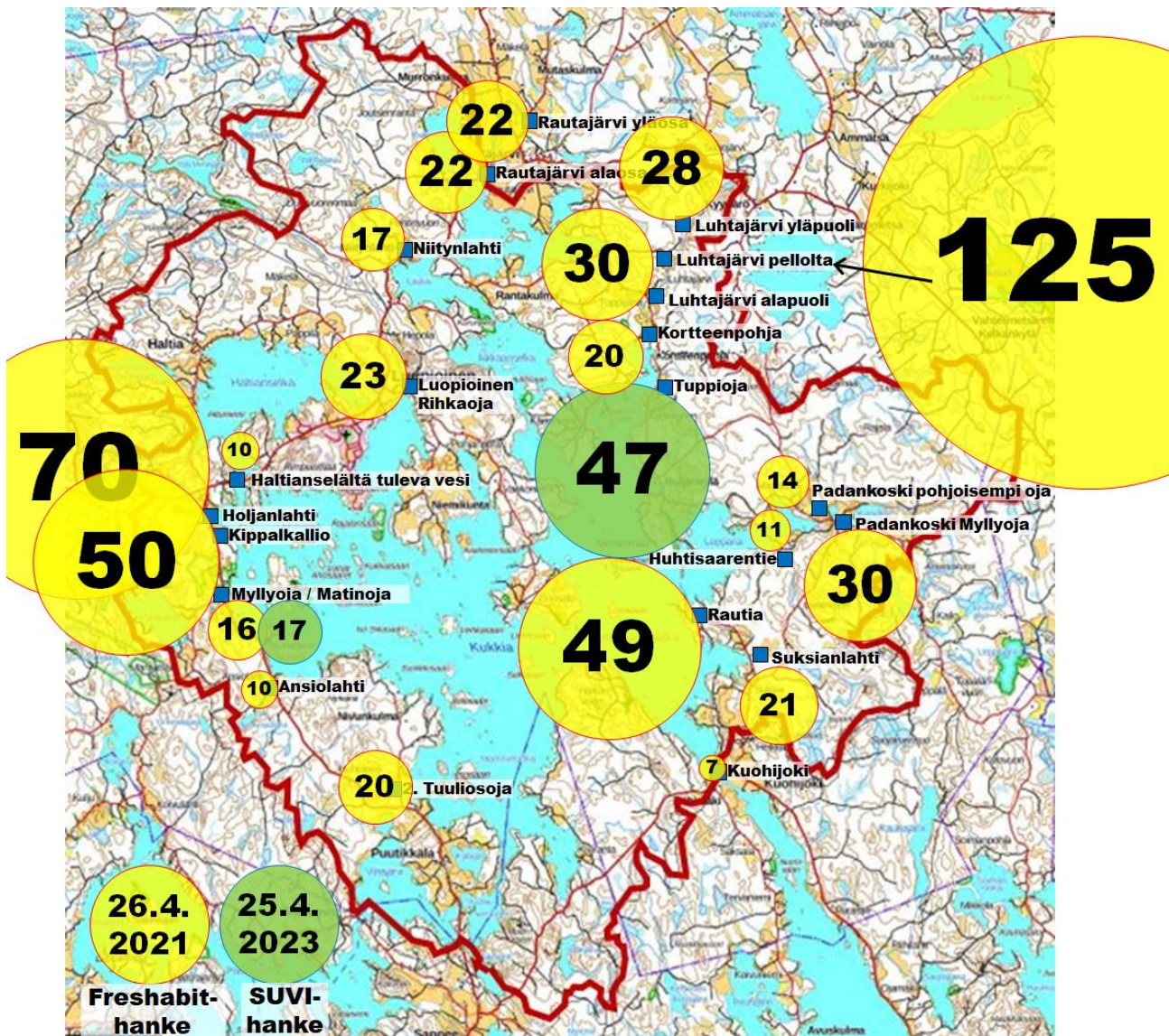


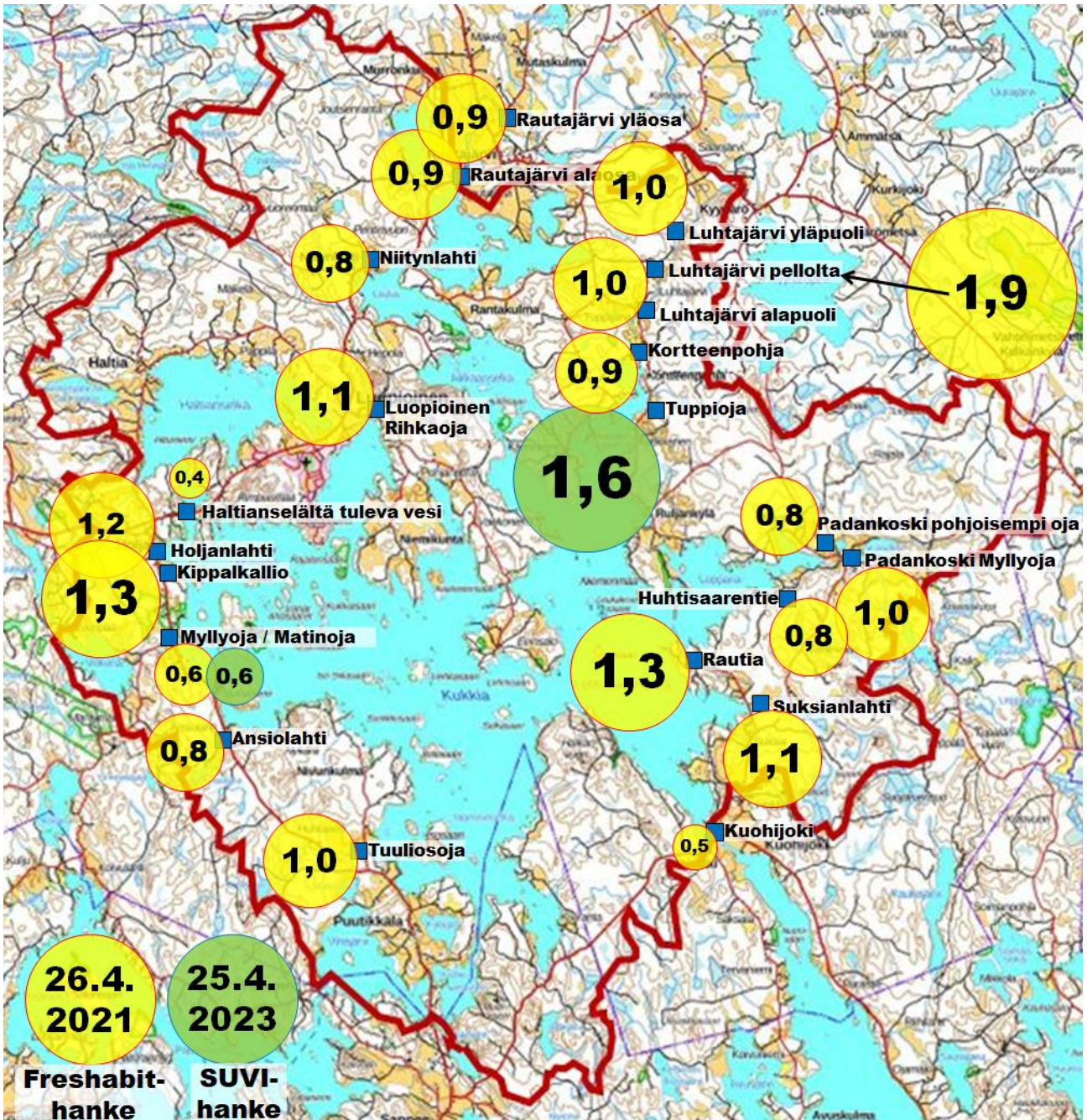
Kuva 4.10. Kiintoaineen pitoisuuden vuosittainen keskiarvo ($\pm$ keskiarvon keskivirhe) Aitoon Myllyojan yläjuoksulla Kouvalanjärven luusuan alapuolella ja alajuoksulla Uusikylän kohdalla keväisin (ylhäällä) ja kesällä-syksyllä (alhaalla).

5. Kukkiaan virtaavien ojien vedenlaatu

5.1 Ravinnepitoisuudet

Korkeimmat fosforipitoisuudet mitattiin Holjanlahteen laskevassa ojassa ja Kippalkallion ojassa Kukkian länsirannallalla sekä Tuppiojassa, Rautian ojassa itärannalla ja Luhtajärven läheisyydessä olevan pellon ojassa (Kuva 5.1). Vekunasta alkunsa saavassa Myllyojan vedenlaatua tutkittiin sekä 2021 että 2023 ja tulokset olivat samankaltaiset. Tuppiojaa tutkittiin vain SUVI-hankkeessa vuonna 2023 ja siihen oli syynä etenkin se, että ojan varrelle on suunnitteilla vesienhallintarakenteita. Myös Holjanlahden alueelle on suunnitteilla kunnostustoimenpiteitä, mikä näyttääkin olevan tarpeen, huomioiden korkeat fosforipitoisuudet.

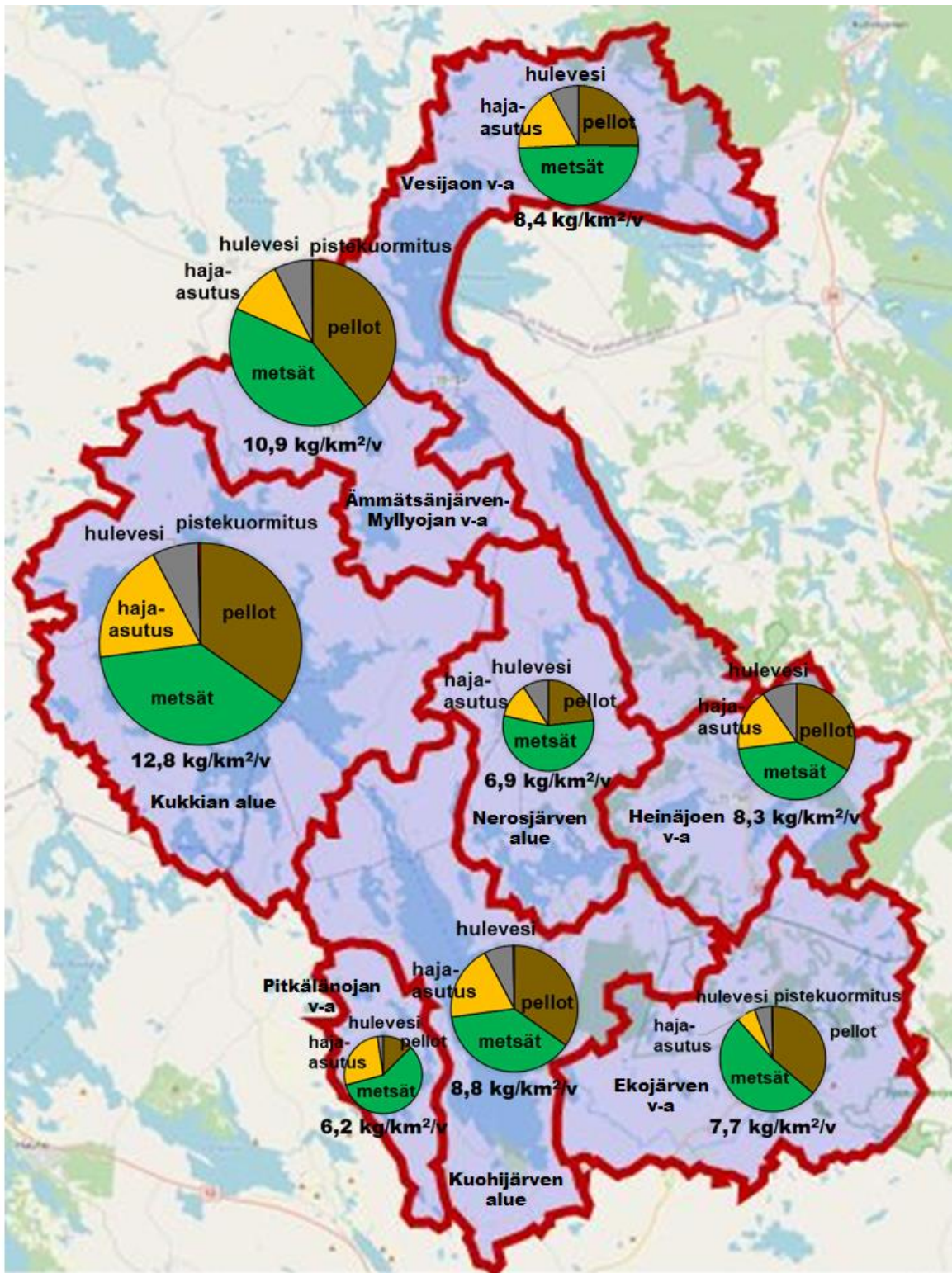




Kuva 5.2. Kokonaistypen pitoisuudet (mg/l) Kukkiaan virtaavissa ojissa 26.4.2021 (keltaiset ympyrät) ja 25.4.2023 (vihreät ympyrät). Mitä suurempi ympyrä sitä suurempi pitoisuus. Punainen viiva rajaa Kukkian lähialueen. Ojien vedenlaadun seuranta teki vuonna 2021 Freshabit-hanke, vuonna 2023 SUVI-hanke.

5.2 Ravinnekuormitus

Vemala-mallin (SYKE) mukaan Kukkian lähialue ja Ämmätsänjärven-Myllyojan valuma-alueet ovat pinta-alaan suhteutettuna fosforin osalta kuormittavimmat alueet ja pienin kuormittaja on Pitkälänjärven valuma-alue (Kuva 5.3). Näillä osavaluma-alueilla kuten kaikilla muillakin Kukkian yläpuolisilla alueilla pelto- ja metsämaat ovat suurimmat kuormittajat mutta monilla valuma-alueilla, etenkin Kukkian lähialueella myös haja-asutus on suhteellisesti merkittävä kuormittaja samoin kuin hulevedet, jotka saattavat olla jopa viidenneksi suurin kuormittaja (Kuva 5.3).

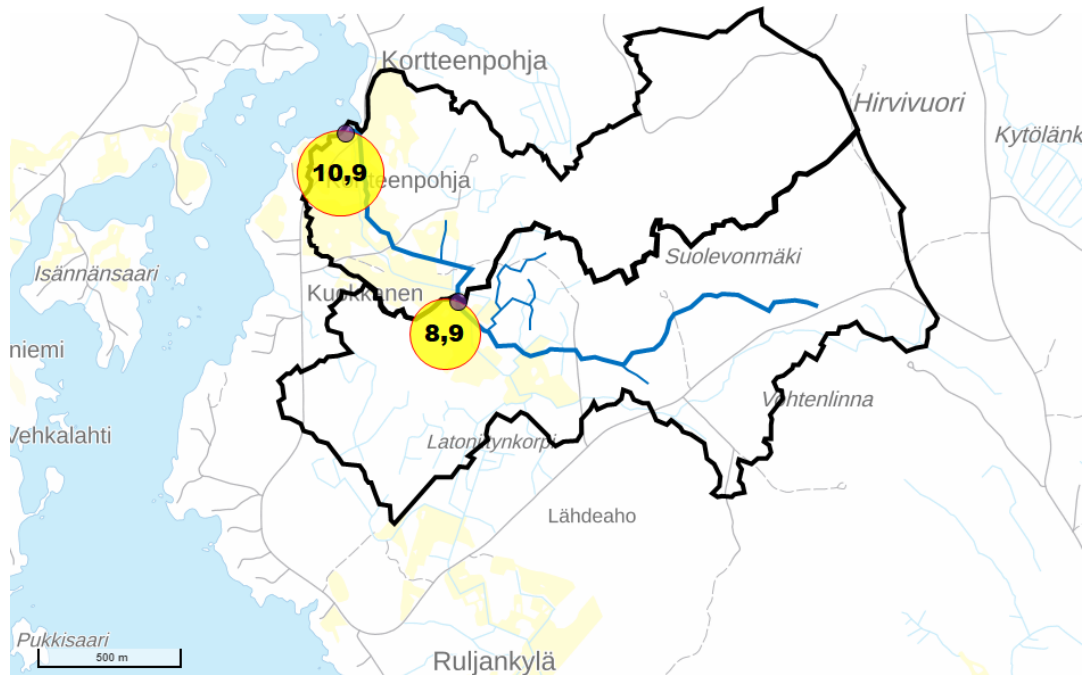


Kuva 5.3. Kukkian osavaluma-alueiden (kolmas jakovaihe) vuotuinen, pinta-alan suhteutettu fosforikuormitus ja sen jakautuminen kuormituslähteittäin. Data: Vemala-malli, SYKE

5.3 Tuppiojan valuma-alueelta kertyvä fosforikuormitus Kukkiaan

Vemala-kuormitusmalli jakaa Tuppiojan valuma-alueen (5,53 km²) kahteen osavaluma-alueeseen, joiden pinta-alaakohtainen fosforikuormitus on arvioitu olevan varsin samansuuruinen (Kuva 5.4). Siten vesiensuojelullisia ratkaisuja kannattaa harkita koko alueelle, sinne missä niille vain onnistuu löytämään soveliaita kohteita. Yläjuoksulla mahdollisesti pienten vesimäärien hallinta on helpompaa

kuin suurten vesimassojen hallinta alajuoksulla. Kirpunojan valuma-alue valtaosin metsää, peltoalan osuus on vain 7 %. Tuppiojasta lähtevä mallinnettu fosforin kokonaiskuormitus on 56 kg/v (10 kg/km²).



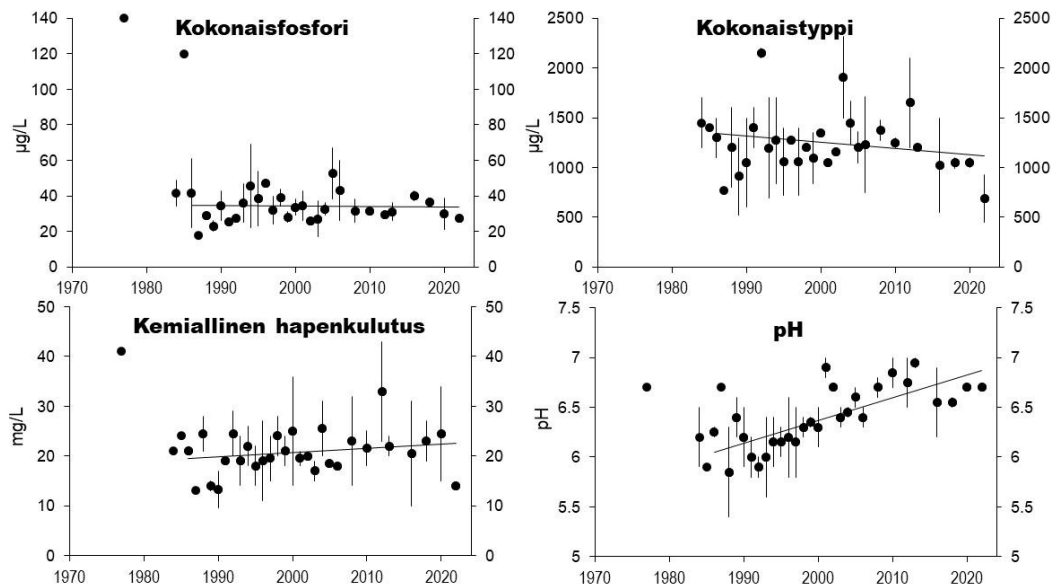
Kuva 5.4. Kukkian koillispuolella, Korteenpohjan itäpuolella olevan Tuppiojan valuma-alue, joka Vemala-mallissa jakautuu kahteen osavaluma-alueeseen, ja niiden mallinnettu fosforikuormitus. Data: Vemala-malli, SYKE

6. Pitkäjärven Kalalähteenoja

Pitkäjärven pohjoispuolella on sijainnut yhdyskuntajätteen ja kangaspainovärijätteen kaatopaikka, joka oli käytössä vuosina 1961–1995. Sieltä suotautuvat vedet valuvat Kalalähteenojaan, jonka vedenlaatua onkin mm. tästä syystä seurattu 1970-luvun lopulta näihin päiviin (Kuva 6.1). Näytteet on otettu Sarkastentien alittavan tierummun suulta.

6.1 Ravinnepitoisuus

Kalalähteenojassa kokonaisfosforin ja -tyypin pitoisuudet ovat pysyneet samalla tasolla 1980-luvulta näihin päiviin samoin kuin kemiallinen hapenkulutus, mutta happamuus on vähentynyt, mikä näkyy kohonneena pH-tasona (Kuva 6.1). Kaatopaikan käytön loppuminen ei siis käytännössä juurikaan näy ojan vedenlaadussa. Kohoava pH voi liittyä lähinnä vähentyneeseen happamaan laskeumaan 1980-luvun puolivälin jälkeen onnistuneiden ympäristönsuojelullisten toimenpiteiden ansiosta.



Kuva 6.1. Kokonaisfosforin ja -typen pitoisuuksien, sähkönjohtavuuden ja sameuden vuosittainen keskiarvo ($\pm$ keskiarvon keskivirhe) Pitkäjärven Kalalähteenojassa.

Johtopäätöksiä

Pälkänevedetä ja Kukkialta löytyi kohteita, missä kuormituksen hallintaan olisi mitä suurimmalla syyllä ryhdyttävä pikaisesti. Tässä katsauksessa huomiota herättivät etenkin Pälkäneveden länsi- ja lounaisosassa olevat ojat. Toki niissäkin ojissa, jotka näyttäisivät tämän tutkimuksen mukaan olevan vähemmän kuormittavia, on hyvä mahdollisuuksien mukaan edistää vesienhallintaa. Oja- ja virtavesien laatu ja etenkin virtaama voi vaihdella suurestikin. Eritoten jos yläpuolisella valuma-alueella tehdään voimakkaita maankäytön toimia, kuten vaikkapa pätehtäkkäitä, alapuolisen ojan kuormituksen merkitys voi muuttua suuresti. Aitoon Myllyojassa alajuoksun vedenlaatu on kohentunut ja siten valuma-alueelta tuleva kuormitus vähentynyt. Pitkäjärveen laskevassa Kalalähteenojassa ei ollut havaittavissa muutoksia muutoin kuin happamuuden vähenemisen osalta, joten vesiensuojelullisia toimia Pitkäjärven tilan kohentamiseksi on syytä edistää.

Kirjallisuus

Finér, L, Lepistö, A., Karlsson, K., Räike, A., Härkönen, L., Huttunen, M., Joensuu, S., Kortelainen, P., Mattsson, T., Piirainen, S., Sallantausta, T., Sarkkola, S., Tattari, S. & Ukonmaanaho, L. 2021. Drainage for forestry increases N, P and TOC export to boreal surface waters. *Science of the Total Environment* 762, 144098.

Kotamäki, N. & Malve, O. 2022. Pälkäneveden ja Kukkiän kuormitusvähennyksen arviointi LLR-mallilla. Suomen ympäristökeskus (SYKE), tutkimusraportti, 15 s.

Kuoppamäki, K. 2022. 13 järven tila Pälkäneellä. KVVY Yhdistys, Tutkimusraportti nro 81/23 s.

Le Moal, M., Gascuel-Oudoux, C., Ménesguen, A., Souchon, Y., Étrillard, C., Moatar, F., Pannard, A., Souchu, P., Lefebvre, A. & Pinay, G. 2019. Eutrophication: A new wine in an old bottle? *Science of the Total Environment* 651, 1-11.

Räike, A., Lepistö, A., Härkönen, L.H., Taskinen, A. & Kortelainen, P. Eteneekö Suomen vesistöjen tummuminen? *Vesitalous* 5/2022, s. 5-9.

Thornton, J.A., Harding, W.R., Dent, M., Hart, R.C., Lin, H., Rast, C.L., Rast, W., Ryding, S-O. & Slawski, M. 2013. Eutrophication as a 'wicked' problem. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 18: 298-316.