

Vastaanottaja

Etelä-Savon ELY-keskus

Asiakirjatyyppi

Raportti

Päivämäärä

1.3.2023

KANGASJÄRVI

VEDENLAATUSELVITYS, KUNNOSTUKSEN JA VESIKASVIEN NIITON YLEISSUUNNITELMA

KANGASJÄRVI

VEDENLAATUSELVITYS, KUNNOSTUKSEN JA VESIKASVIEN NIITON YLEISSUUNNITELMA

Projekti **Kangasjärven vedenlaatu- ja kuormitusselvitys sekä niittosuunnitelma**
Projekti nro **1510070192**
Vastaanottaja **Etelä-Savon ELY-keskus**
Asiakirjatyyppi **Raportti**
Versio **1**
Päivämäärä **1.3.2023**
Laatija **Elina Heikkala, Anne-Marie Hagman**
Tarkastaja **Elina Heikkala, Anne-Marie Hagman**
Hyväksyjä **Juho Kotanen, Etelä-Savon ELY-keskus**

Ramboll
Kiviharjunlenkki 1 A
90220 OULU

P +358 20 755 611
<https://fi.ramboll.com>

SISÄLTÖ

1.	Kangasjärven ja sen valuma-alueen yleiskuvaus	3
1.1	Valuma-alueen maankäyttö	4
1.1.1	Turvetuotanto	5
1.2	Maaperä	8
2.	Kangasjärven vedenlaatu	10
2.1	Kangasjärvi	10
2.2	Kangasjärveen laskevat uomat	19
2.2.1	Höytiönjoki	19
2.2.2	Heinäjoki	22
2.2.3	Airikanjoki	24
2.2.4	Akonlahteen laskeva oja	25
2.2.5	Heiniönlahden laskujoki	28
2.3	Kangasjärvestä lähtevä uoma	30
2.3.1	Rakkineenjoki	30
3.	Höytiönlammen ja Akonlahden vesien tila	31
3.1	Höytiönlampi	31
3.2	Akonlahti	34
4.	Kangasjärven ekologinen ja kemiallinen tila	35
4.1	Ekologinen tila	35
4.2	Kemiallinen tila	37
4.2.1	Prioriteettiaineet	37
4.2.2	Kalaelohopea ja kalojen käyttökelpoisuus	37
4.3	Kemiallisen tilan yhteenveto	39
5.	Kuormitusselvitys	40
5.1	Kangasjärven kuormitus vesistömallijärjestelmällä arvioituna	40
5.2	Osavaluma-alueiden kuormitus ainevirtaamien avulla arvioituna	43
5.3	Turvetuotantoalueiden kuormitus	43
6.	Toimenpidesuosituks	45
6.1	Aikaisemmissa suunnitelmissa esitetyt tavoitteet ja toimenpiteet	45
6.2	Metsätalouden vesiensuojeluratkaisut	45
6.2.1	Putkipadot	46
6.2.2	Metsäpurojen suojavyöhykkeet	47
6.2.3	Pintavalutus ja kosteikot	48
6.2.4	Puupuhdistamot	48
6.3	Maatalouden vesiensuojeluratkaisut	48
6.3.1	Peltojen kuormituksen vähentäminen	49
6.3.2	Säätösalaoitus	50
6.3.3	Kosteikkoviljely	50
6.4	Turvetuotannon vesiensuojeluratkaisut	51
6.4.1	Olemassa olevien vesiensuojelurakenteiden hyödyntäminen jälkikäytössä	52
6.4.2	Nykyisiltä ja vanhoilta turvetuotantoalueilta lähtevän veden neutralointi	52
6.5	Ojitettujen soiden ennallistaminen	53
7.	Toimenpiteiden rahoitus	55
7.1	Kemera / metka	55
7.2	Maatalouden ei-tuotannollinen investointituki	55
7.3	Maatalouden ympäristökorvaukset	55

7.4	Vesienhoidon tuet	56
7.5	Helmi-ohjelma	56
7.6	JTF-rahasto	57
7.7	Leader-rahoitus	57
8.	Yleistasonen vesikasvien niittosuunnitelma	58
8.1	Kangasjärven vesikasvillisuus	58
8.1.1	Ekologinen luokitus	58
8.1.2	Kasvillisuuskartoitus 2006	58
8.1.3	Kasvillisuuskartoitus vuonna 2018	62
8.2	Ilmakuvatarkastelu	65
8.3	Kasvillisuuden merkitys vesiluonnolle	69
8.4	Kasvillisuuden poisto	70
8.4.1	Vesikasvien poiston vaikutukset	70
8.4.2	Vesikasvien poiston toteutusmahdollisuudet Kangasjärvessä	71
8.4.3	Kasvilajikohtaiset poisto-ohjeet	81
8.5	Yleistä vesikasvien poistosta	82
8.6	Seuranta	83
8.7	Luvat	83
9.	Lähteet	84

Liitteet:

Liite 1 – Kangasjärven, tarkasteltujen uomien, Akonlahden sekä Höytiönlammen vedenlaatu, koontitaulukko

Liite 2 – Vedenlaadun pitkän aikavälin keskiarvot, minimi ja maksimit

Liite 3 – Vedenlaadun kuvaajat

Liite 4 – Toimenpidesuositukset, kartat 1–3

1. KANGASJÄRVEN JA SEN VALUMA-ALUEEN YLEISKUVAUS

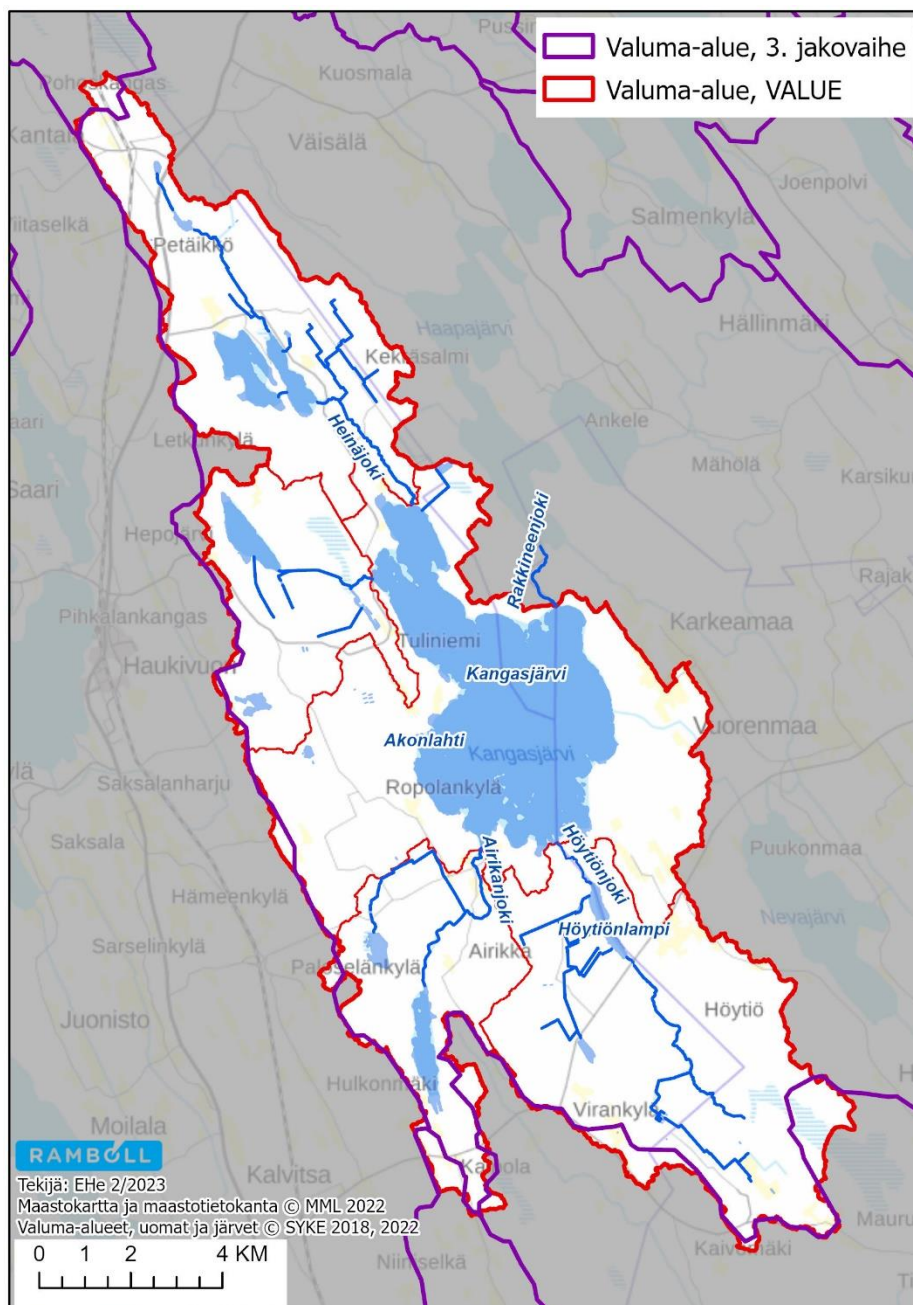
Kangasjärvi (vesimuodostuma 04.253.1.041_001) sijaitsee Mikkelin, Juvan ja Pieksämäen rajalla. Järven valuma-alue on kooltaan noin 156 km². Järvi sijaitsee Isojoen-Sahinjoen vesistöalueen (04.253) latvaosassa. Yleiskartta järven valuma-alueesta sekä järveen laskevien merkittävimpien uomien osavaluma-alueista on esitetty kuvassa 1. Valuma-aluearajaus on suuntaa antava, sillä turvetuotanto ja metsätalouden ojitukset vaikuttavat valuma-alueen virtaussuuntiin.

Kangasjärvi on pinta-alaltaan noin 1970 ha ja kokonaisrantaviivaa on 56 km. Järvi on luodattu vuonna 1977, mutta fysiografiatietoja, kuten tilavuutta, keskisyvyyttä tai syvyysalueita ei ole määritetty.

Kangasjärveen laskee useita oja ja muita uomia. Merkittävimmät järveen laskevat uomat ovat Höytiönjoki, Airikanjoki sekä Heinäjoki. Lisäksi järveen laskee useita metsäoja ja turvetuotantoalueiden laskuojia. Vedet purkautuvat Kangasjärvestä Rakkineenjokea pitkin Etelä-Haapajärveen.

Kangasjärvi on luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi, mutta se on riskissä heikentyä. Järven ekologista luokitusta käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.

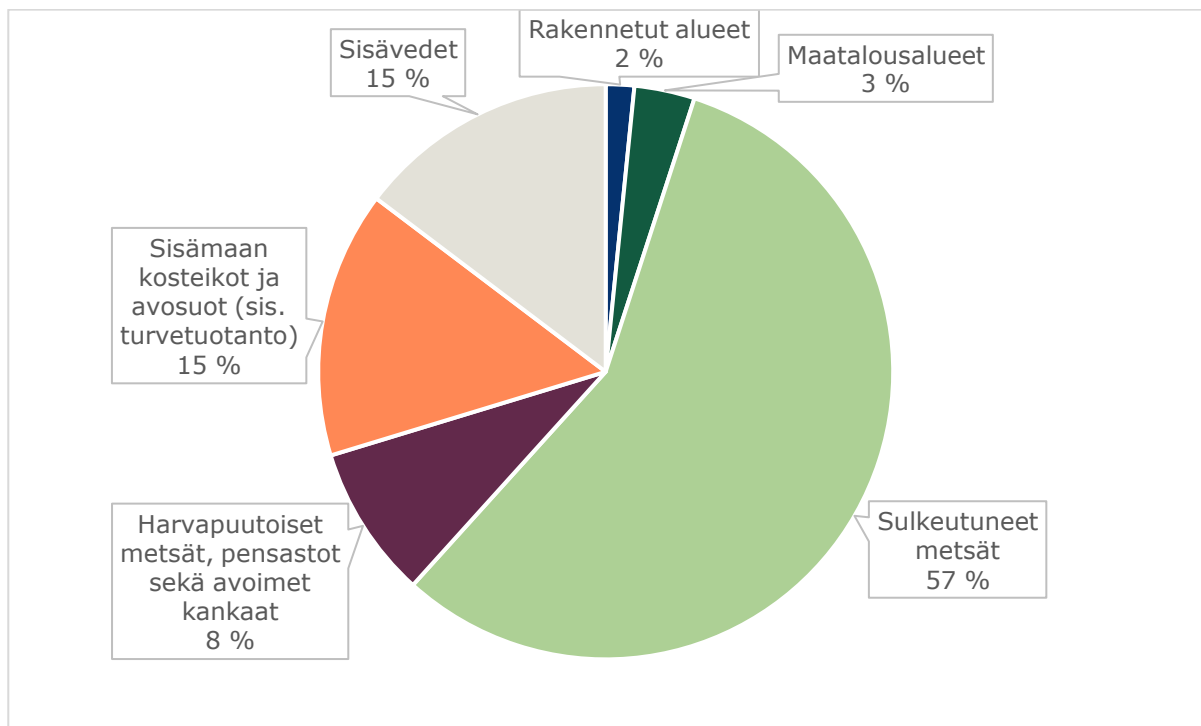
Kangasjärven valuma-alueen maista suurin osa on yksityisessä omistuksessa; valtion maita on alueella vain vähän.



Kuva 1-1. Kangasjärven valuma-alue, vedenlaadun tarkkailupisteet sekä järveen laskevat merkittävimmät uomat valuma-alueineen. Vesi purkautuu Kangasjärvestä Rakkineenjokea pitkin Petkellampeen ja sieltä Haapajärveen.

1.1 Valuma-alueen maankäyttö

Kangasjärven valuma-alue on metsätalousvaltainen. CORINE2018-aineiston mukaan valuma-alueesta noin 57 % on sulkeutunutta metsää. Viljelysmaita valuma-alueella on vain noin 3 % ja laidunmaita ei lainkaan. Avosuota on 15 %, josta suurin osa on turvetuotannossa. Avosuon osuus on suurin Höytiönjoen (23 %) ja Heiniönlammen laskuojan (22 %) valuma-alueilla. Airikanjoen valuma-alueella turvetuotantoa ei ole. Maankäytön jakautuminen vuonna 2018 on esitetty kuvassa 2.



Kuva 1-2. Kangasjärven valuma-alueen maankäyttö CORINE2018-aineiston perusteella.

1.1.1 Turvetuotanto

Kangasjärven valuma-alueella sijaitsee neljä turvetuotantoaluetta; Huppionsuo (viimeinen tuotantovuosi 2018, jälkihoitotoimenpiteet suoritettu loppuun 2020), Rajasuo, Viransuo ja Ropolansuo (viimeinen tuotantovuosi 2020, alue jälkihoitovaiheessa).

Huppionsuo ja Viransuo sijaitsevat Höytiönjoen osavaluma-alueella. Huppionsuon turvetuotanto on loppunut vuonna 2019 ja ELY-keskus on tarkastanut alueen jälkihoitotoimet vuonna 2020. Alueella on kuitenkin vielä vesiensuojelurakenteita, joita on tarkoitus hyödyntää seuraavassa maankäyttömuodossa (todennäköisesti maa- ja metsätalous). Alueen turvetuotanto alkoi vuonna 1975, ja entistä turvetuotantoalaa on alueella noin 173 ha. Tuotannonaikaiset kuivatusvedet johdettiin vuodesta 2015 eteenpäin kemiallisen puhdistuksen ja sitä ennen laskeutusaltaiden läpi. Huppionsuon kuivatusvedet johdetaan Naakkapuron kautta Höytiönlampeen ja edelleen Höytiönjokea pitkin Kangasjärven eteläosaan.

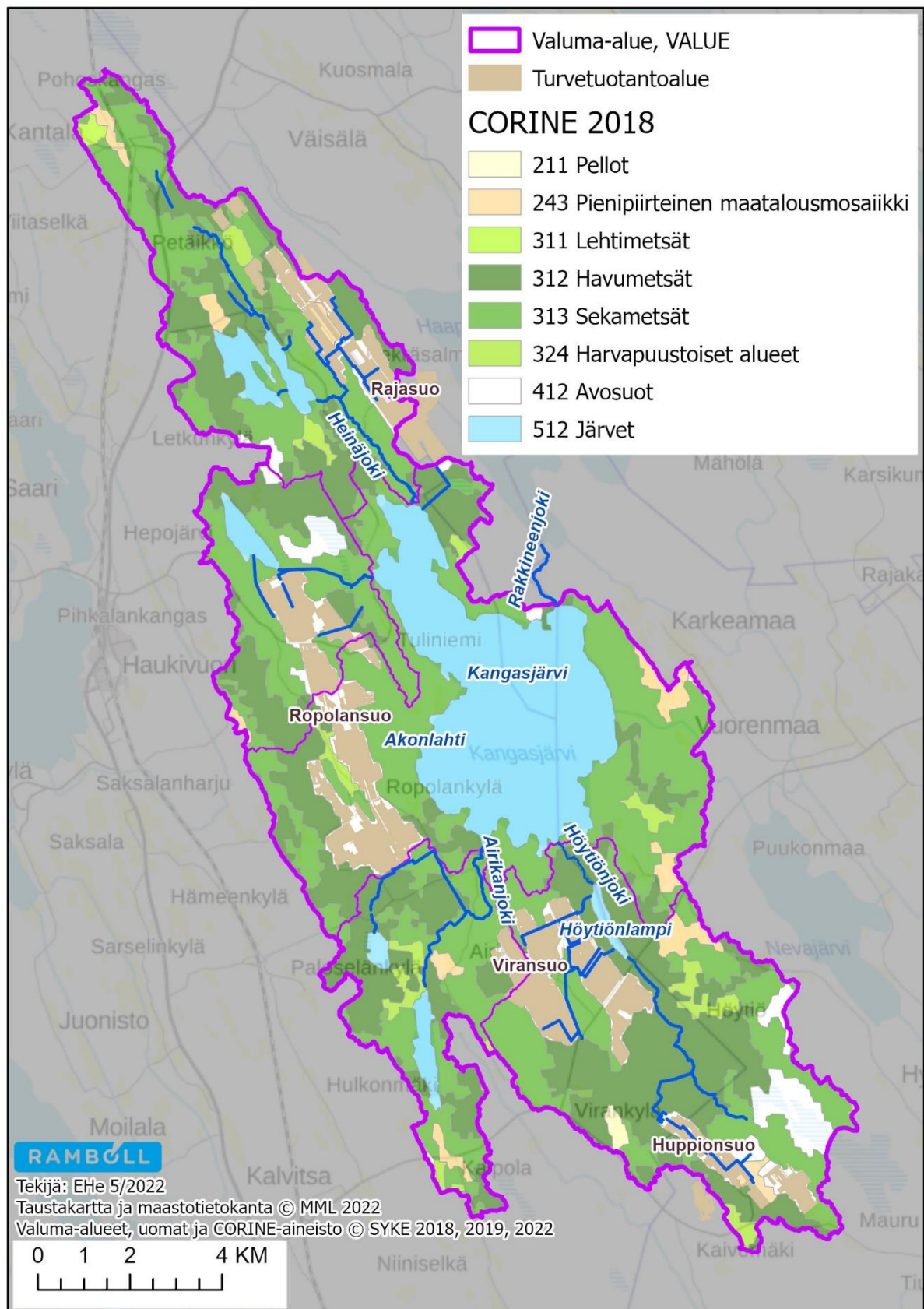
Viransuon tuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan läpi vuoden toimivan kemiallisen puhdistamon kautta laskuojaa pitkin Höytiönlampeen ja siitä edelleen Höytiönjokea pitkin Kangasjärveen. Sulanmaan ajan kemikalointi alkoi vuonna 2001 ja ympärivuotinen alkoi vuonna 2012. Viransuon kunnostaminen turvetuotantoon on aloitettu vuonna 1976 ja tuotanto vuonna 1982. Tuotantoalueen koko on noin 464 ha, josta uutta aluetta on noin 60 ha. Vuoteen 2015 mennessä tuotannosta on poistunut arviolta noin 21 ha.

Rajasuo sijaitsee Heinäjoen valuma-alueella, mutta tuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan laskeutusaltaiden ja pumpataan ojitetun pintavalutuskentän kautta laskuojaa pitkin Kangasjärveen. Alueen kunnostaminen turvetuotantoon on alkanut 1976 ja turvetuotanto vuonna 1981. Alueelle on myönnetty vuonna 2011 lupa tuotantoon noin 338 ha alueella sekä uudella 20 ha alueella.

Ropolansuo sijaitsee Kangasjärven länsipuolella. Tuotantoalueen kuivatusvedet johdetaan 10 laskeutusaltaan ja läpi vuoden toimivan kemiallisen puhdistamon kautta Kangasjärven Akonlahteen. Sulanmaan ajan kemikalointi alkoi vuonna 2001 ja ympärivuotinen alkoi vuonna 2013. Ropolansuon turvetuotanto on alkanut vuonna 1975. Tuotantoala on tuolloin ollut 579 ha, josta on vuoteen 2015 saakka poistunut arviolta noin 150 ha. Vuonna 2011 Vaasan hallinto-oikeus on myöntänyt luvan noin 60 ha uudelle lisäalueelle ja tuotannon jatkamiseen noin 404 hehtaarin alueella. Ropolansuolla viimeinen tuotantovuosi oli 2020. Alue on jälkihoitovaiheessa ja ympäristöluvan velvoitteet ovat edelleen voimassa. Alueen lopputarkastus on todennäköisesti vuonna 2023. Jatkossa jälkihoidon valmistuttua Ropolansuon pohjoispäädyn vedet noin 120 ha alueelta johdetaan Heiniönlammen kautta. Eteläosien veden johdetaan noin 50 ha kokoisen kosteikon ja laskeutusaltaiden kautta tuotannonaikaiseen laskuojaan, joka laskee Akonlahteen. Osa vesistä johdetaan jälkihoitovaiheen valmistuttua toisen, noin 7 ha kokoisen kosteikon kautta Hepojärveen.

Käytetyt saostuskemikaalit

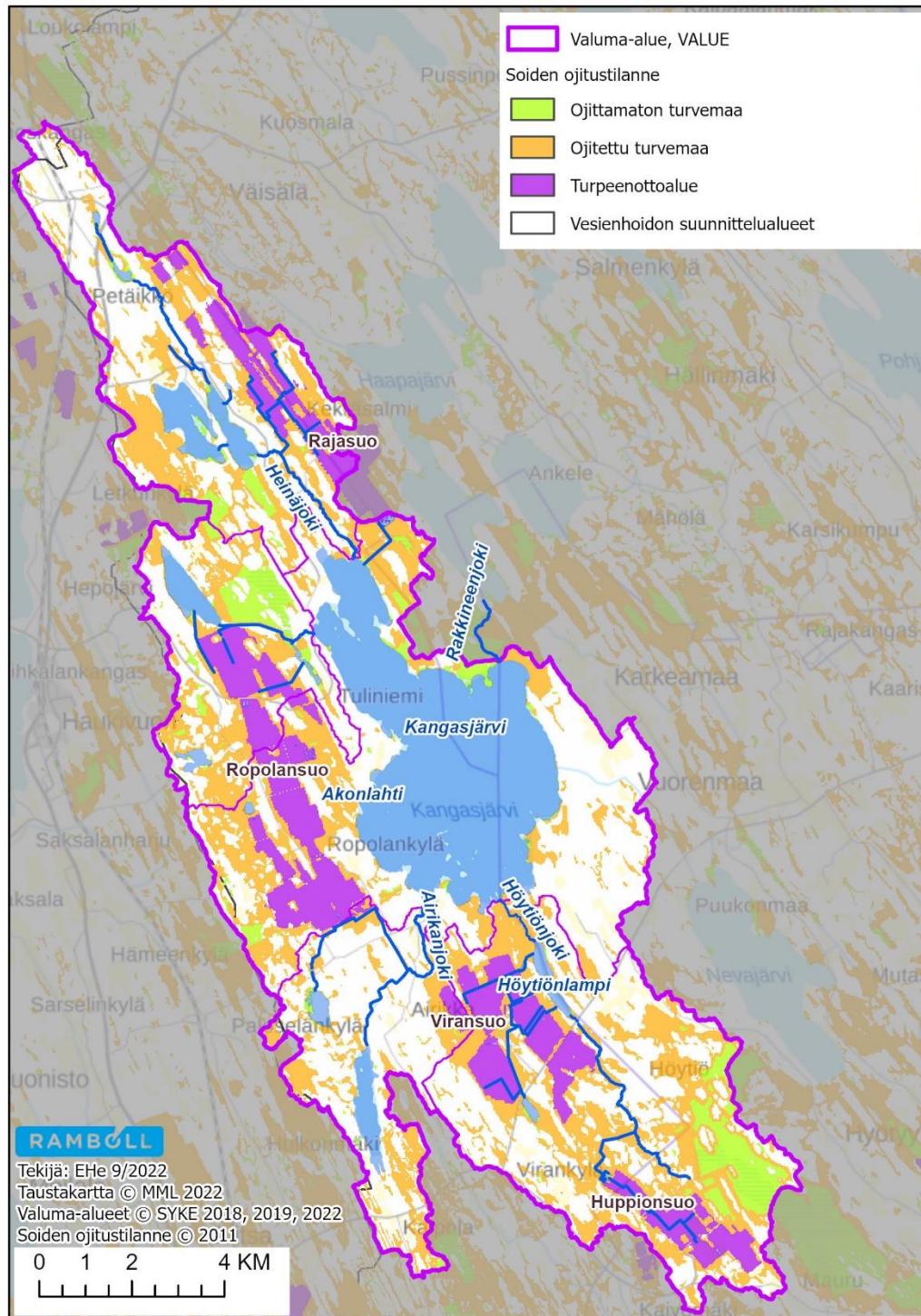
Fosforin saostamiseen voidaan käyttää kemikaaleja. Tällöin yleensä veden pH laskee. Vaikutuksen suuruus riippuu käytettävästä saostuskemikaalista. Polyalumiinikloridi laskee pH-arvoa voimakkaasti. Ferrisulfaatin ei pitäisi laskea pH-arvoa ainakaan kovin voimakkaasti. Alueen turvetuotantoalueilla (Ropolansuo, Viransuo ja Huppionsuo) on käytetty saostuskemikaalina ferrisulfaattia. Kemikaalia on käytetty Ropolan- ja Viransuolla varsin suuria määriä, jotta olisi päästy tiukkoihin fosforin reduktiovaatimuksiin. Tarkastusraporteissa on todettu tämän laskeneen pH:ta. Kemikalointiin tuleva vesi on ollut jo varsin hapanta, mutta lähtevän veden pH on ollut vielä jonkin verran matalampi. Kemikalointiasemilla saostusprosessin optimi-pH:n sanotaan olevan 3,8.



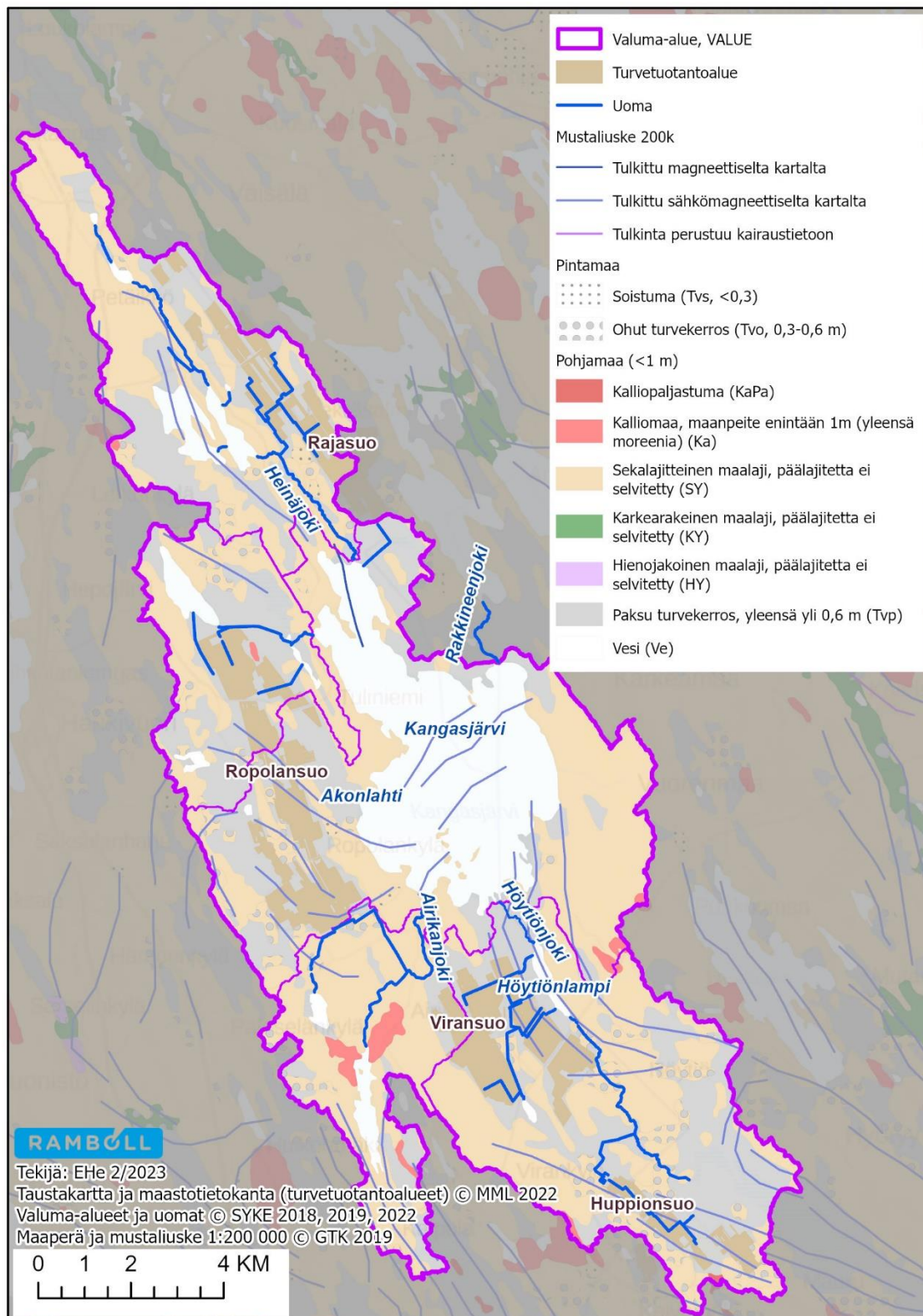
Kuva 1-3. Kangasjärven valuma-alueen maankäyttö CORINE 2018-aineiston perusteella. Kartassa on lisäksi esitetty turvetuotantoalueet (Maastotietokanta 2022)

1.2 Maaperä

Valuma-alue on turvevaltainen. Turvealueet on suurimmaksi osin ojitettu turvetuotannon tai metsätalouden käyttöön (Kuva 1-4). Laajimmat ojittamattomat turvealueet sijaitsevat Huppionsuon itäpuolella (Iso-Huppio) ja Ropolansuon pohjoispuolella (Neva). Nämä suoalueet on suojeltu. Turvemaan lisäksi valuma-alueella on sekalajitteisia maalajeja ja vähäisesti kalliomaata. Alueella esiintyy myös mustaliusketta (Kuva 1-5).



Kuva 1-4. Soiden ojitustilanne Kangasjärven valuma-alueella (aineisto vuodelta 2011).



Kuva 1-5. Kangasjärven valuma-alueen maaperä. Kartassa on esitetty lisäksi valuma-alueen turvetuotantoalueet (MML maastotietokanta, 2022) ja mustaliuskealueet.

2. KANGASJÄRVEN VEDENLAATU

Kangasjärven, siihen laskevien uomien ja siitä laskevan uoman vedenlaatua on tarkasteltu pitkän aikavälin kuvaajilla seuraavista muuttujista:

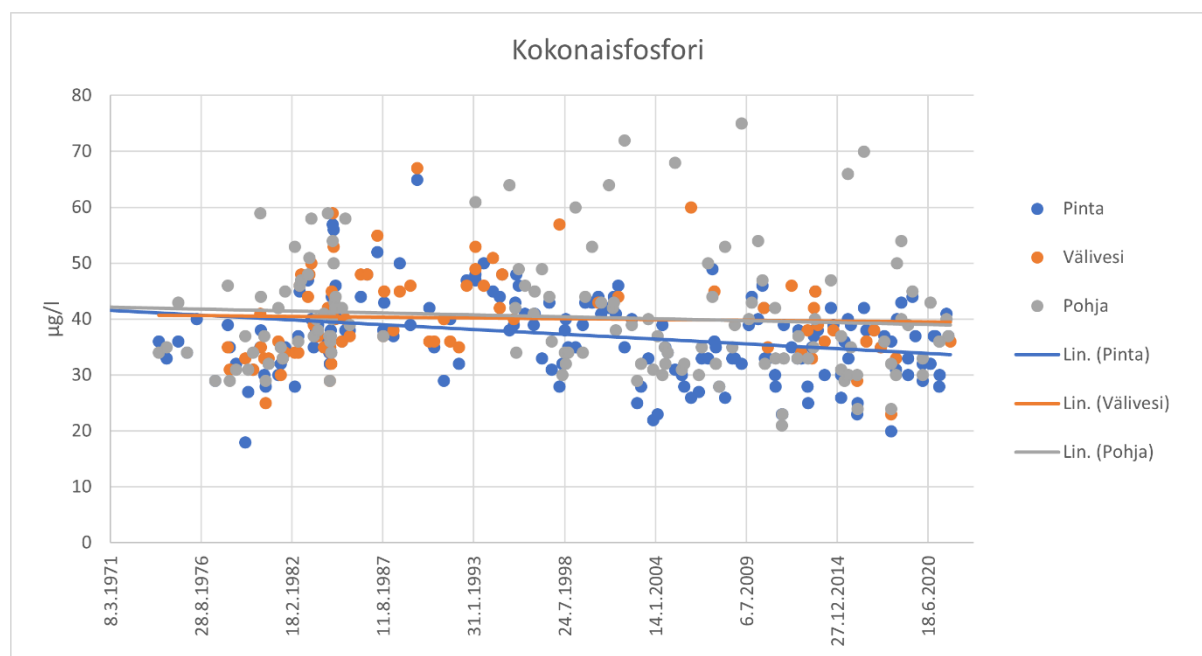
- kokonaisfosfori
- kokonaistyyppi
- kiintoaine
- rauta
- pH
- alkaliniteetti
- COD
- väriluku
- happi
- sähkönjohtokyky

Raskasmetalleista kuvaajia ei tehty, koska aineistoa ei ollut saatavilla pitkältä aikaväliltä.

Vedenlaadun koontitaulukko on liitteessä 1 ja pitkän aikavälin keskiarvot, minimi ja maksimit liitteessä 2. Kaikki vedenlaadun kuvaajat on esitetty liitteessä 3.

2.1 Kangasjärvi

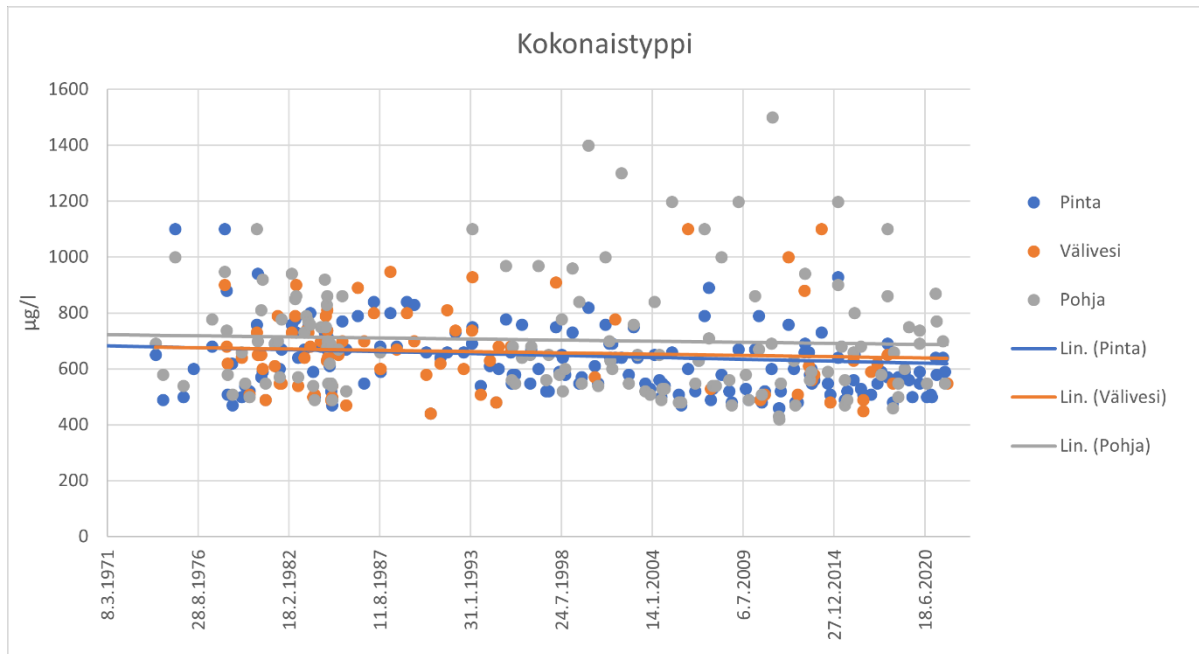
Kangasjärven kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut välillä 18–120 µg/l, keskimäärin pitoisuus on ollut 39 µg/l. Kyseinen pitoisuus kuvaa rehevyyttä. Päälysveden kokonaisfosforipitoisuudessa voidaan nähdä lievää laskua.



Kuva 2-1. Kangasjärven kokonaisfosforipitoisuus pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

Kangasjärven kokonaistyyppipitoisuus on vaihdellut välillä 420–5 000 µg/l, keskimäärin pitoisuus on ollut 669 µg/l. Pitoisuudet kertovat rehevyydestä. Kokonaistypen pitoisuudessa ei ollut

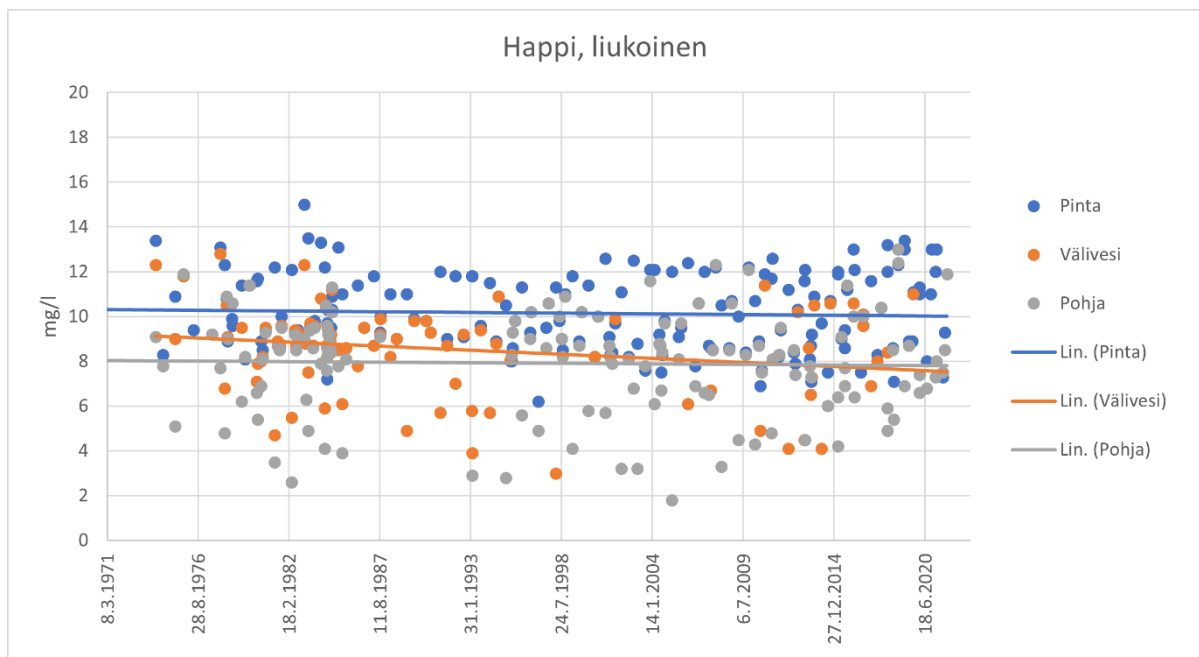
havaittavissa trendiä. Alusveden ja ajoittain myös väliveden typpipitoisuudet ovat päällysvettä korkeampia, mikä voisi selittyä suurella orgaanisen aineksen kuormituksella ja heikentyneellä happitilanteella.



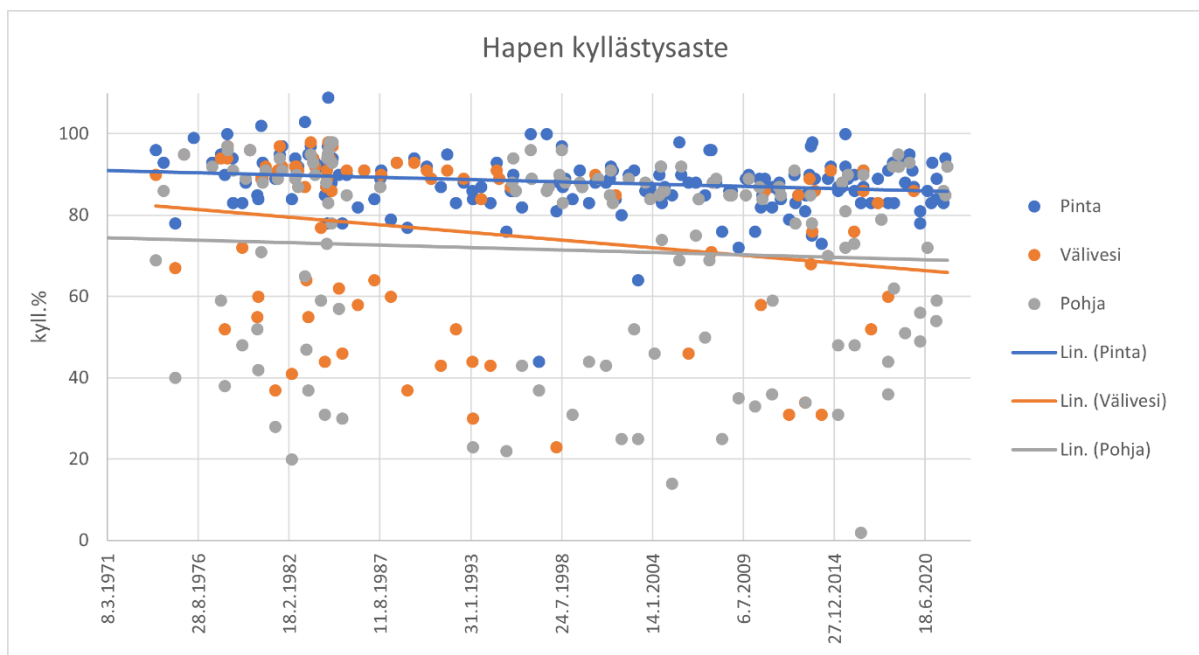
Kuva 2-2. Kangasjärven kokonaistyyppipitoisuus pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

Kangasjärven veden happipitoisuus on vaihdellut pinnan lähellä välillä 6,2–15 mg/l, välivedessä 3–12,8 mg/l ja pohjan lähellä 1,8–13 mg/l (Kuva 2-3). Keskimäärin happipitoisuus on ollut pinnan lähellä 10,1 mg/l, välivedessä 8,5 mg/l ja pohjan lähellä 7,9 mg/l.

Hapen kyllästysaste on vaihdellut vastaavasti pinnan lähellä välillä 44–109 %, välivedessä 23–98 % ja pohjan lähellä 2–98 %. Keskiarvo on ollut pinnan lähellä 88 %, välivedessä 76 % ja pohjan lähellä 71 %. Pinnan lähellä on havaittu hapen ylikyllästystä. Välivedessä ja pohjan lähellä on esiintynyt alhaisia happipitoisuuksia eli happivajasta. Tilanteita, joissa happipitoisuus on ollut alle 2 mg/l on kuitenkin havaittu vain kerran. Tällaisessa tilanteessa pohjan sedimentistä voi alkaa vapautua ravinteita.



Kuva 2-3. Kangasjärven happipitoisuus pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.



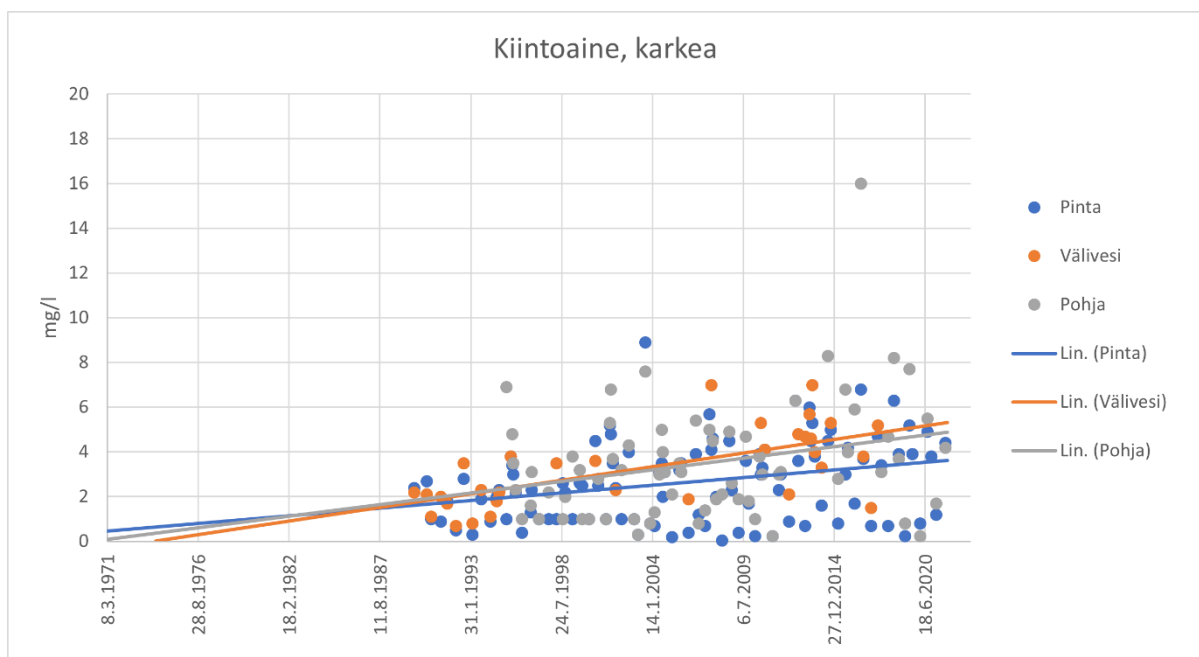
Kuva 2-4. Kangasjärven hapenkyllästys-% pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

Kiintoaineen määrä kuvaa vedessä olevaa hiukasmaista ainesta. Oravaisen (1999) mukaan puhtaan kirkkaan veden kiintoainepitoisuus on alle 1,0 mg/l. Avovesiaikana kiintoainesta on lievien lisääntymisen takia runsaammin (1–3 mg/l). Myös syvänteiden pohjalla kiintoainepitoisuus on suurempi kuin pintavedessä. Kiintoainepitoisuutta voivat yleisesti lisätä jätevesikuormitus, runsas biomassa näytteessä (levät) tai eroosion kuljettama aines (savisamennus). Samoin turvetuotannosta aiheutuu kiintoainekuormitusta.

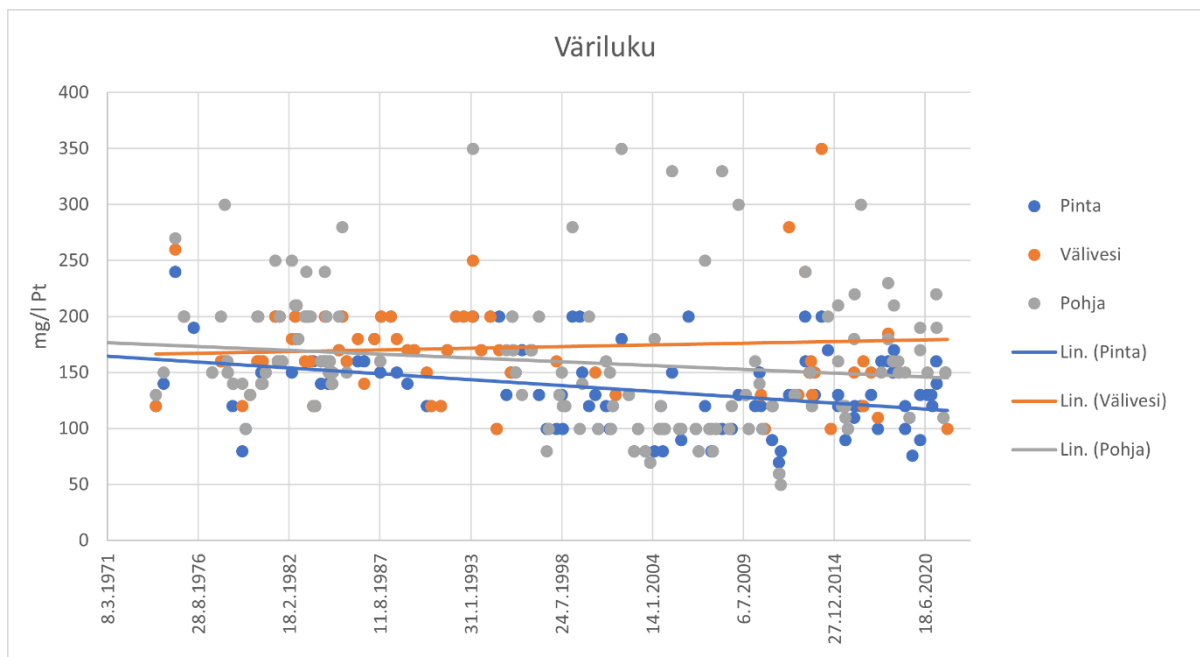
Kangasjärven kiintoainepitoisuus on vaihdellut välillä 0,05–15 mg/l. Keskimäärin pitoisuus on ollut 3,0 mg/l. Kiintoainepitoisuudessa on havaittavissa nouseva trendi, eli pitoisuudet ovat kasvaneet verrattaessa 1990-lukua ja 2020-lukua toisiinsa (Kuva 2-5). Vaikka kiintoainepitoisuus on ollut noususuunnassa, veden väriluvussa ei havaita samanlaista kasvavaa trendiä.

Väriluku näyttäisi päinvastoin pienentyneen, tosin tuloksissa on selvää hajontaa (Kuva 2-6). Veden väriarvo kuvaa veden ruskeutta. Mitä enemmän vesistön valuma-alueella on suota, sitä ruskeampaa on vesi. Värittömien vesien väriarvot ovat 5–15 mgPt/l. Lievää humusleimaa osoittaa lukema 20–40 mgPt/l. Humuspitoisia ovat vedet, joiden väri on 50–100 mgPt/l. Erittäin ruskeissa vesissä väri voi olla 100–200 mgPt/l. Tällainen väri näkyy jo paljaalla silmällä selvänä veden ruskeutena (suovedet). (Oravainen 1999). Vesimuodostumien tyypittelyssä raja-arvot ovat 30 mgPt/l ja 90 mgPt/l. Alle 30 mgPt/l kuvaa vähähumuksista, yli 30 mgPt/l on humuksinen vesistö, ja yli 90 mgPt/l kuvaa runsashumuksista vesistöä.

Kangasjärven väriluku kertoo turvetuotannon vaikutuksesta. Väriluku on vaihdellut välillä 50–800 mgPt/l. Keskimäärin väriluku on ollut 153 mgPt/l. Valuma-alueen ojitetuista soista tulee humusta sisältäviä vesiä selvästi Kangasjärveen. Luonnostaankin humuspitoisia vesiä tulee myös ojittamattomilta soilta, mutta ojitukset todennäköisesti voimistavat humuskuormitusta.

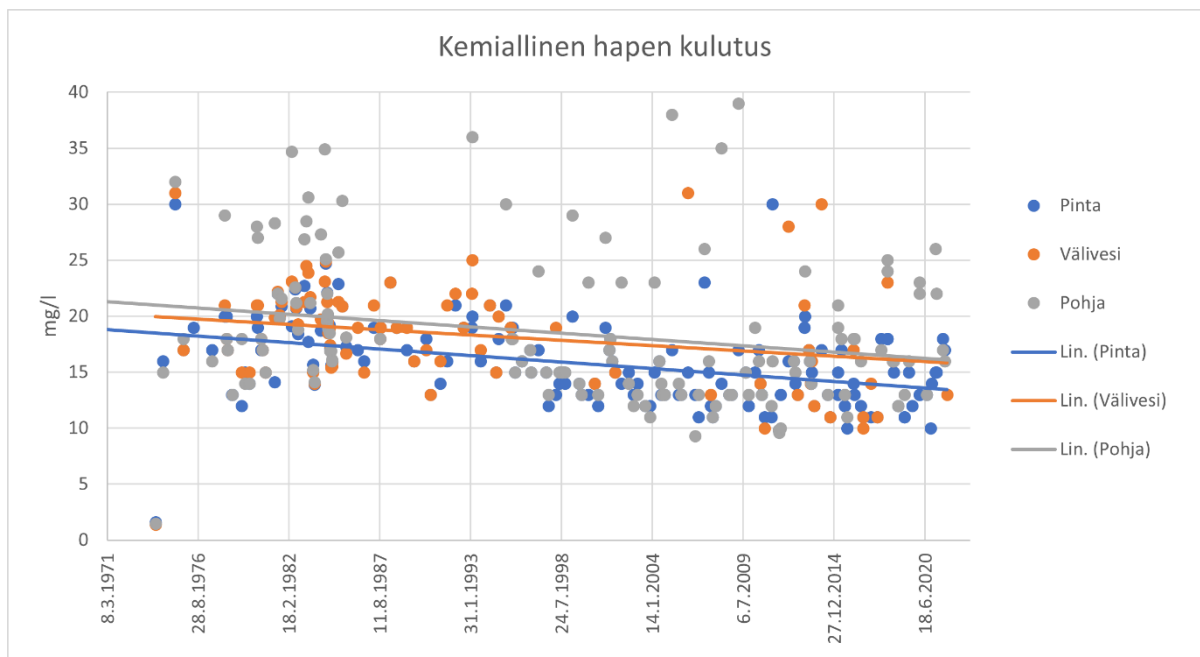


Kuva 2-5. Kangasjärven kiintoainepitoisuus pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.



Kuva 2-6. Kangasjärven veden väriluku pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

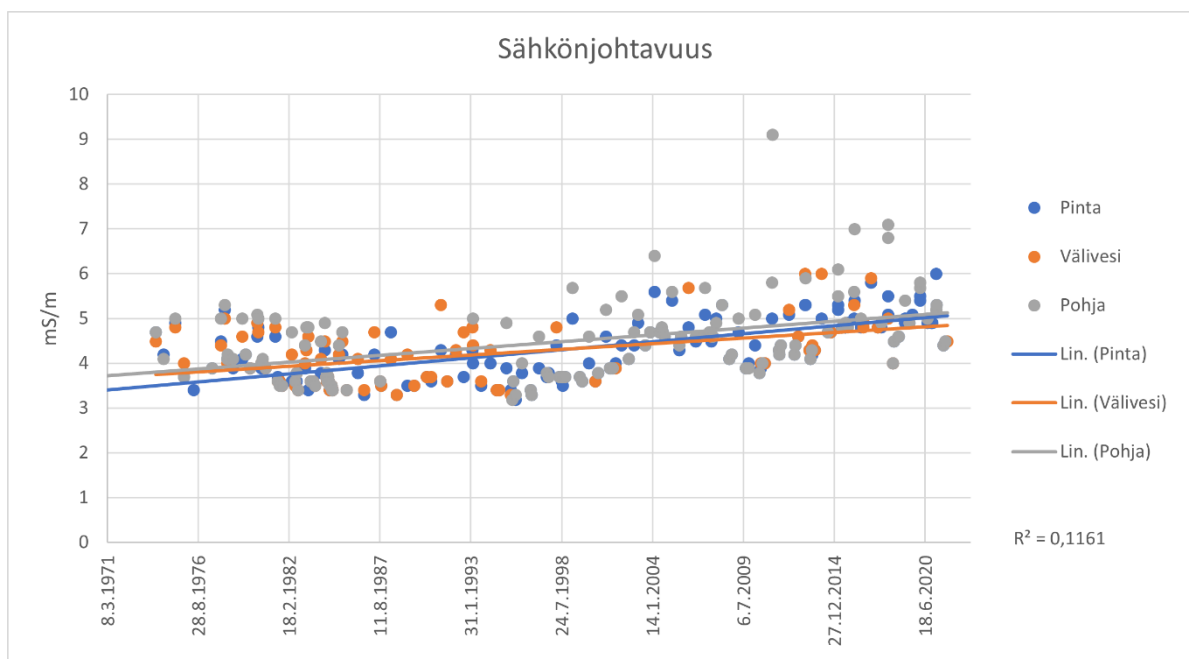
Kemiallinen hapenkulutus mittaa vedessä olevien kemiallisesti hapettavien orgaanisten aineiden määrää. COD_{Mn} -määrittämisessä hapettuvat osittain myös humusyhdisteet, joten se kuvaa samalla vesien humusleimaisuutta. Humusvesissä COD_{Mn} -arvo on 10–20 mg O_2 /l. Värittömien vesien COD_{Mn} -arvo on 4–10 mg O_2 /l. Jätevedet, jotka sisältävät orgaanisia aineita, lisäävät COD_{Mn} -arvoa. COD_{Mn} -arvot vaihtelevat valumaolojen mukaan. Järven perustason määrää valuma-alueen suopinta-ala. (Oravainen 1999). Kangasjärven kemiallinen hapenkulutus on vaihdellut välillä 1,4–39 mg/l, ollen keskimäärin 17 mg/l. Arvot kuvaavat humuspitoista vettä. Kangasjärven veden kemiallinen hapenkulutus (COD_{Mn}) ei ole kasvanut kiintoainepitoisuuden kasvun myötä, vaan siinä on havaittavissa selkeä laskeva trendi (Kuva 2-7).



Kuva 2-7. Kangasjärven kemiallinen hapen kulutus pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

Sähkönjohtavuus mittaa vedessä olevien liuenneiden suolojen määrää. Korkea arvo kuvaa suurta suolapitoisuutta. Makeissa vesissä sähkönjohtavuutta lisäävät lähinnä natrium, kalium, kalsium, magnesium (kationeja) sekä kloridit ja sulfaatit (anioneja) (Oravainen 1999). Suolojen määrää lisäävät jätevedet (jäteveden sähkönjohtavuus 50–100 mS/m) ja peltolannoitus.

Kangasjärven veden sähkönjohtavuus on kasvanut vuodesta 1974 jonkin verran. Enimmillään sähkönjohtavuus on ollut 20,9 mS/m ja alimmillaan 3,1 mS/m. Keskimäärin sähkönjohtavuus on ollut 4,3 mS/m. Kangasjärven sähkönjohtavuus on sisävesille tyypillisellä tasolla. Kemiallinen saostus sulan maan aikana touko-lokakuussa aloitettiin Ropolansuolla vuonna 2001. Sähkönjohtavuudessa näyttäisi olevan selvää nousua etenkin vuodesta 2004 eteenpäin, tämä voi selittyä osin saostuksen aloittamisella ja raudan vapautumisella.



Kuva 2-8. Kangasjärven veden sähkönjohtavuus pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

Veden normaali pH on lähellä neutraalia (pH = 7,0). Suomen vesistöissä pH on yleensä lievästi happamalla puolella vesien luontaisesta humuskuormituksesta johtuen (pH yleensä 6,5–6,8). (Oravainen 1999).

Kangasjärven veden pH-arvo on vaihdellut välillä 4–6,5 (Kuva 2-9), ollen keskimäärin 5,7. Kangasjärven vesi on selvästi hapanta. Veden pH-arvossa voidaan havaita selkeä laskeva trendi kaikissa vesikerroksissa. Sama kehitys voidaan havaita Kangasjärven alkaliniteettimittauksissa (Kuva 2-10).

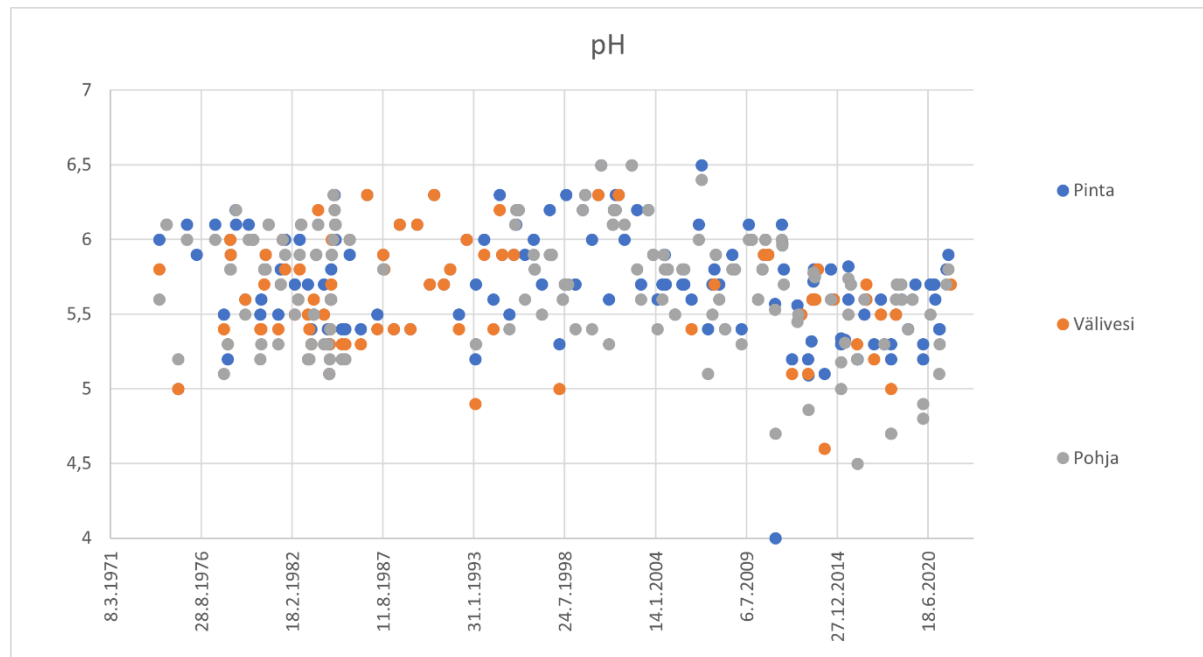
Alkaliniteetti mittaa veden kykyä vastustaa pH:n muutosta siihen happoa lisättäessä. Kangasjärven veden alkaliniteetti on vaihdellut välillä 0–0,1, ollen keskimäärin 0,03. Alla olevan taulukon mukaisesti Kangasjärven puskurikyky on huono (Taulukko 2-1) ja se on vaarassa happamoitua. Kangasjärven puskurikyky on ollut huono jo silloin, kun turvetuotantoa on vasta käynnistetty vuonna 1975. Alkaliniteetti on sen jälkeen kuitenkin parantunut, ja heikentynyt uudelleen vasta viime vuosikymmenen aikana. Veden pH-aleneman paikallisvaikutus voi olla merkittävä, vaikka koko järven keskiarvoissa muutos ei näkyisi niin suurena. Kangasjärven tila on ekologisessa luokituksessa riskissä heikentyä matalan pH-arvon takia, muuten vedenlaatu kuvastaa hyvää tilaa. Koko järven pH-arvon nostaminen on käytännössä mahdotonta, mutta niissä ojissa, joissa on alhainen pH-arvo, olisi helpompaa ja kustannustehokkaampaa tehdä toimenpiteitä.

Alhaisella pH-arvolla on vaikutuksia kalastoon. Kangasjärven pH on noin yhden yksikön matalampi kuin muissa saman järviyypin järvissä. Särkikalojen lisääntymisen häiriintyy, kun pH on noin 5. Särkikalakannoille haittaa aiheuttaa pH-arvo 5,5 ja sen alapuolella olevat arvot. Kangasjärven särkikalojen pieni osuus voi selittyä veden matalalla pH-arvolla.

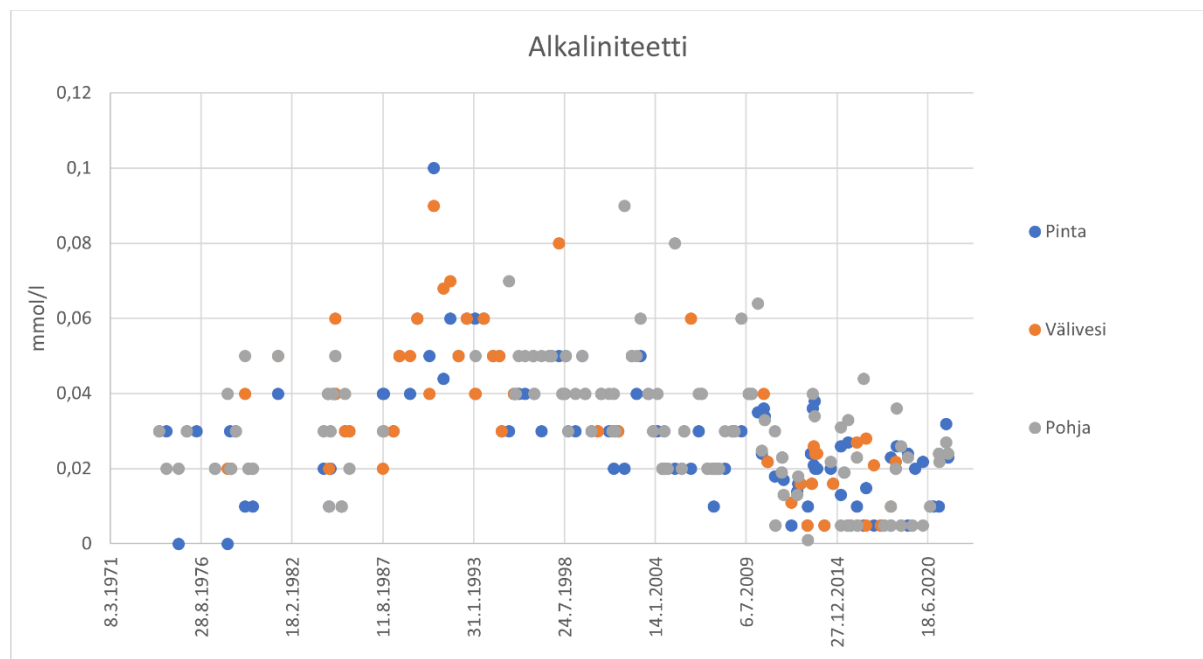
Piilevissä on paljon tietyissä pH-rajoissa toimivia lajeja. Kangasjärvessä on havaittu paljon lajistoa, joka hyötyy matalasta pH:sta.

Taulukko 2-1. Luonnonvesien puskurointikyvyn luokitus (Oravainen 1999).

Alkaliniteetti (mmol/l) luonnonvesissä	Puskurikyky
> 0,2	hyvä
0,1–0,2	tydyttävä
0,05–0,1	välttävä
0,01–0,05	huono
0–0,01	loppunut



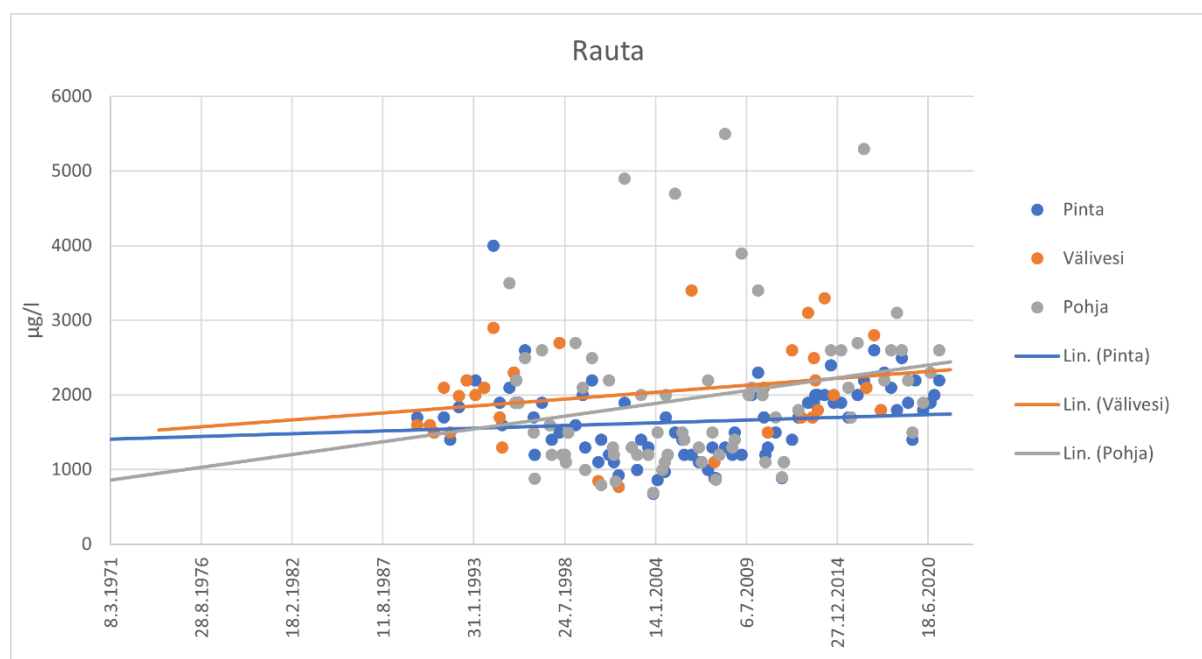
Kuva 2-9. Kangasjärven veden pH-arvo pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.



Kuva 2-10. Kangasjärven veden alkaliniteetti pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

Oravaisen (1999) mukaan alhaisimmat rautapitoisuudet esiintyvät kirkkaissa karuissa vesissä, joissa päällysveden rautapitoisuus on luokkaa 50–200 µg/l. Humusvesissä taso on selvästi korkeampi, koska rauta sitoutuu humusyhdisteisiin. Normaali taso on 400–600 µg/l. Erittäin ruskeissa vesissä rautaa voi olla jopa 1000 µg/l (suovedet). Myös eroosio lisää rautapitoisuuksia, sillä huuhtoutuva maa-aineksessa oleva rauta tulee esille analyysissä. Rautapitoisuudet ovat erittäin sameissa jokivesissä 3 000–6 000 µg/l.

Rautapitoisuus on vaihdellut Kangasjärvessä välillä 680–5 500 µg/l. Keskimäärin pitoisuus on ollut 1 809 µg/l. Kangasjärven rautapitoisuus kertoo selvästi humusvaikutuksesta. On mahdollista, että turvetuotannossa käytetyllä saostuskemikaalilla (ferrisulfaatti) on ollut vaikutusta rautapitoisuuteen. Saostus aloitettiin Ropolansuolla sekä Viransuolla vuonna 2001. Korkeita pitoisuuksia on esiintynyt selvästi kyseisen ajankohdan jälkeen satunnaisin väliajoin.



Kuva 2-11. Kangasjärven veden rautapitoisuus pinnan ja pohjan lähellä sekä välivedessä vuosina 1974–2021 havaintopaikalla Kangasjärvi 045.

Raskasmetalleja oli määritetty vuosina 2013 ja 2020 Kangasjärven pinnan läheisestä vedestä, vuosina 2016 ja 2018–2021 välivedestä sekä vuosina 2018 ja 2020 pohjan läheisestä vedestä. Mittaustuloksia on sen verran harvassa, että pitkän aikavälin kuvaajia ei ole mielekäästä tehdä. Kangasjärvestä mitatut pitoisuudet eivät ylitä pintavesien ympäristölaatunormeja, haitattoman pitoisuuden tasoja (PNEC-arvoja), talousvedelle asetettuja raja-arvoja tai Yhdysvaltojen tai Kanadan käyttämiä akuutin tai kroonisen toksisuuden raja-arvoja (Taulukko 2-2).

Taulukko 2-2. Kangasjärven raskasmetallipitoisuuksien maksimit, minimi ja keskiarvot vuosilta 2013, 2016 ja 2018–2021 kaikista vesikerroksista.

	Maksimi	Minimi	Keskiarvo
Alumiini, µg/l	370	210	264
Arseeni, µg/l	0,93	0,58	0,83
Elohopea, µg/l	0,003	0,003	0,003
Kadmium, µg/l	0,053	0,019	0,031
Koboltti, µg/l	0,97	0,57	0,26
Kromi, µg/l	2,3	0,35	0,61
Kupari, µg/l	1,2	0,8	0,93
Lyijy, µg/l	1,2	0,57	0,84
Sinkki, µg/l	17	5,5	9,6

Taulukko 2-3. Ympäristölaatusuorit, haitattoman pitoisuuden tasot (PNEC-arvoja), talousvedelle asetetut raja-arvot ja Yhdysvaltojen tai Kanadan käyttämät akuutin tai kroonisen toksisuuden raja-arvot.

	Vertailuarvo	Vertailuarvo	Vertailuarvo	Vertailuarvo	Vertailuarvo
Aine	Pintaveden ympäristön- laatusnormi µg/l	Haitaton pitoisuus pintavedessä (PNEC) µg/l	Talousveden raja-arvo µg/l	Toksisuuden raja-arvot US EPA µg/l	Toksisuuden raja-arvot CCME (akuutti / krooninen) µg/l
Alumiini	-	-	-	-	-
Arseeni		13	10	340 / 150	- / 5
Kadmium	0,1–0,25	0,19	5	1,8 / 0,72	1 / 0,09
Kromi		6,5	50	16–570 / 11–74	- / 1–8,9
Kupari		7,8	2 000		
Elohopea		0,057		1,4 / 0,77	- / 0,026
Nikkeli	5	7,1	20	470 / 52	
Lyijy	1,4–1,5	7,0		82 / 3,2	
Sinkki		20,6		120 / 120	37 / 7
Kloridi		100 000	250 000	860 000 / 230 000	640 000 / 120 000
Sulfaatti		250 000	250 000		
Molybdeeni		12700	-		

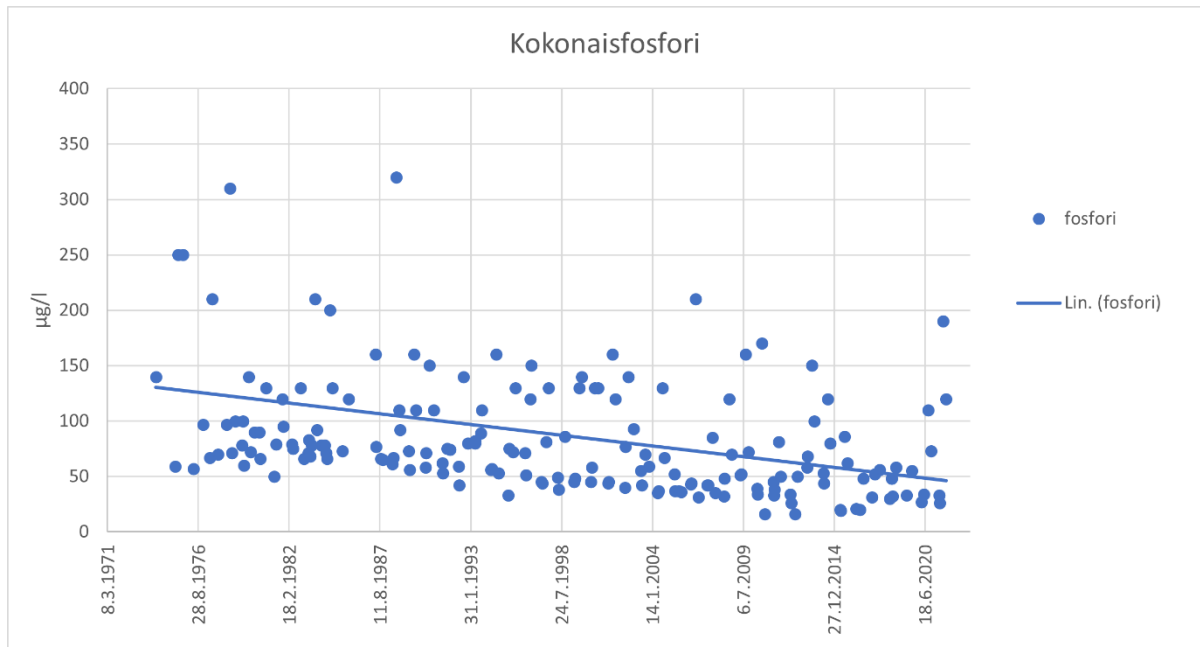
2.2 Kangasjärveen laskevat uomat

2.2.1 Höytiönjoki

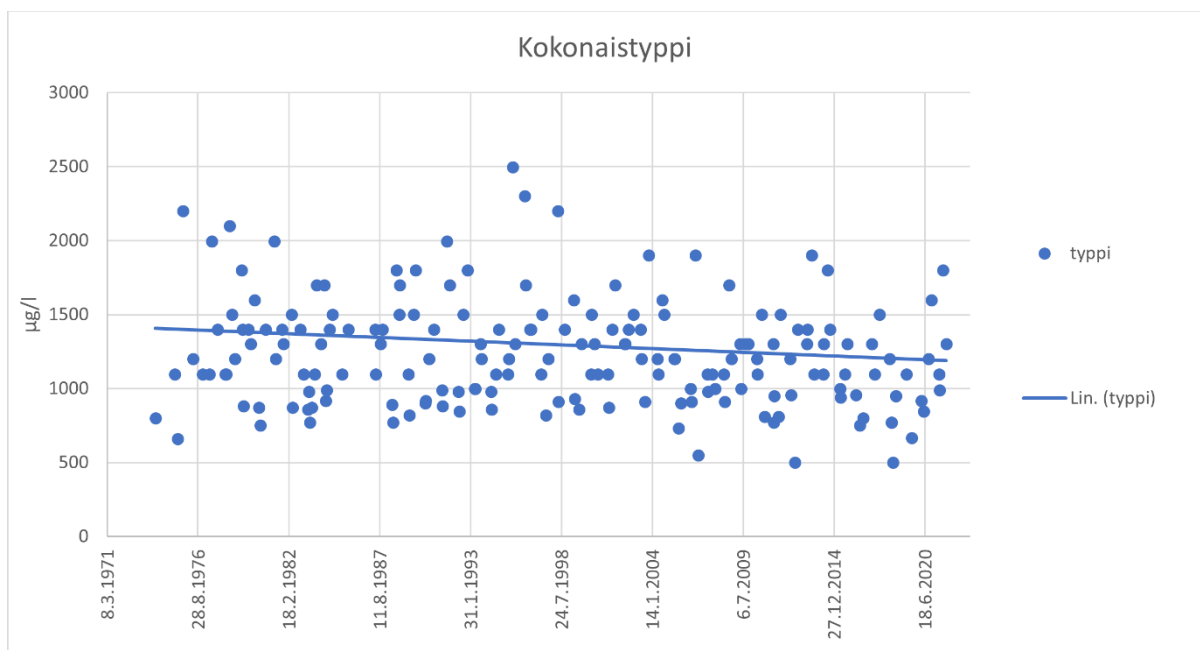
Höytiönjoki laskee Kangasjärven eteläpäähän. Jokeen tulee vesiä Huppionsuon (tuotanto loppunut) ja Viransuon turvetuotantoalueilta.

Höytiönjoen päällyksveden kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut välillä 16–650 µg/l, pitoisuuden ollessa keskimäärin 87 µg/l vuosina 1974–2021. Kokonaisfosforipitoisuudessa voidaan havaita selvä laskeva trendi (Kuva 2-12). Kokonaistyyppipitoisuus on ollut päällyksvedessä välillä 500–13

000 µg/l. Keskimäärin pitoisuus on ollut 1 295 µg/l. Myös kokonaistypen pitoisuudessa on nähtävissä lievä laskeva trendi (Kuva 2-13). Höytiönjoen vesi on ravinteikasta, ja kuvaa rehevyyttä.



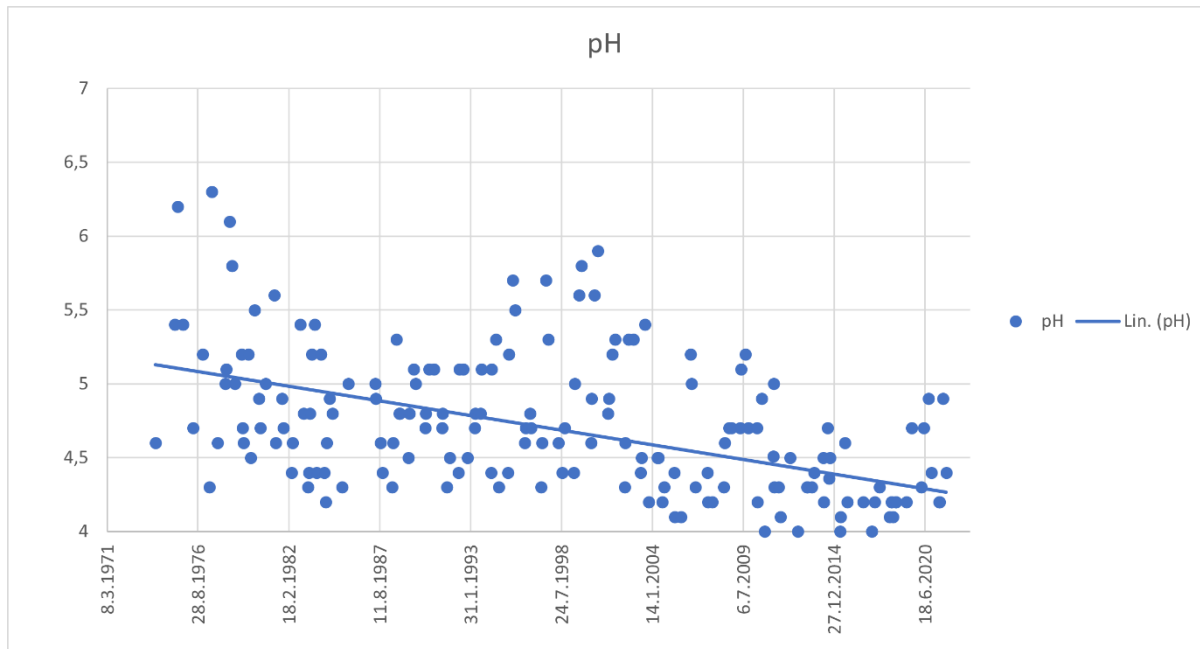
Kuva 2-12. Höytiönjoen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1974–2021.



Kuva 2-13. Höytiönjoen päällysveden kokonaistypipitoisuus vuosina 1974–2021.

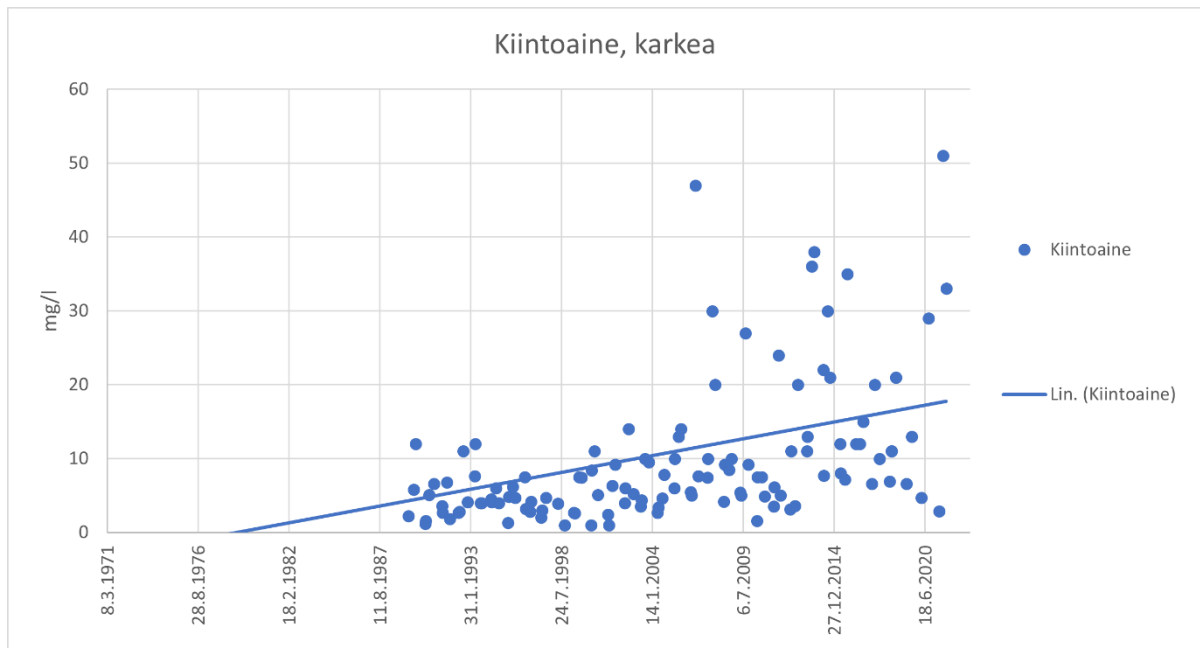
Höytiönjoen päällysveden happipitoisuus on vaihdellut välillä 4,8–12,5 mg/l, ollen keskimäärin 8,7 mg/l. Mittaustuloksia on enemmän vuosilta 1974–1988, muutama yksittäinen tulos on myös vuosilta 2011, 2018 ja 2020.

Päällysveden pH-arvo on laskenut voimakkaasti vuosina 1974–2021 (Kuva 2-14). Luku on vaihdellut välillä 3,5–6,3, ollen keskimäärin 4,7. Höytiönjoen vesi on selvästi hapanta.



Kuva 2-14. Höytiönjoen veden pH-arvo vuosina 1974–2021.

Höytiönjoen päällysveden kiintoainepitoisuus on noussut vuosina 1989–2021 (Kuva 2-15). Kiintoainepitoisuus on vaihdellut välillä 1–150 mg/l, ollen keskimäärin 11 mg/l. Vuodesta 2006 lähtien on alkanut esiintyä yksittäisiä korkeampia pitoisuuksia.



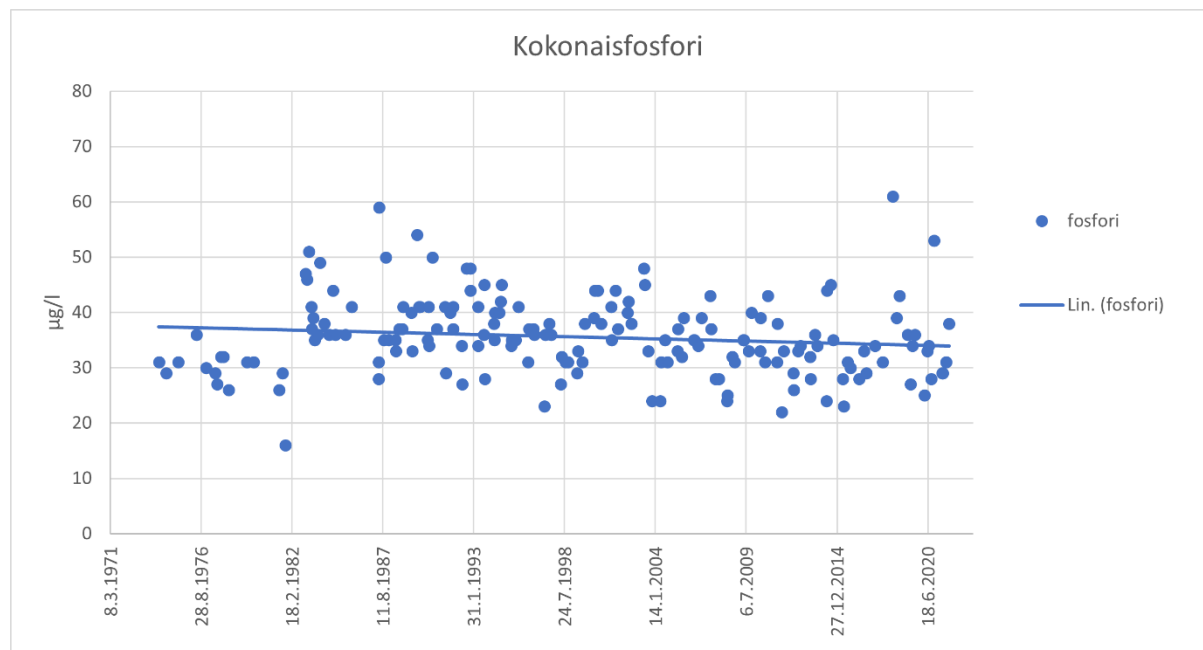
Kuva 2-15. Höytiönjoen päällysveden kiintoainepitoisuus vuosina 1989–2021.

Höytiönjoen raskasmetallipitoisuuksia ei ole määritetty.

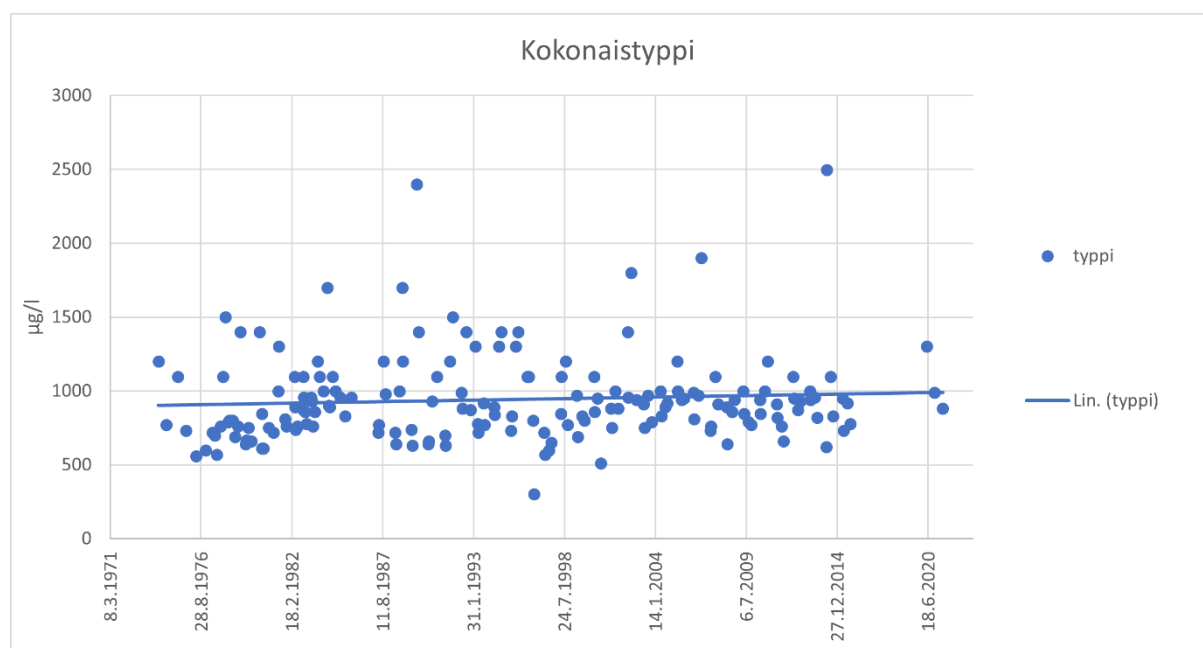
2.2.2 Heinäjoki

Heinäjoki laskee Kangasjärveen järven pohjoispäästä. Heinäjoen valuma-alueella on paljon ojitettuja soita, jotka purkavat suoraan Heinäjokeen. Heinäjokeen ei enää johdeta turvetuotannon kuivatusvesiä.

Heinäjoen vesi on ravinteikasta, sen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on ollut välillä 15–110 µg/l (Kuva 2-16). Keskimäärin pitoisuus on ollut 41 µg/l. Heinäveden päällysveden kokonaistyyppipitoisuus on ollut 300–2500 µg/l, ollen keskimäärin 941 µg/l (Kuva 2-17). Molemmat arvot kuvaavat Heinäjoen olevan rehevä. Kokonaisfosforipitoisuudessa voidaan nähdä lievää laskua, mutta tyyppipitoisuudessa on havaittavissa hienoista nousua.

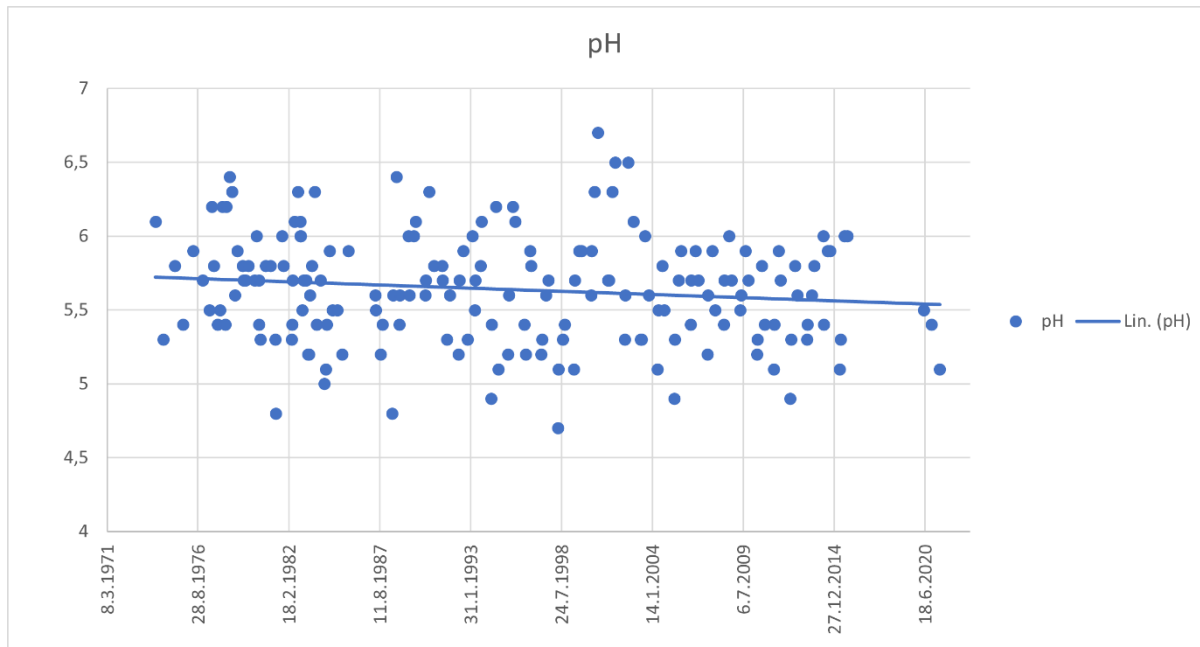


Kuva 2-16. Heinäjoen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1974–2021.



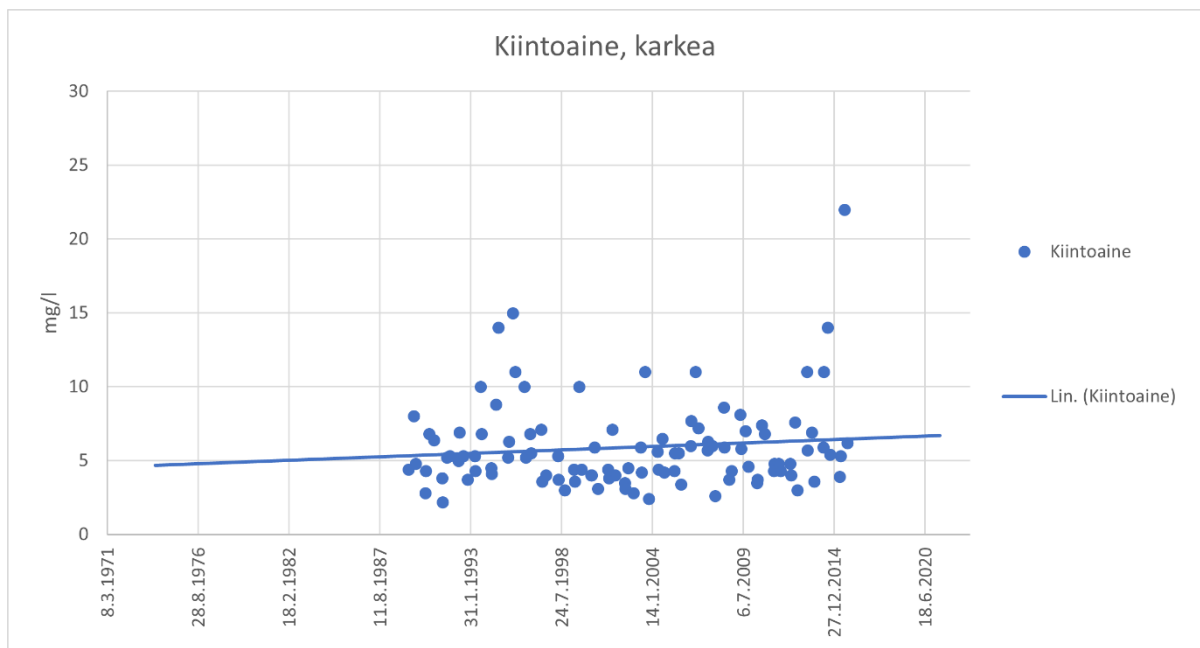
Kuva 2-17. Heinäjoen päällyksveden kokonaistypipitoisuus vuosina 1974–2021.

Heinäjoen päällyksveden pH-arvo on vaihdellut välillä 4,7–6,7 (Kuva 2-18). Keskimäärin pH on ollut 5,6. Vesi on selvästi hapanta.



Kuva 2-18. Heinäjoen päällyksveden pH-arvo vuosina 1974–2021.

Kiintoainepitoisuus on vaihdellut Heinäjoessa päällyksvedessä välillä 2,2–22 mg/l, ollen keskimäärin 5,9 mg/l (Kuva 2-19). Pitoisuudessa on näkyvässä jonkinlainen nouseva trendi.

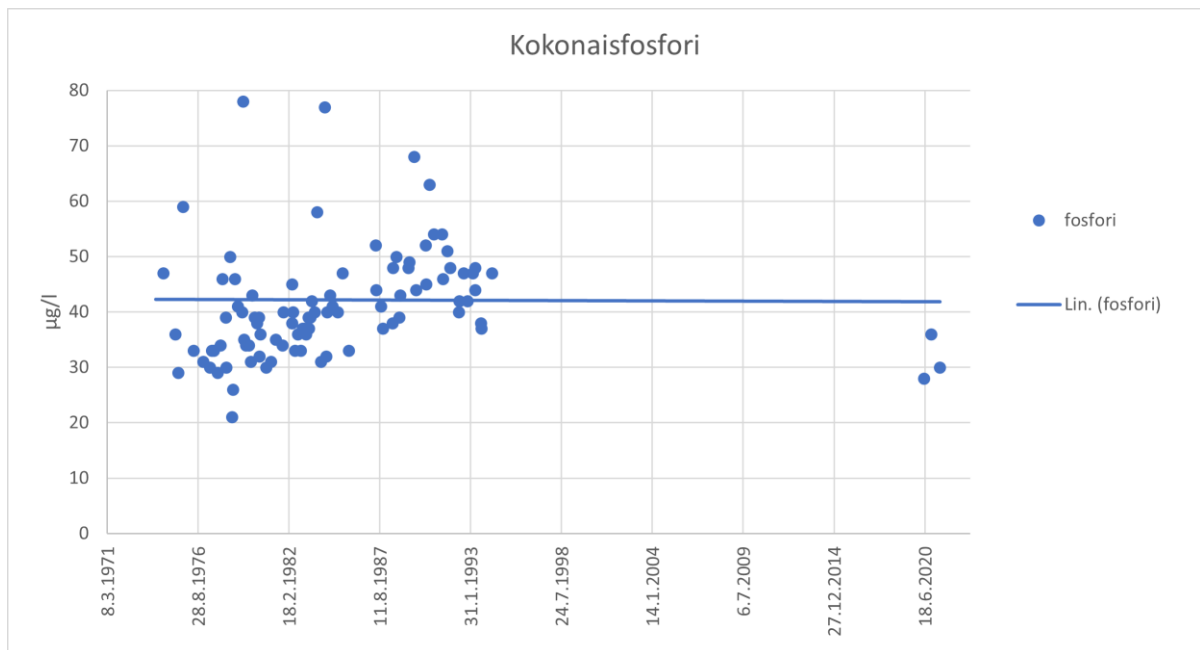


Kuva 2-19. Heinäjoen päällyksveden kiintoainepitoisuus vuosina 1974–2021.

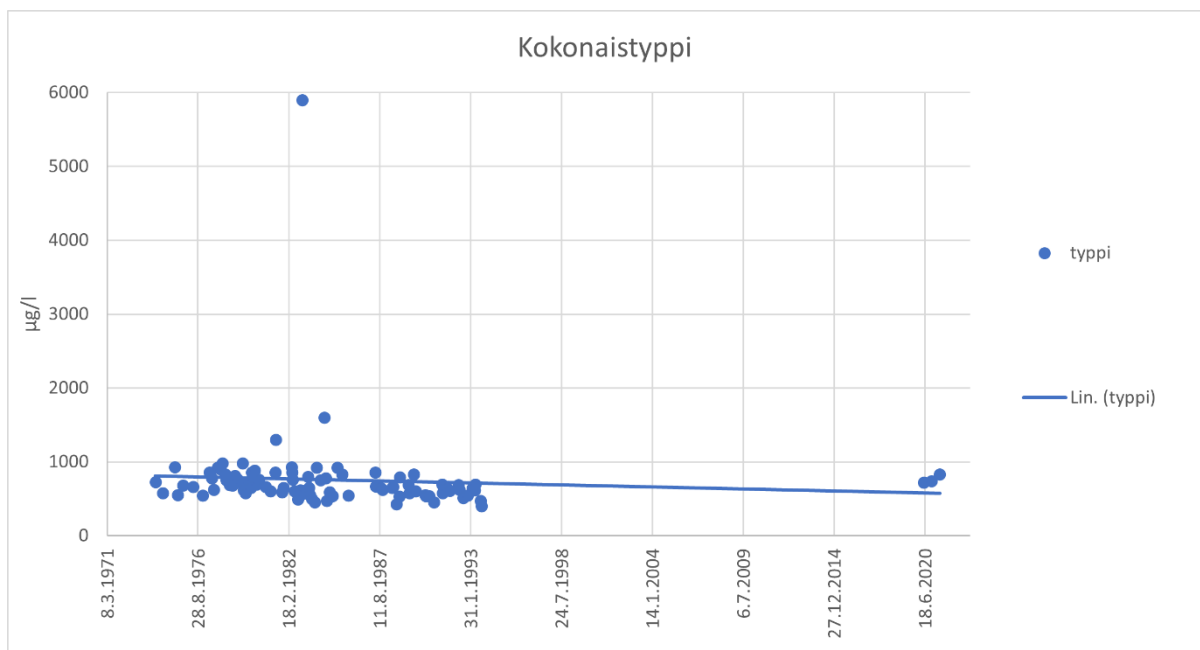
Heinäjoen raskasmetallipitoisuuksia ei ole määritetty.

2.2.3 Airikanjoki

Airikanjoki laskee Kangasjärveen järven eteläpäässä. Joen valuma-alueella ei ole turvetuotantoa. Veden laatua on mitattu enemmän vuosina 1974–1994, sen jälkeen on ollut usean vuoden tauko. Vuosilta 2020 ja 2021 on yhteensä kolme vesinäytetä. Airikanjoen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut välillä 21–96 µg/l, ollen keskimäärin 42 µg/l (Kuva 2-20). Kokonaistyyppipitoisuus on vaihdellut välillä päällysvedessä 410–5 900 µg/l (Kuva 2-21). Keskimäärin pitoisuus on ollut 755 µg/l. Vuonna 2020 ja 2021 kokonaisfosforipitoisuudet olivat 28–36 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet 720–840 µg/l.

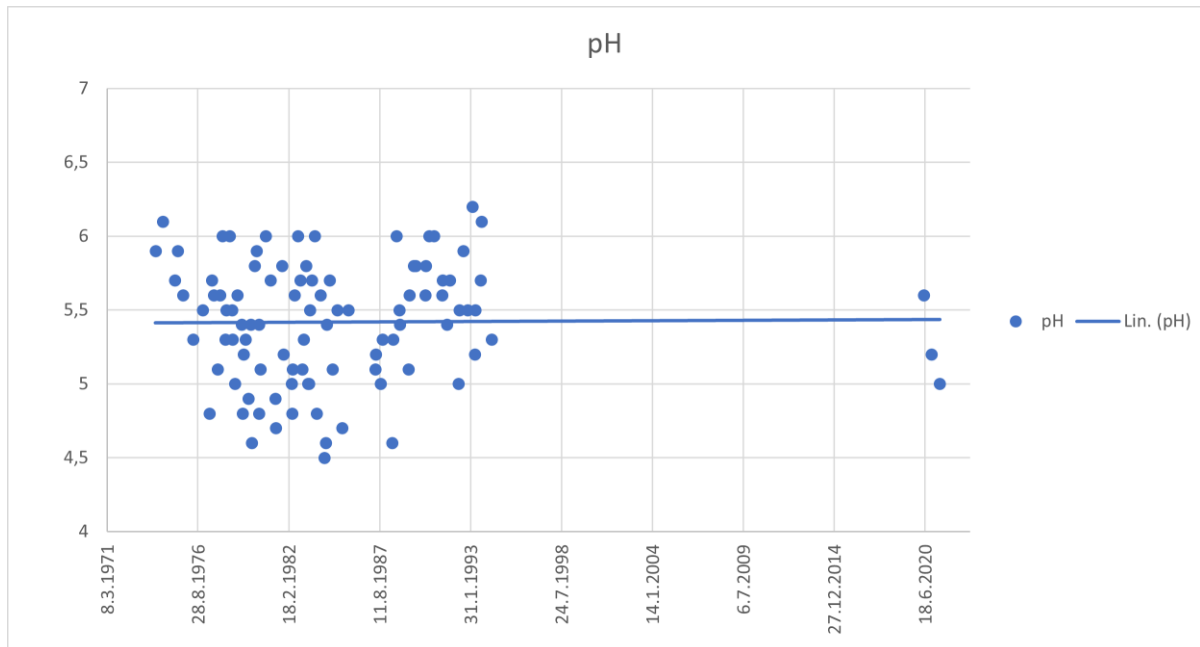


Kuva 2-20. Airikanjoen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1974–2021.



Kuva 2-21. Airikanjoen päällysveden kokonaistyyppipitoisuus vuosina 1974–2021.

Päällysveden pH-arvo on vaihdellut välillä 4,5–6,2 (Kuva 2-22). Keskimäärin veden pH-arvo on ollut 5,4. Tämä kertoo veden selvästä happamuudesta.



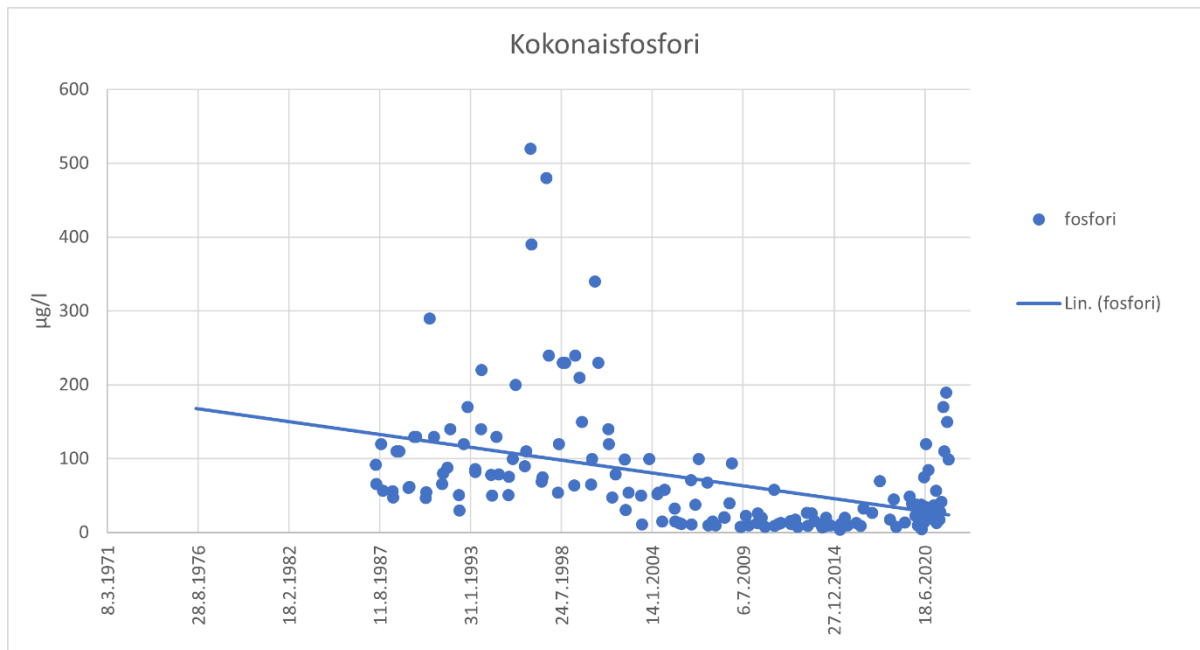
Kuva 2-22. Airikanjoen päällysveden pH-arvo vuosina 1974–2021.

Kiintoainepitoisuuksia on määritetty ainoastaan vuosina 1989–1993. Keskimäärin Airikanjoen päällysveden kiintoainepitoisuus on ollut 4,0 mg/l. Kiintoainepitoisuus on vaihdellut välillä 1,9–14 mg/l.

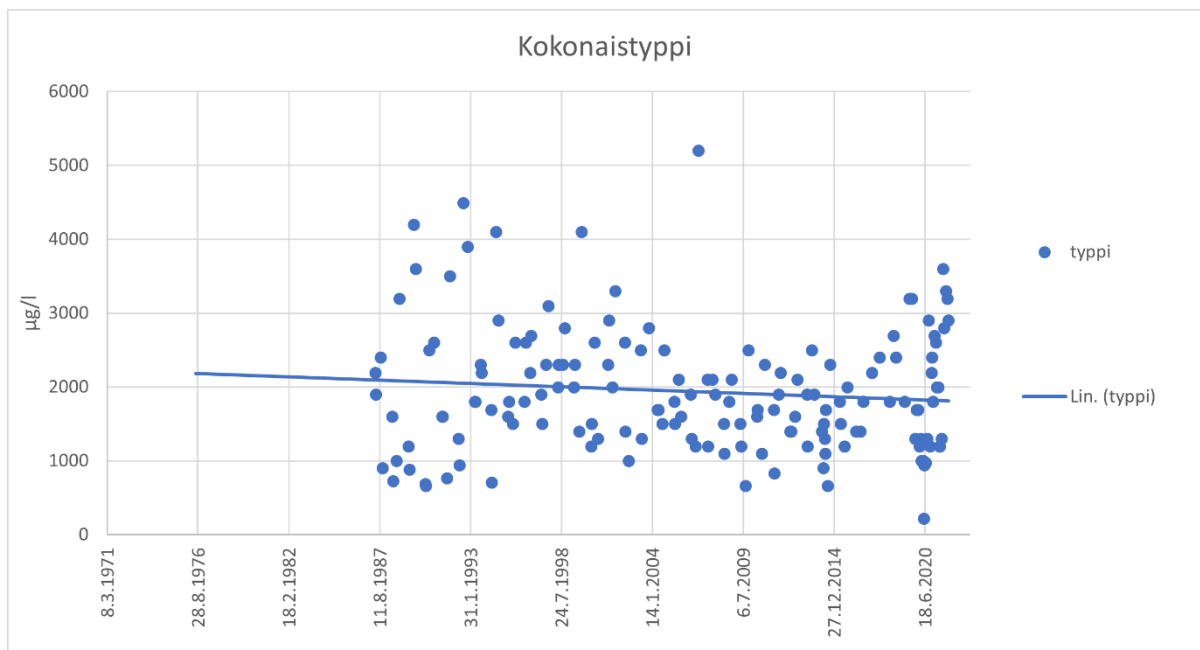
Airikanjoen raskasmetallipitoisuuksia ei ole määritetty.

2.2.4 Akonlahteen laskeva oja

Akonlahteen tulee vesiä Ropolansuon turvetuotantoalueelta Akonlahteen johtavaa ojaa pitkin. Vuonna 2021 on kaivettu kosteikkoja Ropolansuolla, mikä voi selittää Akonlahteen laskevan ojan korkeita pitoisuuksia kyseisenä vuonna (kiintoaine, kokonaisfosfori). Akonlahteen johtavan ojan päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut välillä 4–520 µg/l, ollen keskimäärin 73 µg/l (Kuva 2-23). Päällysveden kokonaistyyppipitoisuus on vaihdellut välillä 220–5 200 µg/l. Keskimäärin pitoisuus on ollut 1936 µg/l (Kuva 2-24). Pitoisuudet kertovat selvästä rehevyydestä.

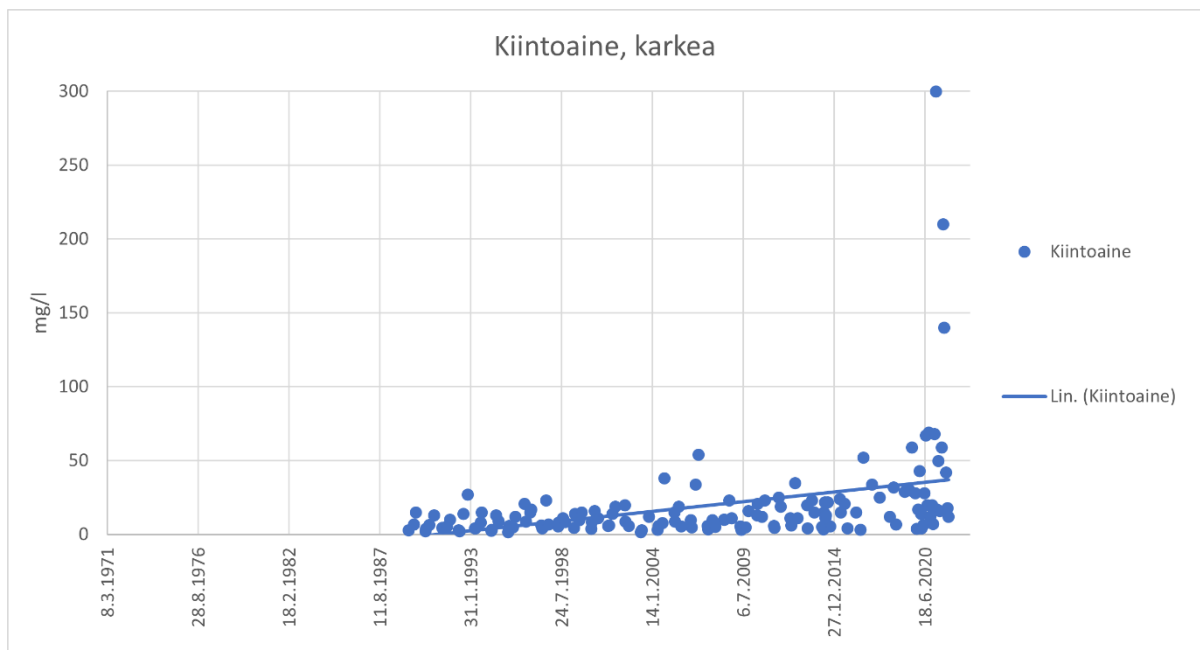


Kuva 2-23. Akonlahteen laskevan ojan päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1987–2021.



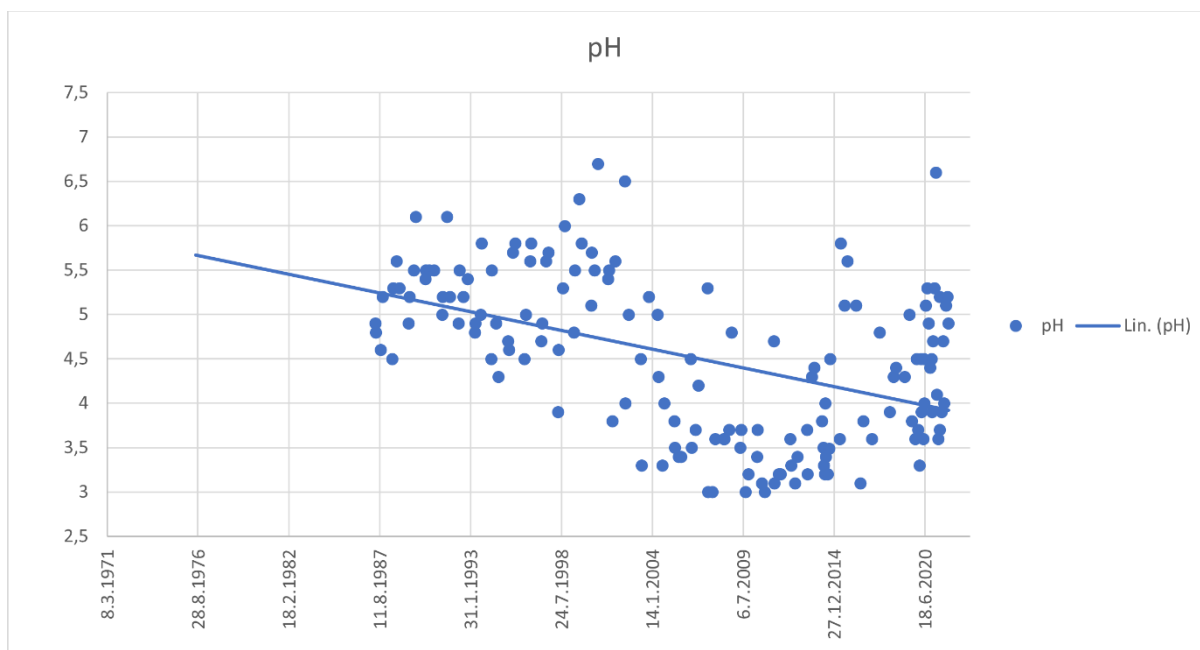
Kuva 2-24. Akonlahteen laskevan ojan päällysveden kokonaistyyppipitoisuus vuosina 1987–2021.

Päällysveden kiintoainepitoisuudet ovat olleet 1,7–300 mg/l, keskimäärin 19,4 mg/l. Havainnoista on nähtävissä lievä nouseva trendi (Kuva 2-25).



Kuva 2-25. Akonlahteen laskevan ojan päällysveden kiintoainepitoisuus vuosina 1989–2021.

Päällysveden pH-arvo on vaihdellut välillä 3–6,7, ollen keskimäärin 4,5. Vesi on erittäin hapanta. Veden pH-arvossa on havaittavissa selvä laskeva trendi, joka saattaa hyvinkin todennäköisesti selittyä kemiallisen saostuksen aloituksella vuonna 2001 (Kuva 2-26).

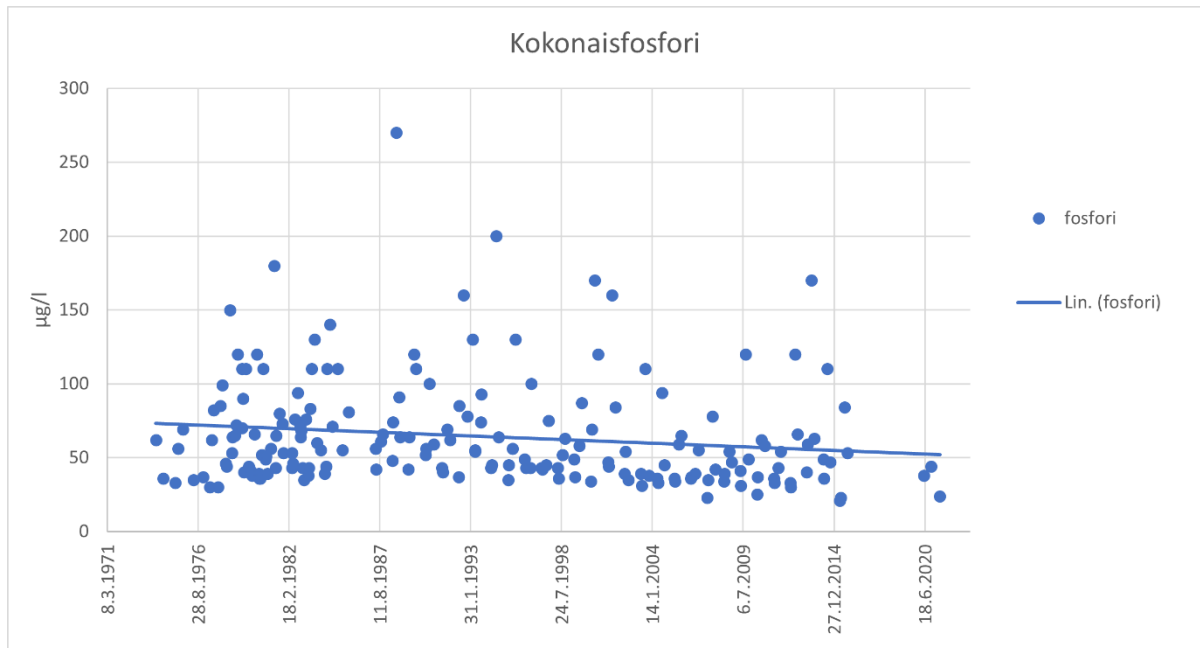


Kuva 2-26. Akonlahteen laskevan ojan päällysveden pH-arvo vuosina 1987–2021.

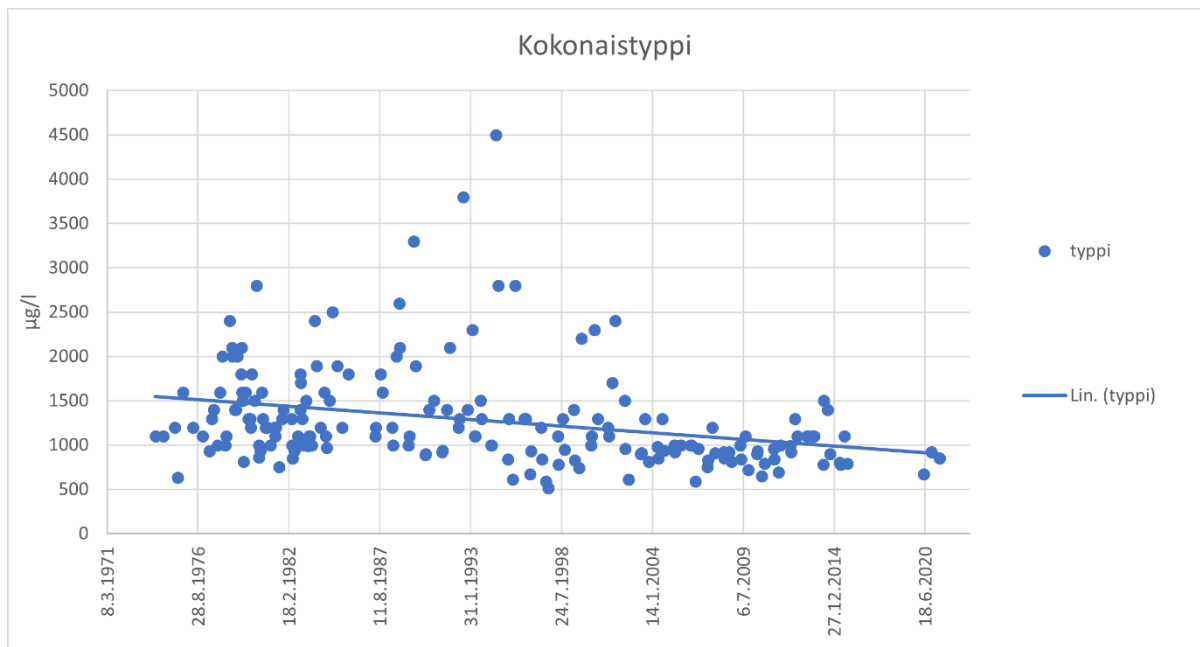
Akonlahteen laskevasta ojasta ei ole määritetty raskasmetallipitoisuuksia.

2.2.5 Heiniönlahden laskujoki

Heiniönlahteen laskevan ojan päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut välillä 21–270 $\mu\text{g/l}$, ollen keskimäärin 64 $\mu\text{g/l}$ (Kuva 2-27). Kokonaistypen pitoisuudet ovat vaihdelleet välillä päällysvedessä 220–5 200 $\mu\text{g/l}$ (Kuva 2-28). Keskimäärin kokonaistyyppipitoisuus on ollut 1 279 $\mu\text{g/l}$. Molempien aineiden kohdalla voidaan havaita laskeva trendi.

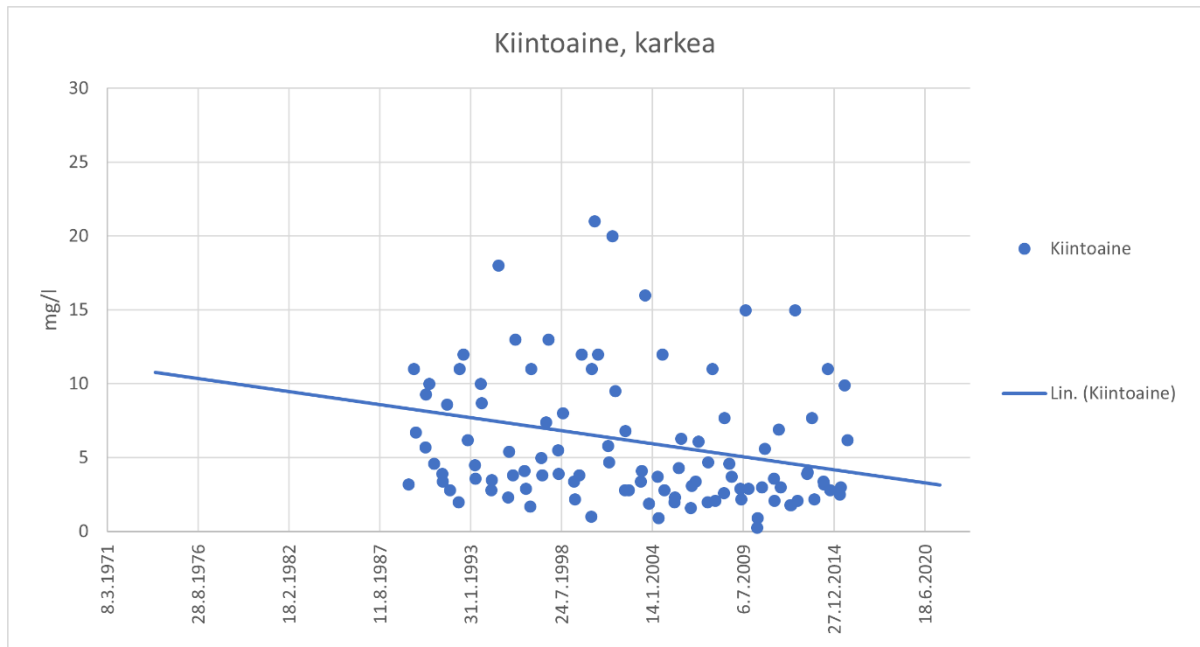


Kuva 2-27. Heiniönlahteen laskevan ojan päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1974–2021.



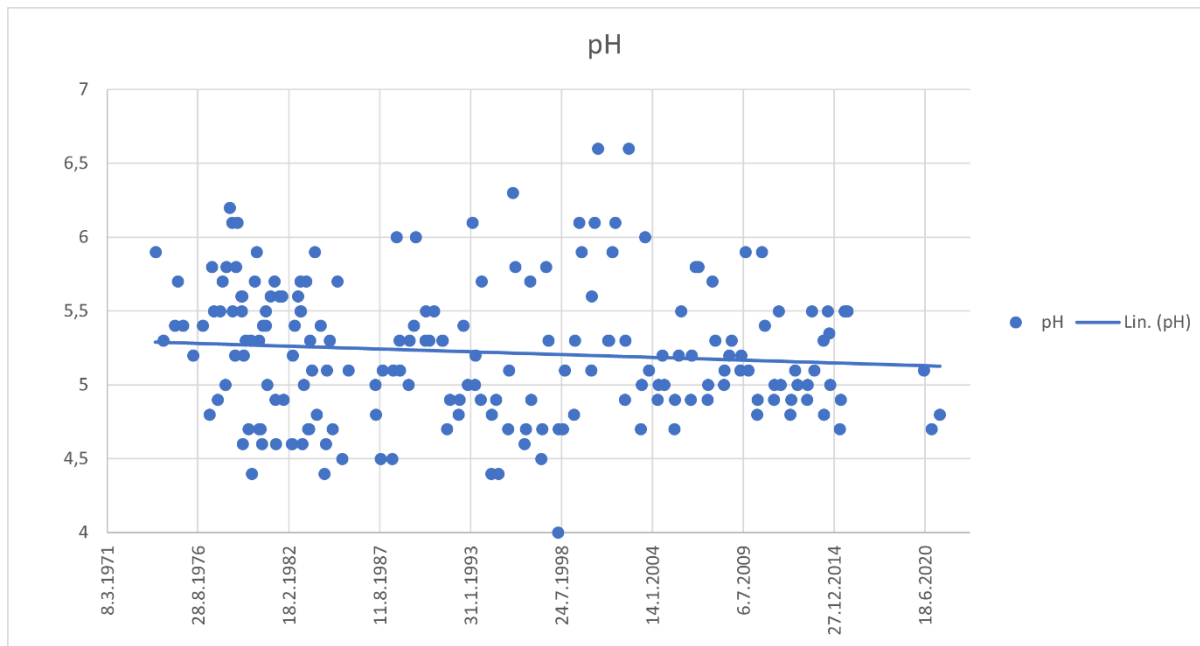
Kuva 2-28. Heiniönlahteen laskevan ojan päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1974–2021.

Päälyysveden kiintoainepitoisuus on vaihdellut Heiniönlahteen laskevassa ojassa 0,25–45 mg/l, ollen keskimäärin 6,2 mg/l (Kuva 2-29). Kiintoainepitoisuudessa näyttäisi olevan laskeva trendi, tosin yksittäisiä korkeita mittaustuloksia on havaittu aina silloin tällöin.



Kuva 2-29. Heiniönlahteen laskevan ojan päälyysveden kiintoainepitoisuus vuosina 1974–2021.

Päälyysveden pH-arvo on vaihdellut välillä 4–6,6 (Kuva 2-30). Keskimäärin veden pH on ollut 5,2. Veden pH-arvossa nähdään lievää laskua ja vesi on selvästi hapanta.



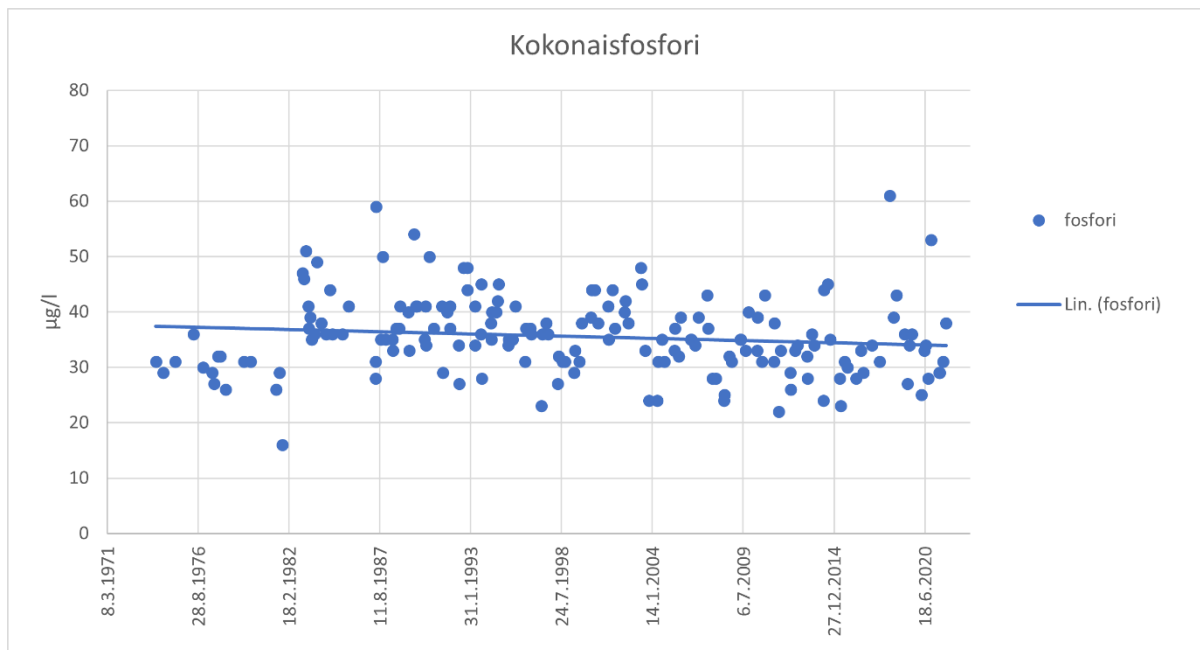
Kuva 2-30. Heiniönlahteen laskevan ojan päälyysveden pH-arvo vuosina 1974–2021.

Raskasmetalleja ei ole määritetty Heiniönlahteen laskevasta ojasta.

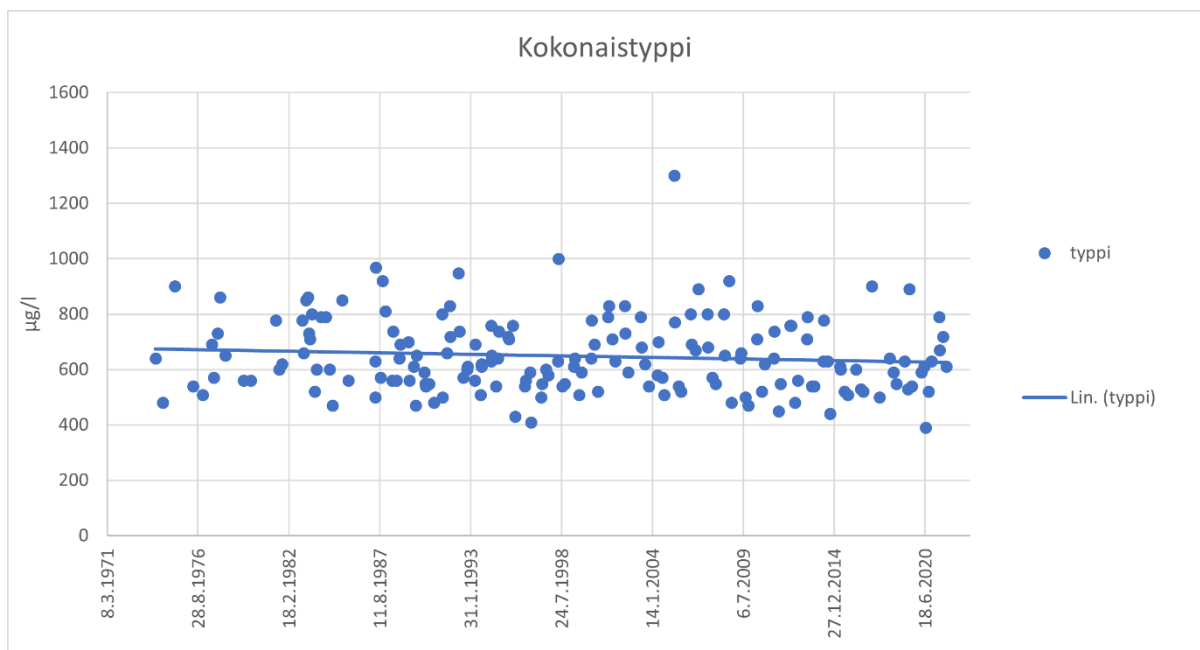
2.3 Kangasjärvestä lähtevä uoma

2.3.1 Rakkineenjoki

Kangasjärvestä vedet lähtevät Rakkineenjokea pitkin Etelä-Haapajärveen. Rakkineenjoen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut välillä 16–61 µg/l, ollen keskimäärin 36 µg/l. Kokonaistypen pitoisuudet ovat vaihdelleet päällysvedessä välillä 390–1 300. Keskimäärin kokonaistyyppipitoisuus on ollut 648 µg/l. Molempien aineiden kohdalla voidaan havaita lievää laskevaa trendiä pitoisuuksissa. Sekä kokonaisfosfori- että kokonaistyyppipitoisuus viittaavat selvään rehevyyteen.



Kuva 2-31. Rakkineenjoen päällysveden kokonaisfosforipitoisuus vuosina 1974–2021.



Kuva 2-32. Rakkineenjoen päällysveden kokonaistyyppipitoisuus vuosina 1974–2021.

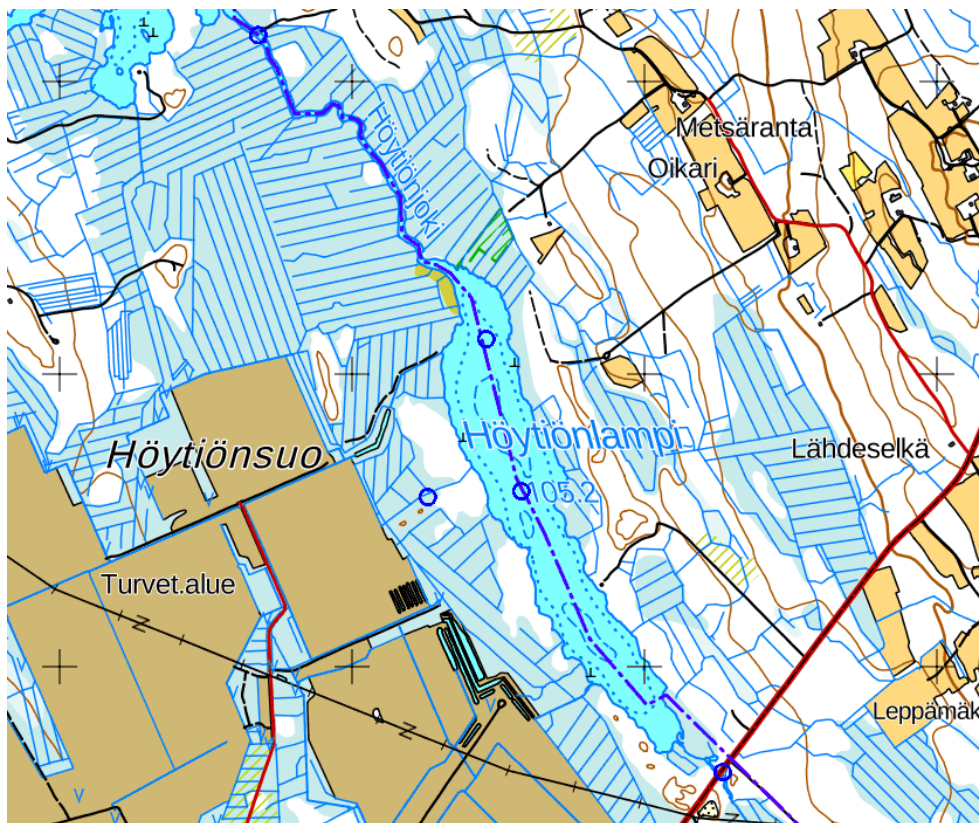
Päälysveden kiintoainepitoisuudet on olleet välillä 0,8–45 mg/l, ollen keskimäärin 4,5 mg/l. Veden pH-arvo on ollut välillä 4,5–6,5.

Rakkineenjoen raskasmetallipitoisuuksia ei ole määritetty.

3. HÖYTIÖNLAMMEN JA AKONLAHDEN VESIEN TILA

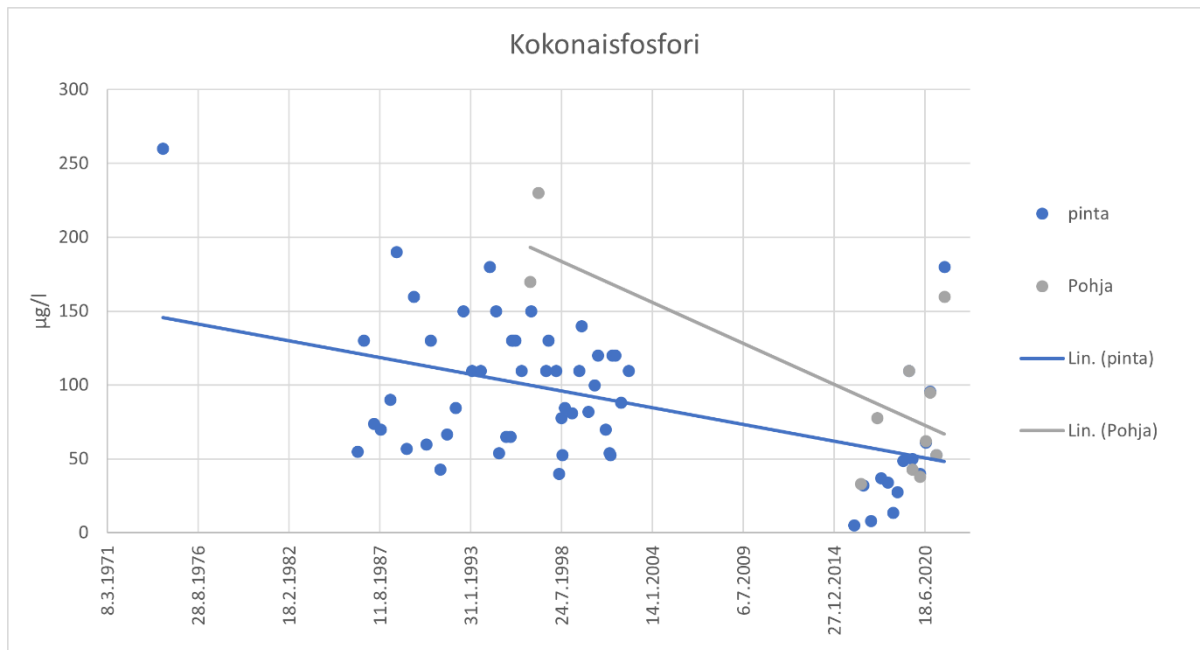
3.1 Höytiönlampi

Höytiönlammesta on otettu vesinäytteitä kahdesta havaintopaikasta (Höytiönlampi 048 ja Höytiönlampi 163). Höytiönlampi 048 sijaitsee aivan järven pohjoispäässä ja Höytiönlampi 163 järven keskiosassa. Höytiönlampi 048 -havaintopaikasta on otettu yhteensä 66 näytettä vuosina 1974–2021. Höytiönlampi 163 -havaintopaikasta on otettu 70 näytettä vuosina 1984–2021.

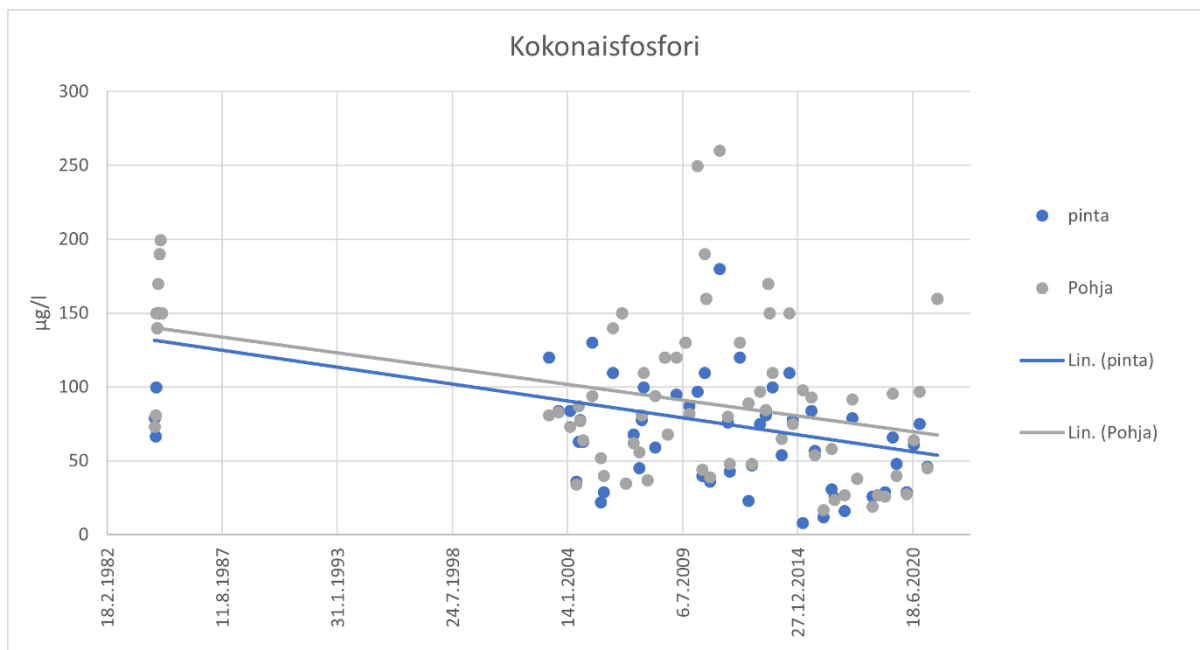


Kuva 3-1. Höytiönlammen tarkkailupisteet.

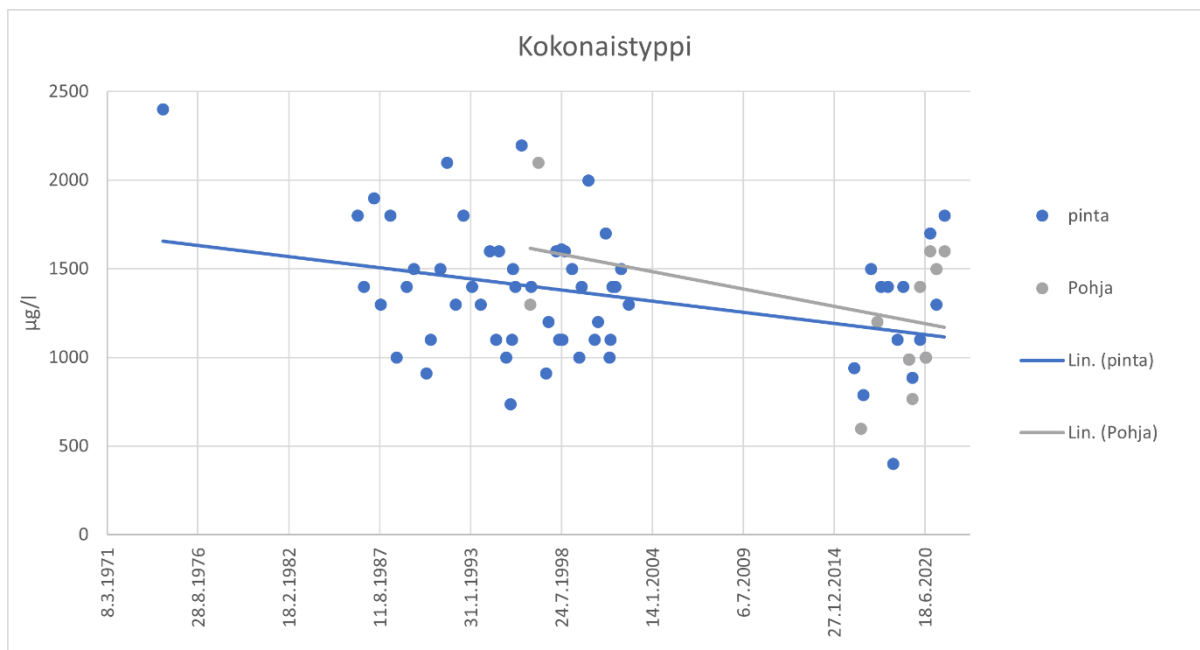
Höytiönlammen vesi on rehevämpää kuin Kangasjärven, johon se laskee Höytiönjokea pitkin. Kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut molemmissa havaintopaikoissa välillä 8–260 µg/l, ollen keskimäärin 88 µg/l. Kokonaistypen pitoisuudet ovat olleet molemmissa havaintopaikoissa välillä 400–3 500 µg/l, ollen keskimäärin 1 337 µg/l.



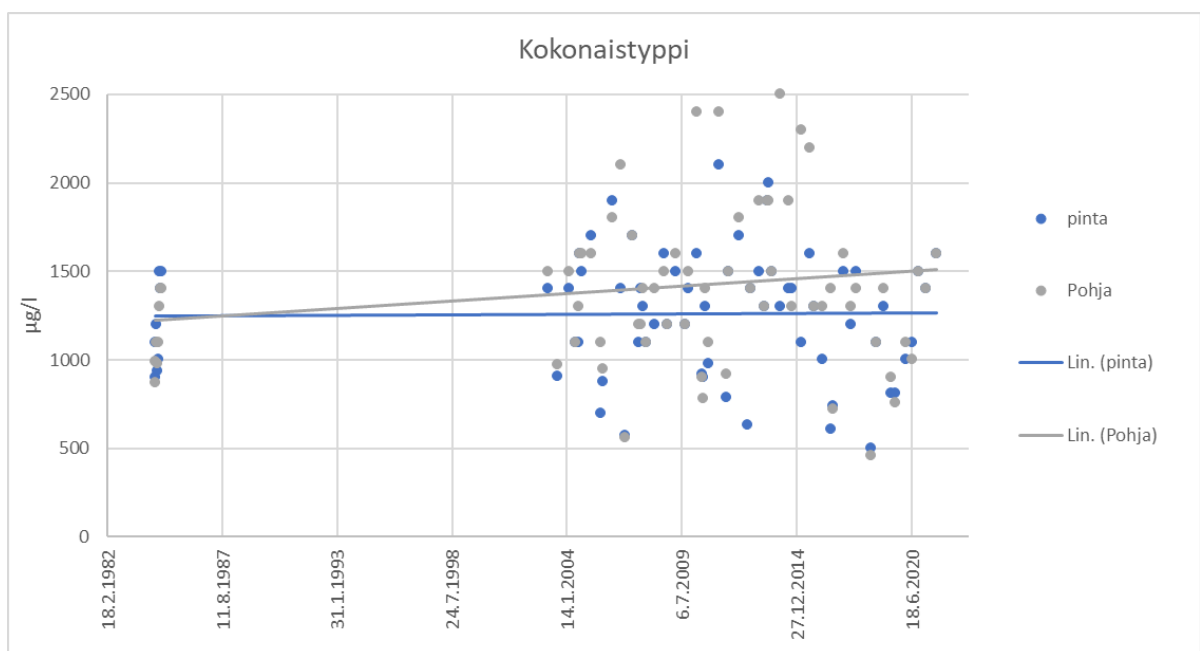
Kuva 3-2. Höytiönlammen kokonaisfosforipitoisuus havaintopaikalla Höytiönlampi 048 vuosina 1974–2021.



Kuva 3-3. Höytiönlammen kokonaisfosforipitoisuus havaintopaikalla Höytiönlampi 163 vuosina 1984–2021.

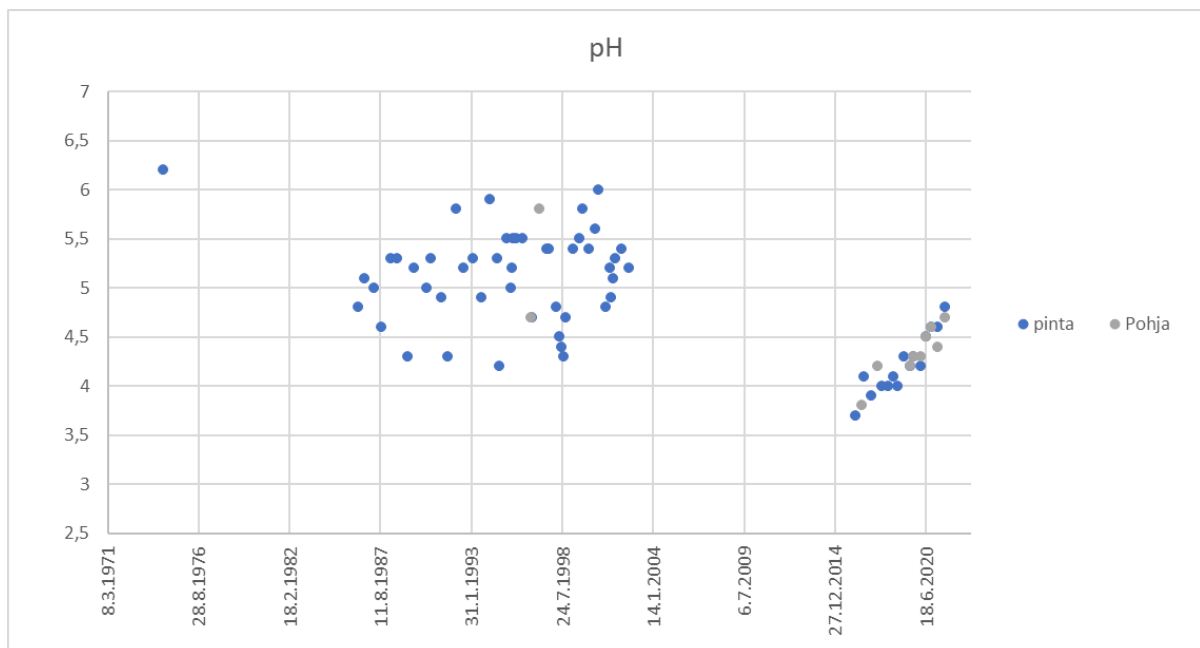


Kuva 3-4. Höytiönlammen kokonaistyyppipitoisuus havaintopaikalla Höytiönlampi 048 vuosina 1974–2021.

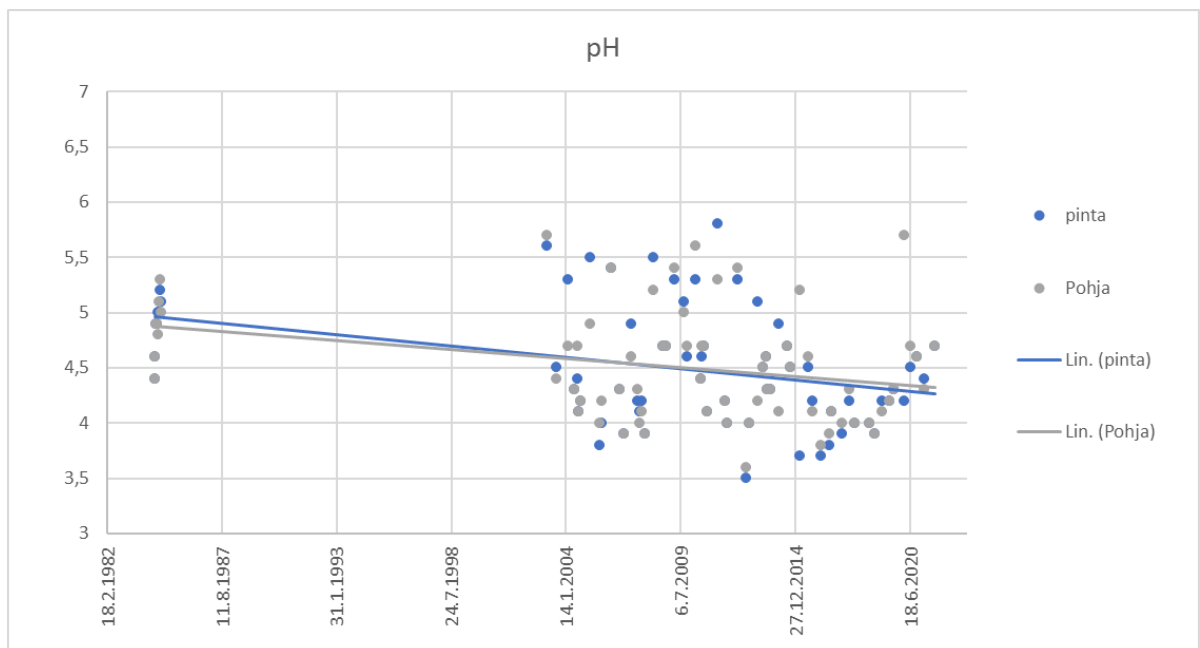


Kuva 3-5. Höytiönlammen kokonaistyyppipitoisuus havaintopaikalla Höytiönlampi 163 vuosina 1984–2021.

Veden pH-arvo on vaihdellut vaihdellut molemmissa havaintopaikoissa välillä 3,5–6,2, ollen keskimäärin 4,5 µg/l. Keskiarvo kuvaa erittäin hapanta vettä. Kyseinen veden pH-arvo vaikuttaa heikentävästi eliöstöön.



Kuva 3-6. Höytiönlammen pH havaintopaikalla Höytiönlampi 048 vuosina 1974–2021.



Kuva 3-7. Höytiönlammen pH havaintopaikalla Höytiönlampi 163 vuosina 1984–2021.

3.2 Akonlahti

Akonlahden vedestä on otettu kolme näytettä vuosina 2018 ja 2019. Näytteiden tulokset on esitetty alla taulukossa (Taulukko 3-1). Akonlahden päällysveden kokonaisfosforipitoisuus ja kokonaistyyppipitoisuudet kuvastavat erittäin rehevää vettä. Happipitoisuus on ollut hyvä. Vesi on ollut selvästi hapanta. Rautapitoisuus ja väriluku kuvaavat humusvaikutusta.

Raskasmetallipitoisuudet eivät pääosin ylitä pintavesien ympäristölaatunormeja, haitattoman pitoisuuden tasoja (PNEC-arvoja), talousvedelle asetettuja raja-arvoja tai Yhdysvaltojen tai Kanadan käyttämiä akuutin tai kroonisen toksisuuden raja-arvoja (Taulukko 2-2). Nikkelin osalta sisämaan pintavesien vuosikeskiarvon ympäristölaatunormi (AA-EQS, 4 µg/l) on ylittynyt maaliskuussa 2019. Sallitun enimmäispitoisuuden ympäristölaatunormi (MAC-EQS, 34 µg/l) ei kuitenkaan ylittynyt.

Taulukko 3-1. Akonlahden vesinäytteiden tulokset vuosilta 2018–2019.

Näytteenottoaika	12.07.2018	27.03.2019	07.10.2019
Alkaliniteetti, mmol/l	0,027	0,026	0,03
Ammoniumtyppi, µg/l	4	36	13
Arseeni, µg/l		0,84	0,84
Fosfaattifosfori, µg/l		9,4	12
Fosfaattifosfori, suodatus polykarb. 0,4 µm µg/l	3,4		
Hapen kyllästysaste kyll.%	96	89	89
Happipitoisuus, mg/l	8,4	12,6	11,4
Kadmium, µg/l		0,041	0,017
Kemiallinen hapen kulutus, mg/l	17	10	11
Kiintoaine, hieno, suodatus polykarb. 0,4 µm mg/l	10		
Koboltti, µg/l		0,37	0,23
Kokonaisfosfori, µg/l	39	30	41
Kokonaistyyppi, µg/l	640	580	500
Kromi, µg/l		0,4	0,38
Kupari, µg/l		0,86	0,86
Lyijy, µg/l		0,89	0,9
Lämpötila, °C	22	1	5
Nikkeli, µg/l		15	2,7
Nitriitti-nitraattityppi, µg/l	7	120	14
pH	5,6	5,6	5,8
Rauta, µg/l	2000	2100	2300
Sameus, FNU	1,9	1	2,8
Sinkki, µg/l		8,1	5,2
Sähkönjohtavuus, mS/m	4,2	4,4	4,8
Väriluku, mg/l Pt	180	110	95

4. KANGASJÄRVEN EKOLOGINEN JA KEMIALLINEN TILA

4.1 Ekologinen tila

Kangasjärvi kuuluu Matalat runsashumuksiset järvet -tyyppiin (MRh). Ekologisessa luokittelussa luokittelutekijän mitattuja arvoja verrataan tyyppikohtaisiin luokkarajoihin. Kangasjärven ekologinen luokitus on pysynyt samana eli hyvänä kaikkina kolmena vesienhoitokautena. Se on kuitenkin riskissä heikentyä (tilatavoite on saavutettu, mutta sen säilyminen on uhattuna ilman toimenpiteitä).

Biologinen luokitus oli ensimmäisellä kaudella tyydyttävä, toisella ja kolmannella kaudella hyvä. Biologista tekijöistä vesikasvit ovat muuttuneet ensimmäisen kauden tyydyttävästä tilasta toisen kauden hyvään tilaan. Kolmannella kaudella kyseistä muuttujaa ei luokiteltu aineiston

puuttumisen takia. Litoraalin eli rantavyöhykkeen pohjaeläimet ovat myös nousseet toisen kauden hyvästä kolmannen kauden erinomaiseen luokkaan. Muuten biologisen luokituksen eri osatekijät ovat pysyneet samanlaisina kaikilla kausilla. Kalat kuvaavat erinomaista ja kasviplankton sekä perifyton eli päällylslevät hyvää tilaa.

Fysikaalis-kemiallisen luokitus on ollut ensimmäisellä kaudella erinomainen, ja laskenut toisella ja kolmannella kaudella tyydyttävään luokkaan. Kokonaisfosforipitoisuus on laskenut erinomaisesta hyvään luokkaan, mutta kokonaistyyppipitoisuus on pysynyt erinomaisena. Fysikaalis-kemiallinen tila on kuitenkin arvioitu tyydyttäväksi. Toisella ja kolmannella kaudella arvio perustuu alhaiseen pH-arvoon, lisäksi kolmannella kaudella kokonaisfosforipitoisuus on lähellä tyydyttävän rajaa. Kolmannella kaudella on todettu, että veden pH-arvot ovat kriittisiä, ja alhaisia esim. kalaston kannalta. Matala pH voi vaikuttaa myös laskevasti esimerkiksi levämäärään/ klorofylliarvoihin.

Taulukko 4-1. Kangasjärven ekologinen luokitus osatekijöittäin arvioituna 1.–3. vesienhoitokaudella.

Kangasjärven ekologinen luokitus			
	1. luokittelukausi	2. luokittelukausi	3. luokittelukausi
Ekologinen tila	Hyvä	Hyvä	Hyvä
Kemiallinen tila	Hyvä	Hyvä	Hyvää huonompi
KeVoMu nimeäminen	Ei voimakkaasti muutettu	Ei voimakkaasti muutettu	Ei voimakkaasti muutettu
Biologinen muuttuja	<u>Tyydyttävä</u>	<u>Hyvä</u>	<u>Hyvä</u>
Muu vesikasvillisuus – päällylslevät eli perifyton	-	Hyvä	Hyvä
Kasviplankton	Hyvä	Hyvä	Hyvä
Muu vesikasvillisuus – vesikasvit eli makrofyytit	Tyydyttävä	Hyvä	-
Pohjaeläimet	-	Hyvä	Erinomainen
Kalat	-	Erinomainen	Erinomainen
Fysikaaliskemiallinen muuttuja	<u>Erinomainen</u>	<u>Tyydyttävä</u>	<u>Tyydyttävä</u>
Kokonaisfosfori	Erinomainen	Hyvä	Hyvä
Kokonaistyyppi	Erinomainen	Erinomainen	Erinomainen
Hydrologismorfologinen muuttuja	<u>Erinomainen</u>	=	<u>Hyvä</u>
Esteettömyys			Tyydyttävä
Hydrologia			Hyvä
Morfologia			Erinomainen

4.2 Kemiallinen tila

4.2.1 Prioriteettiaineet

Vesienhoidon kolmannella suunnittelukaudella kemiallinen tila on laskenut kaikissa Suomen vesimuodostumissa hyvää huonommaksi palonestoaineena käytettyjen polybromattujen difenyylietterien (PBDE) tiukentuneen ympäristölaatusuunnan vuoksi. Tarkastellulla alueella ei ole tunnettuja PBDE-päästölähteitä tai muuta kemiallista tilaa heikentävää toimintaa.

Kangasjärven kemiallisen tilan luokituksen prioriteettiainelistauksessa nousee polybromattujen difenyylietterien lisäksi esille kadmiumin pitoisuus. Kangasjärveltä löytyy kadmiumin määrittystuloksia vuosilta 2012–2018 yhteensä 8 kpl ja ne ovat kolmelta eri vuodelta. Kadmiumin pitoisuuksien keskiarvo on 0,04 µg/l ja suurin mitattu pitoisuus 0,053 µg/l. Vertailu on tehty ympäristölaatusuormiin, joka on määritetty tyypilliselle suomalaiselle pehmeälle vedelle. Tällöin ympäristölaatusuormin mukainen vuosikeskiarvo saisi olla 0,10 µg/l ja enimmäispitoisuus 0,45 µg/l. Tähän perustuen kadmiumin raja-arvo alittuu selvästi. Toisella kaudella kadmiumin pitoisuuksien keskiarvo oli 0,039 µg/l ja suurin mitattu pitoisuus 0,04 µg/l. Raja-arvot alittuivat myös tällöin selvästi.

Lyijystä löytyy myös mittaustietoa, samoilta ajankohdilta kuin kadmiumin tulokset (2012–2018, 8 kpl ja kolmelta eri vuodelta). Biosaatavan lyijyn keskiarvo (2012–2018) oli 0,04 µg/l. Suurin mitattu (liukoisen / kokonais-) pitoisuuden vuosikeskiarvo oli 0,9 µg/l ja yksittäisen näytteen 1,2 µg/l. Lyijyn ympäristölaatusuormin vuosikeskiarvo saisi olla 1,2 µg/l ja enimmäispitoisuus 14,0 µg/l. Toisella kaudella vuosikeskiarvo oli 0,57 µg/l ja enimmäispitoisuus 0,59 µg/l. Lyijyn ympäristölaatusuormien raja-arvot alittuivat molemmilla kausilla selvästi.

Elohopeapitoisuus perustuu alempana kuvattuun KERTY-rekisterin tietoihin (Taulukko 4-3, Taulukko 4-4). Näistä saatujen keskiarvojen perusteella vuonna 2013 elohopeaa on ollut kalan lihassa 0,2 mg/kg tp ja vuonna 2019 0,3 mg/kg tp. Elohopean ympäristölaatusuormin vuosikeskiarvo saisi olla 0,25 mg/kg tp. Tulosten perusteella vuosikeskiarvo olisi ylittynyt vuonna 2019. Vuonna 2019 kalat olivat selvästi isompia kuin vuonna 2013 (Taulukko 4-3Taulukko 4-4). Toisella kaudella elohopeapitoisuus vedessä on alittunut, saatu vuosikeskiarvo oli 0,003 µg/l, samoin kuin enimmäispitoisuus. Elohopean ympäristölaatusuormin vuosikeskiarvo saisi olla 0,05 µg/l.

Nikkelin pitoisuuden alittuvat mittausten perusteella. Tuloksia vuosilta 2012–2018 (8 kpl ja ne ovat 3:lta eri vuodelta). Biosaatavan nikkelin keskiarvoksi (2012–2018) saatiin 1,11 µg/l. Suurin mitattu (liukoisen / kokonais-) pitoisuuden vuosikeskiarvo oli 5,6 µg/l ja yksittäisen näytteen 7,3 µg/l. Nikkelin ympäristölaatusuormin vuosikeskiarvo saisi olla 4,0 µg/l ja enimmäispitoisuus 34,0 µg/l.

Ensimmäisellä vesienhoitokaudella ei ole mittaustietoja haitta-aineista. Kaikista muista aineista paitsi orgaanisista tinayhdisteistä on annettu asiantuntija-arvio, jonka mukaan raja-arvo alittuu. Tinayhdisteistä ei ole tuolloin ollut tietoa.

4.2.2 Kalaelohopea ja kalojen käyttökelpoisuus

Kangasjärven kalaston tilaa seurataan koekalastuksin, ja niiden yhteydessä on tehty elohopeapitoisuuksien määrittäksiä. Kalojen sisältämän elohopean enimmäispitoisuuksista on annettu määräyksiä Komission asetuksessa (EY) N:o 1881/2006 ja sen muutoksessa (EY) N:o 629/2008. Asetuksen mukaan haussa hyväksyttävä elohopean enimmäismäärä on 1,0 mg/kg ja muissa kalastustuotteissa sekä kalanlihassa 0,5 mg/kg tuorepainoa. Maa- ja metsätalousministeriön asetuksen (1/EEO/2007) mukaan elintarvikkeena ei saa käyttää, eikä elintarvikkeena

käytettäväksi luovuttaa sellaisia eläimistä saatavia elintarvikkeita, joissa on todettu olevan elohopeaa yli sallitun enimmäismäärän.

Vuoden 2019 tarkkailuraportin mukaan (Sarpakunnas 2019) määrittämiä on tehty vuonna 2016 ja 2019. Vuoden 2016 määrittämisistä ei ollut saatavilla tarkempaa tietoa, mutta vuoden 2019 tarkkailuraportin mukaan kalojen keskipituus oli 22,5 cm ja elohopeapitoisuuden keskiarvo 0,29 mg/kg tp. Vuonna 2019 kalojen keskipituus oli 18,9 cm ja niiden elohopeapitoisuudet olivat välillä 0,21 ja 0,34 mg/kg tp ja ahventen elohopeapitoisuuden keskiarvo oli 0,26 mg/kg tp (Taulukko 4-2). Raportissa todetaan, että ahventen elohopeapitoisuudet ovatkin olleet korkeahkoja, mutta runsashumuksiselle vesistölle verrattain tyypillisiä ja selkeästi alle enimmäispitoisuusrajan.

Taulukko 4-2. Vuoden 2019 koekalastusten pohjalta määritetyt ahventen pituudet ja elohopeapitoisuudet.

Nro	pituus, cm	elohopea, mg/kg tp
Ahven 1	19,8	0,24
Ahven 2	19,3	0,34
Ahven 3	19,6	0,29
Ahven 4	18	0,23
Ahven 5	18,4	0,22
Ahven 6	20,9	0,33
Ahven 7	16,4	0,22
Ahven 8	21	0,21
Ahven 9	19,7	0,27
Ahven 10	16	0,22
Keskiarvo	18,9	0,26

Ympäristöhallinnon KERTY-tietokannasta haettiin tiedot Kangasjärveä koskien. Kangasjärven ahvenista on määritetty elohopeapitoisuuksia kahdesta havaintopaikasta (Kuva 4-1). Määrittämisistä löytyy tietoa vuosilta 2013 ja 2019. Vuonna 2013 Kangasjärven itäpuolen ahvenista määritetyksi keskimääräiseksi elohopeapitoisuudeksi saatiin 0,17 mg/kg tp. Ahvenia oli kyseisessä otoksessa 10 kpl. Samana ajankohtana länsipuolen ahvenista saatiin elohopeapitoisuudeksi keskimäärin 0,2 mg/kg tp. Ahventen lukumäärä oli 10 kpl. Lisäksi saatiin yksi kuha. (Taulukko 4-3) Vuonna 2019 vastaavat arvot olivat itäisellä puolella 0,31 mg/kg tp (ahvenia 10 kpl) ja läntisellä puolella 0,30 mg/kg tp (ahvenia 10 kpl). (Taulukko 4-4) Kaikkina seurantakertoina enimmäispitoisuusraja alittuvat selvästi.

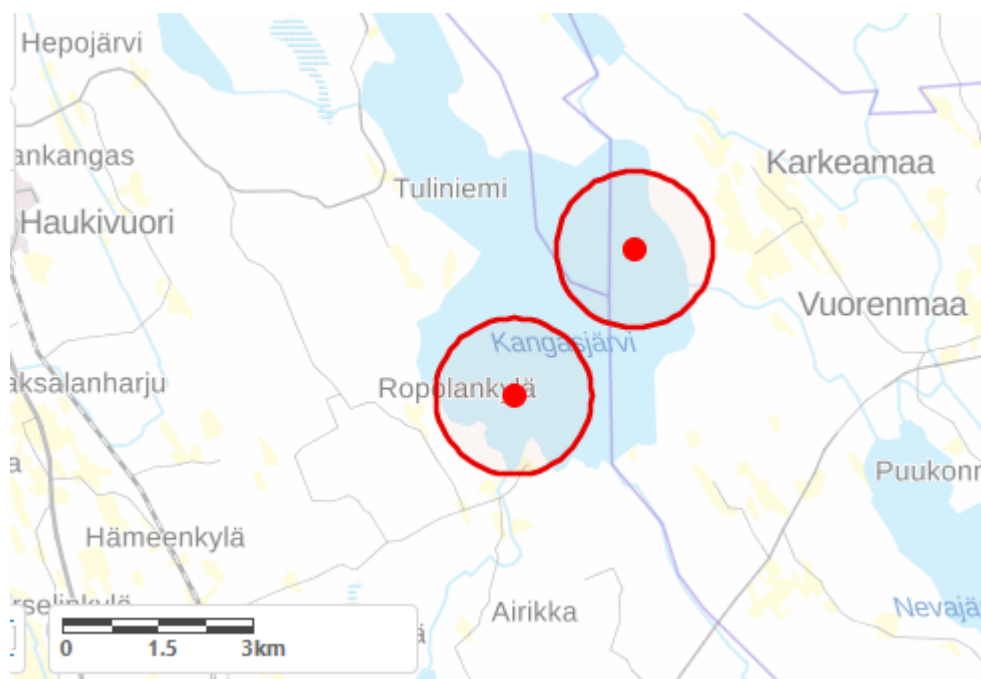
Taulukko 4-3. Vuoden 2013 tiedot koskien kalojen elohopeapitoisuuksia KERTY-tietokannasta haettuna.

Itäinen puoli			Läntinen puoli		
Nro	pituus, cm	elohopea, mg/kg tp		pituus, cm	elohopea, mg/kg tp
Ahven 1	15,1	0,2	Ahven 1	15,8	0,2
Ahven 2	18,9	0,2	Ahven 2	15,8	0,3
Ahven 3	15,3	0,2	Ahven 3	15,4	0,2
Ahven 4	19,4	0,1	Ahven 4	20,1	0,2
Ahven 5	16,8	0,2	Ahven 5	19,2	0,3
Ahven 6	19,7	0,1	Ahven 6	18,1	0,2
Ahven 7	16,4	0,2	Ahven 7	15,5	0,1
Ahven 8	15,7	0,2	Ahven 8	16	0,1
Ahven 9	17,4	0,1	Ahven 9	18,1	0,2
Ahven 10	19,2	0,2	Ahven 10	18,6	0,2

Keskiarvo	17,4	0,17	Keskiarvo	17,3	0,2
			Kuha 11	38,5	0,1

Taulukko 4-4. Vuoden 2019 tiedot koskien kalojen elohopeapitoisuuksia KERTY-tietokannasta haettuna.

Itäinen puoli			Läntinen puoli		
Nro	pituus, cm	elohopea, mg/kg tp		pituus, cm	elohopea, mg/kg tp
Ahven 1	24,9	0,34	Ahven 1	21,4	0,37
Ahven 2	23,5	0,42	Ahven 2	17,3	0,29
Ahven 3	25,1	0,25	Ahven 3	17,5	0,25
Ahven 4	25,1	0,28	Ahven 4	17,5	0,22
Ahven 5	24,5	0,47	Ahven 5	22,3	0,3
Ahven 6	22,6	0,26	Ahven 6	21,3	0,3
Ahven 7	22,6	0,24	Ahven 7	17,9	0,5
Ahven 8	20,8	0,22	Ahven 8	15,8	0,23
Ahven 9	21,9	0,36	Ahven 9	16,3	0,22
Ahven 10	21,4	0,26	Ahven 10	21,6	0,35
Keskiarvo	23,2	0,31	Keskiarvo	18,9	0,3



Kuva 4-1. Kerty-rekisterin havaintopaikat.

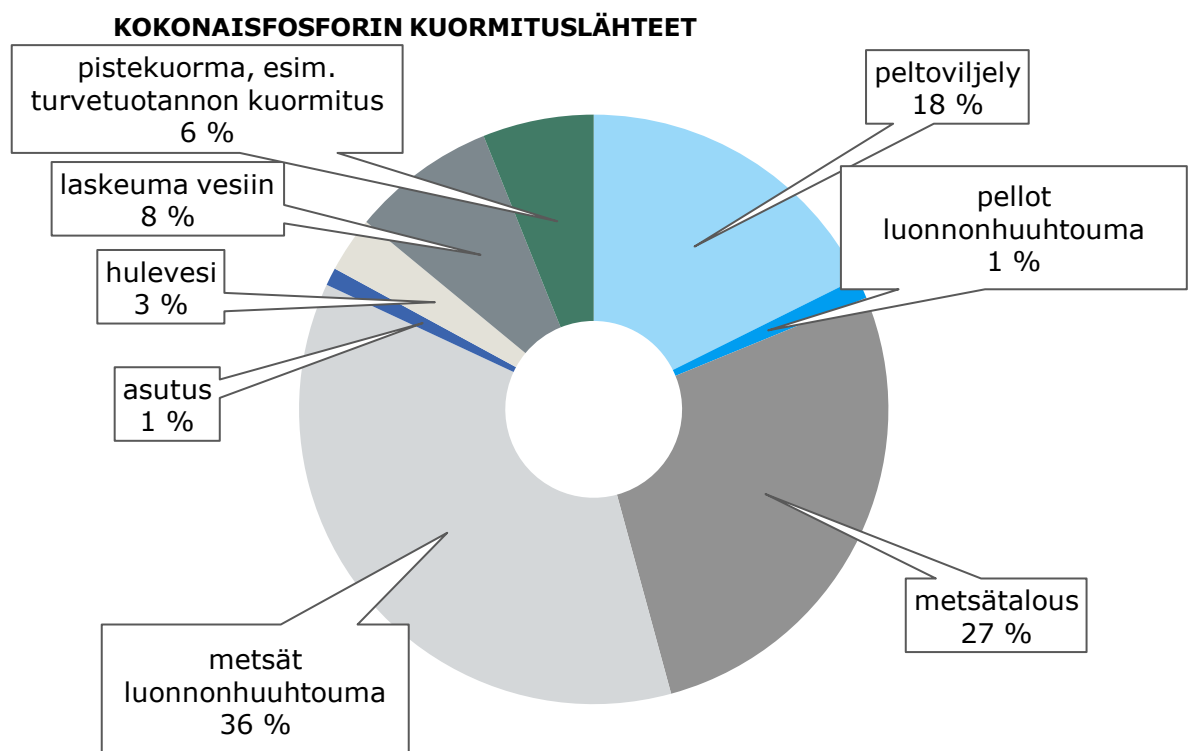
4.3 Kemiallisen tilan yhteenveto

Kangasjärven kemiallinen tila on luokiteltu hyvää huonommaksi, koska polybromattujen difenyylieettereiden (PBDE) laatuunormi muuttui. Elohopea alittaa mittausten perusteella ympäristölaatuunormin. Kertymärekisterin mukaan kaloissa on ollut vuonna 2019 vuosikeskiarvon ylittäneitä pitoisuuksia, mutta enimmäispitoisuudet alittuivat. Vedestä mitatut raskasmetallit (lyijy, kadmium, nikkeli) alittavat ympäristölaatuunormin.

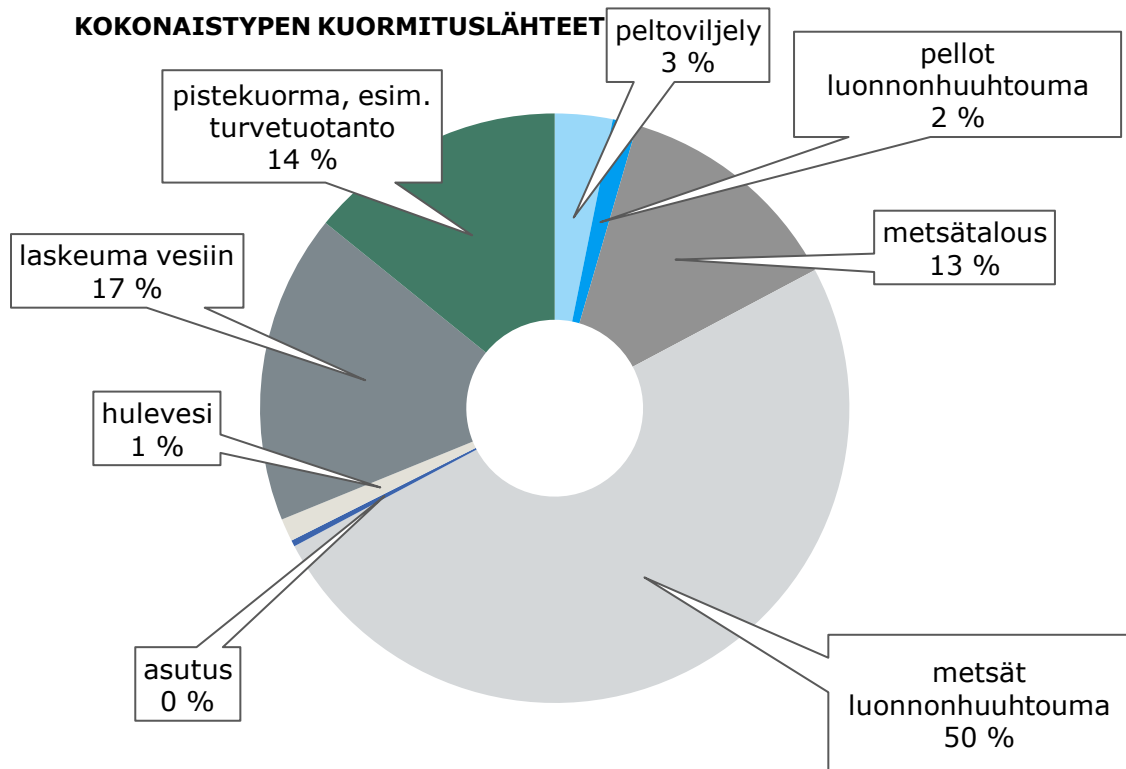
5. KUORMITUSSELVITYS

5.1 Kangasjärven kuormitus vesistömallijärjestelmällä arvioituna

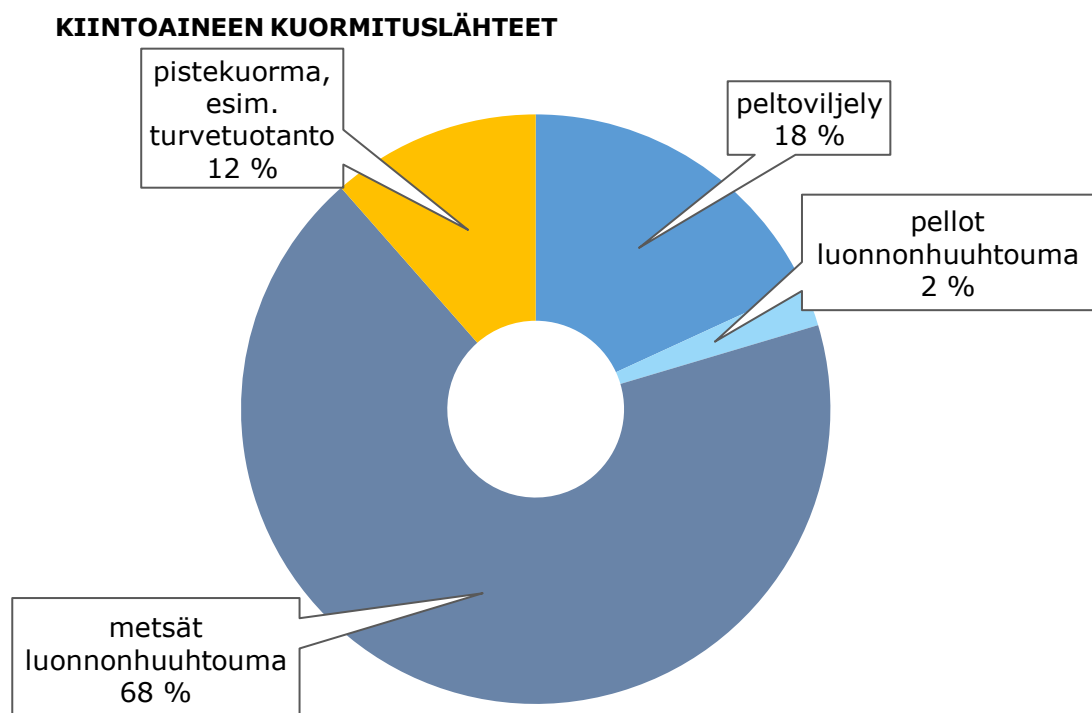
Kangasjärven tulevaa ulkoista kuormitusta arvioitiin vesistömallijärjestelmä Vemalan versiolla V3. Vemala antaa keskiarvon vuosilta 2012–2021 fosforille, typelle ja kiintoaineelle. Tarkastelun perusteella suurin osa ravinnekuormituksesta tulee järveen metsäalueilta joko luonnonhuuhtoumana tai metsätaloustoimenpiteiden vuoksi. Peltoviljelyn osuus fosforikuormituksesta on suuri verrattuna sen osuuteen maankäytöstä (3 %). Suuri osa alueen pelloista sijaitsee turvemailla tai esim. entisillä turvetuotantoalueilla. Myös kiintoainekuormituksesta suurin osa tulee tarkastelun perusteella metsistä. Suuri osa valuma-alueen metsämaasta on ojitettua turvemaata (Kuva 1-5).



Kuva 5-1. Kangasjärven tuleva ulkoinen fosforikuormitus Vemalan (versio V3) mukaan.

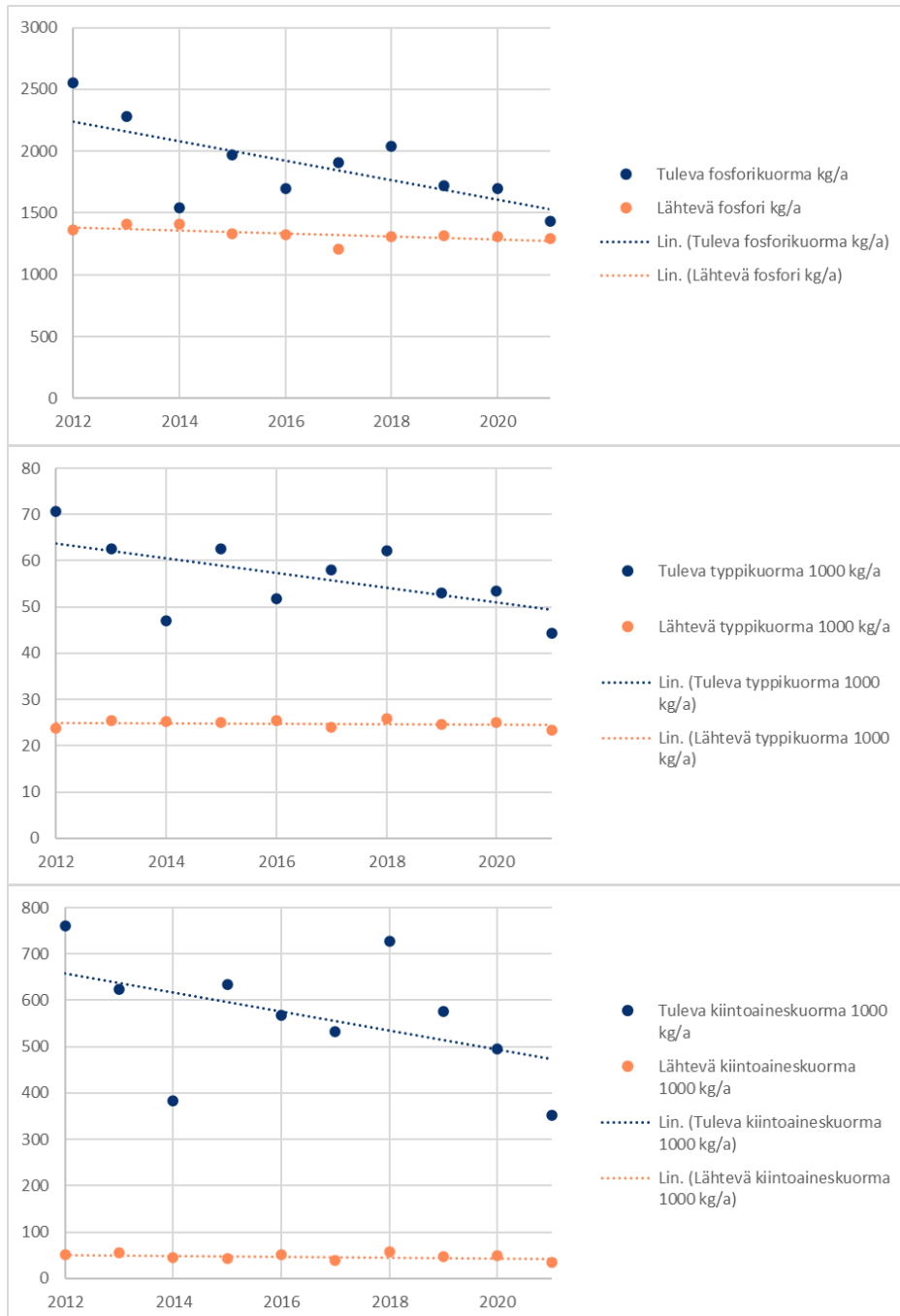


Kuva 5-2. Kangasjärveen tuleva ulkoinen typpikuormitus Vemalan (versio V3) mukaan.



Kuva 5-3. Kangasjärveen tuleva ulkoinen kiintoainekuormitus Vemalan (versio V3) mukaan.

Kangasjärvestä lähtevää kuormitusta arvioitiin myös Vemalan versiolla V3. Keskiarvoa vuosille 2012–2021 ei ollut saatavilla. Alla on esitetty Vemalalla lasketut tulevat ja lähtevät kuormitukset vuosille 2012–2021 kokonaisfosforin, kokonaistypen ja kiintoaineen osalta (Kuva 5-4). Kuvaajista ilmenee, että VEMALA-mallin mukaan suuri osa järveen tulevasta ravinteista kuluvat järvestä tai varastoituvat sinne. Myös kiintoainekuormituksesta suuri osa jää järveen. Lähtevä kuormitus on mallissa hyvin tasaista, vaikka tuleva kuormitus vaihtelee vuosien välillä.



Kuva 5-4. Kangasjärven tuleva ja lähtevä kuormitus vuosina 2012–2021 arvioituna Vemala V3 -mallilla.

5.2 Osavaluma-alueiden kuormitus ainevirtaamien avulla arvioituna

Kangasjärveen laskevien uomien ja siitä poistuvan Rakkineenjoen virtaamat on mitattu 11.5.-12.5.2021. Mittausten yhteydessä on otettu vesinäytteet. Alla on esitetty mitattujen virtaamien ja vesinäytteiden tulosten perusteella lasketut uomien hetkittäiset ainevirtaamat. Ainevirtaamat kuvaavat ainoastaan kyseisen hetken kuormitustilannetta, mutta niiden avulla voi vertailla uomien kuormitusta Kangasjärveen keskenään. Koivikon laskuojasta 1 ei saatu virtaamatietoa, sillä ojan vesi oli seisovaa. Laskennassa virtaama on oletettu hyvin pieneksi.

Taulukko 5-1. Kangasjärveen laskevien ja siitä pois laskevan uoman ainevirtaamat toukokuussa 2021.

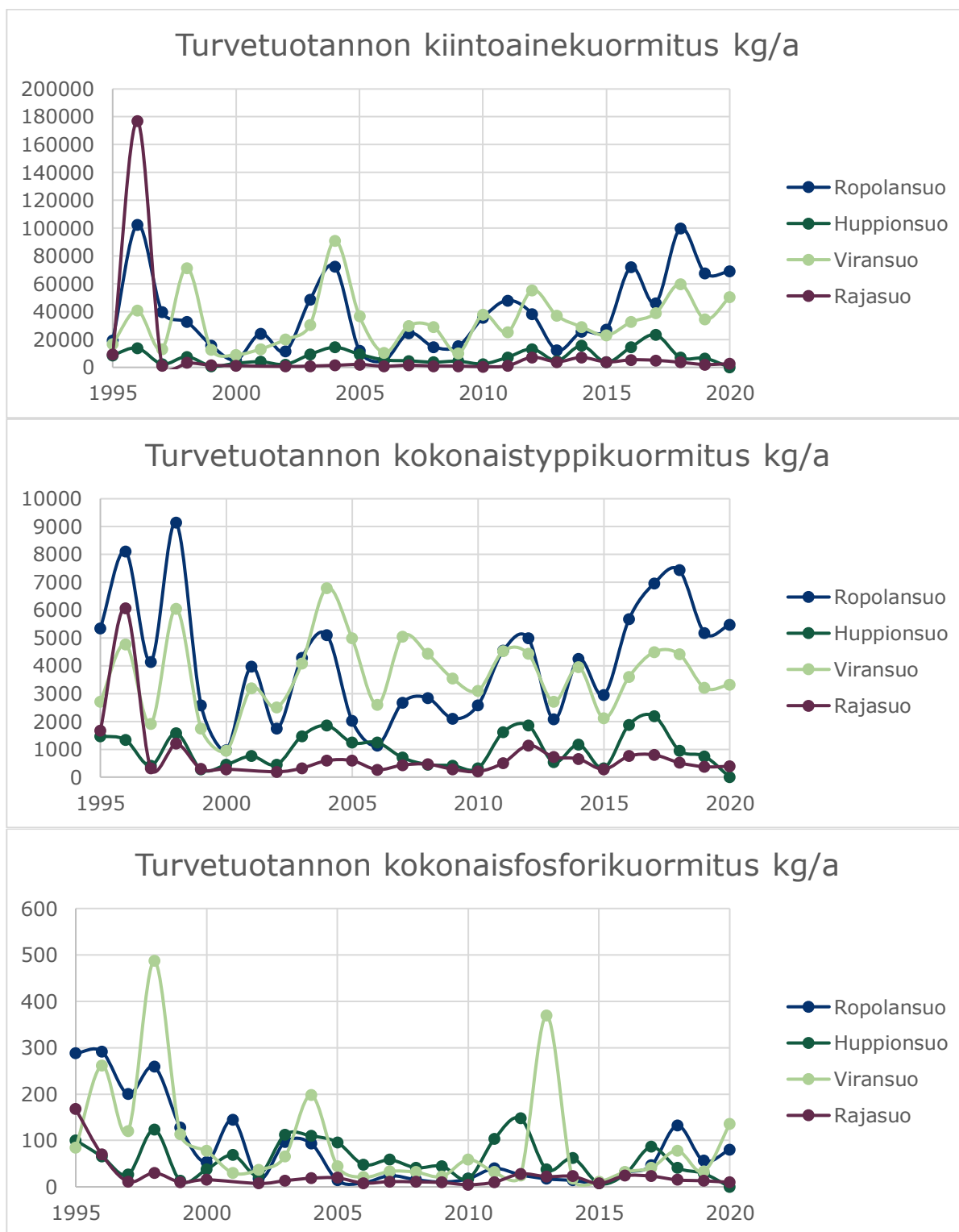
Kohde	Pvm.	Q, m ³ /s	Kok.P kg/d	Kok.N kg/d	Kiintoaine kg/d	Kemiallinen hapenkulutus kg/d	Rauta kg/d
Airikanjoki 046	12.5.2021	0,2313	0,6	17	40	680	32
Akonlahteen l puro 087	11.5.2021	0,0153	0	1,6	24	54	6,5
Heiniön laskuj. 041	11.5.2021	0,3635	0,8	27	63	1508	57
Heinäjoki 042	11.5.2021	0,5505	1,0	42	571	1903	86
Höytiönjoki 047	11.5.2021	1,1129	2,5	95	1924	3655	231
Koivikon laskuoja 1	12.5.2021	0,0001	0	0	0	0	0
Rakkineenjoki 039	11.5.2021	2,2645	5,7	131	2349	4306	372

Ainevirtaamien perusteella toukokuussa 2021 eniten kuormitusta Kangasjärveen tuli kaikkien tarkasteltujen aineiden osalta Höytiönjokea pitkin. Joen virtaama oli myös huomattavasti muita uomia suurempi. Runsaasti kuormitusta tuli myös Heinäjoen ja Heiniönlahden laskuojan valuma-alueilta.

Ainevirtaamien suuruus vastaa melko hyvin ojien virtaamia. Uomien kuormittavuuden erot selvinnevät paremmin vedenlaatutulosten (katso kappale 2) perusteella, joissa etenkin Höytiönjoen, Akonlahteen laskevan ojan sekä Heiniönlahden laskujoen ravinnepitoisuudet erottuvat selkeästi muihin uomiin verrattuna.

5.3 Turvetuotantoalueiden kuormitus

Kangasjärven valuma-alueella sijaitsevat turvetuotantoalueet (Huppionsuo, Rajasuo, Viransuo ja Ropolansuo) ja niiden tiedossa oleva tuotantohistoria on kuvattu kappaleessa 1.1.1. Turvetuotantoalueilta on olemassa kuormitustietoa vuodesta 1995 saakka (Kuva 5-5). Vuosien 2016–2020 bruttokuormitukset on poimittu tarkkailuraporteista (Laitinen 2017–2019, Eurofins 2020–2021). Bruttokuormitus kuvaa tuotantoalueelta lähtevää kokonaiskuormitusta, eikä siitä ole siten vähennetty luonnonhuuhtouman osuutta kuormituksesta. Vuosien 1995–2015 kuormitukset on laskettu vuoden 2015 tarkkailuraportissa (Veijola & Lensu 2016) esitettyjen vuosi- ja tuotantoaluekohtaisten ominaiskuormituslukujen avulla. Laskennassa on käytetty vuoden 2015 tuotantopinta-aloja.



Kuva 5-5. Kangasjärven valuma-alueella sijaitsevien turvetuotantoalueiden kuormitukset kiintoaineen, kokonaistyyppien ja kokonaisfosforin osalta vuosina 1995–2020.

Ropolansuon ja Viransuon kuormitus on vaihdellut paljon, ja ollut viime vuosina hieman kasvussa. Huppionsuon ja Rajasuon kiintoaine- ja kokonaistyyppikuormitus on lähes koko tarkkailujakson ajan ollut pientä muihin tuotantoalueisiin verrattuna. Rajasuolla myös fosforikuormitus on ollut pieni muihin alueisiin verrattuna.

6. TOIMENPIDESUOSITUKSET

6.1 Aikaisemmissa suunnitelmissa esitetyt tavoitteet ja toimenpiteet

Etelä-Savon vesienhoidon toimenpideohjelmassa ei ole suoraan Kangasjärvelle osoitettuja toimenpiteitä, mutta yleisenä toimenpiteenä järven valuma-alueelle on asetettu tavoitteeksi ravinnekuormituksen vähentäminen nykytasosta hajakuormitusta vähentämällä. Vesienhoidon tavoitteena on kaikkien vesimuodostumien vähintään hyvän ekologisen tilan saavuttaminen tai säilyttäminen. Kangasjärvi on luokiteltu hyvään ekologiseen tilaan, mutta on riskissä heikentyä. Myös Kangasjärvestä laskeva Rakkineenjoki sekä Kangasjärven valuma-alueella sijaitsevat Hepojärvi, Iso-Tylönen, Pikku-Tylönen ja Pitkäjärvi on luokiteltu hyvään tilaan. Kangasjärveen laskevia uomia ei ole luokiteltu niiden pienen kokonsa vuoksi.

Toimenpideohjelman mukaan vesienhoitokaudella 2022–2027 Kangasjärvi on edelleen tutkinnallisen seurannan kohde, jossa turvetuotannon aiheuttamaa vesistön pH-aleneman vaikutuksia selvitetään järven ekologiseen tilaan.

Virtasalmi-Joroisten kalatalousalueen vesienhoidon yleissuunnitelmassa on esitetty Kangasjärvelle tavoitteiksi happamuuden vähentäminen, kalakantojen ja vedenlaadun seuranta, sedimenttitutkimukset sekä vesikasvillisuuden vähentäminen. Vesikasvien niittoa on esitetty lisäksi Kangasjärven lasku-uomaan Rakkineenjokeen. (Eurofins Ahma 2021)

Vesikasvillisuuden vähentämisessä tulee ottaa huomioon suoraan Kangasjärveen laskevat metsäojat, joiden edustalta kasvillisuutta ei tulisi poistaa.

Suunnitelman mukaan Kangasjärven ihmistoiminnoista aiheutuvan kuorman vähennystarve on fosforin osalta 63 % ja typen osalta 0 %. Koko Haukiveden valuma-alueelle esitetäänkin kohdistettavaksi metsätalouden ja maatalouden hajakuormitusta ja turvetuotannon pistekuormitusta vähentäviä toimenpiteitä. (Eurofins Ahma 2021)

Suurin osa Kangasjärven fosforikuormituksesta tulee kappaleessa 5 tehdyn selvityksen mukaan metsistä, mutta merkittävä osa mahdollisesti myös peltoviljelystä. Vemalan mukaan Kangasjärveen tuleva fosforikuormitus suhteessa luonnonhuuhtoumaan: peltoviljely 51 %, metsätalous 76 %, turvetuotanto 20 %, typen osuus: peltoviljely 21 %, metsätalous 25 %, turvetuotanto 41 %.

Kangasjärveen kohdistuva kuormitus ja toisaalta tilan parantamiseksi tehtävät toimenpiteet vaikuttavat myös vesistöreitin alapuolisiin vesistöihin, joita ovat muun muassa Haapajärvi (tila hyvä, riskissä heikentyä) ja Ankeleenjärvi (tila tyydyttävä). Toteuttamalla tehokkaita toimenpiteitä Kangasjärvellä voidaan jossakin määrin edistää myös alapuolisten vesistöjen tilaa.

6.2 Metsätalouden vesiensuojeluratkaisut

Kangasjärven valuma-alueella metsätalouden kuormitusta tulee etenkin tiheästi ojitetuilta, metsätalouskäytössä olevilta turvemailta. Ojitettujen turvemetsien kuormitus on verrattavissa turvetuotantoalueiden kuormitukseen; alueilta huuhtoutuu hienojakoista kiintoainesta ja siihen sitoutuneita ravinteita sekä liukoisia ravinteita.

Turvemailla kannattaa suosia jatkuvaa kasvatusta ja vain välttämätöntä kunnostusojitusta

Uusimpien tietojen mukaan avohakkuiden ja tarpeettomien kunnostusojitusten välttäminen turvemailla vähentää sekä ilmasto- että vesistö päästöjä. Keskeistä on estää ojitetun suon kuivuminen liian syväälle. Toisaalta liian korkealle nouseva vesipinta huuhtoo mukaansa ravinteita.

Metsäojista tulisi kunnostaa vain kaikkein välttämättömimmät, sillä liian syvät tai turhaan kaivetut ojat aiheuttavat ylimääraisten kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi vesistökuormitusta ja tarpeettomia kustannuksia. Ojan syvyydeksi riittää tutkimusten mukaan lähes kaikissa tapauksissa maksimissaan 80 cm. Jos ojan kuivavara on yli 35 cm, kunnostusojituksella ei yleensä saada merkittävää puuston lisäkasvua. Myöskään karujen soiden ojittamisella ei yleensä saavuteta puuston kasvua alueella, vaan suot kannattaisi mieluummin ennallistaa. Tuhkalannoituksella voidaan saada sama kuivatusteho puuston haihdunnan lisääntymisen kautta kuin ojien perkauksella. (Luonnonvarakeskus 2022)

Päätehakuun jälkeen puuston aiheuttama haihdunta vähenee, ja valunta alueelta kasvaa. Märemmät olosuhteet hidastavat myös puuston uusiutumista. Jatkuvapeitteinen kasvatus pitää pohjavedenpinnan vakiona, jolloin kunnostusojituksille ei ole tarvetta. Noin 120 m³/ha puusto riittää pitämään yllä pohjaveden pinnan sopivaa tasoa puuston kasvua ajatellen. (Luonnonvarakeskus 2022)

Ojitus muuttaa valuma-alueen hydrologiaa ja lisää vesistökuormitusta

Kangasjärven valuma-alueella voimakas ojitus on muuttanut koko alueen hydrologiaa. Alueella on runsaasti suoraan vesistöihin rajautuvaa metsäojitusta, joiden mukana kulkeutuu ravinteita vesistöihin etenkin rankkasateiden aikana. Luonnontilaiset turvemetsät ja avosuot varastoivat tehokkaasti vettä esimerkiksi lumen sulamisen ja kovien sateiden aikana. Veden varastointi valuma-alueella tasaa vastaanottavan vesistön virtaamia sekä kuivina että märkinä aikoina. Ojituksen jälkeen vesi poistuu alueilta nopeasti ja vastaanottavien vesistöjen virtaamat äärevöityvät. Turvemetsätalouden vesistökuormitusta voidaan hillitä luonnonmukaistamalla virtaamaolosuhteita eli viivyttämällä vettä valuma-alueen latvaosissa esimerkiksi putkipatojen avulla. Myös ojitetujen soiden ennallistaminen auttaa veden pidätyksessä ja pitkällä tähtäimellä se voi auttaa myös vesistökuormituksen hallinnassa.

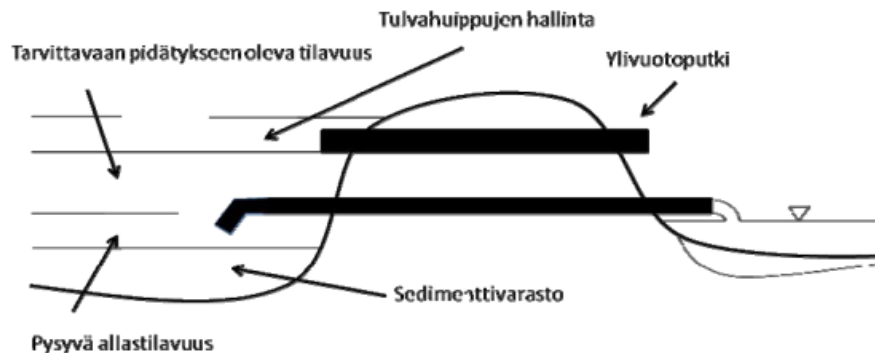
Turvemetsätalouden kuormituksen vähentäminen

- **Maltilliset kunnostusojitukset ja jatkuvan kasvatuksen suosiminen**
- **Veden viivyttäminen putkipadoilla**
- **Metsäpurojen suojavyöhykkeet**
- **Muut metsäojitusalueiden suojelutoimet, kuten kaivukatkot, laskeutusaltaat ja pintavalutus**

6.2.1 Putkipadot

Ojitusalueiden virtaamanhallinta ja varsinkin kiintoaineksen pidättäminen onnistuu mm. putkipatorakenteen avulla. Putkipato viivyttää tulva-aikana vettä ojastossa ja hidastaa veden virtausnopeutta, jolloin kiintoainesta ehtii laskeutua ojiin eikä sitä kulkeudu alapuoliseen vesistöön. Putkipato suunnitellaan yleensä kokoojaojaan tai valtaojaan, jolloin ojastossa on riittävästi varastotilavuutta. Veden pinta ei suurimpia tulvahuippuja lukuun ottamatta tulvi maanpinnan tasolle eikä metsän kasvua vaaranneta. Tämä varmistetaan padon mitoituksella ja tulvapatkella. Putkipadot soveltuvat hyvin alueille, joiden valuma-alue on 20...100 ha.

Liitteen 4 kartalla putkipatoja on osoitettu pääosin ojiin, jotka kokoavat laajemman ojitusalueen vesiä ja laskevat vesistöihin. Ehdotuksissa on huomioitu lisäksi paikkojen saavutettavuus. Kaikkien esitettyjen toimenpiteiden toteutettavuus tulee kuitenkin tarkistaa maastossa.



Kuva 6-1. Periaatekuva putkipadon rakenteesta (Metsäkeskus Keski-Suomi 2011).

Toimenpidesuositus – virtaaman hallinta putkipadon avulla	
+	-
Pidättää kiintoainesta jopa 50...80 % ja fosforia 30...60 %.	Padon edustalle kertynyt kiintoaines tulee poistaa riittävän usein, yleensä muutaman vuoden välein
Viivyttää vettä valuma-alueen latvaosissa, jolloin alapuolisten uomien tulvaongelmat helpottavat	Kalojen nousueste, tulee sijoittaa valuma-alueiden latvaosiin
Luo metsäalueelle monimuotoisen kausikosteikon	
Edullisia toteuttaa	

6.2.2 Metsäpurojen suojavyöhykkeet

Metsätalouden suojavyöhyke on pienveden tai vesistön rantakaistale, jossa metsänkäsittely poikkeaa ympäröivästä alueesta tai käsittelyä ei tehdä ollenkaan. Suojavyöhykkeellä ei tule ajaa koneella välttämättömiä ylityksiä lukuun ottamatta. Ajourista muodostuu helposti oikovirtaus-uomia. Suojavyöhykkeen rikkomaton kasvillisuus sitoo hakkuualueelta valuvia ravinteita ja maa-ainesta. Mitä enemmän alueella on alkuperäistä kasvillisuutta ja pensaskerrosta, sitä parempi sen vesiensuojeluhuöty on. Suojavyöhyke ylläpitää myös lajistollista monimuotoisuutta, sillä ranta poikkeaa usein puulajisuhteiltaan muusta metsästä. Lehtipuulajisto on monipuolinen ja voi sisältää esim. metsäkanalinnuille tärkeitä harvalukuisina esiintyviä puulajeja, kuten tervaleppää. Suojavyöhykkeen puusto myös varjostaa vesistöä ja suojelee rapu- ja kalakantoja.

Suojavyöhykkeen riittävä leveys riippuu maaperän kaltevuudesta, maalajista ja metsätaloudellisesta toimenpiteestä. Mitä hienojakoisempi maalaji ja mitä jyrkempi rinne, sitä leveämpi suojavyöhyke tarvitaan. Ruotsalaisen SILVA-tutkimushankkeen mukaan suojavyöhykkeiden tulee olla vähintään 10 m leveitä, jotta ne voisivat pidättää tehokkaasti kiintoainetta ja pidättää enemmän kuin 50 % valumavesien kuljettamista ravinteista (Nyberg & Eriksson 2001). Yleinen suositus on, että suojavyöhykkeen tulisi olla vähintään 15 m leveä vähentääkseen tehokkaasti maankäytön vaikutuksia veden laatuun. Suojavyöhyke, jolla kasvaa monikerroksellista kasvillisuutta (ruohoja, pensaita ja puita), pidättää sekä kiintoainetta että ravinteita tehokkaammin kuin pelkkää aluskasvillisuutta kasvava suojavyöhyke. Vesistöjen varsilla voi olla myös arvokkaita elinympäristöjä, jotka lisäävät suojavyöhykkeen leveyttä. Vesistön biologisten arvojen säilyttämisen kannalta suojavyöhykkeen 20–30 m leveyttä pidetään miniminä. Vesistön tulvimisvyöhykettä ei lasketa mukaan suojavyöhykkeeseen.

Toimenpidesuositus – metsäpurojen suojavyöhykkeet	
+	-
Tarpeeksi leveä (väh. 15...30 m) suojavyöhyke pidättää yli 50 % hakkuualueelta valuvista ravinteista ja vähentää alapuolisten vesistöjen rehevöitymistä	Voi vähentää hakkuun tuottoa
Tarpeeksi leveänä ylläpitää luonnon monimuotoisuutta ja säilyttää alueen luontoarvoja	
Ei vaadi rakenteiden tekemistä tai ylläpitoa	
Voidaan hyödyntää säästöpuualueena	
Parantaa metsämaisemaa	

6.2.3 Pintavalutus ja kosteikot

Metsämailla voi soveltaa pintavalutusta ojavesien puhdistuksessa. Yksinkertaisimmat "pintavalutuskentät" saadaan, kun jätetään kunnostusojituksen yhteydessä kaivamatta kokoojaoja vesistön läheisyydessä. Kunnostusojituksia tulisi kuitenkin mieluiten välttää etenkin turvemailla. Usein laskeutusaltaat jäävät helposti tyhjentämättä ja metsämailla pintavalutus on tehokkain ja ainoa varma keino hienojakoisen kiintoaineksen pysäyttämiseksi. Tehokkaasti toimiva pintavalutuskenttä on luonnontilainen paksuturpeinen suo.

Metsäalueille perustetut kosteikot voivat poiketa toiminnaltaan tai kasvillisuudeltaan maatalouden kosteikoista, varsinkin, jos kohde on turvemaalla, eikä viljavalla maapohjalla. Kosteikko tulisi perustaa ensisijaisesti luontaiseen paikkaan, kuten lampikuivioihin padottamalla ja pengertämällä. Metsäalueille kosteikkoja perustetaan usein vesiensuojelun lisäksi riistanhoidollisista syistä.

6.2.4 Puupuhdistamot

Metsäpurojen vettä voidaan myös puhdistaa lisäämällä puroihin kuollutta puuainesta, jonka on havaittu puhdistavan vettä, lisäävän vesiluonnon monimuotoisuutta ja parantavan kalakantojen tilaa. Puuainesta voi lisätä ojiin tai puroihin esimerkiksi rangoista niputettuina "lauttoina". Puuainesta voi lisätä myös vesiensuojelurakenteisiin, kuten laskeutusaltaisiin, parantamaan puhdistustehokkuutta. Veteen uponneen puuaineksen pinnoilla alkaa kasvaa bakteereja, leviä ja sienirihmastoa. Juuri tämä päällyskasvusto ja sitä hyödyntävä eliöstö suodattavat vedestä epäpuhtauksia. (Vuori ym. 2021 ja Vuori ym. 2022)

Uppopuiden ekologisesta merkityksestä on kertynyt uutta tietoa, jonka perusteella voidaan suositella puuaineksen aktiivista lisäämistä vesiekosysteemeihin, vesiensuojelurakenteisiin ja jopa kuivatusuomastoihin. Uppopuilla voidaan tehostaa vesien pidättymistä ja puhdistusta sekä lisätä samalla vesiluonnon lajikirjoa, biologista tuotantoa ja hiilivarastoja. (Vuori ym. 2021 ja Vuori ym. 2022)

6.3 Maatalouden vesiensuojeluratkaisut

Kangasjärven valuma-alueella on hyvin vähän maataloutta. Pellot sijaitsevat pääosin hajallaan jakautuen koko valuma-alueelle ja ovat varsin pienialaisia. Suuri osa alueen pelloista sijaitsee turvemailla tai esim. entisillä turvetuotantoalueilla. CORINE 2018-aineiston mukaan viljelysmaita valuma-alueella on vain noin 3 % ja laidunmaita ei yhtään. Vesienhoitosuunnitelmassa myös maatalous on mainittu Kangasjärveen kohdistuvaksi paineeksi.

Jatkossa peltoala voi kasvaa, jos poistuvia turvetuotantoalueita otetaan lisää peltokäyttöön. Tällöin suositellaan säilyttämään osa turvetuotannon vesiensuojelurakenteista (esim.

laskeutusaltaat ja mahdollisuuksien mukaan pintavalutuskentät) myös uuden maankäyttömuodon vesien puhdistuksessa. Poistuvilla turvetuotantoalueilla ja muilla turvemaidella (olemassa olevat turvepellot) voisi soveltaa myös kosteikkoviljelyä eli aktiivista viljelyä märillä tai uudelleen vesitetyillä turvemaidella. Peltojen pienialaisuuden vuoksi suojavyöhykkeitä ei suositella alueella ensisijaiseksi toimenpiteeksi, mutta niiden perustaminen voi olla järkevää joillekin kalteville tai suoraan vesistöön rajautuville lohkoille. Suojavyöhykkeen sopiva leveys on vähintään noin 15 m.

6.3.1 Peltojen kuormituksen vähentäminen

Maatalouden kuormitukseen voidaan vaikuttaa maaperän rakennetta tukevilla toimilla (viljelykierrot, hyvä vesitalous) ja kasvukauden ulkopuolisen kuormituksen vähentämisellä (alus- ja kerääjäkasvit, talviaikainen kasvipeitteisyys ja lannoituksen optimointi ja ajoitus). Välittömillä toimenpiteillä (esim. pellon kasvukunnosta huolehtiminen) voidaan vaikuttaa liukoisten ravinteiden ja maa-ainekseen sitoutuneen fosforin huuhtoutumaan. Pitkän aikavälin toimenpiteillä (kerääjäkasvit, tarpeen mukainen lannoitus) alennetaan pysyvästi maaperän fosforin määrää. Toimenpiteiden vaikutusta tulee arvioida kokonaisuutena. Esimerkiksi eroosion pienentäminen kasvipeitteisyyttä lisäämällä vähentää maa-aineksen huuhtoutumaa, mutta voi lisätä levälle käyttökelpoisen liukoisen fosforin määrää.

Maatalouden ravinnekuormituksen hallinnassa on näin ollen kysymys kuormitukseen välittömästi vaikuttavista toimenpiteistä, mutta ennen kaikkea pitkän aikavälin muutoksista. Viimeksi kuluneen sadan vuoden aikana esimerkiksi maaperän fosforin määrä on kasvanut keskimäärin 1000 kg/ha. Pääosa tästä on nyt maaperään sitoutuneessa muodossa. Vaikka kaikki sitoutunut fosfori ei muutu enää liukoiseen muotoon, voi maahan sitoutuneesta fosforista vapautua merkittävä määrä fosforia. Fosforin määrä saadaan vähenemään hitaasti optimoimalla fosforilannoitusta. Lannoitus voidaan usein jättää pois moneksi vuodeksi kokonaan ilman, että satovaste kärsii.

Maan rakenne vaikuttaa suoraan siihen, millaiseen maatilavuuteen juuristo voi kasvaa. Laaja juuristo tuo kasvin ulottuville ravinteita ja kuivina kausina myös kasvin vesitalous on parempi. Maan rakenteeseen ja kasvukuntoon voidaan vaikuttaa mm. viljelykierroilla, syväjuurisilla kasveilla ja eloperäisellä lannoituksella kivennäismailla. Esim. kostean maan syyskyntö tiivistää pohjamaata, joten sitä tulisi välttää. Eloperäisten lannoitteiden käyttö parantaa maaperän mururakennetta. Esimerkiksi syväjuurisen apilavaltaisen nurmen viljely viljelykierrossa parantaa maan rakennetta ja vähentää samalla typpilannoituksen tarvetta. Pitkäaikainen kasvusto sitoo ravinteita ja vähentää vesiin huuhtoutuvia ravinteita.

Viljelytekniikoista esimerkiksi kevennetty muokkaus, kyntäminen korkeuskäyrien suuntaan ja suorakylvö (muokkauksen vähentäminen erityisesti syyskynnon osalta) sekä kasvipeitteisyys vähentävät kaltevilla alueilla maa-aineksen huuhtoutumista. Samalla kuitenkin kasvin jätteet jäävät pellon pintakerrokseen. Kasvinjätteistä vapautuva liukoinen fosfori huuhtoutuu helposti syksyisten sateiden mukana vesistöön. Fosforin rikastumista pintakerrokseen voidaan hidastaa kyntämällä pelto muutaman vuoden välein.

Turvemaiden viljely (esim. muokkaaminen) hajottaa turvetta, jolloin peltomaahan sitoutuneen hiilen määrä vähenee merkittävästi. Maankäytön päästöihin on mahdollista vaikuttaa eloperäisillä mailla vähentämällä uusien turvemaiden raivausta sekä viljeltyjen peltojen turpeen hajoamista pitkäaikaisella nurmiviljelyllä. (MMM 2014)

Suosituksat peltoviljelyn kuormituksen vähentämiseksi

- Fosforilannoituksen optimointi ja maaperän fosforitason alentaminen
- Maan kasvukunnon ylläpitäminen mm. viljelykiertojen avulla
- Kasvukauden ulkopuolinen kasvipeitteisyys ja pitkäaikaiset nurmiviljelykset/ympäristöhoitonurmet

6.3.2 Säättösalaajitus

Etenkin turvepohjaisilla pelloilla kuormitusta voisi vähentää säättösalaajituksella. Kangasjärven valuma-alueella tällaisia pelloja on mahdollisesti esim. vanhoilla turvetuotantoalueilla, joilta ei ole poistettu kaikkea turvetta.

Säättösalaajituksella hallitaan peltojen salaajavaluntaa säättökaivoilla, joiden veden määrää voidaan säätää padotuslaitteiden avulla. Säättösalaajituksella pohjavedenpinta voidaan pitää ajoittain korkeammalla, mikä johtaa salaajavalunnan vähenemiseen ja maan kosteuden kasvamiseen. Tämän vaikutuksesta ravinnehuuhtoumat vähentyvät ja kasvien veden ja ravinteiden otto tehostuu. Vähäsateisina aikoina pohjaveden pinta voi laskea usean metrin syvyyteen säättöjitetullakin alueella. Säättösalaajitus ei sovellu kalteville peltolohkoille. (Maaseutuverkosto 2009)

Jos säättää tai kastelua ei hoideta asianmukaisesti, padotuksella voi sateisina aikoina olla myös haitallisia vaikutuksia, kuten pintavalunnan ja ravinnekuormituksen kasvua ja satotappioita. (Maaseutuverkosto 2009)

Turvepelloilla pohjavedenpinnan nostamisella hidastetaan turpeen hajoamista, ja siten pienennetään ravinteiden vapautumista ja kasvihuonekaasupäästöjä. Turpeen liiallinen hajoaminen heikentää myös viljelyominaisuuksia ja aiheuttaa pellon pinnan painumista ja ojituksen tiheää uusimistarvetta. Hajoamisen hidastaminen hyödyttää siis viljelijääkin. (Säättösalaajayhdistys 2019)

Toimenpidesuositus – säättösalaajitus	
+	-
Turvepelloilla hidastaa turpeen hajoamista	Vaatii aktiivista hoitoa ja säättää
Hidastaa osaltaan valumia	Jos säättää tai kastelua ei hoideta asianmukaisesti, padotuksella voi sateisina aikoina olla myös haitallisia vaikutuksia, kuten pintavalunnan ja ravinnekuormituksen kasvua ja satotappioita
Vähentää ravinteiden ja eroosioaineksen huuhtoumaa	Vähäsateisina aikoina pohjaveden pinta voi laskea usean metrin syvyyteen säättöjitetullakin alueella
On korvauskelpoinen CAP27-suunnitelmassa	

6.3.3 Kosteikkoviljely

Kosteikkoviljely on aktiivista viljelyä märillä tai uudelleen vesitetyillä turvemaidella. Kangasjärven valuma-alueella kosteikkoviljelyyn soveltuvia paikkoja voi löytyä esim. käytöstä poistetuilta turvetuotantoalueilta, jotka vesittyvät luontaisesti. Kosteikkoviljelyn edellytyksenä on maan riittävä märkyys, joka säilyttää olemassa olevaa turvekerrosta, edistää turpeen kertymistä ja ylläpitää luonnontilaisille turvemaidelle tyypillisiä ekosysteemipalveluja. Kosteikkoviljelyn aloittaminen vaatii vedenpinnan nostamista esimerkiksi säättösalaajituksella tai patoamalla. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen ohella kosteikkoviljelyllä voidaan vähentää turvemaiden ojitukseen liittyviä negatiivisia ympäristövaikutuksia ja edistää luonnon monimuotoisuutta. (Naukarinen 2021)

Toimenpidesuositus – kosteikkoviljely esim. käytöstä poistetuilla turvetuotantoalueilla	
+	-
Vähentää turvemaiden kasvihuonekaasupäästöjä ja ojituksen negatiivisia ympäristövaikutuksia	Uutena tuotantotapana vaatii paljon oma-aloitteisuutta viljelijältä
Ylläpitää luonnontilaisille turvemaille tyypillisiä ekosysteemipalveluja	Ei vielä tukia esim. hiilikompensaatiolle
Voi olla kannattavaa toimintaa pienelläkin alalla (esim. lääkekasvit)	

6.4 Turvetuotannon vesiensuojeluratkaisut

Kangasjärven valuma-alueella on runsaasti turvetuotantoa, turvetuotannosta poistunutta ja pian poistuvaa aluetta.

Tuotannon päättymisen jälkeen siirrytään jälkihoitoon, jolloin alue siistitään ja sieltä poistetaan turvetuotantoon liittyvät tarpeettomat rakenteet. Yleensä turvetuottaja vastaa jälkihoidosta ja maanomistaja jälkikäytöstä. Jälkihoidon tarkoitus on yleensä saada tuotannosta poistuva alue kasvipeitteiseksi mahdollisimman pian. Alue voi myös metsittyä luontaisesti. Paksuturpeiset alueet eivät yleensä kasvu itsestään. Mikäli jälkikäytölle on edellytyksenä tiivis ja tasainen pohjamaa, poistetaan turve tarkkaan ja suopohja tasoitetaan. Sopiviksi jälkikäyttömuodoiksi on katsottu ympäristöluvassa yleensä maa- ja metsätalous. Suopohjan kosteusolot ja pinnanmuodot vaikuttavat kuitenkin jälkikäyttömahdollisuuksiin. Yksi jälkikäyttömuoto soveltuu harvoin koko tuotantoalueelle. Jälkikäyttömuodon tarkemmassa suunnittelussa tulee tarkastella alueen topografia ja kuivatusolosuhteet.

Kangasjärven valuma-alueella sijaitsee mustaliuskealueita, jotka voivat hapettua aiheuttaen vesien happamuutta ja sitä kautta raskasmetallien vapautumista. Mustaliusketta sijaitsee myös turvetuotantoalueilla (Kuva 1-5). Turvetuotantoalueen jälkikäyttömuoto vaikuttaa happamilla sulfaattimailla oleellisesti alueen aiheuttamiin haitallisiin ympäristövaikutuksiin. Tuotannon päättyessä on tärkeää jättää ohut yhtenäinen turvekerros tuotantosaroille suojaamaan sulfaattimaata hapettumiselta. Alueen vesittäminen kosteikoksi estää maaperää happamoitumasta entisestään. (SYKE 2019) Lisäksi kosteikat viivyttävät vettä valuma-alueella ja niillä voi olla muitakin vesiensuojeluhyötyjä esimerkiksi ravinteiden sitomisessa. Kangasjärven alueella esimerkiksi Ropolansuolle on jälkihoitovaiheessa tehty kaksi kosteikkoa, joiden kautta osa vesistä johdetaan. Ropolansuolta lähtevä vesi on ollut hyvin hapanta kemikalointikäsitellyn ja mahdollisesti alueella sijaitsevan mustaliuskeen vuoksi.

Jos jälkikäyttömuoto on esimerkiksi tehokasta maankuivatusta vaativa maanviljely, maaperä voi happamoitua, ja alueelta voi aiheutua merkittävää hapanta vesistökuormitusta. Tällöin maaperän happamoitumista voidaan estää pohjaveden pintaa nostamalla. (SYKE 2019)

Mikäli uusi jälkikäyttö on luvanvaraista, tulee toiminnalle hakea asianmukaiset luvat. Luvanvaraisia uusia käyttömuotoja ovat tyypillisesti vesittäminen, luonnonravintolammikot, kalankasvatus, maa-ainesten ottaminen ja läjitys- tai terminaalitoiminta. Myös mahdollinen laskuojan perkaus aluekuivatuksen turvaamiseksi tarvitsee luvan.

Turvetuotantoalueiden maankäytön muuttumisessa huomioitavaa

- Vanhojen vesiensuojelurakenteiden kunnostaminen/pitäminen käytössä
- Jälkikäyttömuodon valinta vesiensuojelu huomioiden
- Nykyisten ja entisten turvetuotantoalueiden laskuvien neutralointi

6.4.1 Olemassa olevien vesiensuojelurakenteiden hyödyntäminen jälkikäytössä

Olemassa olevia vesienkäsittelyrakenteita tulisi mahdollisuuksien mukaan hyödyntää myös alueiden jälkikäytössä, etenkin jos jälkikäyttömuotona on maa- tai metsätalous. Pumpppaamista vaativien pintavalutuskenttien tai kemikalointilaitosten hyödyntäminen turvetuotannon loputtua on haastavaa ja kallista, mutta painovoimaisesti toimivia laskeutusaltaita ja virtaamansäätpatoja on pienellä vaivalla mahdollista hyödyntää myös metsätalous- ja peltovesien käsittelyssä. Lisäksi uudempien turvetuotantoalueiden vesienkäsittelyä voi mahdollisuuksien mukaan tehostaa esimerkiksi virtaamansäädöllä.

Ropolansuolla laskeutusaltaat tulevat olemaan käytössä vesiensuojelurakenteina kosteikon jälkeen. Huppionsuolla laskeutusaltaat, pumpppuallas, selkeytysallas ja läjitysaltaat on jätetty alueelle, jolloin tuleva maanomistaja voi hyödyntää rakenteita seuraavan maankäytön vesiensuojelurakenteina. Ei ole kuitenkaan tiedossa, onko rakenteet sittemmin purettu. Rajasuon vedet käsitellään pumpppaamista vaativalla pintavalutuskentällä, jonka hyödyntäminen tulevassa jälkikäytössä voi olla haastavaa.

Toimenpidesuositus – Vanhojen vesiensuojelurakenteiden käytössä pitäminen ja kunnostus	
+	-
Pienet perustamiskustannukset	Rakenteita tulee huoltaa vielä jälkikäytön aikana
Turvetuotannon jälkikäyttöalueiden kuormitus voi vastata turvetuotantoalueen kuormitusta, joten niiden vesienkäsittely on tarpeen	Vanhojen rakenteiden mitoitus ei välttämättä ole optimaalinen

6.4.2 Nykyisiltä ja vanhoilta turvetuotantoalueilta lähtevän veden neutralointi

Kangasjärven tapauksessa olisi syytä seurata nykyisiltä ja vanhoilta turvetuotantoalueilta lähtevän veden happamuutta ja tarvittaessa neutraloida Kangasjärveen purkautuvaa ojavettä esim. kalkkisuotopatojen tai kalkkituotteiden annostelun avulla. Ropolansuolla ja Viransuolla on käytössä kemikalointilaitokset, joissa vedet käsitellään lähtevän veden pH:ta alentavalla ferrisulfaatilla. Myös turvetuotantoalueilla olevat mahdolliset mustaliuskealueet voivat aiheuttaa veden happamoitumista. Höytiönjoessa, johon laskee vesiä Viransuon turvetuotantoalueelta, on hyvin alhainen pH. Kyseiseen jokeen olisi syytä asentaa esim. kalkin annostelija. Samoin Akonlahteen laskevassa Ropolansuolta vesiä kuljettavassa ojassa olisi kalkitustarvetta. Kun näiden Kangasjärveen laskevien vesien pH-arvo saataisiin korkeammaksi, myös Kangasjärven tilanne voisi parantua.

Kalkitusrakenteiden vaikutusta ja tehoa tulee seurata pH-mittauksin. Kangasjärveen laskevien ojien ja jokien kalkitseminen voi olla helpompaa ja kustannustehokkaampaa kuin koko järven kalkitseminen esim. jään päältä.

Kalkitusta suunnitellessa pitää tietää joen virtaamat, veden pH ja alkaliteetti, veden kalsium-, rauta- ja alumiinipitoisuudet, kohteen maanomistussuhteet ja lupakysymykset. Happamoittavien luonnonvesien neutralointiin soveltuvat jauhemaaiset kalsiumkarbonaattituotteet sekä kalsiumhydroksidi. Annostelijat ovat luonnollinen valinta virtavesiä kalkittaessa.

Toimenpidesuositus – Turvetuotantoalueilta lähtevän veden neutralointi	
+	-
Kangasjärveen laskevien vesien neutralointi voi helpottaa myös itse järven happamuusongelmaa	Rakenteita tulee huoltaa ja niiden toimivuutta tarkkailla vesinäyttein

6.5 Ojitettujen soiden ennallistaminen

Lähes kaikki Kangasjärven valuma-alueen turvemaat on ojitettu joko turvetuotannon tai metsätalouden tarpeisiin. Laajat ojitukset muuttavat soiden vesitalouden ja heikentävät tai tuhoavat suoekosysteemejä. Soiden ennallistamisella olisi pitkällä aikavälillä suotuisia vaikutuksia valuma-alueen hydrologiaan, vesistöjen vedenlaatuun sekä alueen luonnon monimuotoisuuteen. (Aapala ym. 2013)

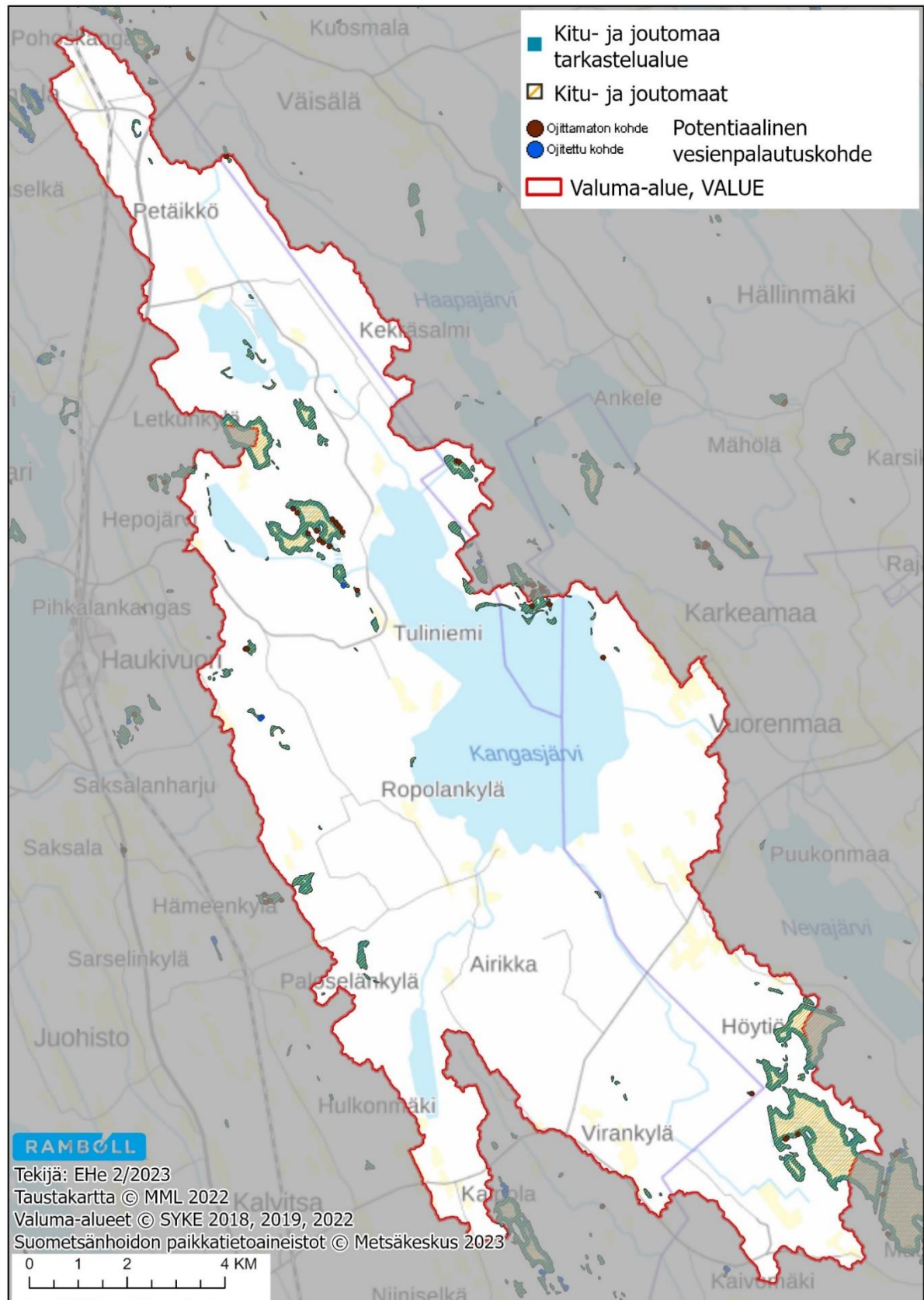
Ennallistamisella tarkoitetaan toimenpiteitä, joiden avulla ihmistoiminnan takia heikentynyt, vahingoittunut tai tuhoutunut ekosysteemi pyritään palauttamaan mahdollisimman lähelle luonnontilaa. Luontaisten olojen palautuminen vie paljon aikaa. Ekosysteemit ja niitä tukeva soiden vesitalous kuitenkin palautuvat ennallistamisen vaikutuksesta huomattavasti nopeammin, kuin hitaiden luonnon prosessien kautta. (Aapala ym. 2013)

Suon vesitaloutta ennallistaessa lähtökohtana on sen palauttaminen luonnontilaisen kaltaiseksi. Jokainen suo on vesitaloudeltaan omanlaisensa kokonaisuus, johon vaikuttavat sekä ilmastolliset tekijät että suoaltaan ja sen valuma-alueen ominaisuudet. Ennallistamismahdollisuuksiin vaikuttavat myös esim. turpeen koostumus ja yleisesti alueen muuttuneisuus luonnontilasta. Entisten turvetuotantoalueiden uudelleen vesittämisen ja ennallistamisen mahdollisuuksiin vaikuttaa myös alueella jäljellä olevan turpeen määrä. Ennallistamistoimet nopeuttavat uudelleen soistumista myös näillä alueilla. (Aapala ym. 2013)

Ennallistamisessa suovedenpinta pyritään nostamaan takaisin luontaista vastaavalle tasolle ja veden kulku pyritään palauttamaan luontaisille reiteilleen. Hydrologian palauttaminen edellyttää ojien tukkimisen lisäksi, että suolle saadaan palautettua sinne luontaisesti kuuluvat vedet, joten yksittäisen suon ennallistamista mietittäessä on tarkasteltava koko valuma-alueen ennallistamisen tavoitteita. Yleensä metsäojituksessa kivennäismailta soille luontaisesti valuvat vedet on ohjattu niskaojilla suon ohi suoraan vesistöön, joten nämä vedet tulee ohjata takaisin suolle. (Aapala ym. 2013)

Mahdollisia ennallistamiskohteita on etsitty karkealla karttatarkastelulla. Ennallistamista on osoitettu soille, joilla ilmakuvan perusteella puunkasvu on heikkoa ja/tai jotka sijaitsevat ojittamattomien soiden läheisyydessä. Lisäksi maastotarkastelujen perusteella voisi löytyä kohteita, joissa metsäojitetun alueen vedet voisi kääntää ojittamattomalle suolle, joka toimisi ”pintavalutuskenttänä”. Metsäkeskuksen suometsien hoidon paikkatietoaineistossa on esitetty potentiaalisia vedenpalautuskohteita (Kuva 6-2).

Toimenpidesuositus – ojitettujen soiden ennallistaminen	
+	-
Palauttaa koko valuma-alueen vesitaloutta luonnonmukaisemmaksi ja hillitsee äärevöityneitä virtaamia	Vaatii koko valuma-alueen laajuista tarkastelua ja siten useiden maanomistajien yhteistyötä
Palauttaa alueen luonnon monimuotoisuutta	Voi vähentää tuottavan metsämaan alaa
Pitkällä aikavälillä parantaa alueelta lähtevän veden laatua ja vähentää hiilidioksidipäästöjä	Luontaisten olojen palautuminen voi viedä paljon aikaa



Kuva 6-2. Metsäkeskuksen suometsien hoidon paikkatietoaineiston potentiaaliset vedenpalautuskohteet Kangasjärven valuma-alueella. Suometsien hoidon paikkatietoaineistot: <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/luontotietoaineistot/vesiensuojelu>

7. TOIMENPITEIDEN RAHOITUS

7.1 Kemera / metka

Metsäluonnon hoitohankkeisiin tarkoitettua kestävän metsätalouden määraikaisen rahoituslain (kemera) 21 §:n tukea voidaan myöntää monimuotoisuuden kannalta tärkeiden elinympäristöjen hoito- ja kunnostustöihin, metsä- ja suoelinympäristöjen ennallistamiseen, metsätalouden vesiensuojelutöihin sekä monimuotoisuutta edistäviin kulutuksiin. Näiden edellä mainittujen, luonnonhoitohankkeissa tehtävien, toimenpiteiden yhteydessä voidaan edistää myös muita metsien luonnonhoidon ja monikäytön tavoitteita. Luonnonhoitohankealoitteen voi tehdä Metsäkeskukselle maanomistaja tai muu taho ottamalla yhteyttä luonnonhoidon neuvoajaan tai asiantuntijaan. Vuoden 2022 kolmas hankehaku alkaa 5.10.2022. (Metsäkeskus 2022)

Kemera-laki on voimassa enintään 31.12.2023 saakka. Kemera-laki kumotaan, kun uusi metsätalouden kannustinjärjestelmä, Metka, otetaan käyttöön. METKA-laissa tulee todennäköisesti korostumaan valuma-aluealähtöinen suunnittelu vesiensuojelussa.

7.2 Maatalouden ei-tuotannollinen investointituki

Ei-tuotannollista investointitukea voi jatkossa saada esim. kosteikon perustamiseen. Myös kosteikkojen perustamista alueille, joissa kosteikkoja on vähän, tuetaan investointituella, ja hoitoon kannustetaan hoitosopimuksella. Näihin toimenpiteisiin sisältyy myös uomien muuttamista luonnonmukaisen mutkitteluksi, ojien muuttamista luonnonkasvustoa kasvaviksi kaksitasouomiksi sekä tulvatasanteiden hoitoa. (MMM 2022)

7.3 Maatalouden ympäristökorvaukset

Suomen viimeisteltyssä CAP27-suunnitelmassa (20.7.2022) ympäristökorvauksiin oikeuttavia, vesiensuojelua edistäviä toimenpiteitä ovat mm. maanparannus- ja saneerauskasvit, kerääjäkasvit, kiertotalouden edistäminen, suojavyöhykkeet, turvepeltojen nurmet, valumavesien hallinta sekä kosteikkojen hoito. Tässä kappaleessa on esitelty korvaustasot suojavyöhykkeille, turvepeltojen nurmille sekä valumavesien hallinnalle. Näitä tukia on pääsääntöisesti oikeutettu hakemaan aktiiviviljelijä. (MMM 2022)

Valumavesien hallinta

Kuivatusjärjestelmien säätöä toteutetaan joko säätösalaojitetulla loholla tai loholla, jossa on altakastelu tai kuivatusvesien kierrätysjärjestelmä. Loholla voidaan korvata vain yhtä seuraavista toimenpiteistä:

a) Säätösalaojituksen hoitotoimenpiteet.

b) Altakastelun tai kuivatusvesien kierrätyksen erikseen määriteltävät hoitotoimenpiteet, jotka liittyvät säädön toteuttamiseen.

Lohkon, jolla toimenpidettä toteutetaan, on oltava korvauskelpoinen ja tuensaajan hallinnassa. Lohkon on sijaittava happamalla sulfaattimaalla tai lohkon on oltava maalajiltaan turvetta tai loholla on ollut vastaava toimenpide ohjelmakaudella 2014–2020. Kaikki tuen saamisen ehdot on esitetty CAP27-suunnitelman kohdassa Ympäristö 07 - Valumavesien hallinta.

Toimenpiteessä on kaksi korvaustasoa: säätösalaojitus 77 €/hehtaari/vuosi sekä altakastelu ja kuivatusvesien kierrätys 214 €/hehtaari/vuosi.

Suojavyöhyke

Suomen viimeistellyssä CAP-suunnitelmassa vuosille 2023–2027 suojavyöhyke on ympäristösitoumuksen lohkokohtainen toimenpide, joka edellyttää ympäristösitoumuksen antamista ja tilakohtaiseen toimenpiteeseen sitoutumista. Kaikki tuen saamisen ehdot on esitetty CAP27-suunnitelman kohdassa Ympäristö 05 – Suojavyöhykkeet.

Toimenpiteessä on yksi korvaustaso 350 €/hehtaari/vuosi.

Turveltojen nurmet

Suomen viimeistellyssä CAP-suunnitelmassa vuosille 2023–2027 turveltojen nurmipeitteisyys ympäristösitoumuksen lohkokohtainen toimenpide, joka edellyttää ympäristösitoumuksen antamista ja tilakohtaiseen toimenpiteeseen sitoutumista. Peruslohkon, jolla toimenpidettä toteutetaan, on oltava maaperältään kokonaan turvemaata. Toimenpiteen kaikki ehdot on esitetty CAP27-suunnitelmassa (Ympäristö 06 - Turveltojen nurmet).

Toimenpiteessä on yksi korvaustaso 100 €/hehtaari/vuosi.

7.4 Vesienhoidon tuet

ELY-keskukselta voi hakea vuosittain syksyllä harkinnanvaraisia valtionavustuksia vesien- ja merenhoidon sekä vesistö-, vesitalous- ja kalataloustoimenpiteiden toteuttamiseen. Hankkeeseen voi kuulua mm. ulkoista kuormitusta vähentävät vesiensuojeluratkaisut. Avustusta voidaan myöntää myös vesistökunnostuksiin, kuten järvien hoitokalastuksiin, vesikasvien niittoihin sekä virtavesien kalataloudellisiin kunnostuksiin. Avustusta voidaan myöntää hankkeeseen, jonka kohdevesistö on hyvää huonommassa tilassa tai tilan säilymiseen kohdistuu riski. Toimenpiteiden ensisijaisena tavoitteena on parantaa vesien tilaa.

Hankkeeseen voi ryhtyä esimerkiksi vesiensuojelu- tai vesienhoitoyhdistys, vesialueen osakaskunta tai kalatalousalue, säätiö, kyläyhdistys, ympäristöjärjestö, neuvontajärjestö, vapaa-ajan kalastukseen liittyvä yhdistys, kunta tai kaupunki. (YM 2022a)

Vesiensuojelun tehostamisohjelmalla ([Vesiensuojelun tehostamisohjelma - Ympäristöministeriö](#)) vauhditetaan vesiensuojelua. Teemoja, joihin voi saada avustusta, ovat aiemmin olleet vesistökunnostukset ja alueelliset asiantuntijaverkostot, maa- ja metsätalouden vesienhallinta sekä kaupunkivedet ja haitalliset aineet.

Sivustolla www.rahatpintaan.fi on esitelty eri rahoitusmahdollisuuksia vesistöjen kunnostamiseen liittyviin hankkeisiin. Sivustolla on myös kalenteri tulevista ja meneillään olevista rahoitushauista.

7.5 Helmi-ohjelma

Helmi-elinympäristöohjelma 2021–2030 on maa- ja metsätalousministeriön sekä ympäristöministeriön yhteinen ohjelma, jolla vahvistetaan Suomen luonnon monimuotoisuutta ja turvataan luonnon tarjoamia elintärkeitä ekosysteemipalveluita. Samalla hillitään ilmastomuutosta ja edistetään siihen sopeutumista. (YM 2022b)

Helmi-ohjelma rahoittaa mm. soiden ennallistamista, lintuvesien ja kosteikoiden kunnostuksia, metsäisten elinympäristöjen hoitoa sekä pienvesien ja rantaluonnon kunnostuksia. (YM 2022b)

Elinympäristöjen tilaa parantaville hankkeille voidaan myöntää avustusta Kunta-Helmi ja Järjestö-Helmi -avustushakujen kautta. Avustushakuja avataan ohjelman aikana tarpeen mukaan noin 2–3 vuoden välein. Avustusta voidaan myöntää kuntien, yhdistysten, säätiöiden ja vesiosuuskuntien luonnon monimuotoisuutta edistävälle hankkeille. Avustettavien hankkeiden tulee sisältää

konkreettisia ennallistamis-, kunnostus- tai hoitotoimia elinympäristöjen tilan parantamiseksi. Kunta-Helmi ja Järjestö-Helmi -avustushauissa valtionavustuspäätökset tekee Uudenmaan ELY-keskus. (YM 2022b)

7.6 JTF-rahasto

EU:n alue- ja rakennepolitiikan ohjelmakaudella Uudistuva ja osaava Suomi 2021-2027 otetaan käyttöön EAKR- ja ESR+ -rahastojen rinnalle uusi oikeudenmukaisen siirtymän rahasto, JTF (Just Transition Fund). JTF:llä vastataan vähähiilisen siirtymän aiheuttamiin sosioekonomisiin ja ympäristöllisiin haittavaikutuksiin työllisyyden ja kestävien aluetalouksien turvaamiseksi. (Etelä-Savon maakuntaliitto 2022)

JTF-varojen käyttö määritellään alueellisissa siirtymäsuunnitelmissa, jotka laaditaan maakunnissa maakunnan liittojen ja ELY:jen johdolla. Euroopan komissio on hyväksynyt oikeudenmukaisen siirtymän rahaston (JTF) toimet osaksi Uudistuva ja osaava Suomi 2021-2027 EU:n alue- ja rakennepolitiikan ohjelmaa. Toimeenpano käynnistyy vuoden 2023 puolella, kun rahoitushakuja avataan.

Koko Suomen JTF+valtio -rahoituksen määrä on 644 miljoonaa euroa. Etelä-Savoon JTF-rahoitusta kohdennetaan 43 miljoonaa euroa. Rahoittajina toimivat Etelä-Savon maakuntaliitto ja Etelä-Savon ELY-keskus.

Rahoitusta voi saada muun muassa turvetuotannosta poistuvien soiden ennallistamiseen sekä selvityksiin ja pilotointeihin ennallistamisen ja jälkikäytön edellytyksistä ja mahdollisuuksista. Ennallistaminen kohdistuu etupäässä maa-alueisiin, mutta joiltakin osin se voi koskea myös turvetuotantoalueiden alapuolisia vesistöjä.

7.7 Leader-rahoitus

Leader-rahoitusta voi hakea yleishyödylliseen kehittämis- tai investointihankkeeseen sekä yrityshankkeeseen. Tukea voi saada hankkeesta riippuen 20-100 % kuluista. Leader-rahoitusta voivat hakea esimerkiksi yhdistykset, alle 10 henkilötyövuotta työllistävät yritykset, kunnat, oppilaitokset ja säätiöt.

Kangasjärvellä toimiva Leader-ryhmä on Nouseva Veej'jakaja ry, jonka strategiassa ei ole varsinaisesti mainittu vesienhoitohankkeita. Strategia vaikuttaa siihen, mitä toimenpiteitä ryhmä rahoittaa.

Suomen viimeistellyn CAP-suunnitelman vuosille 2023-2027 mukaan Leader-ryhmien ja ELY-keskusten rooleja selkeytetään maaseudun yritysrahoituksessa siten, että molemmilla tahoilla on aiempaan verrattuna omat erilaistetut tukivälineet ja tuen kohdesegmentit. Erityisesti tämä helpottaa potentiaalisia tuensaajien löytämää heille sopivimmat tukivälineet. Leader-ryhmien kautta haettavan maaseudun yritysrahoituksen osalta otetaan käyttöön aiempaa enemmän yksinkertaistettuja kustannusmenettelyjä kertakorvauksen muodossa. (MMM 2022)

8. YLEISTASOINEN VESIKASVIEN NIITTOSUUNNITELMA

Vedenlaatu- ja kuormitus selvitystä tehtäessä nousi esille jatkotyö koskien Kangasjärven vesikasvien niiton yleissuunnitelman laadintaa. Yleistason niittosuunnitelma on esitetty tässä kappaleessa.

8.1 Kangasjärven vesikasvillisuus

8.1.1 Ekologinen luokitus

Ekologisen luokituksen biologista tekijöistä vesikasvit ovat olleet ensimmäisellä kaudella tyydyttävässä tilassa ja toisella kaudella hyvässä tilassa. Kolmannella kaudella aineiston puuttumisen takia kyseistä muuttujaa ei luokiteltu.

Ensimmäisellä vesienhoitokaudella saatu luokitus perustuu 24 päävyöhykelinjan aineistoon vuodelta 2006. Aineisto on luotettava ja kattava. Tällöin todettiin, että järven pohjaversoiskasvillisuus on todennäköisesti merkittävästi taantunut kiintoainekuormituksen johdosta. Pohjat olivat monin paikoin liettyneet turveperäisistä aineksista.

Toisella vesienhoitokaudella vesikasvillisuus luokiteltiin hyvässä tilassa olevaksi. Luokittelumuuttujien välillä kuitenkin todettiin olevan epätasaisuutta. Tyyppilajien suhteellinen runsaus kuvasi tyydyttävää tilaa, kun taas referenssi-indeksi viittasi erinomaiseen tilaan.

8.1.2 Kasvillisuuskartoitus 2006

Vuonna 2006 tehdyn kasvillisuuskartoituksen mukaan Kangasjärvellä esiintyy 40 eri kasvilajia. Pohjan laatu on pääosin hiekkaa (32,4 %), hietaa tai hiesua (28,2 %), turvetta (9,9 %), kiviä (9,6 %) ja liejua (6,8 %), soraa ei ollut lainkaan.

Vuoden 2006 kasvillisuuskartoituksen mukaan yleisempiä lajeja olivat järvikorte (*Equisetum fluviatile* L.), viiltosara (*Carex Acuta*), pullosara (*Carex rostrata*), ulpukka (*Nuphar lutea*) ja järviruoko (*Phragmites australis*). Linjalla 7 esiintyi myös ratamosarpiota (*Alisma Plantago -aquatica*) jonkin verran.

Vuonna 2006 esiintyneistä kasvilajeista esitettiin ravinteisuusluokat ja kasvien elomuodot:

e = eutrofit (ravinteiset kasvupaikat)

m-e = meso-eutrofit (keskiravinteiset – ravinteiset kasvupaikat)

m = mesotrofit (keskiravinteiset kasvupaikat)

o-m = oligo-mesotrofit (karut – keskiravinteiset kasvupaikat)

o = oligotrofit

i = indifferentit (esiintyvät ravinteisuudeltaan erilaisissa kasvupaikossa)

1 = irtokellujat

2 = irtokeijujat

3 = uposlehtiset

4 = pohjalehtiset

5 = kelluslehtiset

6 = ilmaversoiset

7 = rantakasvit

8 = vesisammalet

9 = näkinpartaiset

Elomuodoista esiintyy kaikkia muita paitsi irtokellujia ja uposlehtisiä. Yleisimpinä lajeina nousi esille ulpukka ja ratamosarpio. Lajistossa on myös karujen kasvupaikkojen lajeja, kuten vaalea- ja tummalahnaruohoa, nuottaruohoa sekä lampisirppisammalta.

Taulukko 8-1. Vuoden 2006 kasvillisuuskartoituksen koontitaulukko, josta ilmenee kangasjärvessä esiintyneiden kasvilajien elomuoto, ravinteisuusluokka, yleisyys ja keskimääräinen peittävyys (%).

Laji	Suomenkieliset nimet	Elomuoto	Ravinteisuus -luokka	Yleisyys (linja-frekvenssi, %)	Keski-määräinen peittävyys, %
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	ratamosarpio	6	m-e	83,3	2,2
<i>Calla palustris</i>	(suo)vehka	7	i	16,7	18,8
<i>Calliergon cordifolium</i>	luhtakuirisammal	8		20,8	2,8
<i>Carex acuta</i>	viiltosara	7	m-e	100,0	24,8
<i>Carex rostrata</i>	pullosara	7	i	33,3	16,4
<i>Cicuta virosa</i>	myrkkukeiso	7	m	33,3	7,6
<i>Drepanocladus aduncus</i>	luhtasirppisammal	8	m-e?	45,8	6,0
<i>Drepanocladus longifolius</i>	hiussirppisammal	8	m-e	8,3	1,0
<i>Drepanocladus sordidus</i>	upossirppisammal	8	m-e	4,2	10,0
<i>Elatine orthosperma</i>	oikovesirikko	4		33,3	1,0
<i>Eleocharis acicularis</i>	hapsiluikka	4	o-m	75,0	1,8
<i>Eleocharis mamillata</i> Dörfl.	mutaluikka	6	i	4,2	1,0
<i>Eleocharis palustris</i>	rantaluikka	6	i	75,0	2,3
<i>Equisetum fluviatile</i>	järvikorte	6	i	87,5	1,8
<i>Fontinalis antipyretica</i>	isonäkingsammal	8	o-m	4,2	1,0
<i>Fontinalis dichelymoides</i>	suvantonäkingsammal	8	o	87,5	2,4
<i>Hippuris vulgaris</i>	(lampare)vesikuusi	6	o-m	4,2	1,0
<i>Isoetes echinospora</i>	vaalealahnanruoho	4	o	62,5	1,1
<i>Isoetes lacustris</i>	tummalahnanruoho	4	o	75,0	7,7
<i>Juncus filiformis</i>	jouhivihvilä	7		12,5	2,3
<i>Lobelia dortmanna</i>	nuottaruoho	4	o	75,0	1,6
<i>Lysimachia thyrsiflora</i>	terttualpi	6	i	66,7	1,6
<i>Lysimachia vulgaris</i>	ranta-alpi	7		25,0	3,3
<i>Lythrum salicari</i>	rantakukka	7	m	33,3	2,1
<i>Menyanthes trifoliata</i>	raate	7	o-m	4,2	20,0
<i>Nitella wahlbergiana</i>	tupsusiloparta	9	m-e	12,5	1,0
<i>Nuphar lutea</i>	(iso)ulpukka	5	i	91,7	9,7
<i>Nymphaea alba</i>	pohjanlumme	5	i	16,7	11,8
<i>Nymphaea tetragona</i>	suomenlumme	5		4,2	5,0
<i>Persicaria amphibia</i>	vesitatar	5	m-e	45,8	3,3
<i>Phragmites australis</i>	järviruoko	6	i	16,7	20,0
<i>Potamogeton natans</i>	uistinviita	5	i	25,0	2,3
<i>Potentilla palustris</i>	kurjenjalka	7	i	37,5	6,3
<i>Ranunculus reptans</i>	rantaleinikki	4	o-m	66,7	3,7
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	järvikaisla	6	i	20,8	4,2
<i>Sparganium gramineum</i>	siimapalpakko	5	m	41,7	2,3
<i>Typha latifolia</i>	leveäosmankäämi	6	m-e	8,3	4,0
<i>Utricularia australis</i>	lännenvesiherne	2	i	4,2	1,0
<i>Utricularia vulgaris</i>	isovesiherne	2	i	12,5	2,0
<i>Warnstorfia trichophylla</i>	lampisirppisammal	8	o	8,3	1,0

Taulukko 8-2. Vuoden 2006 vesikasvikartoituksen tulokset koottuna. Luku kuvaa suhteellista pinta-alapeittävyyttä.

	linja 1	linja 2	linja 3	linja 4	linja 5	linja 6	linja 7	linja 8	linja 9	linja 10	linja 11	linja 12	linja 13	linja 14	linja 15	linja 16	linja 17	linja 18	linja 19	linja 20	linja 21	linja 22	linja 23	linja 24	linja 25
<i>Alisma plantago-aquatica</i> , ratamosarpio	0,1	0,0	0,0	0,1		0,9	16,3	0,4	0,2	0,0	0,1		0,0	0,3	0,0	0,2			ei kasv eja	0,2	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1
<i>Calla palustris</i> , vehka	0,4					0,1	1,1							0,1											
<i>Calliergon cordifolium</i> , luhtakuirisammal				0,0		0,0			0,0					0,0						0,3					
<i>Carex acuta</i> , viiltosara	17	22	12	7,7	5,4	16	2,1	6,8	20	24	12,5	0,1	9,4	27	11,5	0,6	6,8	0,0		0,8	0,7	1,0	1,4	2,9	1,7
<i>Carex rostrata</i> , pullosara	30			4,9		15	3,5			2,6							3,4			9,0				1,0	
<i>Cicuta virosa</i> , myrkkyykeiso						4,4	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1		0,1										0,0		
<i>Drepanocladus aduncus</i> , luhtasirppisammal	0,2	0,0		0,0		0,0	0,0		0,1	0,2				0,0	0,0					0,2					1,2
<i>Drepanocladus longifolius</i> , hiussirppisammal							0,3							8,0			0,0								
<i>Elatine orthosperma</i> , oikovesirikko	0,2					0,0		0,0			0,1						0,2				0,1	0,0			0,2
<i>Eleocharis acicularis</i> , hapsiluikka		0,3	0,3	0,4	0,0	0,6	2,7	1,0	0,7	2,1	0,8		0,0	0,1		0,2	0,1			0,3	0,3	0,0		0,4	1,2
<i>Eleocharis mamillata</i> , mutaluikka	0,3																								
<i>Eleocharis palustris</i> , rantaluikka	0,2	0,4	0,6	0,5		8,1		0,5	1,9	0,1	0,1		1,4	0,0		3,2		2,9		1,0	6,5			0,1	1,7
<i>Equisetum fluviatile</i> , järvikorte	4,9	6,0	8,9	23		5,0	24	2,8	0,9	0,5	5,0		1,7	3,4	0,9	10,5	1,5	0,8		0,8	0,6		0,4	1,0	6,4
<i>Fontinalis antipyretica</i> , isonäkinsammal	0,2																								
<i>Fontinalis dichelymoides</i> , suvantonäkinsammal	0,1	0,1	0,3	0,6	0,5	1,0	9,4	1,3	0,4			0,2	0,1	0,5	5,2	2,2	0,1			5,0	1,7	0,9	0,1	0,7	1,6
<i>Hippuris vulgaris</i> , vesikuusi							0,0																		
<i>Isoetes echinospora</i> , vaalealahnaruoho	0,1			0,4	0,0	0,3		0,0		0,1	0,1		0,0	0,2	0,2	1,1		0,1		0,1	0,1		0,0	0,1	
<i>Isoetes lacustris</i> , tummalahnaruoho	0,0	68	0,0	14	4,2	6,1	22	3,2	0,0		1,1			8,9	6,8	5,9				0,4	2,6			2,5	31,8
<i>Juncus filiformis</i> , jousivihvilä												0,1	0,0												0,1
<i>Lobelia dortmanna</i> , nuottaruoho		0,1	0,0	1,6	0,0	0,6	0,2	0,1	0,1	1,4	0,3			0,1	0,0	1,5		0,0		0,1	2,7			0,1	0,1
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> , terttualpi	0,0		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1		0,0			0,8	0,1	0,1					0,1	0,4	0,0		0,0	0,1
<i>Lysimachia vulgaris</i> , ranta- alpi					0,3			0,0				0,0	0,1	0,1									0,0		
<i>Lythrum salicaria</i> , rantakukka					0,0		0,0		0,0	0,1	0,0		0,1	0,0											0,0

	linja 1	linja 2	linja 3	linja 4	linja 5	linja 6	linja 7	linja 8	linja 9	linja 10	linja 11	linja 12	linja 13	linja 14	linja 15	linja 16	linja 17	linja 18	linja 19	linja 20	linja 21	linja 22	linja 23	linja 24	linja 25
Menyanthes trifoliata, raate							2,1																		
Nitella wahlbergiana, tupsusiloparta	0,0		0,0			0,0																			
Nuphar lutea, ulpukka	2,7	0,1	39	1,2		0,0	58	0,4	0,0	9,9	0,1	5,0	1 1	0,8	0,0	0,3	10,6			0,6	0,9	0,2	4,3	1,0	0,8
Nymphaea alba ssp. <i>candida</i> x tetragona, lumme			0,0																						
Persicaria amphibia, vesitatar	0,2			4,8	0,0	0,1		0,0		0,0	0,0					0,2					1,7			0,0	5,3
Phragmites australis, järviruoko					39			124		23												28			
Potamogeton natans, uistinviita						0,0	0,6	0,1									1,8			0,0			0,0		
Potentilla palustris, kurjenjalka					0,1					0,3			0,3	0,1	0,0					0,1			0,0	0,3	0,0
Ranunculus reptans, rantaleinikki				1,7		3,1	0,1	0,1	0,9	0,5			0,0	0,7	1,0	9,6	0,5	0,1		0,1	1,1			1,0	0,1
Schoenoplectus lacustris, järvikaisla						4,5		5,0			0,0			1,0	11										
Sparganium gramineum, siimapalpakko	0,9		0,4		0,0		0,1			0,0		0,0					1,7			0,0			0,0		0,1
Typha latifolia, leveäosmankäämi							0,5						0,0												
Utricularia vulgaris, isovesiherne						0,3	0,6	0,0							0,0										
Warnstorfia trichophylla, lampisirppisammal							0,2										0,0								

8.1.3 Kasvillisuuskartoitus vuonna 2018

Vuonna 2018 tehdyn kasvillisuuskartoituksen mukaan Kangasjärvellä esiintyy 18 eri kasvilajia. Pohjan laatu on pääosin hiekkaa (67,6 %), liejua (12,5 %), hietaa tai hiesua (8,3 %), kiviä (7,4 %) ja soraa (4,4 %).

Kasvilajeista suurimmat pinta-alapeittävyydet linjalla (%) koko linjan pinta-alasta ovat järvikortteella (*Equisetum fluviatile*), viiltosaralla (*Carex Acuta*), ulpukalla (*Nuphar lutea*) ja järviruo'olla (*Phragmites australis*).

Vuonna 2018 esiintyvistä kasvilajeista esitettiin samat ravinteisuusluokat ja kasvien elomuodot kuin yllä vuonna 2006.

Elomuodoista esiintyy kaikkia muita paitsi irtokellujia ja näkinpartaisia. Yleisimpinä lajeina nousee esille järvinäkinsammal, ulpukka ja viiltosara. Lajistossa on myös karujen kasvupaikkojen lajeja, kuten vaalea- ja tummalahnaruohoa sekä nuottaruohoa.

Kangasjärven veden pH-arvo on keskimäärin 5,7. Veden pH-arvo vaikuttaa kasvillisuuteen. Yleisesti tiedetään, että happamien vesistöjen suurkanasto on vähälajinen ja koostuu usein kelluslehtisistä vesikasveista ja vesisammalista. Rahkasammaleen voimakas leviäminen vesistöjen pohjalla alkaa yleensä veden pH:n laskiessa alle 5:n (Ulvi ja Lakso toim. 2005). Kangasjärven veden alhainen pH on voinut muuttaa kasvillisuutta samalla tavalla kuin happamoituneissa järvissä. Lajistossa esiintyy näkinsammalia, ja lajisto koostuu muutamista valtalajeista. Toisaalta lajisto kuvaa tavallista suomalaista järveä, eikä se suoraan kerro happamuudesta.

Taulukko 8-3. Vuoden 2018 kasvillisuuskartoituksen koontitaulukko, josta ilmenee kangasjärvessä esiintyneiden kasvilajien elomuoto, ravinteisuusluokka, yleisyys ja keskimääräinen peittävyys (%).

Laji	Suomenkieliset nimet	Elo-muoto	Ravinteisuusluokka	Yleisyys (linja-frekvenssi, %)	Keskimääräinen peittävyys, %
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	ratamosarpio	6	m-e	53,8	1,4
<i>Calla palustris</i>	(suo)vehka	7	i	7,7	4,0
<i>Carex acuta</i>	viiltosara	7	m-e	84,6	35,8
<i>Carex rostrata</i>	pullosara	7	i	30,8	5,3
<i>Cicuta virosa</i>	myrkkykeiso	7	m	7,7	5,0
<i>Comarum palustre</i>	kurjenjalka	7	i	23,1	9,0
<i>Eleocharis acicularis</i>	hapsiluikka	4	o-m	69,2	2,0
<i>Eleocharis palustris</i>	rantaluikka	6	i	76,9	4,6
<i>Equisetum fluviatile</i>	järvikorte	6	i	53,8	5,7
<i>Fontinalis antipyretica</i>	isonäkinsammal	8	o-m	15,4	1,0
<i>Fontinalis hypnoides</i>	järvinäkinsammal	8	m-e	92,3	1,8
<i>Isoetes echinospora</i>	vaalealahnanruoho	4	o	30,8	1,0
<i>Isoetes lacustris</i>	tummalahnanruoho	4	o	38,5	1,2
<i>Lobelia dortmanna</i>	nuottaruoho	4	o	53,8	6,0
<i>Lysimachia thyrsoflora</i>	terttualpi	6	i	38,5	3,8
<i>Lysimachia vulgaris</i>	ranta-alpi	7		7,7	1,0
<i>Lythrum salicaria</i>	rantakukka	7	m	7,7	2,0

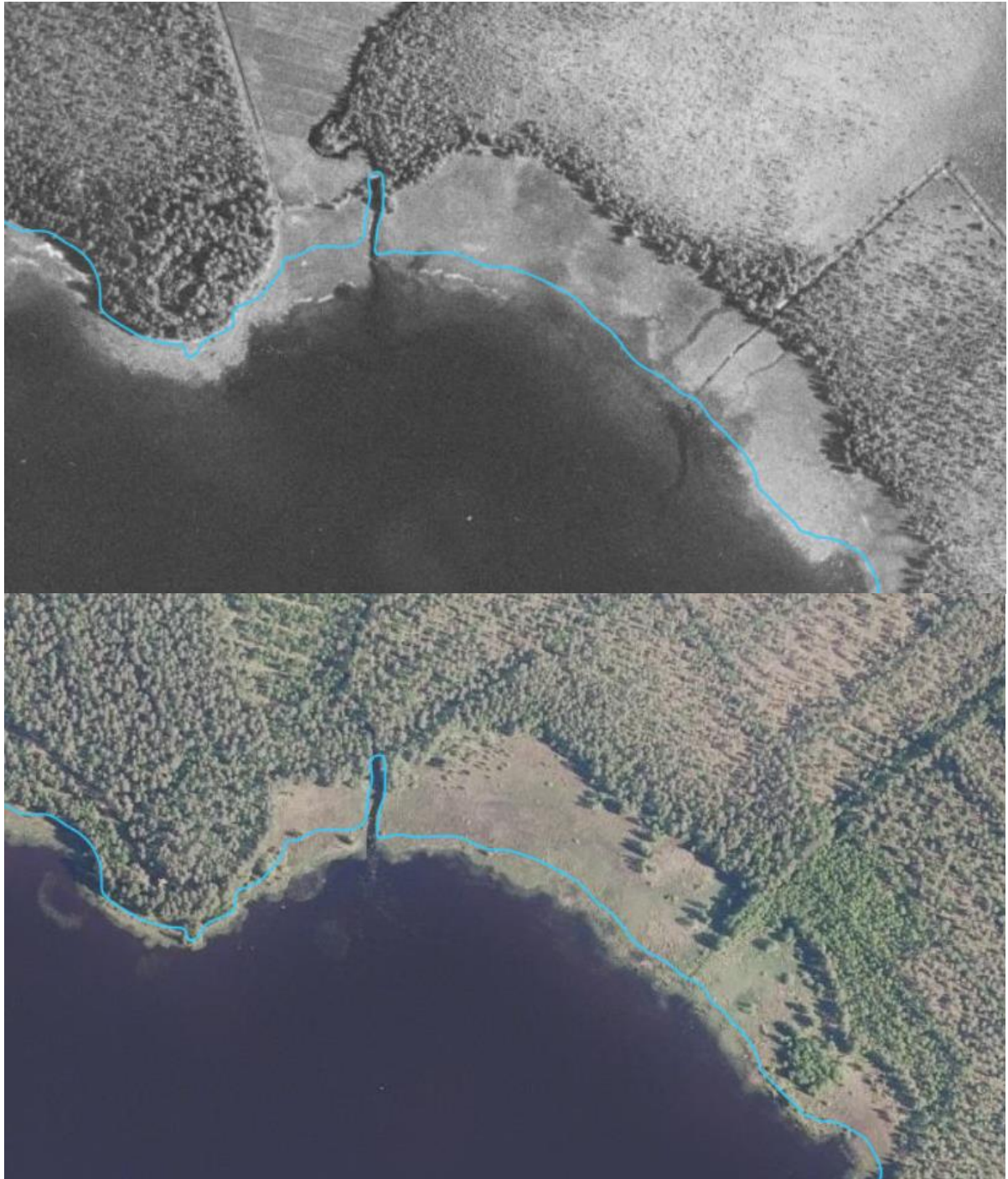
Laji	Suomenkieliset nimet	Elo-muoto	Ravinteisuus-luokka	Yleisyys (linja-frekvenssi, %)	Keski-määräinen peittävyys, %
<i>Menyanthes trifoliata</i>	raate	7	o-m	7,7	30,0
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	kiehkuraärviä	3	e	7,7	1,0
<i>Nuphar lutea</i>	(iso)ulpukka	5	i	92,3	16,6
<i>Nymphaea alba</i>	lumme	5	i	30,8	9,0
<i>Nymphaea tetragona</i>	suomenlumme	5	o-m	7,7	2,0
<i>Persicaria amphibia</i>	vesitatar	5	m-e	23,1	23,3
<i>Phragmites australis</i>	järviruoko	6	i	15,4	23,0
<i>Potamogeton natans</i>	uistinvita	5	i	7,7	2,0
<i>Ranunculus reptans</i>	rantaleinikki	4	o-m	76,9	1,6
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	järvikaisla	6	i	23,1	9,7
<i>Sparganium emersum</i>	rantapalpakko	6	i	15,4	3,5
<i>Sparganium gramineum</i>	siimapalpakko	5	m	7,7	10,0
<i>Sphagnum platyphyllum</i>	lamparerahka-sammal	8		7,7	1,0
<i>Typha latifolia</i>	leveäosmankäämi	6	m-e	7,7	5,0
<i>Utricularia vulgaris</i>	isovesiherne	2	i	7,7	1,0
<i>Warnstorfia exannulata</i>	hetesirppisammal	8	m?	15,4	1,0

Taulukko 8-4. Vuoden 2018 vesikasvikartoituksen tulokset koottuna. Luku kuvaa pinta-alapeittävyyttä linjalla prosentteina koko linjan pinta-alasta.

	linja 1	linja 2	linja 3	linja 4	linja 5	linja 6	linja 7	linja 8	linja 9	linja 10	linja 11	linja 12
<i>Alisma plantago-aquatica</i> , ratamosarpio	0,01	0	0	0	0,01	0,02	0,08	0,04	0,01	0	0,02	0
<i>Calla palustris</i> , vehka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0
<i>Carex acuta</i> , viiltosara	0,4	12	1,5	0	6	1,6	0,4	12	4	2,4	8	0,08
<i>Carex rostrata</i> , pullosara	0,02	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,08	0,2	0
<i>Cicuta virosa</i> , myrkkyykeiso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0
<i>Comarum palustre</i> , kurjenjalka	0	0,75	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0,1	0
<i>Eleocharis acicularis</i> , hapsiluikka	0,02	0,01	1,5	0	0,05	0	0,01	0	0,2	0,01	0,01	0,01
<i>Eleocharis palustris</i> , rantaluikka	0,01	0,01	0,01	0	0,04	6	0	0,01	0,8	0,01	2,5	3
<i>Equisetum fluviatile</i> , järvikorte	9	0	0,6	0	6	0	0	0,8	0,1	4	0,01	0
<i>Fontinalis antipyretica</i> , isonäkinsammal	0	0	0	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0
<i>Fontinalis hypnoides</i> , järvinäkinsammal	0,02	0,02	0,01	0,2	0,02	2	0,4	0,02	0,01	0,02	0,08	0,04
<i>Isoetes echinospora</i> , vaalealahnaruoho	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0,01	0	0,01	0,02
<i>Isoetes lacustris</i> , tummalahnaruoho	0	0	0,08	0	0	0,05	0	0	0,01	0	0,04	0,02
<i>Lobelia dortmanna</i> , nuottaruoho	0	4	0,6	0	0	0,4	0	0	0,01	0,01	2	0,02
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> , terttualpi	0	0,5	0	0	0	0,5	0,04	0	0,01	0	0,02	0
<i>Lysimachia vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0
<i>Lythrum salicaria</i> , rantakukka	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Menyanthes trifoliata</i> , raate	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myriophyllum verticillatum</i> , kiehkuraärviä	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nuphar lutea</i> , ulpukka	4	2	0,45	36	0,1	1	0,5	4	0,5	0,1	0,08	0,2
<i>Nymphaea alba</i> , isolumme	0,2	0,2	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0,02	0
<i>Nymphaea tetragona</i> , suomenlumme	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Persicaria amphibia</i> , vesitatar	0	0	0	0	0	8	0	0	3	2	0	0
<i>Phragmites australis</i> , järviruoko	0	32	0	0	0	0	5,94	0	0	0	0	0
<i>Potamogeton natans</i> , uistinvita	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus reptans</i> , rantaleinikki	0,05	0,4	0,04	0	0,1	0,5	0,1	0	0,1	0,05	1	0,1
<i>Schoenoplectus lacustris</i> , järvikaisla	0,16	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	3	0
<i>Sparganium emersum</i> , rantapalpakko	0,1	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0
<i>Sparganium gramineum</i> , siimapalpakko	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Sphagnum platyphyllum</i> , lamparerahkasammal	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0
<i>Typha latifolia</i> , leveäosmankäämi	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Utricularia vulgaris</i> , isovesiherne	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Warnstorfia exannulata</i> , hetesirppisammal	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0

8.2 Ilmakuvatarkastelu

Vanhimmat Kangasjärveltä saatavissa olevat ilmakuvat on otettu vuosina 1951 ja 1952. Alla on joitakin ilmakuvapareja 1950-luvun alusta ja 27.8.2020 otetusta ilmakuvasta (Maanmittauslaitos). Ilmakuvien perusteella on arvioitu muutoksia järvien vesikasvillisuudessa, rehevyydessä ja rantojen kasvittuneisuudessa. Vanhojen ilmakuvien tulkinta on kuitenkin epävarmaa niiden matalan resoluution vuoksi, eivätkä esimerkiksi kaikki hiekkarannoiksi arvioidut alueet välttämättä olleet niitä.



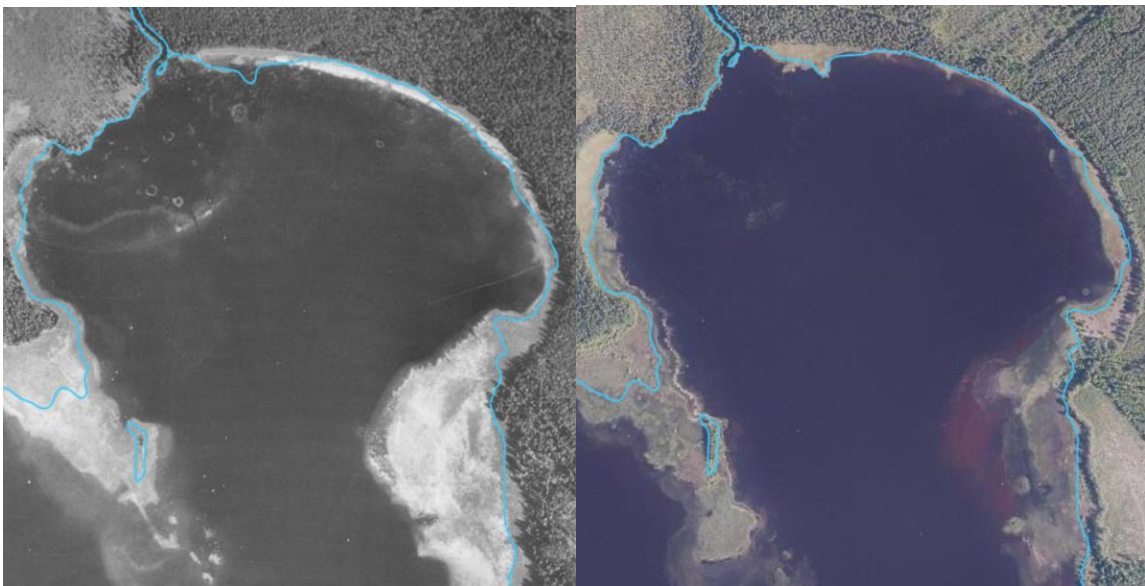
Kuva 8-1. Heinäjoen laskukohta järven pohjoisosassa vuosina 1952 ja 2020.

Heinäjokea pitkin tulee Kangasjärveen turvetuotannon ja metsätalouden kuormitusta. Vuoden 2020 ilmakuvassa on nähtävissä enemmän vesikasvillisuutta, kuin vuoden 1952 ilmakuvassa (Kuva 8-1). Kasvillisuus on vuosikymmenten saatossa levinnyt alaville rannoille.



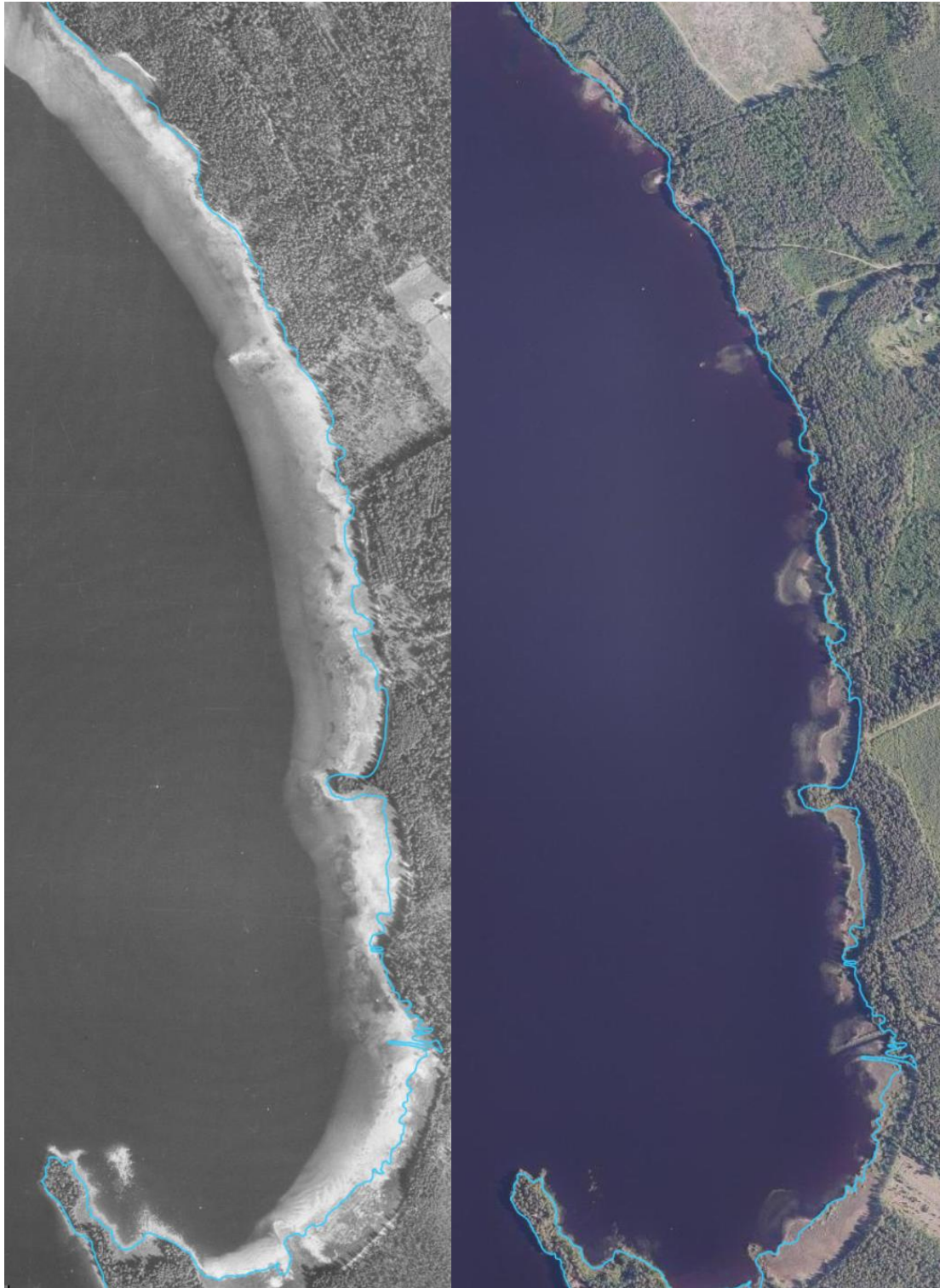
Kuva 8-2. Lajuniemi Haalaistensuon länsipuolella vuosina 1951 ja 2020.

Vuoden 2020 ilmakuvassa näkyy selvää umpeenkasvua verrattuna vuoden 1951 kuvaan (Kuva 8-2). Rannan loivapiirteisyys näkyy kuvissa selkeästi. Niemessä on voinut sijaita hiekkaranta aiemmin.



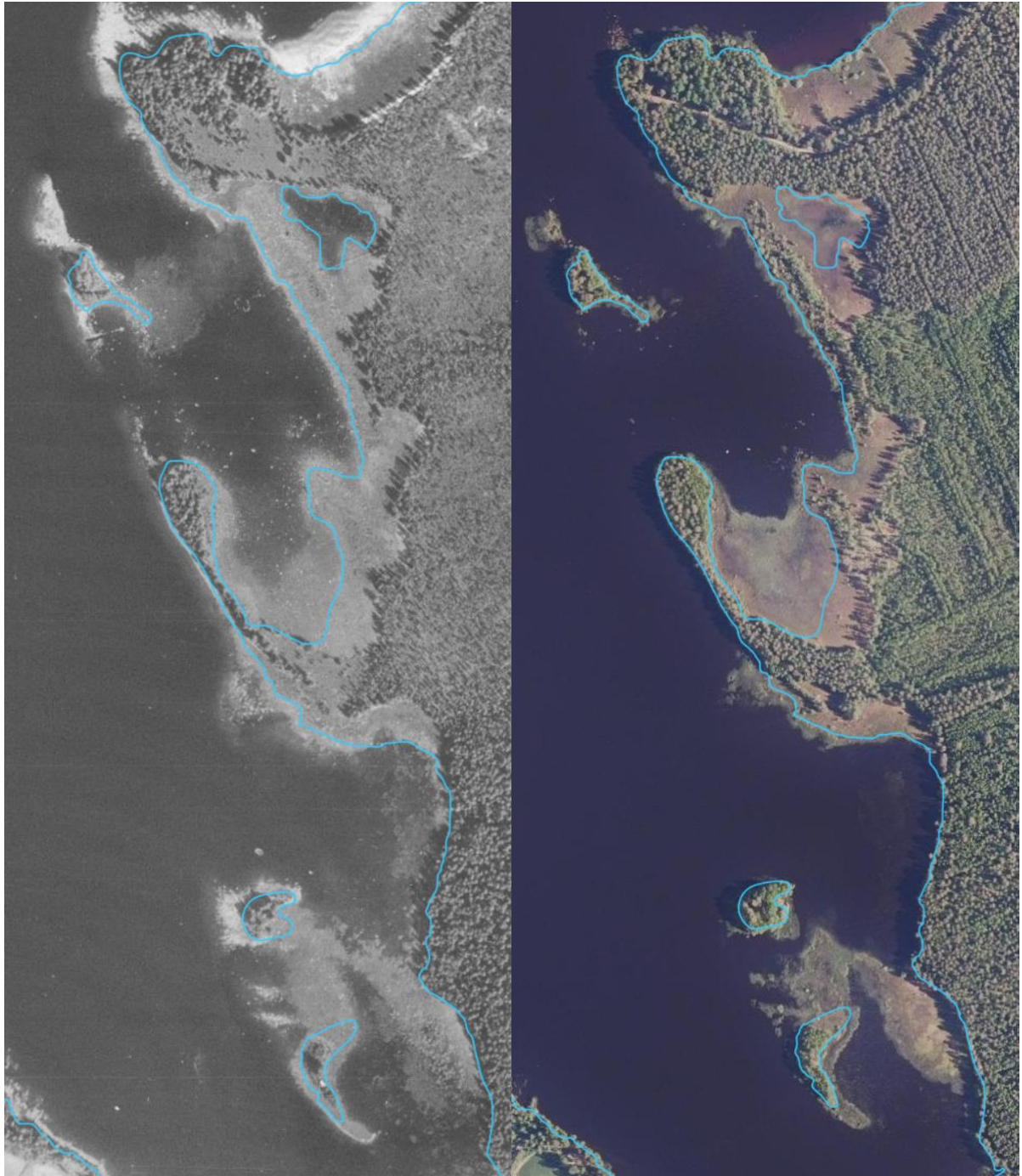
Kuva 8-3. Lahti, jonka pohjoisosasta Rakkineenjoki laskee, vuosina 1951 ja 2020.

Vuosikymmenten saatossa lahti on kasvanut umpeen ja sen rannoilla olleet mahdolliset soraikot tai hiekkarannat kasvittuneet. Lahden mataluus ja kivikkoisuus näkyy vanhassakin ilmakuvassa (Kuva 8-3).



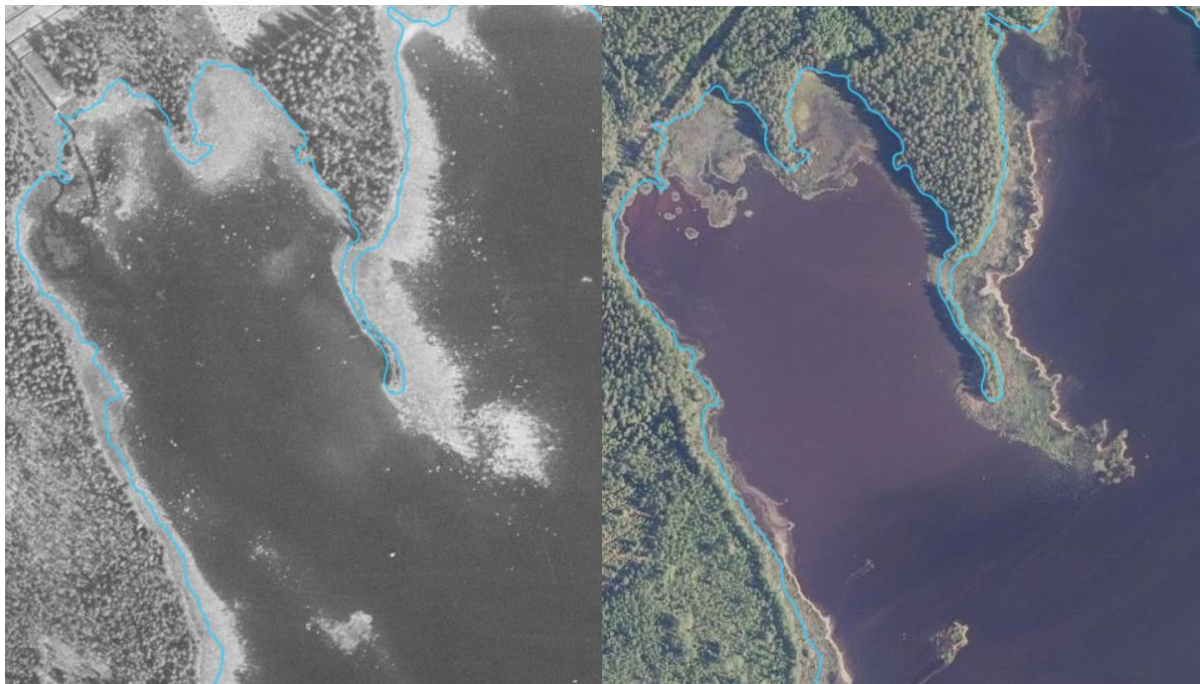
Kuva 8-4. Järven itärantaa vuosina 1951 ja 2020.

Paikallisten mukaan järven itärannalla on ollut hiekkarantoja. Ne näkyvät valkoisena vuoden 1951 ilmakuvasa, mutta ovat sittemmin monin paikoin kasvittuneet (Kuva 8-4). Itärannan loivapiirteisyys näkyy selkeästi kuvissa.



Kuva 8-5. Järven itärantaa Kapeaniemen ympäristöstä vuosina 1951 ja 2020.

Kapeaniemen alue on nykyään voimakkaasti umpeenkasvanut. Alueen mataluus ja kivikkoisuus on nähtävissä myös vuoden 1951 ilmakuvasa (Kuva 8-5). Kuvan pohjoisosassa näkyy Vakkaniemessä vuonna 1951 mahdollinen hiekkaranta.



Kuva 8-6. Akonlahti vuosina 1951 ja 2020.

Akonlahteen tulee turvetuotannon kuormitusta, ja kasvillisuus on levittäytynyt vuosikymmenten kuluessa. Vuoden 1951 ilmakuvassa alueen kivikkoisuus näkyy vuoden 2020 kuvaa selkeämmin (Kuva 8-6). Kuvassa 8-11 näkyy myös selvää umpeenkasvua.

Vanhojen ilmakuvien tulkinnessa on useita epävarmuuksia, mm. kuvien laatu ja ottoajankohta. Yhteenvetona ilmakuvatarkasteluiden perusteella kasvillisuus on kuitenkin lisääntynyt järvessä vuosikymmenten aikana, ja ranta-alueet ovat osittain kasvaneet umpeen. Etenkin järven itärannalla on vanhoissa kuvissa nähtävissä mahdollisia hiekkarantoja, joita ei Kangasjärvellä enää ole. Tarkempiin analyyseihin järvessä tapahtuneista muutoksista tarvittaisiin tarkempia sedimenttianalyyseja eri puolelta järveä. Niiden avulla voitaisiin arvioida järven pohjalle ajan saatossa kertyneen aineksen määrää, ja arvioida myös aiempien hiekkarantojen sijainteja.

8.3 Kasvillisuuden merkitys vesiluonnolle

Ranta- ja vesikasvillisuus antaa suojaa ranta-alueelle kulumista vastaan vaimentaessaan sekä aallokon että valuma-alueelta järveen tulevan pintavaluman vaikutusta. Tiheä kasvipeite pidättää ravinteita ja kiintoainesta ja toimii suojavyöhykkeenä. Rantakasvillisuus vaikuttaa siten järveen tulevan aineksen laatuun ja määrään. Myös vesikasvien pinnalla kasvavat epifyytti- eli päällyslevät sitovat ravinteita. Lisäksi kasvillisuus sitoo ravinteita etenkin kasvukauden aikana. (Ulvi ja Lakso toim. 2005).

Kasvillisuus tarjoaa suojapaikkoja eläinplanktonille, joka alentaa saalistuksen kautta kasviplanktonin määrää. Tällöin kasvillisuus vähentää epäsuorasti rehevöitymishaittoja. Lisäksi monet kalalajit käyttävät kasvillisuutta elinympäristönään. Erityisesti kevätkutuiset kalat pitävät rantavyöhykkeen kasvillisuutta lisääntymisalueenaan. Kasvillisuuden merkitys kalastukselle on ilmeinen. Samoin kasvillisuus tarjoaa elinympäristön useille vesilintulajeille. (Ulvi ja Lakso toim. 2005).

Kasvillisuuden kuollessa ja maatuessa muodostuu turvetta ja liejua. Kuollut kasvimassa ei pääse huuhtoutumaan ja kulkeutumaan pois tiheässä kasvustossa, vaan jää maatumaan uuden

kasvillisuuden alle. Tätä jatkuessa vuodesta toiseen ranta madaltuu. Ne kasvit, jotka kasvavat vedessä siirtyvät vähitellen kohti avovettä. Siirtyminen jatkuu niin kauan, kuin avovettä riittää, ja vähitellen matala järvi kasvaa umpeen. (Ulvi ja Lakso toim. 2005).

8.4 Kasvillisuuden poisto

Uposlehtisten ja ilmaversoisten kasvien poistolla saavutettavia suurimpia hyötyjä ovat veneilyn ja virkistyskäytön helpottuminen sekä maiseman avartuminen. Veden ravinnemääriin etenkin ilmaversoisen vesikasvillisuuden poistolla on vain vähän merkitystä (Ulvi & Lakso toim. 2005). Poistetut lajit saattavat toimenpiteen jälkeen korvautua muilla alueella kasvavilla kasveilla.

8.4.1 Vesikasvien poiston vaikutukset

Vesikasvien poistolla on useita erilaisia vaikutuksia vedenlaatuun. Vaikutukset riippuvat poistettavasta kasvista ja sitä kautta poistoon valitusta menetelmästä.

Vesikasvien poistamisella voidaan lisätä avointa vesialaa ja näin helpottaa uimista, veneilyä ja kalastusta. Vesikasvien poisto ei yleensä paranna veden laatua. Parantuminen on kuitenkin mahdollista sellaisissa tapauksissa, joissa veden virtaus alueella lisääntyy vesikasvien poiston jälkeen. Tällöin esim. tiiviissä kasvustossa esiintyvät happikadot saattavat vähentyä. Vesikasvit tarjoavat suojaa eläinplanktonille (Perrow ym. 1999, Hagman 2005). Mm. vesikirput altistuvat suuremmalle saalistukselle vesikasvien poiston jälkeen. Tästä voi seurata leväkukintoja. Lisäksi vesikasvien pinnoilla on kiinnittyneinä epifyyttisiä leviä, joiden käyttämät ravinteet vapautuvat poiston jälkeen kasviplanktonille. Mahdollinen seuraus on levien määrän kasvu.

Vesikasvillisuuden poistoa suunniteltaessa on myös hyvä huomioida toimenpiteen vaikutukset kalaston kannalta. Vesikasvillisuus on kaloille tärkeä elinympäristö. Kalanpoikaset saavat siitä suojaa ja löytävät ravintoa sen joukosta. Aikuiset kalat voivat käyttää kasvillisuutta kutupaikkoinaan. Toisaalta matalien, umpeenkasvaneiden rantojen avaaminen parantaa hauen luontaista lisääntymistä (Korhonen & Nyberg 2001).

Vesikasvillisuus tarjoaa suojapaikkoja pohjaeläimistöille sekä kalanpoikasille. Lisäksi vesikasvien juuristot pidättävät sedimenttiä vähentäen resuspensiota. Ruotsissa on pilottihankkeissa kokeiltu haitalliseksi koetun vesikasvillisuuden poiston jälkeen siirtoistuttaa alueelle muita vesikasveja (Kraufvelin ym. 2020, Faithfull ym. 2022 teoksessa Härkönen ym. 2022). Tavoitteena tässä on se, että esimerkiksi tähkä-ärviän kanssa kilpailevalle lajistolle tarjotaan mahdollisuus vallata kasvualaa ärviän poistamisen jälkeen. Näin varmistetaan, että alueen vesikasvillisuus palautuu mahdollisimman nopeasti.

Uposlehtiset kasvit ottavat ravinteet osittain suoraan vedestä, mistä syystä ulkoisen kuormituksen vähentäminen on uposlehtisen kasvillisuuden määrän vähentämisessä ratkaiseva tekijä. Toisaalta uposlehtisiä kasveja poistamalla saadaan vähennettyä vedestä ravinteita. Uposlehtisen kasvillisuuden poiston tehosta ja pitkäaikaisista vaikutuksista on edelleen vain vähän tietoa. Joidenkin uposlehtisten, kuten ärviöiden, tiedetään myös lisääntyvän helposti version palasista (Leka 2016). Kasvit tulisi saada siis poistettua mahdollisimman vahingoittumattomina.

Kasvien poistolla voidaan poistaa ravinteita. Kasvien sisältämä ravinnemäärä riippuu kasvilajista, eri lajien välillä on todennäköisesti jonkin verran vaihtelua. Mikkelin alapuolisen Saimaan hoidon yleissuunnitelmassa esitetään, että "Järviruokoa niittämällä voidaan poistaa typpeä 50 kg/ha ja fosforia 4,5 kg/ha (Komulainen ym. 2004)." Samaisessa raportissa todetaan, että "Fosforia poistuu kuiva-ainekiloa kohden 0,9 g" (Hansson ym. 2004).

Eräissä toisessa hankkeessa selvitettiin uposlehtisen ärviän sisältämiä ravinnemääriä, fosforia oli 4,7 g/kg kuiva-ainetta ja typpeä 28,3 g/kg kuiva-ainetta. Kun ärviää poistettiin 16–17 ha, sen kuivapainoksi arvioitiin 4 000 kg. Näiden tietojen perusteella vesistöstä saatiin poistettua 19 kg fosforia ja 112 kg typpeä.

Uposlehtiset vesikasvit ottavat osan ravinteista juurillaan, mutta suurimman osan vedestä. Ilmaversoiset ja kelluslehtiset ottavat pääosan ravinteista juurillaan. Niitto ei siis todennäköisesti vähennä ravinteiden määriä vedessä, ellei kyse ole uposlehtisistä vesikasveista.

Kasvillisuuden poistosta voi aiheutua tilapäistä veden samentumista ja meluhaittoja. Leikkuujätteen ajelehtiminen ja läjitettyjen kasvien hajuhaitat ovat lyhytaikaisia. Uposlehtisten kasvien poisto tulee toteuttaa huolella siten, että veteen jää mahdollisimman vähän kasvien paloja, joista kasvit voivat lisääntyä.

8.4.2 Vesikasvien poiston toteutusmahdollisuudet Kangasjärvessä

Kasvillisuuden poistot tulee kohdentaa alueille, joilla niiden poistosta koetaan olevan eniten hyötyä ja jättää kasveja runsaastikin muille alueille. Kasvit muodostavat useille eliölajeille tärkeitä elinalueita ja kasvillisuus vaikuttaa vedenlaatuun monella tapaa. Rantakasvillisuus suodattaa maa-alueilta vesiin valuvia ravinteita ja pitää pohja-ainesta hyvin paikallaan, mikä hillitsee orgaanisen aineksen ja ravinteiden leviämistä ranta-alueelta ulapalle. Vesikasvien pinnalla elää päälliskasvustoa, joka ottaa tarvitsemansa ravinteet vedestä ja kasvillisuuden poiston myötä ravinteet päätyvät kasviplanktonin käyttöön. Veteen päätyvän valomäärän kasvu suurten vesikasvien poiston seurauksena saattaa lisätä sinilevien määrää.

8.4.2.1 Mahdollisia niittotarpeita vuonna 2023

Ilmakuvien perusteella Kangasjärven lahdissa on umpeenkasvua. Lahtien kasvillisuus pidättää kuitenkin valuma-alueelta tulevia ravinteita, minkä vuoksi osa lahdista suositellaan jätettävän niittämättä. Aivan järven pohjoispäässä oleva lahti kannattaa jättää niittämättä sinne tulevan ojan edustalta. Järven rantoja kiertää keskimäärin 20–25 m leveä kasvillisuusvyöhyke, jota on mahdollista niittää.

Kangasjärvestä tehtyjen vesikasvillisuusselvitysten perusteella ei pysty suoraan arvioimaan kaikkien alueiden vesikasvillisuutta. Oletuksena on ollut, että linjojen lähellä kasvillisuus ei ole muuttunut, vaikka juuri niittoalueelta ei olisikaan kasvillisuustietoa. Ennen varsinaista niittoa on kuitenkin suositeltavaa käydä tekemässä kasvillisuusselvitys, jossa varmistuu poistettavan vesikasvin laji.

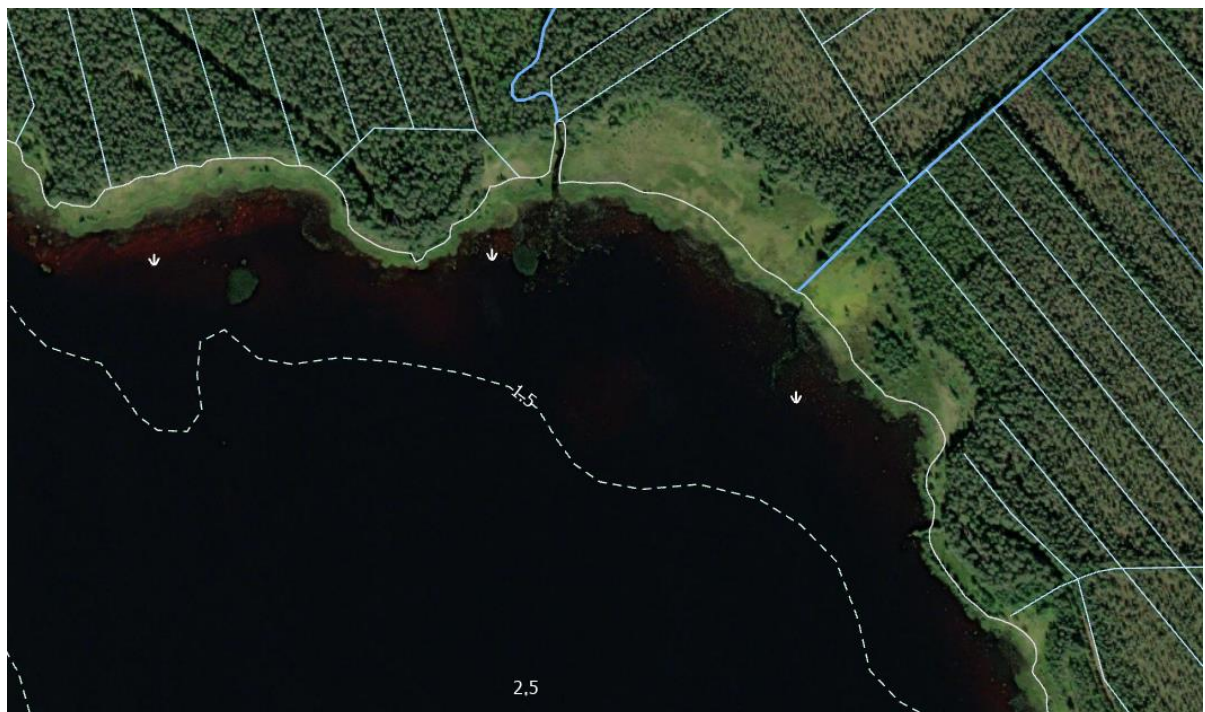
Tässä kappaleessa käytettiin Esrin ilmakuvia (lähde "Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community"), joissa kasvillisuus erottuu paremmin kuin Maanmittauslaitoksen ilmakuvissa. Ilmakuvien päälle tuotiin Maastotietokannasta syvyyskäyrät- ja pisteet, järven kivikko- ja kasvillisuustiedot ja maa-alueelle ojat (Maanmittauslaitos). Lisäksi kuvissa on esitetty vuoden 2018 kasvillisuuskartoituksen kartoituslinjat. Seuraavassa on esitetty alueet, joilla niitto olisi teoreettisesti mahdollinen.

Järven pohjoisosassa (Kuva 8-7) kasvillisuus on todennäköisesti vuoden 2006 linjan 25 (viiltosara, järvikorte, tumma lahnaruoho, vesitatar) ja vuoden 2018 linjan 9 mukaista (viiltosara, ärviä, vesitatar). Vuosien välillä on havaittu, että tummalahnaruoho olisi vähentynyt. Koko pohjoisosassa on matalampaa kuin 1,5 m. Tällä alueella ei kannata poistaa vesikasveja aivan järveen tulevan ojan suulta, mutta muualta poisto olisi mahdollista.



Kuva 8-7. Järven pohjoisosa.

Pohjoisosasta hieman itään on useampi umpeenkasvanut ranta (Kuva 8-8). Tälle alueelle tulee kuitenkin oja suoraan järveen, minkä vuoksi niittoa ei suositella.



Kuva 8-8. Ei niittoa tälle alueelle, ojat tuovat ravinteita suoraan järveen.

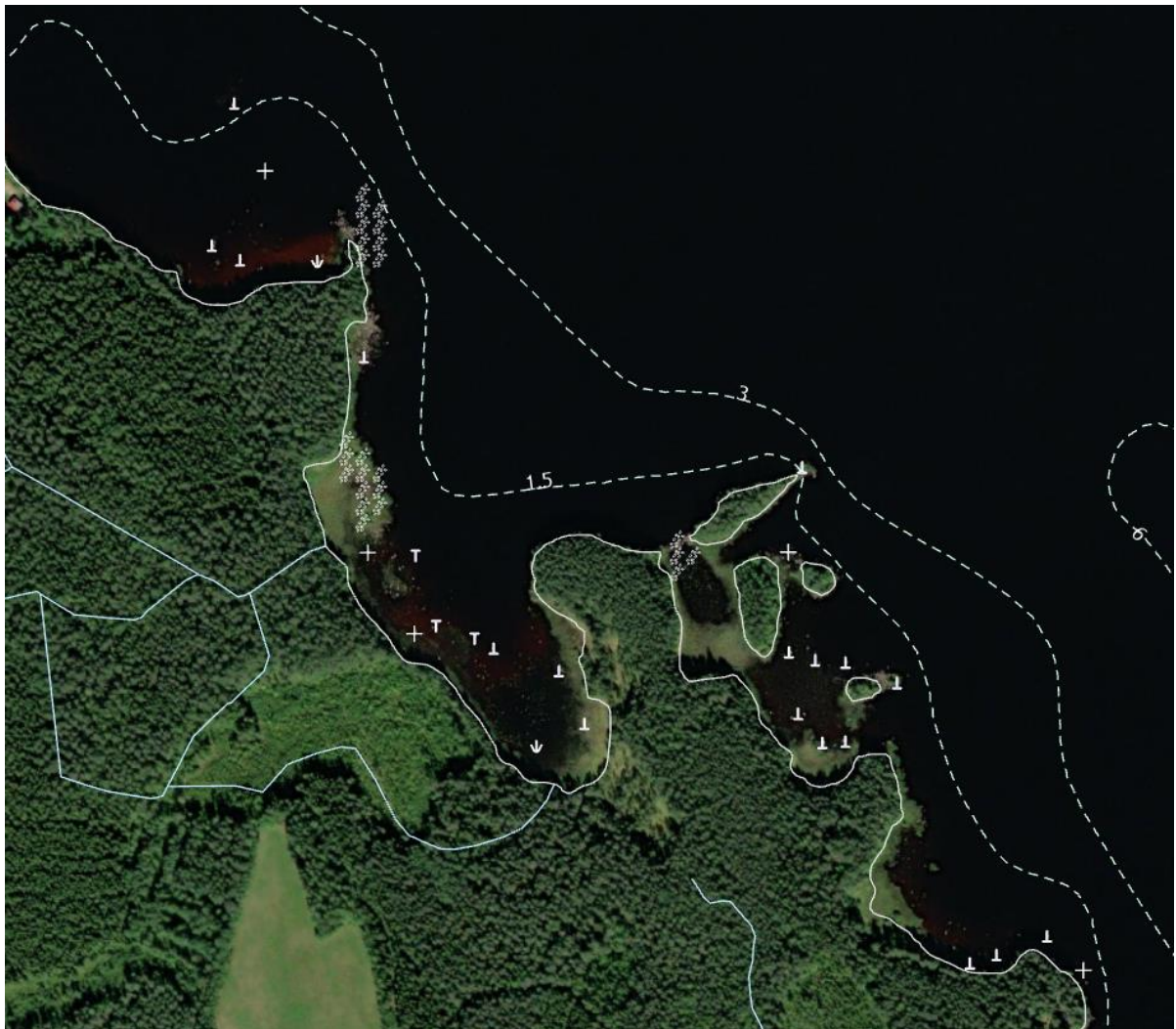
Heiniönlahden vesikasvillisuudesta ei ole suoraa tietoa. Vuoden 2006 kasvillisuuskartoituksessa linja 23 on lähin, jonka kasvillisuudesta on tietoa. Kyseisellä linjalla on ollut pääosin ulpukkaa ja

viiltosaraa. Heiniönlahteen laskee suoraan oja, jonka edestä kasvillisuutta ei tule poistaa (Kuva 8-9).



Kuva 8-9. Heiniönlahti.

Hanganlahti on voimakkaasti umpeenkasvanut alue (Kuva 8-10). Vuoden 2006 kartoituksessa linjalla 20 havaittiin järvikortetta, viilto- ja pullosaroja ja ulpukkaa. Vuoden 2018 kasvillisuuskartoitusta ei tehty tällä alueella. Lahden valuma-alueella ei ole asutusta, eikä siellä todennäköisesti ole tarvetta vesikasvien poistolle virkistyskäytön parantamiseksi.



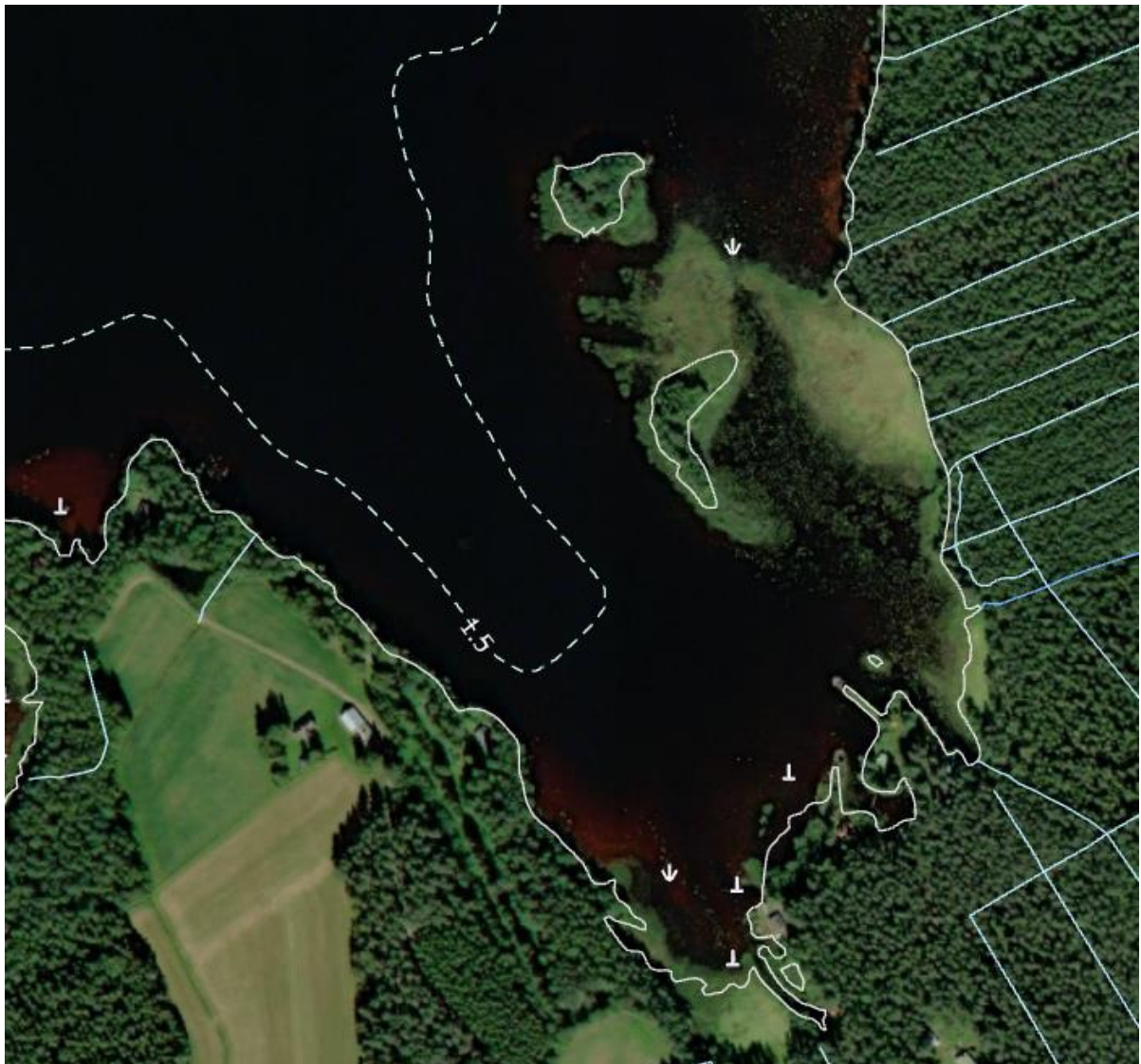
Kuva 8-10. Hanganlahti.

Akonlahdessa on havaittavissa selvää umpeenkasvua (Kuva 8-11). Sen kasvillisuudesta ei ole suoraa tietoa. Vuonna 2006 lähimmät linjat olivat 17 ja 18. Vuonna 2018 ei Akonlahden lähellä ollut linjoja. Vuoden 2006 tietojen perusteella Akonlahdessa voisi esiintyä viilto- ja pullosaraa, järvikortetta, tumma lahnaruohoa, rantaleinikkiä, ulpukkaa ja uistinvitaa. Akonlahteen tulee happamia vesiä turvetuotannon kemikaaliyksikön vuoksi. Aluetta ei kannata niittää, jotta kuormitusvaikutukset eivät leviä ulommas järveen.



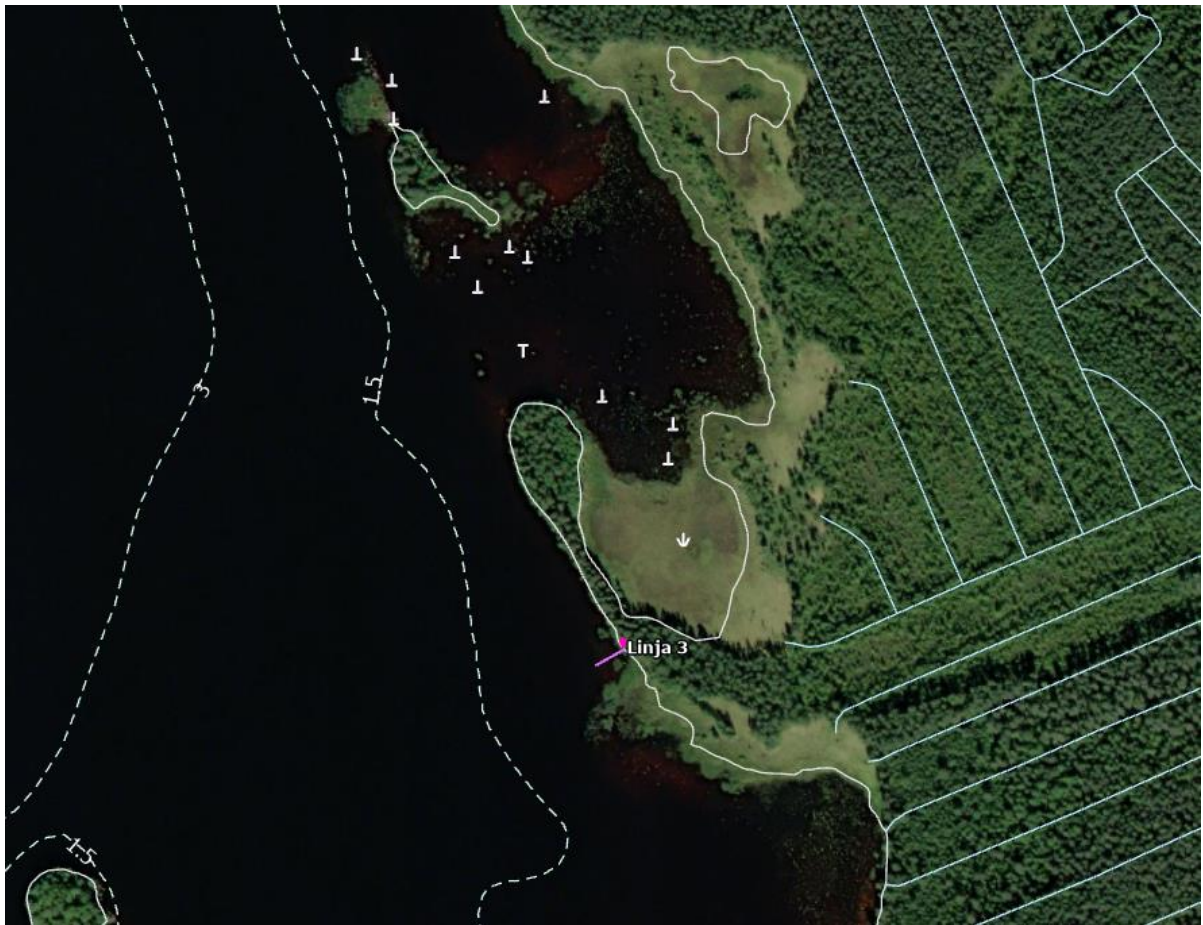
Kuva 8-11. Akonlahti.

Halmeniemen pohjoispuoli, johon Höytiönjoki laskee, on myös selvästi umpeenkasvanut (Kuva 8-12). Sen kasvillisuus on vuoden 2006 linjan 11 mukaan viiltosaraa ja järvikortetta ja vuoden 2018 linjan 3 mukaan viiltosaraa ja järvikaislaa. Alue on hyvin matalaa, 1,5 m:n syvyyskäyrä kulkee alueen ulkopuolella.



Kuva 8-12. Halmeniemen pohjoispuoli.

Kapeaniemen itäpuolella on erittäin voimakkaasti umpeenkasvanut lahti (Kuva 8-13). Kasvillisuustietoja on saatavilla niemen "ulkopuolelta" vuoden 2006 kartoituksista linjan 11 mukaan viiltosara, järvikorte ja mahdollisesti järviruoko. Vuoden 2018 linjan 3 tietojen mukaan kasvillisuus on pääosin viiltosaraa.



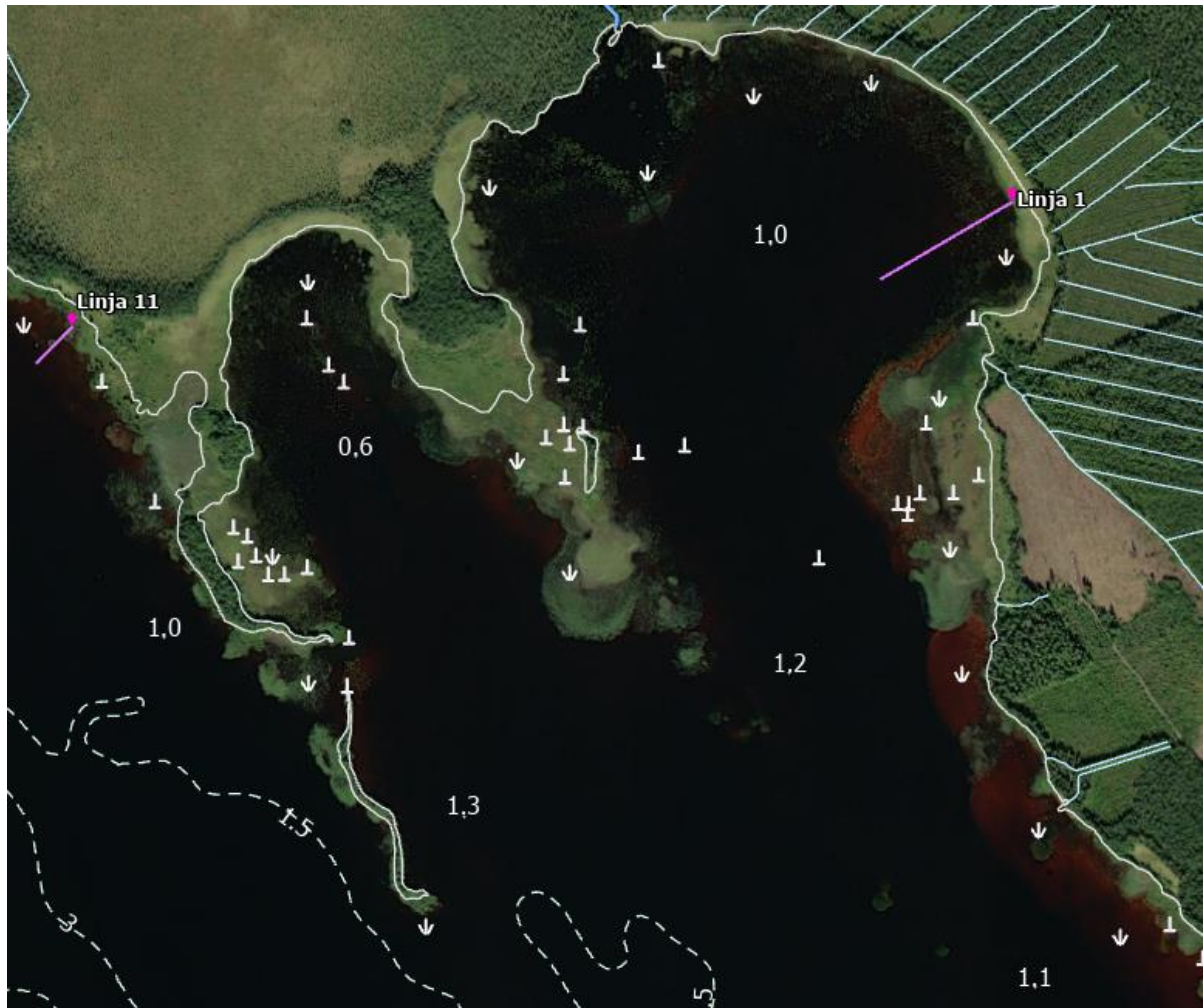
Kuva 8-13. Kapeaniemi.

Kapeaniemi ja siitä itään olevat ranta-alueet ovat myös umpeenkasvaneita (Kuva 8-14). Kasvillisuus on vuoden 2006 linjojen 10 ja 11 mukaan saraa, järvikortetta ja ulpukkaa sekä vuoden 2018 linjojen 2 ja 3 mukaan saraa, järviruokoa ja ulpukkaa.



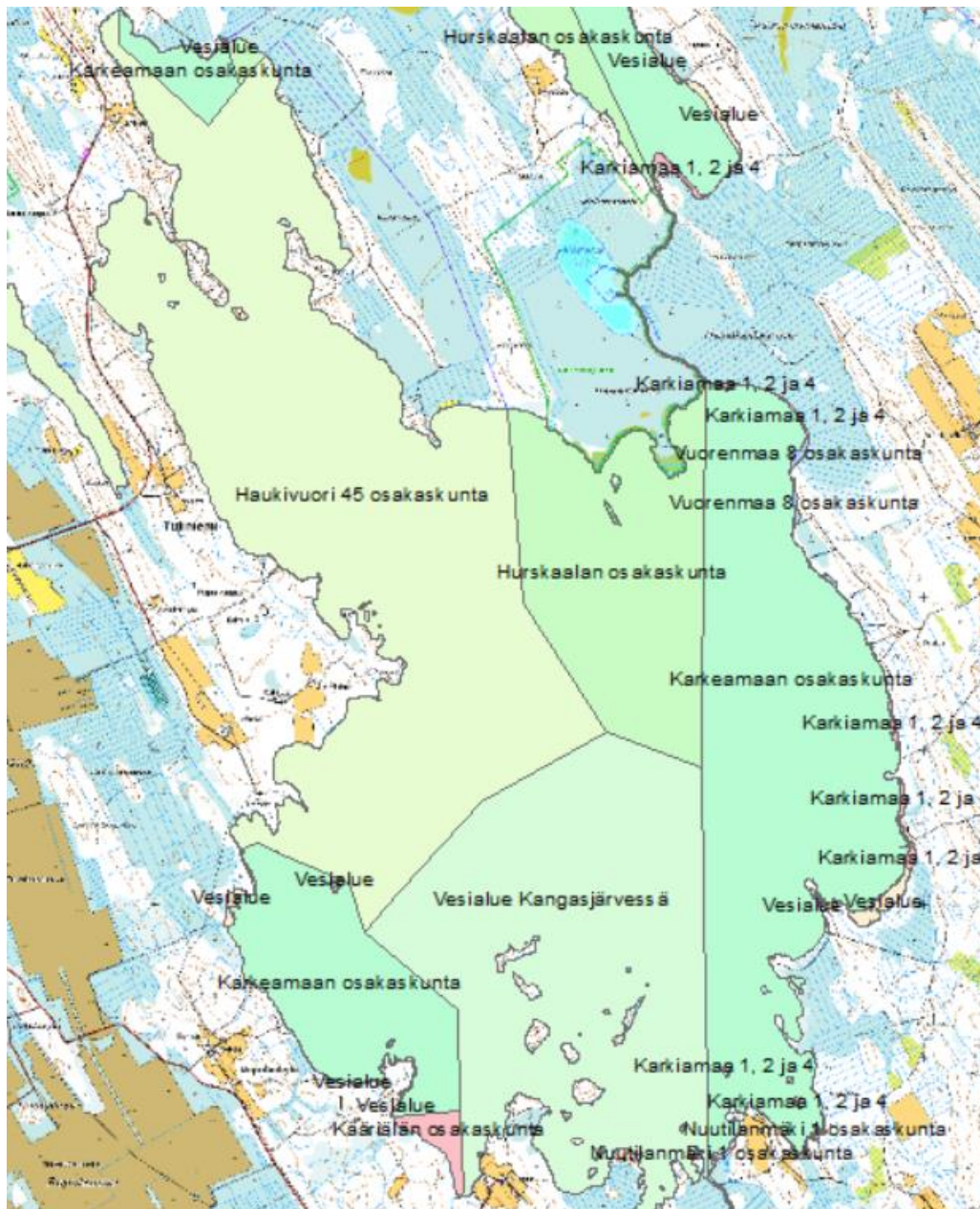
Kuva 8-14. Kapeaniemi ja siitä itään.

Suurisaaren ja Lamposaaren ympäristöt ovat umpeenkasvaneita. Kasvillisuutta kuvaavat parhaiten vuoden 2006 linja 6 (jää alueen länsipuolelle) ja vuoden 2018 linjat 1 ja 11. Vuoden 2006 mukaan kasvillisuus koostuu sarasta, myrkkyykeisosta, rantaluikasta ja järvikortteesta. Vuoden 2018 mukaan kasvillisuudessa esiintyisi järvikortetta, ulpukkaa ja viiltosaraa (linja 1) sekä järvikaislaa ja saraa (linja 11). Alue on hyvin kivikkoista. Lisäksi alueen saaret ja ojittamaton Haalaistensuo ovat luonnonsuojelualuetta, jolle ei saa läjittää poistettua massaa.



Kuva 8-15. Suurisaari ja Lamposaari.

Vesikasvien poisto vaatii vesialueen omistajan luvan. Kangasjärvessä on useita eri osakaskuntia. Lisäksi on myös järjestäytymättömiä vesialueita (Kuva 8-16). Kangasjärven ranta-alueet ovat suurelta osin yksityisomisteisia, joten myös vesikasvien läjittämisestä tulee sopia erikseen maanomistajien kanssa.



Kuva 8-16. Kangasjärven vesialueet (järjestäytynyt ja järjestäytymättömät osakaskunnat).

8.4.2.2 Luontoarvojen huomiointi

Laji.fi sivuston mukaan Kangasjärveltä ei ole yhtään viitasammakkohavaintoa eikä lummelampikorentohavaintoa. Kangasjärven pohjoispuolella sijaitsevasta Haapajärvestä on yksi lummelampikorentohavainto.

Pesimä- ja muuttolinnustosta ei ole saatavilla kattavaa ja luotettavaa tietoa.

Laajojen kasvillisuuspoistojen taustatiedoksi tarvitaan myös aluekartoitusmenetelmällä selvítettävä kasvillisuus ja ennen laajoja niittoja tulee myös tehdä luontoselvitys, jolla selvitetään luontodirektiivin IV kuuluvista lajeista erityisesti viitasammakon sekä lumme-, siro- ja täplälampikorenon esiintymispaikat. Vesienhoidon ja virkistyskäytön toimenpiteet voivat aiheuttaa paikallisesti luontodirektiivin lajien lisääntymis- ja levähdyspaikkojen heikentymistä,

mikä tulee huomioida tarkemmassa suunnittelussa (Kemppainen ym. 2018). Edellä mainitussa selvityksessä on annettu myös tarkempia ohjeita luontodirektiivin IV lajien huomioimiseen eri toimenpiteissä.

8.4.3 Kasvilajikohtaiset poisto-ohjeet

8.4.3.1 Ilmaversoiset kasvit

Järviruoko

Järviruokoja niitetään mekaanisesti niittokoneella. Ensimmäisenä kesänä niitetään kahdesti, jolloin ensimmäinen niitto tehdään juuri ennen kasvien kukkimista kesäkuun lopulla ja seuraava niitto tästä 3–4 viikon kuluttua. Parhaan lopputuloksen saamiseksi kasvit niitetään mahdollisimman läheltä pohjaa ja niitto toistetaan samoilla alueilla ainakin kolmena peräkkäisenä vuotena. Lajilla on vahva juurakko, joka mahdollistaa kasvuston palautumisen vielä 1–2 niiton jälkeen. Toisena ja kolmantena vuotena niitetään vain kerran, jolloin paras niittoajankohta noin heinäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin, jolloin kasvien biomassassa on suurimmillaan ja samalla saadaan poistettua ravinteita sedimentistä kasvien mukana. Ensimmäisen vuoden alkukesän niittoja varten tulee mahdollisesti selvittää alueella pesivä linnusto. Pesintärauhan vuoksi suositelluin niittoajankohta on loppukesä. Usein niitetty alue elpyy useamman vuoden kuluttua, jolloin saatetaan joutua aloittamaan niittäminen uudestaan. Poistettu kasvilaji voi myös korvautua jollain toisella lajilla.

Järvikaisla

Järvikaislalla on vahva juurakko ja sen palautuminen niiton jälkeen on sitä heikompaa, mitä syvemmällä se kasvaa. Juurakossa riittää ravinteita muutamaksi vuodeksi uusien silmujen kasvattamiseen. Niiton seurauksena kuitenkin kasvuston biomassassa alenee ja uudet versot ovat heikompia kuin alkuperäiset, vaikka kasvuston tiheys ei välttämättä alene.

Sarat

Hankalampi niittää, sijaitsevat matalalla alueella aivan rannan tuntumassa. Voidaan poistaa parhaiten kaivinkoneella rannalta käsin, tai ruotsalaisella amfibioniittokoneella, joka kulkee sekä maalla että vedessä.

Järvikorte

Järvikortetta voidaan niittää, mutta toimenpiteessä on otettava huomioon kasvin helppo lisääntymistapa. Järvikorte pystyy leviämään jokaisesta varren "nivelestä". Tämän takia niitetyt järvikortteet tulee kerätä erittäin huolellisesti pois järvestä. Niittotulos riippuu vahvasti järven ominaisuuksista, kuten ravinteisuudesta ja syvyydestä. On todettu, että niitettäessä vain kerran kesässä, joudutaan niitto toistamaan useiden vuosien ajan. Niitetty kasvimassa voi muodostaa kelluvia lauttoja, joille myös muu kasvillisuus voi levittäytyä. Kasvi kasvaa matalassa vedessä, mikä voi aiheuttaa hankaluuksia poiston suhteen.

8.4.3.2 Uposlehtiset vesikasvit

Uposlehtiset kasvit ottavat ravinteet pääosin suoraan vedestä, mistä syystä ulkoisen kuormituksen vähentäminen on uposlehtisen kasvillisuuden määrän vähentämisessä ratkaiseva tekijä. Toisaalta uposlehtisiä kasveja poistamalla saadaan vähennettyä vedestä ravinteita. Niitot eivät sovellu uposlehtisen kasvillisuuden poistoon, vaan niiden poistoon sopivampia menetelmiä ovat esimerkiksi nuottaaminen, haraaminen ja keräävä kone (SYKE 2020, Leka 2016, Ulvi & Lakso toim. 2005). Uposlehtisen kasvillisuuden poiston tehosta ja pitkäaikaisista vaikutuksista on edelleen vain vähän tietoa. Joidenkin uposlehtisten, kuten ärviöiden, tiedetään myös lisääntyvän

helposti version palasista (Leka 2016). Kasvit tulisi saada siis poistettua mahdollisimman vahingoittumattomina.

Hyvin suunnitellulla raivausnuottauksella voidaan poistaa runsaasti uposkasvillisuutta; kasvillisuuden tuorepaino on noin 30–100 tn/ha. Nuottaus tulee tehdä koneellisesti esimerkiksi traktorin voimansiirtoon kiinnitetyn kelauslaitteen avulla. Raivausnuottauksessa kasvimassa pakkautuu nuotan pohjalle, jolloin nuotan läpi ei enää pääse kasvinpaloja veteen. Kasvimassa voidaan hinata suoraan rannalle kosteana, jolloin kasveista irtoavan ravinnepitöisen veden valuminen takaisin vesistöön voidaan estää. Nuottausta varten tarvitaan ranta-alue, jossa on riittävä kantavuus traktorille sekä kasvimassan läjitykseen tai kuljetukseen tarvittavalle kalustolle. Uposlehtisen kasvillisuuden poiston vaikutus voi olla lyhytaikainen, mistä syystä raivausnuottaus tulee toistaa arviolta noin 5–10 kesänä peräkkäin, jotta kasvillisuus lähtee taantumaan. Nuotata kannattaa heinä-elokuussa, kun uposlehtisen kasvuston kasvimassa on suuri.

Raivausnuottaus on työlästä, mutta se on mahdollista suorittaa melko edullisesti esimerkiksi talkoovoimin. Nuottausvälineet voi itse koota nuotasta, veneestä ja kelauskoneesta. Uposkasvien poisto tulee suunnitella huolellisesti. Jos kasvillisuutta poistetaan liikaa, köyhdyttää se rantaluonnon monimuotoisuutta ja poistaa kalojen suojapaikkoja. Myös leväkukinnot yleistyvät helposti liian laajan uposlehtisten poiston jälkeen. Leväkukintojen todennäköisyyttä voidaan pienentää, mikäli toimenpide toteutetaan vasta loppukesästä tai alkusyksystä (esim. elokuun loppu – syyskuun alku).

Koska uposlehtisten kasvien poiston vaikutuksista on vain vähän tietoa ja poistosta saattaa aiheutua enemmän haittaa kuin hyötyä, kannattaa kasvien poistoa kokeilla ensimmäisenä vuotena pienemmällä alueella (esim. 50x50 m). Jos uposlehtisten kasvien poisto osoittautuu Kangasjärvellä tehokkaaksi ja hyväksi menetelmäksi, voidaan kasvillisuutta poistaa samalla menetelmällä myöhemmin laajemmaltakin alueelta.

8.4.3.3 Kelluslehtiset vesikasvit

Ulpukka

Ulpukoiden ja lumpeiden poisto niittämällä on joissain tapauksissa tulokseltaan epävarma, koska niillä on juuristossa runsaasti ravinteita uudelleenkasvuun. Myös liikkeelle lähtevät juurakon kappaleet silmuineen voivat levittää kasvuston uudelle alueelle. Joskus toimenpide on aiheuttanut sen, että ulpukoiden ja lumpeiden uudet lehdet niiton jälkeen ovat olleet aikaisempaa pienempiä. Niittoa parempi ja tehokkaampi keino ulpukoiden ja lumpeiden poistamiseen on juurakoiden poisto esim. ruoppaamalla.

Uistinviita

Uistinviita ei vähentynyt muutaman niiton jälkeen niittokokeissa (Nybom 1988). Useimmiten uistinviita esiintyy sekakasvustoina muiden haittoja aiheuttavien lajien kanssa. Uistinvidan varsi voi kasvaa jopa kahden metrin pituiseksi. Laji esiintyykin melko syvässä ja lisäksi hitaasti virtaavassa vedessä.

8.5 Yleistä vesikasvien poistosta

Rantojen kasvillisuusvyöhykkeet leikataan mieluiten reunoiltaan poimuileviksi saarekkeiksi. Mikäli niittoon käytettävä niittokone ei kerää ja poista leikattuja kasveja pois vedestä, kannattaa niitoissa käyttää erillistä keräily- ja nostolaitteistoa, jottei keruuta ja poistoa tarvitse tehdä käsin. Kasvien kerääminen on tärkeää myös niittojen mukana mahdollisesti irtoavien uposlehtisten kasvien poistamiseksi.

Kasvien leikkuujäte tulee läjittää tarpeeksi kauas rannasta, jottei niistä valu ravinteita järveen. Niittojätettä on mahdollista käyttää myös maanparannusaineena tai esim. karjan rehuna.

Vesikasvien poistosta tai koneellisesta niitosta on ilmoitettava ELY-keskukselle ja vesialueen omistajalle viimeistään 30 vuorokautta ennen töiden aloittamista.

Vesikasvien poistossa kannattaa varautua toistamaan toimenpide vähintään kolmena vuotena. Todennäköisesti alue, jolta kasvit on poistettu, tulee vähitellen kasvamaan uudelleen umpeen. Laji voi olla sama tai sitten poistettu laji voi korvautua jollakin toisella lajilla.

8.6 Seuranta

Kunnostustoimenpiteiden ympäristövaikutuksia on hyvä seurata myös niiden toimenpiteiden osalta, jotka eivät vesilain mukaista lupaa vaadi. Luvanvaraisten kunnostustoimenpiteiden työn aikainen ympäristövaikutusten seuranta on otettava huomioon lupahakemusvaiheessa.

Kunnostuksen tavoitteet ja suunnitelmat on tarkistettava vesistön tilan muuttuessa ja tiedon määrän lisääntyessä. Kangasjärven tavoitteet ja suunnitelmat voidaan tarkistaa esimerkiksi 10 vuoden kuluttua. Toimenpiteiden vaikutuksia ja kunnostuksen tavoitteita on hyvä seurata säännöllisesti myös töiden valmistuttua, sillä seurannalla saadaan tarpeellista tietoa kunnostuksen tulevia tavoitteita ja suunnitelmia silmällä pitäen.

Kangasjärven sameutta ja kasvillisuutta voidaan seurata esim. ilmakuvista. Vedenlaadun kehittymistä voidaan seurata vesinäyttein, jolloin vesinäytteet on hyvä ottaa näytteenottopisteiltä, joilta on vedenlaatutietoja jo ennestään.

8.7 Luvat

Kaikkiin kunnostustoimiin tarvitaan vesialueen ja/tai maa-alueen omistajan suostumus tai lupa. Joistakin toimenpiteistä on etukäteen ilmoitettava kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle ja/tai alueelliselle ELY-keskukselle. Ilmoituskäytännöt on määritetty vesilaissa. Useat kunnostustoimenpiteet vaativat myös luvan aluehallintovirastolta. Luvan tarve määräytyy yleensä vesilain mukaisesti ja luvitustarpeesta päättää alueellinen ELY-keskus. Vesilaissa on määritetty myös lupahakemuksen sisältö.

Seuraavat kunnostuksiin liittyvät toimenpiteet sisältyvät aina luvanvaraisiin vesitaloushankkeisiin (Vesilaki 27.2011/587, 3. luku, 3 §):

- Vesialueen ruoppaaminen, jos ruoppausmassan määrä ylittää 500 kuutiometriä, jollei kyse ole julkisen kulkuväylän kunnossapidosta.
- Ruoppausmassan sijoittaminen hylkäämistarkoituksessa Suomen aluevesillä, jollei kyse ole merkityksettömän pienestä määrästä ruoppausmassaa.

Suurien kasvillisuuspoistojen luvan tarve kannattaa arvioida yhdessä ELY-keskuksen kanssa.

Ruoppausten vesilain mukaista lupahakemusta varten saattavat ruoppausalueen sedimentin paksuuden ja haitta-ainepitoisuuksien laajempi määrittäminen tulla ajankohtaisiksi. Ruoppauksesta tulee laatia tuoreisiin sedimentin paksuuskartoituksiin perustuva tekninen rakennussuunnitelma kustannusten tarkentamiseksi ja vesiluvan saamiseksi. Hakemuksessa tulee esittää myös läjitysalue.

9. LÄHTEET

- Aapala K., Similä M., Penttinen J. (toim.) 2013. Ojitettujen soiden ennallistamisopas. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja B 188.
- Etelä-Savon maakuntaliitto. 2022. JTF-rahasto ja Etelä-Savon oikeudenmukaisen siirtymän suunnitelma. Saatavilla: [JTF-rahasto ja Etelä-Savon oikeudenmukaisen siirtymän suunnitelma - Etelä-Savon Maakuntaliitto \(esavo.fi\)](#) Viitattu 29.9.2022
- Eurofins 2020. Etelä-Savon ELY alueen turvetuotannon päästö- ja vesistötarkkailu vuonna 2019
- Eurofins 2021. Etelä-Savon ELY alueen turvetuotannon päästötarkkailu vuonna 2020
- Eurofins Ahma 2021. Vesienhoidon yleissuunnitelma Virtasalmi-Joroisten kalatalousalueelle
- Hansson, P-A. 2004. Use of summer harvested common reed (*Phragmites australis*) as nutrient source for organic crop production in Sweden. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 102(3):365.
- Kemppainen E., Belinskij A., Hellsten S., Kartano L., Mäkelä S, Ojala O. ja Sammalkorpi I. 2018. Vesienhoidon ja luonnonsuojelun yhteensovittaminen Puruvedellä – suositukset toimenpiteiksi. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2018.
- Komulainen, M., Simi, P., Hagelberg, E., Ikonen, I. ja Lyytinen, S. 2004. Ruokoenergiaa – järviruo'on energiankäyttömahdollisuudet Etelä-Suomessa. Turun ammattikorkeakoulun raportteja 66.
- Kotanen, Juho (toim.); Manninen, Pertti; Muuri, Liisa; Ranta, Panu; Sojakka, Pekka; Lindholm, Piia; Roiha, Toni; Rajala, Varpu; Kujala, Kukka; Tirkkonen, Markus (2022). Etelä-Savon vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-398-014-3>
- Laitinen, T. 2017. Vapo Oy Etelä-Savon ELY-keskuksen alueen kuormitus- ja vesistötarkkailuraportti vuodelta 2016. Nab Labs Oy.
- Laitinen, T. 2018. Vapo Oy Etelä-Savon ELY-keskuksen alueen kuormitus- ja vesistötarkkailuraportti vuodelta 2017. Eurofins Nab Labs Oy.
- Laitinen, T. 2019. Vapo Oy Etelä-Savon ELY-keskuksen alueen kuormitus- ja vesistötarkkailu vuosiyhteenveto vuodelta 2018. Eurofins Ahma Oy.
- Luonnonvarakeskus 2022. Suometsien puuntuotanto ja ympäristövaikutukset. Saatavilla: [Suometsien puuntuotanto ja ympäristövaikutukset | Luonnonvarakeskus \(luke.fi\)](#). Viitattu 13.9.2022.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2014. Maatalouden ilmasto-ohjelma. Saatavilla: https://mmm.fi/documents/1410837/1801204/Maatalouden_ilmasto-ohjelma_WEB_03072015.pdf/fa6d10c1-62e5-473d-a69f-534d39392db4/Maatalouden_ilmasto-ohjelma_WEB_03072015.pdf?t=1447151601000 Viitattu 1.3.2023.

Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Suomen+viimeistely+CAP-suunnitelma+2023-2027
Saatavilla: [Suomen+viimeistely+CAP-suunnitelma+2023-2027.pdf \(mmm.fi\)](#) Viitattu 6.9.2022.

Maa- ja metsätalousministeriö 2022. Kuvaus Suomen CAP-suunnitelman 2023–2027
toimenpiteistä. Saatavilla: [Kuvaus Suomen CAP-suunnitelman 2023-2027 toimenpiteistä \(mmm.fi\)](#) Viitattu 6.9.2022.

Maaseutuverkosto, 2009. Säättösalaojitusopas. Saatavilla: [MMM_MS_V_Sy_SSo_esFI_B5.indd \(maaseutu.fi\)](#) Viitattu 9.9.2022

Metsäkeskus Keski-Suomi 2011. Ohjeistus virtaamansäätöpadon rakentamiseen. Metsäkeskuksen
julkaisu nro 5/2011.

Metsäkeskus, 2022. Luonnonhoitohankkeet. Saatavilla: [Luonnonhoitohankkeet | Metsäkeskus \(metsakeskus.fi\)](#) Viitattu 12.9.2022

Metsäkeskus, 2023. Vesiensuojelu, suometsien hoidon paikkatietoaineistot: Suometsien hoidon
paikkatietoaineistot: <https://www.metsakeskus.fi/fi/avoin-metsa-ja-luontotieto/luontotietoaineistot/vesiensuojelu>

Naukarinen, V., 2021. Kosteikkoviljelyn kasviopas. Baltic Sea Action Group. Saatavilla:
[Kosteikkoviljelyn kasviopas 2021.pdf \(carbonaction.org\)](#) Viitattu 9.9.2022.

Nyberg, P. & Eriksson, T. 2001. Skyddsridåer Längs Vattendrag (SiLVA). Slutrapport av SiLVA-
projektet. Finfo 2001:6. Fiskeriverket. Sverige.

Oravainen R. 1999.

Rahat pintaan, 2022. Kalataloudelliset vesistökunnostusavustukset. Saatavilla: [Kalataloudelliset vesistökunnostusavustukset - Rahatpintaan.fi](#) Viitattu 11.10.2022

Sarpakunnas M. 2019. Kangasjärven alueen kalataloudellinen tarkkailu vuonna 2019. Savo-
Karjalan ympäristötutkimus.

Suomen ympäristökeskus, 2019. Happamilla sulfaattimailla sijaitseva turvetuotantoalue
kannattaisi tuotannon päätyttyä vesittää kosteikoksi. Saatavilla: [Suomen ympäristökeskus > Happamilla sulfaattimailla sijaitseva turvetuotantoalue kannattaisi tuotannon päätyttyä vesittää kosteikoksi \(syke.fi\)](#) Viitattu 1.3.2023.

Säättösalaojayhdistys, 2019. Säättösalaojitukselta hyötyä turvemailla / Turvemaat hyötyvät
säättösalaojitukselta. Saatavilla: [Turvemaat saato Jäsenjulkaisu-2019 www.pdf \(tukisaatio.fi\)](#)
Viitattu 9.9.2022

Veijola, H. ja Lensu, T. 2016. Etelä-Savon ELY-keskuksen alueella sijaitsevien
turvetuotantoalueiden käyttö-, hoito-, kuormitus- ja vesistötarkkailuraportti vuodelta 2015. Nab
Labs Oy, Tutkimusraportti 57 / 2016.

Vuori K-M., Leppänen M., Koljonen S., Jämsen J., Vaso A., Keskinen E., Hämäläinen H., Nieminen
M., Huotari E. ja Soimasuo J. 2021. Puupohjaisilla uusilla Materiaaleilla tehoa metsätalouden
Vesiensuojeluun ja vesistökunnostuksiin. PuuMaVesi-hankkeen loppuraportti. Saatavilla:

<https://www.syke.fi/download/noname/%7B4D2E4C08-E611-47D7-8444-4C984F32EB57%7D/165953> Viitattu 1.3.2023

Vuori K-M. 2022. Loppuraportti. Puupuhdistamojen valuma-alueen pilotointi maa- ja metsätalouden vesienhallinnassa -PuuValuVesi. Saatavilla:

<https://www.syke.fi/download/noname/%7B9781A4D7-6D8D-4D06-9DE0-39ECB4C3D984%7D/178084> Viitattu 1.3.2023

Ympäristöministeriö, 2022a. Virtaa vesienhoitoon – vesistökunnostuksen sekä maa- ja metsätalouden vesienhallinnan rahoitushaku. Saatavilla: [Vesistökunnostuksen sekä maa- ja metsätalouden vesienhallinnan rahoitushaku - Ympäristöministeriö](#) Viitattu 12.9.2022

Ympäristöministeriö, 2022b. Helmi-ohjelma vahvistaa luonnon monimuotoisuutta. Saatavilla: [Helmi-elinympäristöohjelma - Ympäristöministeriö](#) Viitattu 11.10.2022