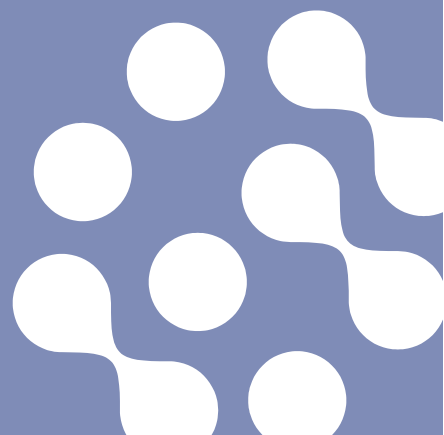


Eurofins Ahma Oy
08.10.2020

NIINIVEDEN JA KONNEVEDEN VÄLISEN VESISTÖALUEEN YHTEISTARKKAILU VUONNA 2019



NIINIVEDEN JA KONNEVEDEN VÄLISEN VESISTÖALUEEN YHTEISTARKKAILU VUONNA 2019

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	1
1.1	TARKKAILUN PERUSTEET	1
1.2	TARKKAILUN TAUSTA	1
1.3	NYKYTILANNE JA PERUSTELUT TARKKAILUN MUUTTAMISELLE	1
1.4	TARKKAILUN TAVOITE	3
1.5	TARKKAILU VUONNA 2019	3
2.	TARKKAILUVUODEN SÄÄ- JA VESIOLOT	3
3.	AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3.1	ALUEEN YLEISKUVAUS	4
3.2	FYSIKAALIS-KEMIALLISEN TARKKAILUN AINEISTO	5
4.	TUTKIMUSALUEEN KUORMITUS	6
4.1	PISTEKUORMITUS	6
4.2	TYYRINVIRRAN VIRTAAMAT	7
4.3	KUORMITUS ERI LÄHTEISTÄ JA SEN VAIKUTUS VESISTÖSSÄ	8
5.	TARKKAILUN TULOKSET	10
5.1	VEDEN LAATU	10
5.2	REHEVYYSTASO: FOSFORI JA KLOOROFYLLI	17
6.	PIILEVÄTUTKIMUS	19
6.1	TUTKIMUKSEN TAUSTA	19
6.2	AINEISTO JA MENETELMÄT	19
6.3	TULOKSET	21
<i>6.3.1</i>	<i>Veden laatu ja kuormitus havaintopaikoilla</i>	<i>21</i>
<i>6.3.2</i>	<i>Lajisto ja indeksit</i>	<i>21</i>
<i>6.3.3</i>	<i>Piilevien perusteella tehty ekologinen luokittelu</i>	<i>25</i>
6.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
	VIITTEET	25

LIITTEET

Liite 1. Analyysitulokset vuodelta 2019

Liite 2. Analyysitulosten vuosikeskiarvot

Liite 3. Klorofyllianalyysien tulokset vuosilta 1978 – 2019

Liite 4. Piilevänäytteiden lajisto ja yksilömäärä vuonna 2019

Karttaliite 1. Tutkimusalueen sijainti

Karttaliite 2. Yhteistarkkailun havaintoasemat

Karttaliite 3. Vapon tuotantokuntoisten alojen sijainti

Karttaliite 4. Piilevätutkimuksen havaintoasemat

Eurofins Ahma Oy

Arja Palomäki

Arja Palomäki
Projektipäällikkö
P. 050 427 3067

Yhteystiedot

Koivurannantie 1
40400 JYVÄSKYLÄ
Sähköposti: EtunimiSukunimi@eurofins.fi
www.eurofins.fi

1. JOHDANTO

1.1 Tarkkailun perusteet

Vapo Oy:n Multaharjunsuo ja Lotakonsuo ovat Rastunsuon turvetuotantoalueen lohkoja. Heinsuon tuotanto on loppunut vuonna 2014. Tarkkailuvelvoitteet perustuvat seuraaviin ympäristölupaviranomaisen päätöksiin:

- Multaharjunsuo: ISAVI 62/2011/1
- Lotakon- ja Heinsuo: ISY 12/07/2
- Rastunsuo: ISY 43/09/2

Vesistötarkkailu tehdään lupapäätösten mukaan osana Niiniveden ja Konneveden välisen alueen yhteistarkkailua.

Savon Taimen Oy:n tarkkailuvelvoite perustuu Itä-Suomen aluehallintoviraston päätökseen ISAVI 45/2014/1. Vesistö päästöjen vaikutuksia vesistön veden laatuun tulee seurata osana Niiniveden ja Konneveden välisen alueen vesistön yhteistarkkailuohjelmaa.

Rautalammin jätevedenpuhdistamon tarkkailuvelvoite perustuu Itä-Suomen aluehallintoviraston päätökseen ISAVI 65/2014/1. Vaikutustarkkailu tehdään osana Niiniveden ja Konneveden välisen vesistöalueen yhteistarkkailua.

Yhteistarkkailun tarkkailuohjelma on hyväksytty 28.4.2016 Pohjois-Savon ELY-keskuksen päätöksellä POSELY/231/07.00/2010.

1.2 Tarkkailun tausta

Vesialueelle laadittiin ensimmäinen yhteistarkkailuohjelma 29.3.1989, jonka Kuopion vesi ja ympäristöpiiri hyväksyi 5.6. päivätyssä kirjeessään. Ohjelma sisälsi fysikaalis-kemiallisen tarkkailun lisäksi joka kolmas vuosi tehtävän pohjaeläintutkimuksen.

Yhteistarkkailuohjelmaan tehtiin vuosien varrella joitakin muutoksia havaintopisteisiin. Lisäksi vuonna 1995 tarkkailua monipuolistettiin niin että kevennetyn vedenlaatutarkkailun rinnalle tuli muita vesistön tilaa kuvaavia tutkimuksia. Tällöin otettiin käyttöön vedenlaatutarkkailun kolmivuotissyklisyys.

6.6.2002 päivätyssä, tähän saakka voimassa olleessa yhteistarkkailuohjelmassa tarkkailua ajanmukaisesti raportoinnin, havaintopaikkaverkoston ja biologisen tarkkailun osalta. Uusia paikkoja olivat Äijävesi 3b, Liimattalansalmi ja Pakarilansuon alapuoli Pohjois-Konnevedellä (P-Konnevesi Heintaival). Biologiseen tarkkailuun lisättiin piilevätutkimus ja kasviplanktonitutkimus sekä 5 vuoden välein tehtävä ilmakuvaus ja maastokäynteihin perustuva tutkimusalueen kasvillisuuskartoitus.

Pohjois-Savon ELY-keskuksessa pidettiin yhteistarkkailun sisällöstä 9.12.2015 palaveri, johon osallistuivat tarkkailuvelvolliset, ELY-keskuksen edustajat sekä tarkkailua suorittanut konsultti. Käydyn keskustelun sekä ELY-keskuksen ja konsultin aiemmin tekemien esitysten pohjalta ELY-keskus laati tarkkailuohjelman muutosehdotukset (Taina Hammar 8.1.2016), joiden perusteella tarkkailuohjelma on uudistettu.

1.3 Nykytilanne ja perustelut tarkkailun muuttamiselle

Niiniveden ja Konneveden välisen alueen pistekuormitus on alentunut vuosien mittaan. Vapon tuotantoalueiden pinta-ala alueella on enää pieni osa siitä, mitä se oli vielä 1980-luvulla. Savon Taimen on parantanut vesiensuojelutoimiaan ja pienentänyt kuormitustaan vesistöön. Rautalammin jätevedenpuhdistamo saneerattiin vuonna 1998 biologis-kemialliseksi bioroottorilaitokseksi, mikä pienensi olennaisesti laitoksen biologisen hapenkulutuksen kuormitusta.

Rautalammin yhteistarkkailu on tuottanut pitkät vedenlaadun aikasarjat ja vesistön ekologinen tila tunnetaan hyvin. Tähänastisen tarkkailun tuottaman runsaan tulosaineiston ansiosta tiedetään, millaista vaihtelua havaintopaikkojen välillä on, ja millaista vaihtelua tietyllä havaintopaikalla on eri vuodenaikoina ja järvihavaintopaikoilla eri syvyyksissä. Tähän tietoon perustuen tarkkailua voidaan muuttaa sieltä, missä vähemmällä tulosaineistolla saadaan luotettava kuva vesistön tilasta. Tästä syystä tarkkailuvelvolliset esittivät vuoden 2015 syksyllä, että Rautalammin reitin yhteistarkkailua kevennettäisiin.

Tarkkailuohjelmaan tuli pääpiirteissään seuraavat muutokset:

- Vedenlaadun suppean seurannan vuosina poistetaan tarkkailusta havaintoasema Hankavesi 060 ja Hankavesi Hanhiniemi sekä vähennetään kemiallisen hapenkulutuksen määrityksiä. Havaintopaikat Äijävesi luusua ja Konnevesi Kurkilahti 3 jäävät kokonaan pois tarkkailusta.

Perustelu: Aiemman tarkkailun perusteella karsitullakin havainnoinnilla saadaan esille samat kehityssuunnat, koska vaihtelu on ollut vähäistä. Havaintoasema Konnevesi Kurkilahti 3 oli Rautalammin asumis- ja lomakodin tarkkailuasema, jonka tarkkailuvelvoite on poistunut.

- Laajan tarkkailun vedenlaatusuurannassa vähennetään virtapaikkaseurannan havaintoajankohtia siten, että touko-, heinä- ja lokakuu jäävät pois; järvihavaintopisteiltä otetaan kesäkuussa vain pintanäytteet.

Perustelu: Virtahavaintopaikkojen aiemman tarkkailun perusteella karsitullakin havainnoinnilla saadaan esille samat kehityssuunnat, koska vaihtelu on ollut vähäistä. Järvihavaintopaikoilla kesäkuussa ei alusveden laadussa ole vielä ehtinyt tapahtua selkeitä muutoksia verrattuna päänäytteen, koska ajankohta on lähellä kevätkiertoa.

- Piileväseurannasta poistetaan havaintopaikat Hankavesi Hanhiniemi 4 ja Hankavesi 057.

Perustelu: Ulappa-alueiden saarten rantojen piilevät eivät anna lisäarvoa, kun saman järven kasviplankton sisältyy tarkkailuun.

- Pohjaeläintarkkailua harvennetaan lisvedellä ja Konnevedellä tehtäväksi joka kuudes vuosi, muilla havaintopaikoilla tarkkailua jatketaan joka kolmas vuosi; lisvedellä, Hankavedellä ja Konnevedellä rinnakkaisnäytteen määrää vähennetään kahdeksaan.

Perustelu: Pohjaeläintarkkailun yli 25 vuoden mittaisen aineiston perusteella pistekuormituksen yläpuolisen ja sekä alimman havaintopaikan tarkkailua katsottiin voitavan keventää. Pienennetty rinnakkaisnäyttemäärä on ympäristöhallinnon ohjeistuksen mukainen.

- Klorofyllianalyysit vähennetään virtahavaintopaikoilta. Kasviplanktonitarkkailun paikoilla näytteet otetaan vain elokuussa eli intensiivivuosien kesäkuun näytteet jäävät pois.

Perustelu: Virtapaikoilla klorofyllitulosten tulkintaan sisältyy epävarmuutta, koska näiden vesialueiden lyhyen viipymän vuoksi kasviplanktonbiomassaa ei välttämättä ehdi syntyä siinä määrin kuin esimerkiksi ravinteiden puolesta olisi mahdollista. Kasviplanktonpaikoilla kasviplanktonin määrää mitataan kesäkuussa a-klorofyllinä.

- Vesikasvitutkimukset jäävät pois tarkkailusta.

Perustelu: Vesikasvitutkimukset liittyivät ennen kaikkea turvetuotannon vaikutusten tarkkailuun, ja alueen turvetuotantokuormitus on merkittävästi vähentynyt. Lisäksi Pohjois-Savon turvetuotannon yhteistarkkailuun sisältyy viiden vuoden välein tehtäviä vesikasvitutkimuksia.

Yhteistarkkailuohjelmaan on kirjattu

1) ne tarkkailuvelvoitteet, johon tarkkailuvelvolliset ovat ympäristöluvuissaan annetuissa tarkkailuohjelmissa velvoitettuja ja

2) toiminnanharjoittajien ja viranomaisten välisessä yhteistarkkailupalaverissa sovitut asiat, joihin tarkkailuvelvolliset ovat sitoutuneet

1.4 Tarkkailun tavoite

Yhteistarkkailun tavoitteena on selvittää ja seurata tutkittavan vesistöalueen veden laatua ja biologista tilaa sekä arvioida, mitä muutoksia eri kuormituslähteistä tuleva kuormitus aikaansaa vesistössä.

1.5 Tarkkailu vuonna 2019

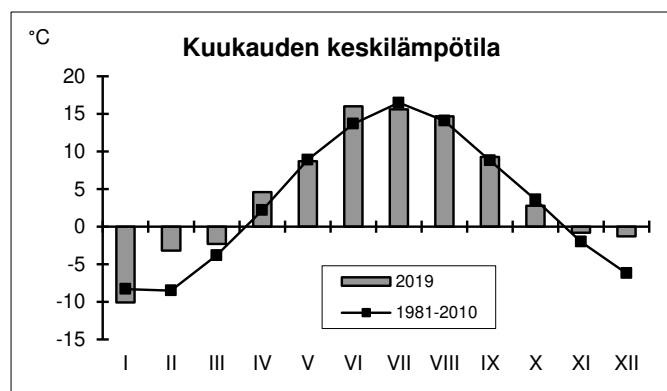
Vuoden 2019 tarkkailu oli suppean fysikaalis-kemiallisen tarkkailun vuosi. Vesinäytteitä otettiin kahtena tutkimuskertana. Vuoden 2019 tarkkailuun sisältyi piilevätutkimus.

Vuoden 2019 tarkkailun toteutti Eurofins Ahma Oy. Näytteet on analysoitu Eurofins Oy:n Jyväskylän ja Lahden ympäristölaboratorioissa. Laboratoriot ovat Mittatekniikan keskuksen akkreditoimia testauslaboratorioita.

2. TARKKAILUVUODEN SÄÄ- JA VESIOLOT

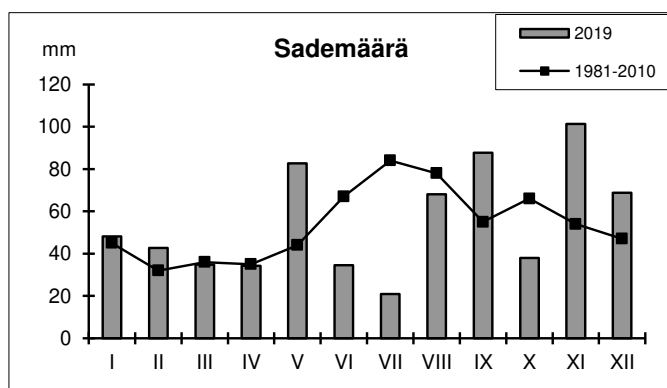
Sää tietoina on käytetty Jyväskylän lentoaseman mittaustuloksia vuodelta 2019 (kuva 1). Alkuvuosi oli, tammikuuta lukuun ottamatta, keskimääräistä leudompi keskisessä Suomessa. Helmikuu oli jopa 5,3 astetta keskimääräistä leudompi. Talvikuukausien sademäärä oli lähellä normaalia. Huhtikuu oli 2,4 astetta normaalia lämpimämpi, ja kesäkuu 2,3 astetta keskimääräistä lämpimämpi. Muilta osin kevät- ja kesäkuukausien lämpötilat lokakuuhun saakka olivat lähellä keskimääräistä. Marraskuussa, ja varsinkin joulukuussa lämpötila oli huomattavasti keskiarvon yläpuolella, 4,9 astetta. Koko vuosi oli 1,2 astetta keskimääräistä lämpimämpi.

Kk	2019	1981-2010
I	-10.1	-8.3
II	-3.2	-8.5
III	-2.3	-3.8
IV	4.6	2.2
V	8.7	8.9
VI	16	13.7
VII	15.6	16.5
VIII	14.7	14.1
IX	9.3	8.8
X	2.8	3.6
XI	-0.8	-2.0
XII	-1.3	-6.2
x	4.5	3.3



Sademäärä (mm) kuukausittain vuonna 2019 Jyväskylän lentoasemalla

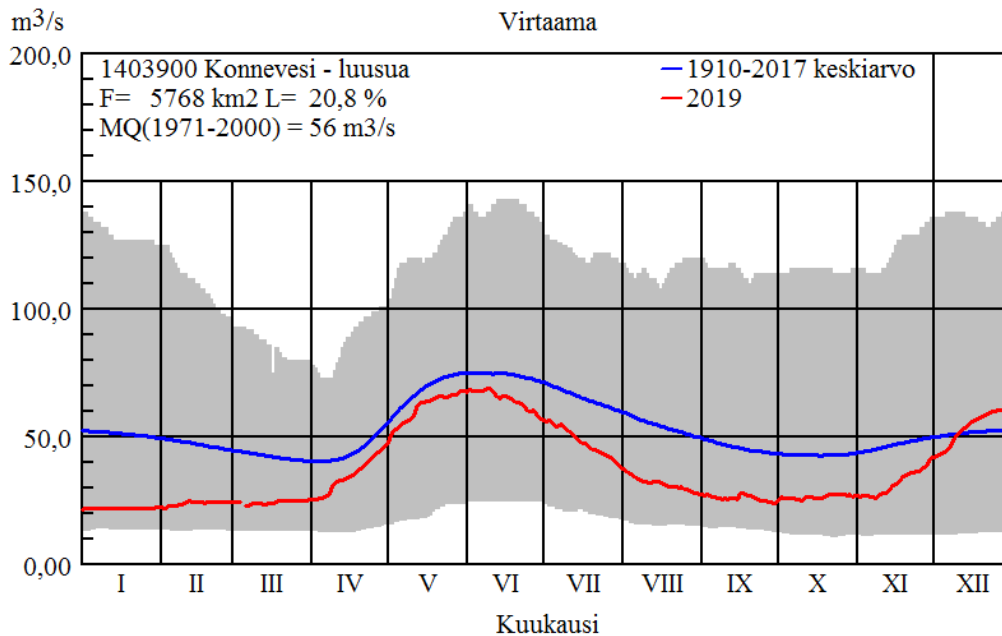
Kk	2019	1981-2010
I	48.2	45
II	42.7	32
III	35	36
IV	34.3	35
V	82.7	44
VI	34.5	67
VII	20.9	84
VIII	68.1	78
IX	87.7	55
X	37.9	66
XI	101.3	54
XII	69	47
Yht.	662	643



Kuva 1. Jyväskylän lentoaseman sääolot vuonna 2019 (Ilmatieteen laitos, ilmastokatsaukset 2019).

Toukokuun sademäärä oli lähes kaksinkertainen normaaliin verrattuna. Sen sijaan kesäkuussa satoi vain puolet, ja heinäkuussa vain neljäsosa normaalista sademäärästä. Syyskuu oli taas normaalia sateisempi, kun taas lokakuu oli normaalia kuivempi. Marras-joulukuussa satoi selvästi normaalia enemmän. Koko vuosi oli hieman keskimääräistä sateisempi.

Siikakosken (virtaaman mittausasema 1403900, 'Konneveden luusua'; kuva 2) keskivirtaama oli 37,6 m³/s vuonna 2019. Päivittäisten virtaamien pitkän ajanjakson vaihteluväli (harmaa alue) ja keskiarvo (sininen viiva) on laskettu keskiarvon esittämälle jaksolle. Virtaamat olivat selvästi vuosien 1910-2017 keskiarvoa pienempiä aina joulukuulle saakka, jolloin loppuvuoden runsaat sateet kasvattivat virtaamia. Touko-kesäkuun kevättulva oli pitkän ajan keskiarvoa vähäisempi.



Kuva 2. Virtaama Konneveden luusuan mittausasemalla vuonna 2019 (lähde: Ympäristöhallinto).

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Alueen yleiskuvaus

Tutkimusalue sijaitsee 20 km Suonenjoelta länteen (karttaliitteet 1 ja 2) ja se kuuluu Rautalammin reitin Konneveden vesistöalueeseen (nro 14.71). Rautalammin reitin vedet virtaavat lisvedestä Niiniveden (valuma-alue 4205 km², nro 14.721, ks. karttaliite 2) kautta Koskeloveden kanssa samassa korkeustasossa olevaan Miekkaveteen. Koskeloveden kaakkoisosaan tulevat Pieksäjärven valuma-alueen (nro 14.79, 350 km²) vedet. Koskelovedestä vedet virtaavat Tyyrinvirran, Lonkarin, Kattilavirran, Äijäveden ja Tallinvirran kautta Hankaveteen ja Konnekosken kautta edelleen Konnevedeen. Hankaveteen laskevat etelästä Myhijärven valuma-alueen (nro 14.718, 283 km²) vedet. Rautalammin reitin valuma alue on Tyyrinvirran kohdalla 4645 km² ja Konnekoskessa 5125 km².

Rastunsuon turvetuotantoalueen valmistelut on aloitettu vuonna 1969 ja Heinsuon 1983. Multaharjunsuon (suunniteltu tuotantoala 50 ha) valmistelu aloitettiin vuonna 1993 (puusto raivattiin). Multaharjunsuon ojitus aloitettiin vuonna 1995 ja tuotanto vuonna 1996. Lotakonsuon ojitus aloitettiin vuonna 1992 ja tuotanto 1994.

Niiniveden lähellä sijaitsevan Multaharjunsuon kuivatusvedet pumpataan tuotannosta poistuneen Rastunsuon lohkon 01 kautta laskuojaan 3 ja edelleen Lonkarinjokeen. Rastunsuon alueen turvetuotanto-alueilta ei johdeta kuivatusvesiä Niiniveteen. Tarkkailun turvetuotantoalueiden laskuoja 4 laskee Tyyrinvirran

alaosaan, laskuoja 3 Lonkariin ja laskuoja 5 Rautalampeen (taulukko 1). Laskuojiin 1 ja 2 ei enää johdeta Vapon turvetuotantoalueiden kuivatusvesiä.

Savon Taimen Oy:n kalanviljelylaitos sijaitsee Tyyrinvirran luoteisrannalla, Rautalammin kunnassa. Tyyrinvirrasta Savon Taimenen kalanviljelylaitokselle tuleva vesi johdetaan kahteen kanavaan, joista vesi jaetaan kasvatusaltaisiin ja johdetaan edelleen takaisin Tyyrinvirtaan. Osa laitoksen tuotannosta kasvatetaan kiertovesitekniikalla. Kiertovesiviljelylaitoksen tuotanto tapahtuu Savon Taimen Oy:n tytäryhtiön Savo Lax Oy:n toimesta. Savon Taimenen laitosten vuotuinen tuotanto on ollut noin 240 000 - 520 000 kg.

Taulukko 1. Tutkimusalueella olevien Vapon turvetuotantoalueiden laskuojat ja laskusuunnat sekä Vapon tuotantoalueiden osuus laskuojien valuma-alueesta vuonna 2019.

Alue	Laskuoja	Valuma- alue (ha)	Kuormittava ala (ha)	Osuus (%) valuma-alueesta	Laskusuunta
Rastunsuo (lohko 6) +Multaharjunsuo	Laskuoja 3	2208	21,7 47,2	3,1	Lonkari
Rastunsuo (lohko 11)	Laskuoja 4	330	10,3	4,0	Lonkari
Yht. (ha)			79,2		

Rautalammen kunnan jätevedenpuhdistamon puhdistetut jätevedet johdetaan noin 700 metrin pituisella purkuputkella Äijäveden luusuaan.

Tarkkailuraportissa käytetyt valuma alueiden koot ovat seuraavat:

Nokisenkoski	4205 km ²
Tyyrinvirta	4654 km ²
Lonkarin lähivaluma alue	5.2 km ²
Kattilavirta	4687 km ²
Liimattalansalmi	52 km ²
Tallivirta	4774 km ²
Myhinkosken Ahvenisen alue	283 km ²
Konnekoski	5125 km ²

Tutkimusalueen hydrologisia tietoja on esitetty Granbergin (1980) tutkimuksessa. Rautalammin reittiä on kuvattu Kuopion vesi- ja ympäristöpiirin (1992) tekemässä selvityksessä.

3.2 Fysikaalis-kemiallisen tarkkailun aineisto

Vuoden 2019 tarkkailu oli veden laadun fysikaalis-kemiallisen seurannan osalta suppea tarkkailu, jolloin näytteenottokertoja on kaksi (laajana vuonna on kolme tutkimuskertaa).

Vesinäytteitä otettiin maalisi- ja elokuussa taulukossa 2 esitetyiltä havaintopaikoilta. Havaintoasemakohtaiset näytteenottokerrat on esitetty taulukossa 3. Tyyrinvirran tulokset on saatu Savon Taimen Oy:n tarkkailuista (= laitokselle tuleva vesi).

Vesistötarkkailun kaikilta havaintoasemilta tehtiin seuraavat analyysit:

- hapen pitoisuus ja kyllästysprosentti
- pH
- väri
- COD_{Mn} (1m ja 2h-1 m; Hankavesi 057 ja Mäkäräniemenselkä 6 myös vesipatsaan puolivälistä)
- kok N
- kok P
- klorofylli a (0-2 m, avovesikaudella)
- fekaaliset enterokokit (vain pintavedestä kesä- ja elokuussa)
- E. coli (Tallivirta 3900)
- Koliformiset bakteerit (Tallivirta 3900)

Näytteistä mitattiin lisäksi lämpötila ja järvihavaintopaikoilta näkösyvyys.

Taulukko 2. Yhteistarkkailun havaintopaikat.

Asema	Vesistö- alue	ETRS-koordinaatit	Näytteenotto- syvytydet	Kok.- syvyys
Nokisenkoski 8	14.721	6953475-493851	0.5 m	
Koskelovesi 6	14.713	6949087-493292	1, 2h-1 m	4,0 m
Rautalampi 086	14.712	6946908-489183	1, 2h-1 m	6,7 m
Liimattalansalmi 12	14.712	6944529-491073	0.5 m	
Kattilavirta 2a	14.712	6946148-491352	0.5 / 1 m	
Äijävesi 3b	14.712	6943039-492592	1, 2h-1 m	4,9 m
Tallivirta 3900	14.712	6941520-491922	1 m	
Hankavesi 057	14.712	6940710-487174	1, 5, 25, 40, 2h-1 m	42 m
Konnekoski	14.712	6943069-484995	0.1 m	
Konnevesi Mäkäräniemenselkä 6	14.711	6944889-482876	1, 5, 20, 2h-1 m	27 m

Vuodesta 1989 lähtien syvänteiden eri vesikerrosten ja koko vesimassan keskimääräinen veden laatu laskettiin olettamalla ko. järven osa kartioksi, jonka syvyys on havaintopaikan syvyys. Keskimääräisiä pitoisuuksia laskettaessa kunkin syvyyden pitoisuus kerrottiin syvyysvyöhykkeen suhteellisella tilavuusosuudella. Tällaisessa laskennassa alusveden pitoisuuden vaikutus koko vesimassan keskipitoisuuteen on huomattavasti pienempi (ja lähempänä oikeaa) kuin aiemmin käytetyssä laskutavassa, jossa syvänteiden keskipitoisuudet laskettiin enemmän tai vähemmän suorina keskiarvoina (liite 2).

Taulukko 3. Näytteenottoajankohdat eri havaintoasemilla suppeana tutkimusvuonna 2019.

Asema	IV	VIII	Huom.
Nokisenkoski 8	x	x	
Koskelovesi 6	x	x	
Rautalampi 086	x	x	
Liimattalansalmi 12	x	x	Ei klorofyllinäytettä
Kattilavirta 2a	x	x	
Äijävesi 3b	x	x	
Tallivirta 3900	x	x	
Hankavesi 057	x	x	
Konnekoski	x	x	Ei klorofyllinäytettä
Konnevesi Mäkäräniemenselkä 6	x	x	

4. TUTKIMUSALUEEN KUORMITUS

4.1 Pistekuormitus

Taulukossa 4 on esitetty tutkimusalueen pistekuormittajien kuormitustarkkailuraporteista saatuja kuormitustietoja, joita on ollut saatavissa Savon Taimen Oy:n kalanviljelylaitoksesta (Hakkarainen 2020a), Rautalammin kunnan jätevedenpuhdistamosta (Hakkarainen 2020b) ja Vapo Oy:n turvetuotantoalueista (sähköposti Heikki Torpström 3.8.2020).

Arvio turvetuotantoalueilta tulevasta kuormituksesta on epätarkempi kuin arvio kalanviljelystä tulevasta kuormituksesta. Syynä tähän on paitsi selvästi harvempi näytteenotto turvetuotantoalueilla myös se, että turvetuotantoalueilta tuleva kuormitus painottuu sateiden ja lumien sulamisen aikaan.

Turvetuotannosta tulevasta kokonaisfosforista merkittävä osa on sitoutunut kiintoaineeseen ja on eliöiden käytettävissä vasta kiintoaineen hajottua. Kiintoaineen käyttäytyminen alapuolisessa vesistössä on erilaista kuin muiden aineiden. Kiintoainetta kasaantuu vuodesta toiseen alapuolisen vesistön suvantopaikkoihin, joissa sen hajoaminen on vähäisempää kuin kertyminen. Tästä syystä sen vaikutus on summautuva toisin kuin useimpien muiden aineiden.

Orgaanisella kiintoaineella, kuten myös liuenneella orgaanisella aineksella, on merkitystä happea kuluttavana tekijänä. Orgaanisen kiintoaineen pitoisuus vaihtelee huomattavasti laskuojien vedessä ja se kulkeutuu alapuoliseen vesistöön suurelta osin voimakkaiden sateiden aikana. Alhaisen tiheydensä vuoksi orgaaninen kiintoaine saattaa liettää vesistön pohjaa, minkä vuoksi sen merkitys vesistön kannalta on aivan toinen kuin epäorgaanisen kiintoaineen. Matalissa vesissä tuulten aikaansaamat turbulenttiset virtaukset voivat aikaansaada helposti orgaanisen kiintoaineen resuspendoitumista eli sekoittumista pohjasta uudelleen veteen. Tästä syystä orgaaninen kiintoaine voi levitä selvästi laajemmalle alueelle kuin epäorgaaninen kiintoaine.

Kalanviljely ja turvetuotanto kuten myös hajakuormitus ovat siinä mielessä saman tyyppisiä kuormittajia, että valtaosa molempien kuormituksesta tulee sulan maan aikana. Tutkimusalueella paikallinen kuormitus painottuu voimakkaasti kasvukautteen.

Taulukko 4. Kuormitustarkkailuraportteihin perustuvat arviot alueen pistekuormittajien vuosikuormituksesta (tonnia/vuosi) alapuoliseen vesistöön vuosina 2013-2019.

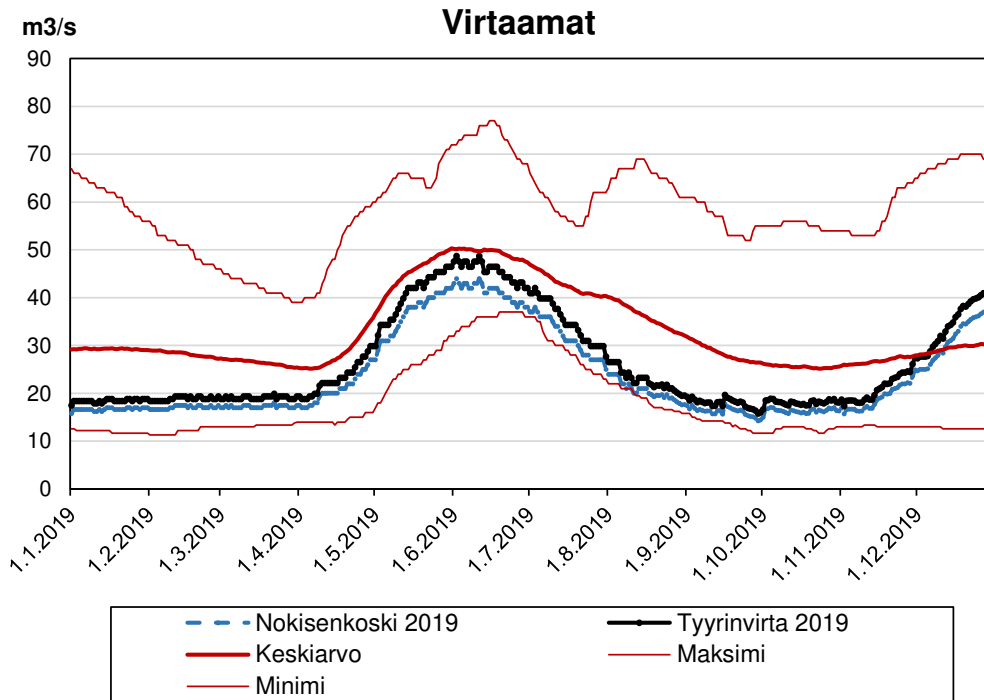
Kok P		2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Vapo Oy	t/a	0,013	0,023	0,028	0,028	0,020	0,077	0,089
Savon Taimen Oy	t/a	1,41	1,40	1,33	1,48	1,76	1,36	1,86
Rautalammin kirkonkylän puhdistamo	t/a	0,058	0,034	0,069	0,069	0,029	0,027	0,1
Kok N		2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Vapo Oy	t/a	0,62	0,93	1,1	0,93	1,1	2,7	2,9
Savon Taimen Oy	t/a	5,2	5,2	4,8	4,9	4,2		
Rautalammin kirkonkylän puhdistamo	t/a	7,7	9,2	8,2	4,0	6,6	8,1	7,2
Kiintoaine		2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
Vapo Oy	t/a	2,32	6,6	9,6	5,9	3,39	17,2	17,6
Rautalammin kirkonkylän puhdistamo	t/a	2,1	1,6	2,8	1,0	1,42	0,84	1,7
BOD _{7ATU}			2018	2017	2016	2015	2014	2013
Rautalammin kirkonkylän puhdistamo	t/a	2,3	1,5	1,2	0,53	1,27	0,58	1,3

4.2 Tyyrinvirran virtaamat

Vuoden 2019 virtaamat (taulukko 5) olivat selvästi pitkän ajan keskiarvoa pienempiä joulukuulle saakka, jolloin virtaama kasvoi pitkän ajan keskiarvoa suuremmaksi (kuva 3).

Taulukko 5. Vuoden 2019 kuukausittaiset keskivirtaamat ja niitä vastaavat valumat Tyyrinvirrassa Nokisenkosken virtaamien avulla laskettuina.

Kuukausi	Virtaama m ³ /s	Valuma l/s/km ²
1	18.4	4.0
2	18.9	4.1
3	19.1	4.1
4	23.2	5.0
5	40.6	8.7
6	45.6	9.8
7	35.1	7.5
8	22.7	4.9
9	17.9	3.9
10	18.1	3.9
11	21.1	4.5
12	35.0	7.5
Koko vuosi	26.3	5.7



Kuva 3. Nokisenkosken ja Tyyrinvirran virtaama (m³/s) vuonna 2019 (päivittäiset virtaamat) sekä Nokisenkosken virtaaman keskiarvo, maksimi ja minimi vuosina 1961-2011.

4.3 Kuormitus eri lähteistä ja sen vaikutus vesistössä

Seuraavassa pyritään arvioimaan tutkimusalueen eri kuormituslähteistä tulevaa fosforikuormitusta. Tyyrinvirran kuukausittaiset keskimääräiset ainevirtaamat laskettiin kertomalla kuukauden keskivirtaama vastaavan kuukauden kalanviljelylaitokselle tulevan veden keskipitoisuudella (taulukko 6).

Kasvatuskauden aikainen (touko-lokakuu) Tyyrinvirran keskimääräinen kokonaisfosforikuorma oli noin 26 kg/vrk. Kuormitusraportin (Hakkarainen 2020) tiedoista ja Tyyrinvirran virtaamista arvioituna kalanviljelylaitokselta lähteneen fosforikuorman aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä Tyyrinvirran alapuolelle vaihteli touko-lokakuussa välillä 0,8-5,4 µg/l (taulukko 7).

Taulukko 6. Tyyrinvirran fosforipitoisuudet ja -kuormat kuukausittain vuonna 2019.

Kuukausi	Kok.P	
	µg/l	kg/d
I	8	12.7
II	8	13.1
III	11	18.2
IV	11	22.1
V	10	33.6
VI	10	40.4
VII	9	25.7
VIII	10	18.9
IX	10	15.1
X	10	15.6
XI	10	18.2
XII	8	24.2

Taulukko 7. Savon Taimen Oy:n fosforikuorma kuukausittain ja kuormituksen aiheuttama laskennallinen pitoisuuslisä Tyyrinvirran alapuolella vuonna 2019.

Kuukausi	Kuorma kg/d	Pitoisuuslisä µg P/l
I	0.6	0.4
II	0.6	0.4
III	0.8	0.5
IV	0.0	0.0
V	2.8	0.8
VI	5.7	1.4
VII	13.6	4.5
VIII	7.4	3.8
IX	8.4	5.4
X	4.7	3.0
XI	4.3	2.4
XII	1.2	0.4

Turvetuotantoalueelta tulevan kuormituksen suuruus on suuresti riippuvainen sateista ja niiden voimakkuudesta, kalanviljelyn kuormitus taas ei. Turvetuotannon ja kalanviljelyn vertaaminen kuormittajina on vaikeaa, siksi erilainen on niiden kuormituksen rytmi ja myös laatu.

Lonkarinjoen keskimääräinen fosforipitoisuus on ollut vuosien 2000 - 2019 havaintojen (Pivet-tietokanta, 32 kpl) mukaan keskimäärin 143 µg P/l. Käyttämällä Tyyrinvirran touko-lokakuun keskimääräistä valuma-arvoa (6,4 l/s/km²) saadaan Lonkarinjoesta ja Rastunsuonojasta tullee keskimääräiseksi fosforikuormaksi noin 1,4 kg P/vrk. Rastunsuonojan fosforipitoisuus on oletettu samaksi kuin Lonkarinjoen fosforipitoisuus.

Taulukko 8. Lonkarinjärveen Tyyrinvirrasta, kalanviljelylaitokselta, Rastunsuon alueen laskuojista, Lonkarinjoesta ja Lonkarinjärven lähivaluma-alueelta tuleva fosforikuorma vuonna 2019 kasvatuskauden aikana.

Kuukausi	Fosfori kg/d
V	38.3
VI	48.2
VII	40.9
VIII	27.3
IX	24.4
X	21.2

Lonkarinjärven lähivaluma-alueelta (5,4 km²) tulevan veden fosforipitoisuutena käytettiin arvoa 77 µg P/l, joka arvioitiin Rekolaisen (1989) aineistosta lasketun peltoprosentin ja valumaveden kokonaisfosforipitoisuuden välisen regression avulla. Kasvatuskauden aikana Lonkarinjärven lähivaluma-alueelta tullut keskimääräinen fosforikuorma oli noin 0,23 kg P/vrk.

Kasvatuskauden aikana Lonkarin keskimääräinen viipymä oli erittäin lyhyt (0,5 vrk), mistä johtuen altaaseen sedimentoitunut ravinnemäärä oli hyvin pieni.

Liimattalansalmen touko-lokakuun aikainen fosforikuorma on laskettu Nokisenkosken vuosien 2015 - 2019 keskimääräisen fosforipitoisuuden sekä valuma-arvoista laskettujen Liimattalansalmen virtaamien perusteella. Kuormaksi saadaan noin 1,0 kg P/vrk, ja Rautalammin kunnan puhdistamolta tuleva fosforikuorma oli vuoden 2019 touko-lokakuussa laitostarkkailuraportin mukaan noin 0,17 kg P/vrk (Hakkarainen 2020b).

Äijäveden lähivaluma-alueen fosforikuorma on laskettu käyttämällä valumaveden kokonaisfosforipitoisuutena Lonkarinjärven tapaan 77 µg P/l. Fosforikuormaksi saatiin noin 1,0 kg P/vrk. Äijäveden viipymä kasvatuskauden keskivirtaamaa käyttäen oli noin 1 vrk.

Fosforikuorman kulkeutumista voidaan edelleen tarkastella Hankaveden havaintoasemalle saakka. Myhinkosken-Ahvenisen reitiltä tuleva kasvatuskauden aikainen fosforikuorma on arvioitu vuoden 1986

fosforipitoisuuksien perusteella. Pitoisuus oli kasvatuskaudella keskimäärin 10 µg P/l ja fosforikuormaksi saadaan vuoden 2019 valumilla 1,6 kg P/vrk.

Hankaveden lähivaluma-alueen (63 km²) fosforikuormat on laskettu samalla tavalla kuin Äijäveden ja Lonkarin lähivaluma-alueen ravinnekuormat. Fosforikuormaksi saatiin Hankaveden lähivaluma-alueelta noin 2,7 kg P/vrk.

Konnekosken fosforipitoisuuksia (taulukko 9) voidaan tarkastella laskennallisesti lähtien Tallivirran lasketusta fosforikuormasta, johon lisätään Myhinkosken-Ahvenisen reitiltä sekä Hankaveden lähivaluma-alueilta tulevat fosforikuormat. Lisäksi otetaan huomioon Hankavedessä tapahtuva sedimentaatio. Konnekosken keskimääräiseksi fosforikuormaksi kasvatuskauden aikana saadaan noin 32 kg P/vrk. Laskennallinen keskimääräinen fosforipitoisuus oli 13 µg P/l.

Taulukko 9. Kuormituksen ja virtaamien avulla lasketut Kattilavirran, Tallivirran ja Konnekosken fosforipitoisuudet touko-lokakuussa 2019.

Kuukausi	Laskennalliset P-pitoisuudet		
	Kattilavirta	Tallivirta	Konnekoski
V	10.9	11.0	11.0
VI	12.1	12.3	12.1
VII	13.4	13.6	13.2
VIII	13.8	13.9	13.5
IX	15.6	15.7	15.0
X	13.5	13.6	13.2

Elokuun alun havaitut fosforipitoisuudet olivat: Kattilavirta 14 µg/l, Tallivirta 14 µg/l ja Konnekoski 9 µg/l. Elokuun laskennalliset pitoisuudet olivat Kattilavirrassa ja Tallivirrassa saman suuruisia ja Konnekoskessa hieman suurempia kuin elokuun alussa havaitut pitoisuudet.

Havaittu fosforipitoisuus on yleensä ollut tutkimusvuosina laskettua pienempi. Hankavedessä tapahtuva sedimentaatio on ilmeisesti selvästi suurempi kuin laskennallisesti saatu sedimentaatiokerroin osoittaa. Syynä tähän lienee saarisuudesta johtuva matalan rantavyöhykkeen suuri osuus Hankavedessä.

Wahlgren (1986) tutki fosforin sedimentaation suuruutta alueella, selvityksessä käytettiin Friskin (1984) esittämää tulppavirtaukseen perustuvaa joen fosforimallia. Wahlgrenin (1986) tuloksista voidaan arvioida, että Savon Taimenen 10-15 kg/d fosforikuorma aiheuttaa keskimääräisten virtaamien vuosina kesä-lokakuussa Konnekoskessa noin 1,3-1,5 µg/l fosforipitoisuuden nousun. Runsasvetisenä kesänä Savon Taimenen kuormituksen vaikutus Konnekoskeen on em. pitoisuusnousua hieman vähäisempi, kuivina kesinä hieman suurempi.

5. TARKKAILUN TULOKSET

Tarkkailun havaintoasemien vedenlaatutulokset vuodelta 2019 on esitetty liitteessä 1 ja vuosikeskiarvot liitteissä 2 ja 3.

5.1 Veden laatu

Niinivedestä purkautuva vesi (asema Nokisenkoski 8) on tutkimusvuosina ollut vähän humusta sisältävää ja pääosin niukkaravinteista (liite 2). Vuonna 2019 näytteenottopisteen veden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli 5 – 6 µg/l. Nokisenkosken hygieeninen tila suolistoperäisten enterokokkien määrällä arvioituna oli hyvä.

Koskeloveden havaintoaseman 6 veden laatu on ollut samankaltainen kuin Nokisenkosken veden laatu. Koskeloveden kuormituksesta valtaosa tuleekin Nokisenkosken kautta. Pieksäjärven valuma-alueen vedet tulevat Koskeloveden koillisosaan, mikä nostaa hieman Koskeloveden ravinteisuutta.

Koskelovedestä purkautuvan veden laatua kuvaa Koskeloveden laadun ohella myös **Tyyrinvirran** veden laatu (=kalanviljelylaitokselle tuleva vesi). Vuonna 2019 kalanviljelylaitokselle tulevan veden kokonaisfosforipitoisuus vaihteli välillä 8-11 µg/l ja mitattujen pitoisuuksien keskiarvo oli 9 µg/l.

Tyyrinvirran ja aseman **Kattilavirta 2** välille tulee ainekuormitusta Rastunsuon alueen turvetuotantoalueilta ja Savon Taimen Oy:n Tyyrinvirran kalanviljelylaitokselta sekä maa- ja metsätaloudesta. Turvetuotantoalueiden, kuten myös maa- ja metsätalouden kuormitus tulee valtaosaltaan Lonkariin laskevan Lonkarinjoen kautta (Rastunsuon laskuoja 3).

Koskeloveden ja Kattilavirran välillä kokonaisfosforipitoisuuden ero vuoden 2019 tutkimuskerroilla oli loppupalvella ja alkukesällä +2 µg/l ja loppukesällä +3 µg/l. Kattilavirrassa vuosien 2000 - 2019 keskimääräinen veden fosforipitoisuus on ollut noin 2,5 µg/l korkeampi kuin Koskelovedessä tai Nokisenkoskessa.

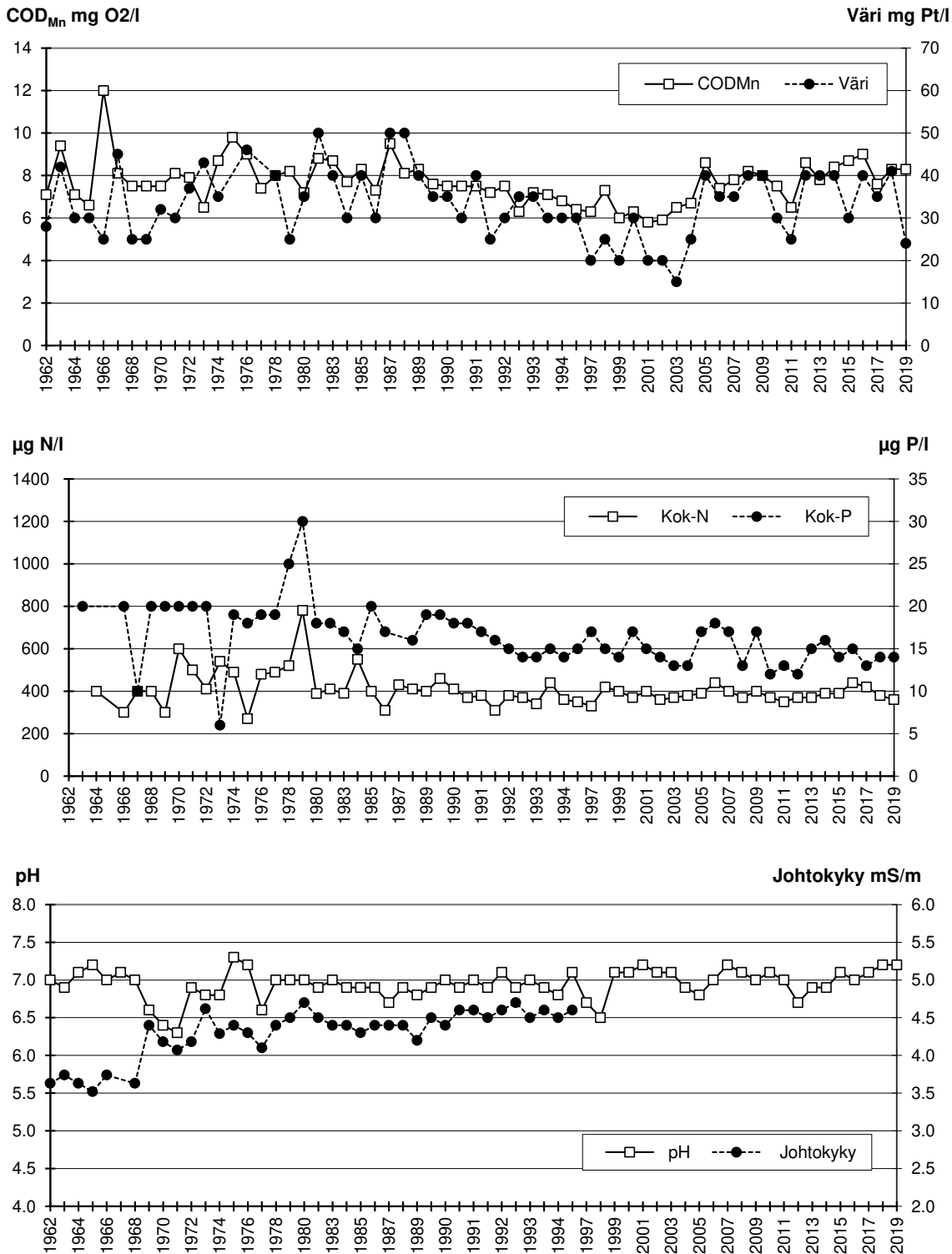
Uimavesiluokituksen mukaan (STM:n asetus 177/2008) arvioituna Kattilavirran hygieeninen tila oli erinomainen kesällä 2019 (liite 1.)

Rautalampi on tummavetinen, ravinteikas lampi, jossa on kerrostumiskausi lopuilla (varsinkin talvella) alusvedessä voimakasta hapenvajausta tai hapettomuutta (liitteet 1 ja 2). Edellisvuosien tapaan vuonna 2019 Rautalammen alusvedesi oli lähes hapeton loppupalvella. Hapettomuudesta johtuen pohjalietteeseen sitoutuneet ravinteet liukenevat uudelleen veteen, joten Rautalammin merkitys ravinteiden pidättäjänä lienee pieni. Rautalammen a-klorofyllipitoisuudet kuvastavat lammen olevan hyvin rehevä (elokuussa 2019 22 µg/l).

Rautalammen poistuvan veden (=Liimattalansalmi) kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut vuosien 1990 - 2019 havaintokerroilla (87 kpl) välillä 10 - 110 µg P/l keskiarvon ollessa 40 µg P/l. Viimeisimmän 10 vuoden aineistossa fosforin keskipitoisuus oli 37 µg/l.

Äijäveden aluetta voidaan pitää vuosien 1991 - 2019 tulosten perusteella lievästi rehevänä (liitteet 1, 2 ja 3). Äijäveden veden keskimääräinen fosforipitoisuus on ollut vuosina 1994 - 2019 selvästi alemmaa tasoa (10 - 14 µg/l) kuin 1980-luvun lopussa ja 1990-luvun alussa (tasoa 16 - 21 µg/l) (liite 2).

Myös **Tallivirta** on luokiteltavissa kokonaisfosfori- ja a-klorofyllipitoisuutensa perusteella lievästi reheväksi. Aseman hygieeninen tila oli elokuussa 2019 uimavesiluokituksen (STM:n asetus 177/2008) mukaan arvioituna erinomainen.



Kuva 4. Tallivirran (as. 3900) veden laatu vuosien 1962-2019 elokuussa.

Tarkasteltaessa Tallivirran elokuun näytteenotokertojen veden laatua 1980-luvun lopulta nykypäivään havaitaan, että loppukesän COD_{Mn}-arvolla ja värillä oli lievästi aleneva suuntaus vuoteen 2003 saakka (kuva 4). Vuosina 2005 - 2019 em. arvoilla on ollut nouseva suuntaus. Kokonaistypen pitoisuus on pysynyt 1980-luvun lopulta saakka vakaalla noin 400 µg/l tasolla. Fosforipitoisuudella on ollut loiva laskeva suunta 1990-luvun taitteesta lähtien. pH-arvo on vaihdellut jonkin verran näytteenotokerrasta toiseen, mutta muutos-suuntaa arvoissa ei ole havaittavissa.

Hankaveden aseman 057 alusvedessä oli ennen vuotta 1994 voimakasta hapenvajausta tai hapettomuutta lopputalvella. Yhtenä syynä hapenvajaukseen lienee se, että kyseisen aseman kohdalla oleva syväne on pienialainen.

Aseman Hankavesi 057 syvänteeseen hapetus aloitettiin 16.4.1993. Hapetin toimi tuulen avulla. Jo vuoden 1994 kevättalvella aseman 057 happitilanne oli hapettamisen seurauksena parantunut. Hapettamisen seurauksena myös aiempaa monilajisempi pohjaeläinyhteisö kykeni elämään syvänteessä talven yli (Hynynen & Veijola 1994). Myös vuosien 1995-96 tarkkailutulokset kuvastavat hapettamisen selvää vaikutusta syvänteeseen happitilanteeseen.

Hankaveden syvänteeseen hapettaminen lopetettiin vuonna 1996. Sen seurauksena aseman 057 pohjanläheisen vesikerroksen happi oli kulunut lähes loppuun vuosien 1997-1999 lopputalvella. Hankaveden hapetus aloitettiin uudelleen vuoden 1999 loka-marraskuun vaihteessa ja lopetettiin vuoden 2005 keväällä. Tämän jälkeen happitilanne on ollut useimmiten lopputalvella heikko pohjan lähellä ja samalla fosforia on vapautunut pohjalietteestä alusveteen.

Vuonna 2019 maaliskuussa pohjan lähellä oli havaittavissa voimakasta hapenvajausta (1,4 mgO₂/l). Elokuun tutkimuskerralla happitilanne oli hyvä.

Hankaveden aseman 057 veden laadussa ei ole selvää muutosta 1990-luvun alusta nykypäivään (kuva 5). Aineistosta on kuitenkin havaittavissa fosforipitoisuuden lievä aleneva suuntaus 1990-luvun lopulta nykyhetken ja värin ja orgaanisen aineksen (COD-arvo) lievä nouseva suuntaus 1990-luvun lopulta nykyhetken. Samoin typpipitoisuudella on ollut lievä kasvava trendi. Vuosien 1989 ja 1990 lopputalven aikaiset korkeat kokonaisfosfori- ja -typpipitoisuudet pintavedessä johtuivat näytteenottohetkellä jäällä olleesta vedestä.

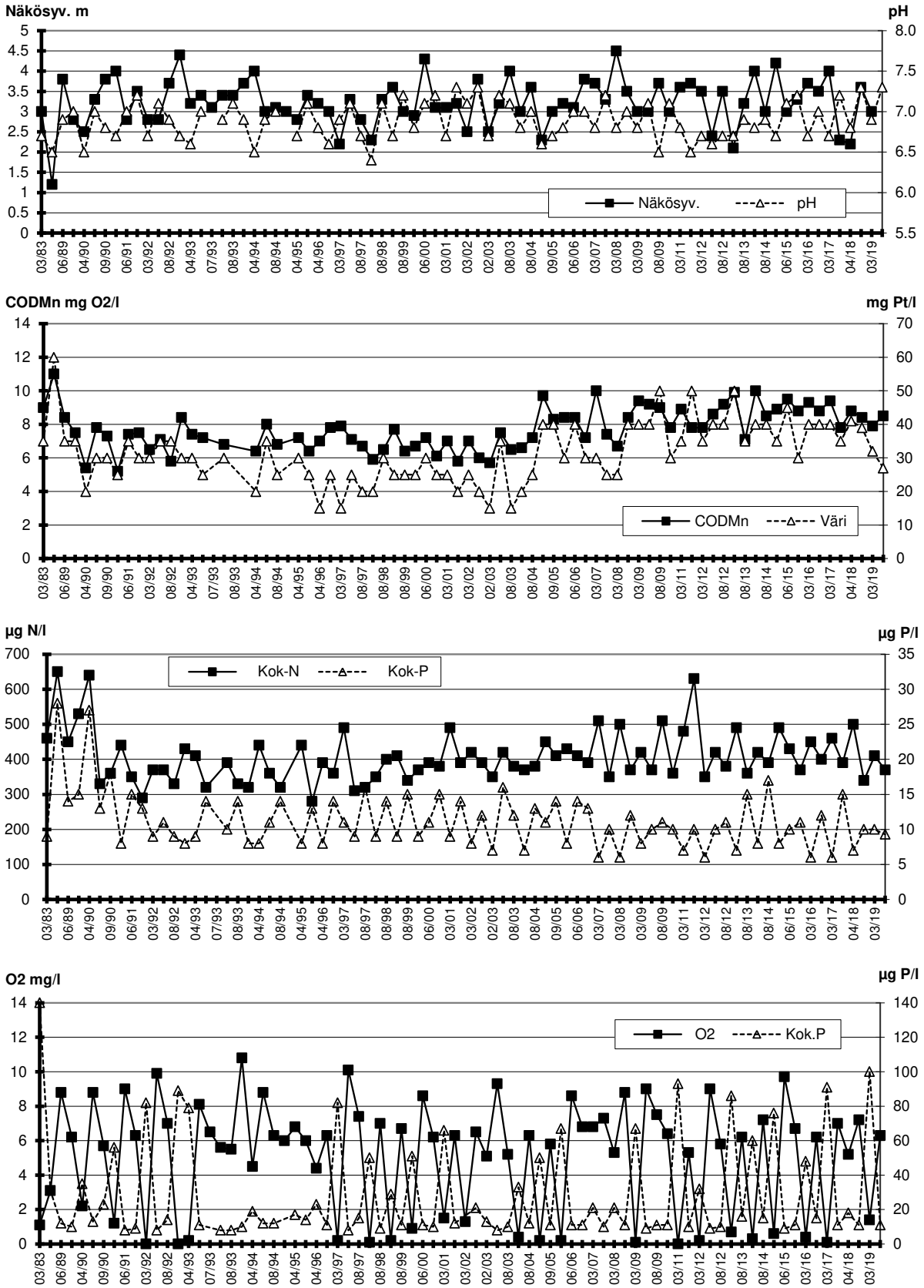
Hankaveden aseman 057 hygieeninen tila on ollut hyvä. Kokonaisfosforipitoisuuksien (liitteet 1-2, kuva 5) perusteella Hankavesi 057 voidaan luokitella lievästi reheväksi.

Hankavedestä **Konnekosken** kautta Konnevedeen purkautuvan veden laadussa on havaittavissa veden keskimääräisessä värissä, COD_{Mn}-arvossa ja fosforipitoisuudessa aleneva suuntaus 1982 - 2004 (kuva 6, liite 2). Sen jälkeen arvoissa on havaittavissa kasvava suuntaus, joka on yleisesti todettu Suomen järvissä.

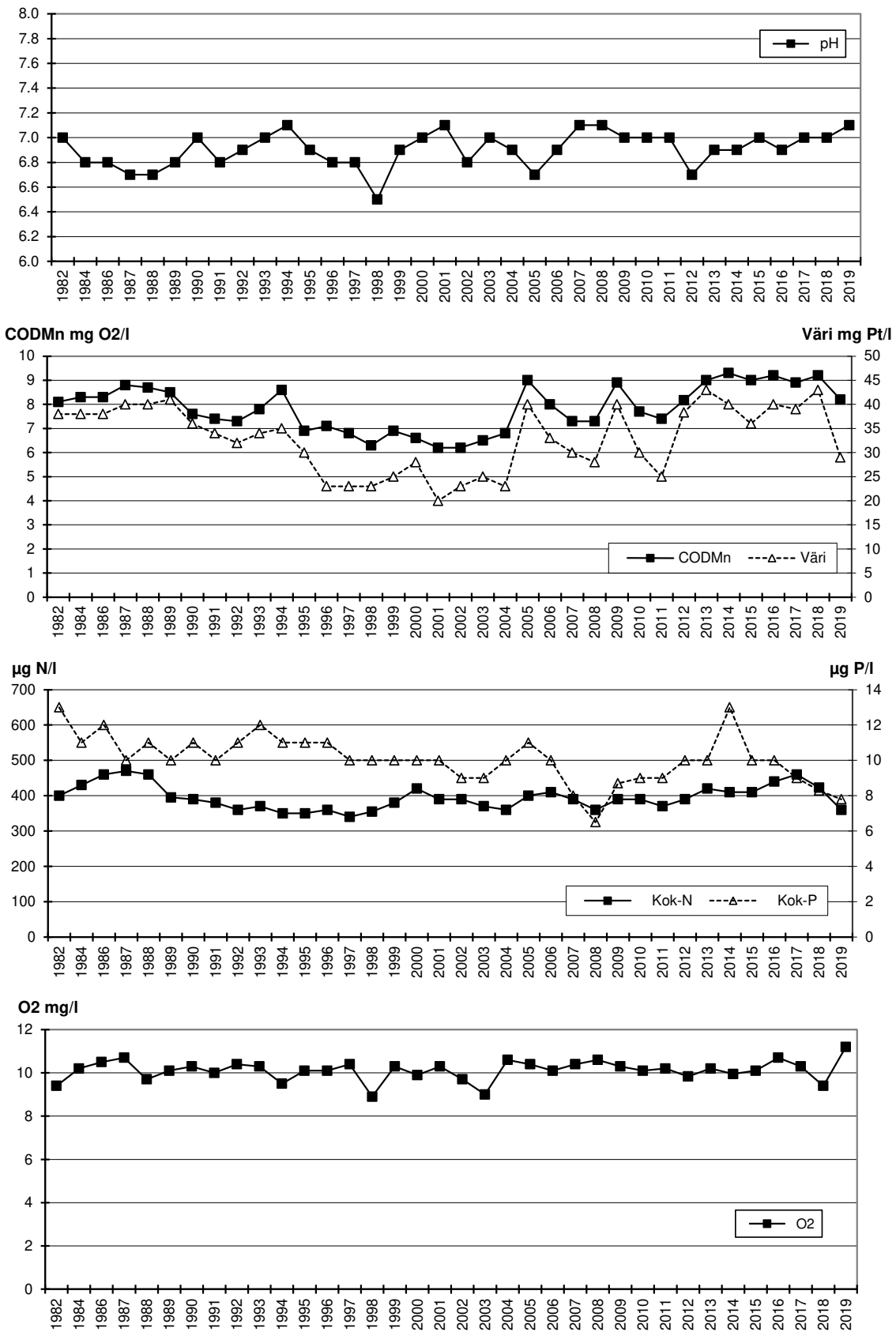
Vuosina 1994-2019 kesäaikaan havaitut Konnekosken kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet valtaosin tasoa 9-13 µg P/l. Hankaveden järvioltaassa tapahtuvan aineiden hajoaminen ja sedimentaatio tasaa ainepitoisuuksien vaihteluita.

Aseman **Konnevesi Mäkäräniemenselkä 6** alue voidaan luokitella nykyisin kirkasvetiseksi, karun ja lievästi rehevän rajamailla olevaksi alueeksi (liitteet 1-3, kuva 7). Kerrostumiskausien loppuilla on alusvedessä ollut ajoittain havaittavissa lievää hapenvajausta. Vuonna 2019 happitilanne oli kaikilla tutkimuskerroilla hyvä.

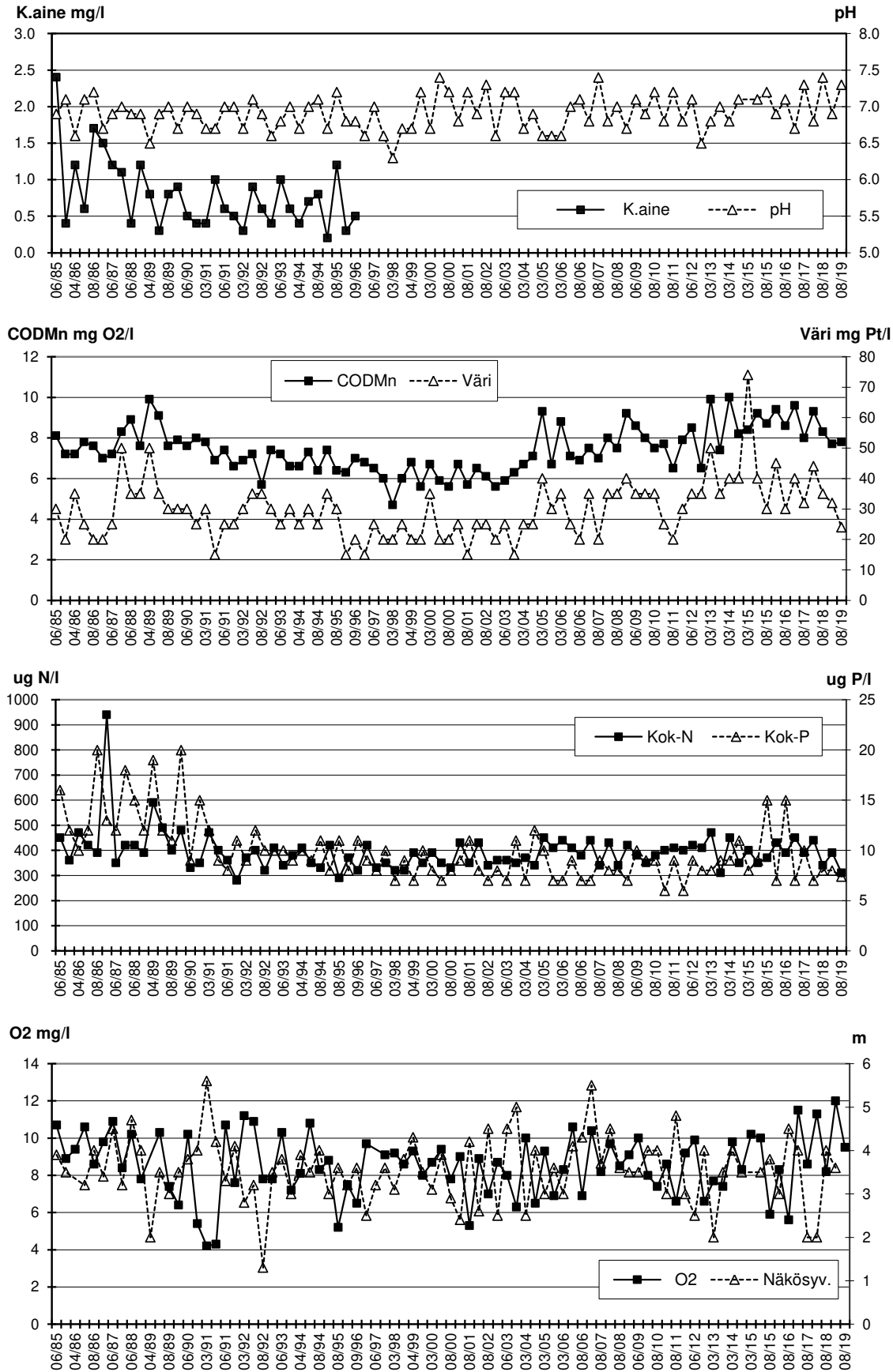
Aseman Konnevesi 6 veden laatu on ollut 1990-luvulta alkaen kokonaisfosforin ja typen osalta parempi kuin aiemmin. Vuosien 1989 ja 1990 talviajan pintaveden korkeat pitoisuudet johtuivat jään päällä olleesta vedestä. Myös tällä havaintoasemalla on havaittavissa COD- ja väriarvon kasvu 2000-luvulla.



Kuva 5. Hankaveden aseman 057 päällysveden (1 m) laatu vuosien 1983-2019 näytteenottokerroilla. Happipitoisuus (ja samassa kohdassa esitetty fosforipitoisuus) on pohjanläheisen näytteen (1 m pohjasta) pitoisuus.



Kuva 6. Keskimääräinen veden laatu Konnekoskessa vuosina 1982-2019.



Kuva 7. Veden laatu havaintoasemalla Konnevesi Mäkäraniemenselkä 6 maaliskuun ja elokuun näytteenotto-kerroilla 1 m syvyydellä (happi pohjan lähellä) vuosina 1985-2019.

5.2 Rehevyytaso: fosfori ja klorofylli

Veden planktonlevien määrä (rehevyytaso) kasvaa veden ravinnepitoisuuksien kasvaessa, mutta määrään vaikuttaa myös veden tummuus. Taulukoissa 10 ja 11 on esitetty eräitä kokonaisfosforipitoisuuteen ja a-klorofyllin määrään perustuvia rehevyytaluokitteluja.

Taulukko 10. Kokonaisfosforipitoisuuksiin perustuvia rehevyytaluokitteluja.

Rehevyytaso	Kokonaisfosfori (µg/l)		
	Vollenweider (1976)	Welch (1980)	Forsberg & Rydning (1980)
Oligotrofia (karu)	0-10	0-15	0-15
Mesotrofia (lievästi rehevä)	10-20	15-30	15-25
Eutrofia (rehevä)	>20	>30	25-100
Hypereutrofia (hyvin rehevä)	-		>100

Taulukko 11. A-klorofyllipitoisuuksiin perustuvia rehevyytaluokitteluja.

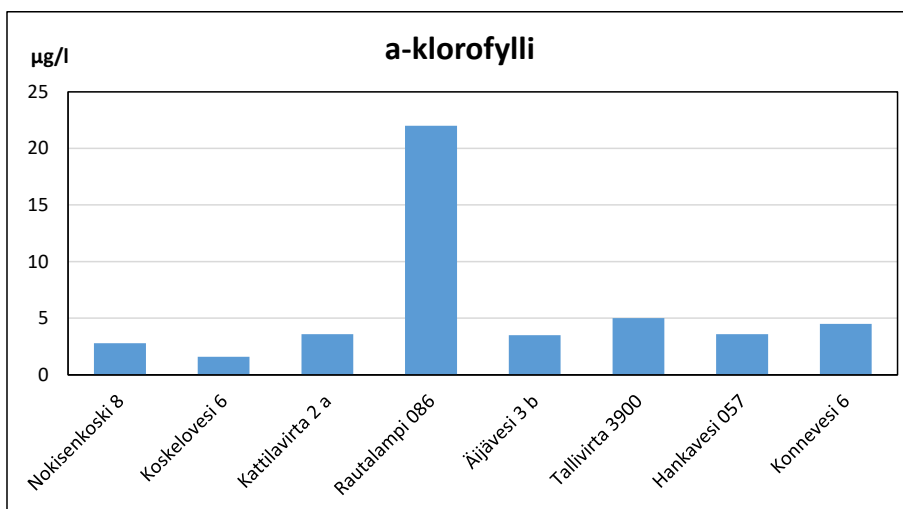
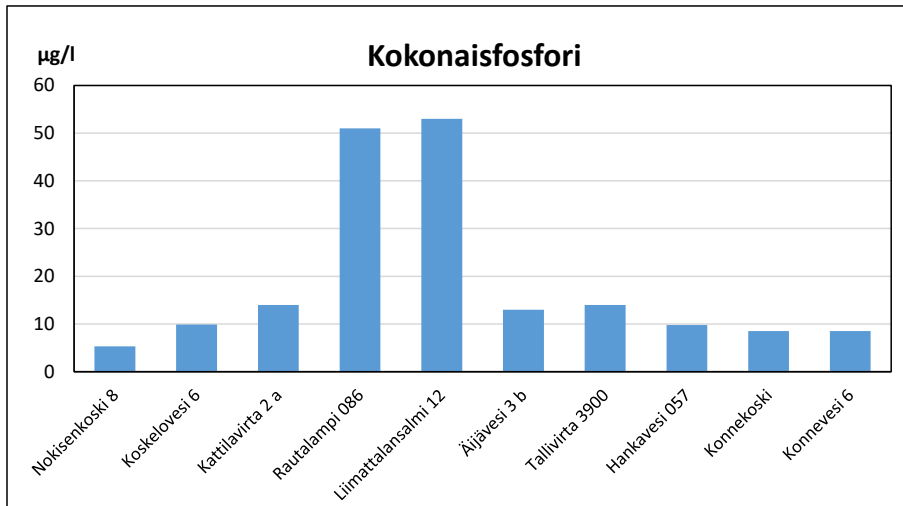
Rehevyytaso	Klorofylli -a (µg/l)		
	Vollenweider (1976)	Welch (1980)	Forsberg & Rydning (1980)
Ultraoligotrofia (hyvin karu)	0,1-0,5	-	-
Oligotrofia (karu)	0,3-3,0	0-4	0-3
Mesotrofia (lievästi rehevä)	2,0-15	4-10	3-7
Eutrofia (rehevä)	10-500	10-100	7-40
Hypereutrofia (hyvin rehevä)		>100	>40

Tarkkailun havaintopaikkojen päällysveden elokuun **fosforipitoisuus** oli tarkkailualueen yläpuolella Nokisenkoskessa ja Koskelovedessä pieni ja ilmensi vähätuottoista vesialuetta. Rautalammessa ja Liimattalansalmessa fosforipitoisuus oli korkea ja ilmensi rehevyyttä. Kuormittajien alapuolella Kattilavirran ja Konneveden välisellä vesialueella elokuun fosforipitoisuus vaihteli 9 – 14 µg/l. Pitoisuudet ilmensivät lievää rehevyyttä (kuva 8).

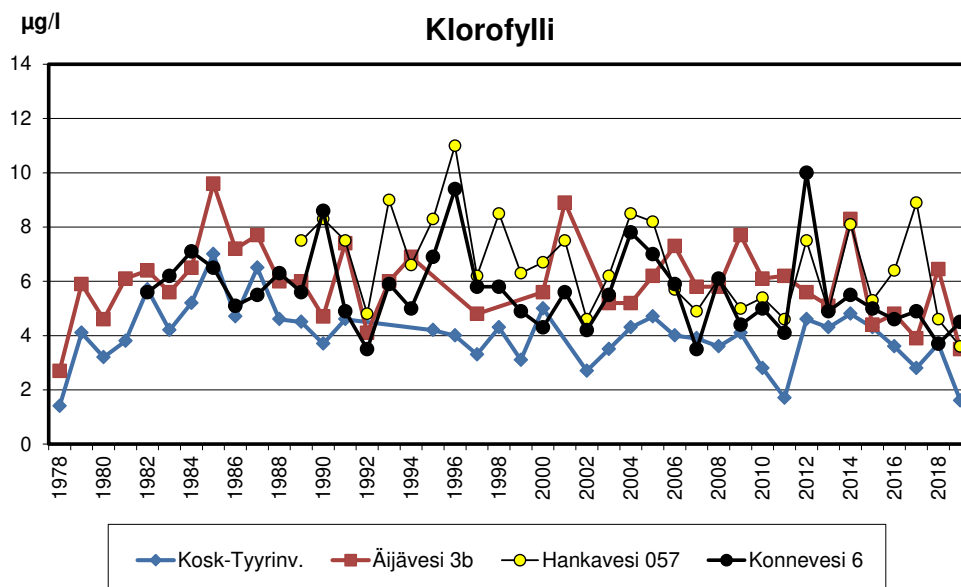
Klorofyllinäytteen otettiin elokuussa. Lähes kaikkien havaintopaikkojen klorofyllipitoisuudet olivat pienehköjä ja ilmensivät korkeintaan lievää rehevyyttä. Poikkeuksena oli Rautalampi, jossa pitoisuus oli selvästi muita havaintoasemia korkeampi ja ilmensi entiseen tapaan rehevyyttä (kuva 8). Rautalammin klorofyllipitoisuus on todennäköisesti luontaisestikin korkeampi kuin pääreitillä, koska se edustaa melko tummavetistä järviyyppeä (MRh). Pääreitien järviaalto edustavat vähähumuksisia järviyyppejä (Vh ja SVh).

Klorofyllipitoisuus on vaihdellut Hankavedellä enemmän kuin muualla tutkimusalueella (kuva 9). Vuoden 1996 loppukesän korkeat pitoisuudet johtuivat *Gonyostomum semen* -limalevän runsaasta esiintymisestä (Palomäki 1997). *Gonyostomum semen* -levä suosii ravinteikkaita humusvesiä (ks. esim. Manninen & Kivinen 1985).

Verrattaessa Hankaveden aseman 057 sekä sen yläpuolisen havaintoaseman Äijävesi 3b klorofyllipitoisuuksia havaitaan, että Hankavedessä klorofyllipitoisuudet ovat olleet yleensä korkeampia (liite 3, kuva 9). Syynä tähän on ilmeisesti se, että veden lyhyen viipymän vuoksi alueelle ei ehdi syntyä niin suurta kasviplanktonbiomassaa, minkä veden ravinnetaso mahdollistaisi. Tällainen biomassa syntyy vasta Hankavedellä. Tulosten tarkastelua vaikeuttaa se, että eri havaintopaikoilla vuosittaisten tulosten määrä ei ole sama.



Kuva 8. Havaintopaikkojen elokuun fosforipitoisuus päällysvedessä ja klorofyllipitoisuus kokoomanäytteissä (0-2 m, matalilla havaintopaikoilla 0-0,5 m) vuonna 2019.



Kuva 9. Keskimääräiset a-klorofyllipitoisuudet tarkkailun järvihavaintoasemilla vuosina 1978-2019 (havaintojen vuosittainen määrä vaihtelee) (Kosk-Tyrrinv = Koskeloveden - Tyrrinvirran alue). (Vuosien 1995, 1996, 1998, 1999, 2001, 2002, 2004, 2005, 2007, 2008, 2010, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017 ja 2019 pitoisuudet ovat loppukesän yhden havaintokerran tuloksia).

Tarkasteltaessa havaintoasemien a-klorofyllipitoisuuksia vuosina 1978 - 2019 havaitaan, että keskimääräinen pitoisuus oli Tyyrinvirran - Äijäveden välisellä alueella suurimmillaan 1984 - 1985 (liite 3, kuva 9). Näiden vuosien jälkeen keskimääräisen pitoisuuden yleinen suuntaus oli Tyyrinvirran - Äijäveden välisellä alueella laskeva 1990-luvun vaihteeseen. Sen sijaan Hankaveden alueella muutossuunta ko. aikana ei ole ollut selvä. 1990 - 2000-luvulla alueen klorofyllimäärissä ei ole ollut selvää muutossuuntaa.

Hankaveden - Konneveden alueen keskimääräisen a-klorofyllipitoisuuden arvioiminen on epätarkkaa, koska tuloksia on ollut vuosittain vain kaksi, nytemminkin suppeina tarkkailuvuosina vain yksi. Tällöin näytteenoton ajankohta voi vaikuttaa huomattavasti tuloksiin.

6. PIILEVÄTUTKIMUS

6.1 Tutkimuksen tausta

Perifytonin piilevätutkimus tehtiin osana Rautalammin reitin Niiniveden ja Konneveden välisen vesistön vuoden 2019 yhteistarkkailua. Vastaava tutkimus tehtiin aiemmin vuosina 2001, 2004, 2007, 2010, 2013 ja 2016. Aiemmillä tutkimuskerroilla on todettu, että alustoilla kasvavien piilevyhteisöjen tutkimus soveltuu käytettäväksi osana kyseistä tarkkailututkimusta ja täydentää perinteisin fysikaalisin ja kemiallisin mittauksin saatavaa kuvaa vesistön tilasta.

Virtavesiympäristössä elävien eliöiden on todettu kuvaavan veden laatua pidemmällä ajanjaksolla kuin kemiallisten analyysien, sillä virtavesissä veden laatu voi vaihdella hyvinkin lyhyellä aikavälillä. Tietyllä hetkellä otettu vesinäyte ei siten välttämättä anna oikeaa kuvaa keskimääräisestä veden laadusta. Leväyhteisö heijastaa lisäksi eri laatutekijöiden yhteisvaikutuksia.

Eliöiden, mm. piilevien, vaatimuksissa veden laatutekijöiden suhteen on suurta lajikohtaista vaihtelua. Erilaisten ympäristövaatimusten ja esimerkiksi kuormituksen sietokyvyn perusteella on nimetty lukuisia indikaattorilajeja kuvaamaan erityyppisiä olosuhteita. Piilevien ja niiden perusteella laskettujen indeksien avulla voidaan kuvata mm. veden ravinteisuutta, orgaanista kuormitusta ja pH-oloja.

6.2 Aineisto ja menetelmät

Kivillä kasvavien piilevien lajistoa tutkittiin seuraavilla paikoilla (sijainnit on esitetty karttaliitteessä 4):

Havaintopaikka	ETRS-koordinaatit
Nokisenkoski 8	6953475-493851
Tyyrinvirran yläosa, itäranta	6949636-492132
Lonkarin yläpuoli	6948087-490753
Kattilavirta 2a	6946148-491352
Liimattalansalmi 12	6944529-491073
Äijävesi	6943123-492682
Tallivirta 3900	6941520-491922
Konnevesi Konnekosken alapuolella	6943229-484435

Piilevänäytteiden käsittely, mikroskopointi sekä analysointi toteutettiin Elorannan ym. (2007) ohjeistuksen, standardien SFS-EN 13946 (2003) ja SFS-EN 14407 (2005) sekä NorBAF-interkalibroinnin suositusten (Kahlert ym. 2007) mukaan.

Piilevänäytteet otettiin marraskuun alkupuoliskolla. Näytteenoton yhteydessä täytettiin piilevänäytteenoton maastolomake. Näytteet otettiin kiviltä matalasta vedestä rannan tuntumasta. Kivien yläpinnan päällyskasvusto harjattiin irti ja irronnut aines huuhdottiin näytepulloon. Kultakin havaintoasemalta käsiteltiin 3-5 pienehköä kiveä, joista saatu näyte yhdistettiin kokoomänäytteeksi. Näyte säilöttiin etanolilla.

Hyvin sekoitetusta näytteestä otettiin pieni osanäyte koeputkeen, johon lisättiin typpihapon ja rikkihapon seosta suhteessa 2:1. Näytteitä lämmitettiin, kunnes orgaaninen aines oli hapettunut ja vain piilevien kuoret

(ja mahdollisen mineraaliaines) jäivät jäljelle. Orgaanisen aineen hapettaminen on tärkeää, koska piilevien solunsisältö sekä muu orgaaninen aines haittaavat piilevien mikroskopointia ja tunnistamista. Käsitellyn jälkeen piilevämassa pestiin tislattulla vedellä kolmeen kertaan ja laimennettiin etanolilla siten, että piileväkuorien tiheys oli sopiva. Näytteistä tehtiin preparaatiit objektilaseille Naphrax-petaushartsia käyttäen.

Näytteet määritettiin käänteismikroskoopilla 1000-kertaisella suurennuksella käyttäen öljyimmersiota. Näytteistä määritettiin vähintään 400 valvaa. Määrittäminen suoritettiin Suomen ympäristökeskuksen suositteleman määrittäyskirjallisuuden avulla. Lajinmäärityksessä käytettiin ympäristöhallinnon piilevien taksonilistaa.

Aineisto käsiteltiin Omnidia 5.3 -tietokoneohjelmalla (Lecoite ym. 1993), joka sisältää tiedot piilevien ympäristövaatimuksista lukuisten eri muuttujien suhteen. Ohjelman muuttujia ovat pH, saliniteetti, typen eri esiintymismuotojen käyttö, happipitoisuus, saprobia (orgaaninen kuormitus), ravinteisuus (trofia-aste), kosteus ja kasvupaikka (mm. planktinen tai alustalla kasvava) (taulukko 12). Näiden tietojen ja syötetyn aineiston perusteella ohjelma laskee joukon erilaisia ekologisia luokitteluja, veden tilaa kuvaavia indeksejä ja muita tunnuslukuja.

Taksonimäärän ja runsauksien perusteella ohjelma laskee piileväyhteisöjen diversiteetin ja tasaisuusindeksin. Happamuustason indikaattorilajien perusteella laskettiin veden laskennallinen pH-luku (Renberg & Hellberg 1982). Eri indikaattoriryhmien suhteellisten osuuksien perusteella tarkasteltiin orgaanista kuormitusta kuvaavaa saprobiaalulokitusta, ravinteisuutta kuvaavaa trofiaalulokitusta sekä typpimetabolialla kuvaavaa luokitusta, joka kuvastaa typen esiintymismuotoja vedessä (van Dam ym. 1994).

Lisäksi laskettiin ekologisessa luokittelussa tarvittavat TT- ja PMA-indeksit. Määrittystulosten perusteella tarkasteltiin tutkittujen havaintopaikkojen vedenlaatua, ekologista tilaa ja tilassa tapahtuneita muutoksia.

Taulukko 12. Tutkimuksessa käytetyt Omnidia-ohjelman sisältämät piilevätaksonien ekologisten indikaattori-arvojen luokittelut (van Dam ym.1994).

pH-luokka		pH-alue	
1	asidobiontit	optimalue pH <5,5	
2	asidofiilit	pääasiassa pH <7	
3	sirkumneutraalit	pääasiassa noin pH 7	
4	alkalifiilit	pääasiassa pH >7	
5	alkalibiontit	ainoastaan pH >7	
6	indifferentit	ei selvää optimi-pH:ta	
Typenkäyttömuodot			
1	Typpi-autotrofit, sietävät vain pieniä pitoisuuksia orgaanista typpeä		
2	Typpi-autotrofit, sietävät kohonneita orgaanisen typen pitoisuuksia		
3	Fakultatiiviset typpiheterotrofit, voivat käyttää vaihtoehtoisesti orgaanista typpeä		
4	Typpiheterotrofit, tarvitsevat orgaanista typpeä		
Saprobialuokka		Hapen kyllästysaste (%)	BOD ₅ (mg O ₂ /l)
1	Oligosaprobitt	>85	<2
2	beeta-esosaprobitt	70-85	2-4
3	alfa-mesosaprobitt	25-70	4-13
4	alfa-meso/polysaprobitt	10-25	13-22
5	polysaprobitt	<10	>22
Trofia-aste			
1	oligotrofia		
2	oligo-mesotrofia		
3	mesotrofia		
4	meso-eutrofia		
5	eutrofia		
6	hypereutrofia		

6.3 Tulokset

6.3.1 Veden laatu ja kuormitus havaintopaikoilla

Tutkimusalueen ylimmällä havaintoasemalla Nokisenkoskessa veden laatu on erinomainen. Vesi on melko kirkasta, hapen kyllästysaste on korkea ja ravinnepitoisuudet ja orgaanisen aineen määrä ovat pieniä. Fosforipitoisuus oli 5 µg/l elokuussa 2019 (taulukko 13). Tyyrinvirran yläosaan tulee kuormitusta Rastunsuon turvetuotantoalueelta. Tyyrinvirran yläpuoliseen Koskeloveteen tulee lisäksi Pieksäjärven valuma-alueelta Nokisenkoskea hieman heikkolaatuisempaa vettä. Elokuussa 2019 Koskeloveden pintaveden fosforipitoisuus oli korkeampi (10 µg/l) kuin Nokisenkoskessa.

Lonkarin yläpuolisen havaintoaseman (Tyyrinvirran alaosa) veden laatuun vaikuttaa Savon taimen Oy:n kalanviljelylaitoksen kuorma. Lonkariin tulee osa Rastunsuon turvetuotantoalueen valumavesistä, joka vaikuttaa Lonkarin alapuolisen Kattilavirran veden laatuun. Kattilavirran fosforipitoisuus oli 14 µg/l elokuussa 2019.

Rautalammen ja siitä pääreitille johtavan Liimattalansalmen veden laatu on tutkimusalueen heikoin. Vesi on melko ruskeaa, orgaanisen aineen määrä on selvästi korkeampi kuin muilla havaintoasemilla, ja ravinnepitoisuuksien perusteella Rautalampi on varsin rehevä. Elokuussa 2019 fosforipitoisuus oli Rautalammen päällysvedessä 51 µg/l ja Liimattalansalmessa 53 µg/l. Reitillä Liimattalansalmen alapuolella sijaitsevan Äijäveden fosforipitoisuus oli 13 µg/l ja Tallivirran 14 µg/l. Äijäveden ja Tallivirran välille johdetaan Rautalammin kunnan jätevedenpuhdistamon vedet.

Hankavedellä fosforipitoisuus oli jonkin verran pienempi (10 µg/l) kuin Tallivirrassa. Konnekoskessa elokuun fosforipitoisuus oli 9 µg/l. Reitille tuleva kuormitus näkyy pääasiassa fosforipitoisuuden ja kiintoaineen määrän vaihteluna. Typpipitoisuus ja orgaanisen aineen määrää kuvaava COD-arvo vaihtelevat varsin vähän havaintoasemien välillä.

Kemiallisten muuttujien perusteella veden laatu on Nokisenkosken alapuolella Liimattalansalmea lukuun ottamatta hyvä. Liimattalansalmen veden laatu voidaan luokitella tyydyttäväksi tai välttäväksi.

Taulukko 13. Havaintoasemien kokonaisfosforipitoisuus elokuussa 2001, 2004, 2007, 2010, 2013, 2016 ja 2019.

Vuosi	Nokisenkoski	Koskelovesi 6	Kattilavirta	Liimattalansalmi	Äijävesi	Tallivirta	Hankavesi 057	Konnekoski
2001	7	15	14	33	17	15	14	13
2004	8	10	12	50	13	13	13	12
2007	7	7	14	36	14	17	9	10
2010	7	10	11	49	12	12	10	10
2013	8	10	12	40	13	15	15	11
2016	11	11	13	55	14	15	12	13
2019	5	10	14	53	13	14	10	9

6.3.2 Lajisto ja indeksit

Lajisto

Taksonien (määritysyksiköiden) lukumäärä vaihteli 31-69, ja pienimmät taksonimäärät havaittiin Konnekoskessa ja Kattilavirrassa, suurimmat Tyyrinvirrassa ja Lonkarin yläpuolella (taulukko 14, liite 5). Diversiteetti vaihteli yleensä samansuuntaisesti kuin taksonimäärä. Kattilavirrasta alaspäin *Achnantheidium minutissimum* muodosti noin puolet yksilömäärästä, ja Nokisenkoskessa, Tyyrinvirrassa ja Lonkarin yläpuolella se oli samoin melko runsaslukuinen. Liimattalansalmessa *A. minutissimumin* yksilömäärä oli kohtalaisen pieni muihin asemiin verrattuna. *A. minutissimumin* runsaus heijastui sekä diversiteetti- että tasaisuusindekseihin.

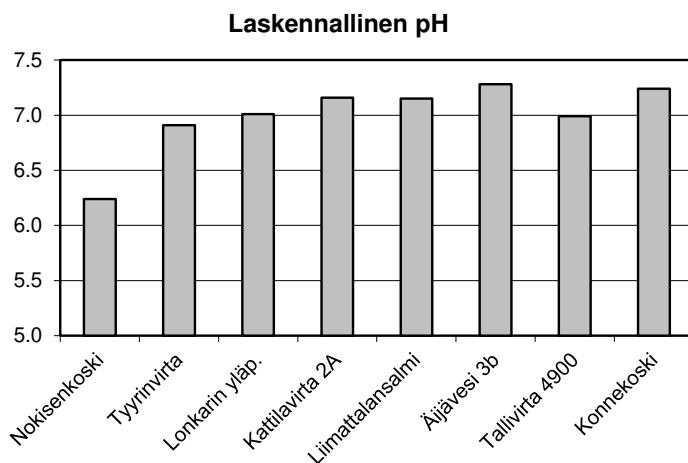
Muita runsaslukuisimpia lajeja olivat *Aulacoseira ambigua*, *Fragilaria capucina*, *Stauroforma exiguiiformis*, *Staurosira brevistriata* ja *S. venter* ja *Tabellaria flocculosa*.

Taulukko 14. Piilevätaksonien lukumäärä näytteissä sekä diversiteetti- ja tasaisuusindeksit vuonna 2019.

Havaintoasema	Taksonien lkm	Laskettu yksilömäärä	Diversiteetti	Tasaisuus
Nokisenkoski	51	430	3.88	0.68
Tyyrinvirta	69	472	4.54	0.74
Lonkarin yläp.	62	563	4.17	0.70
Kattilavirta 2A	47	471	3.10	0.56
Liimattalansalmi	52	511	3.67	0.64
Äijävesi 3b	54	572	3.42	0.59
Tallivirta 4900	51	478	3.33	0.59
Konnekoski	31	462	2.65	0.53

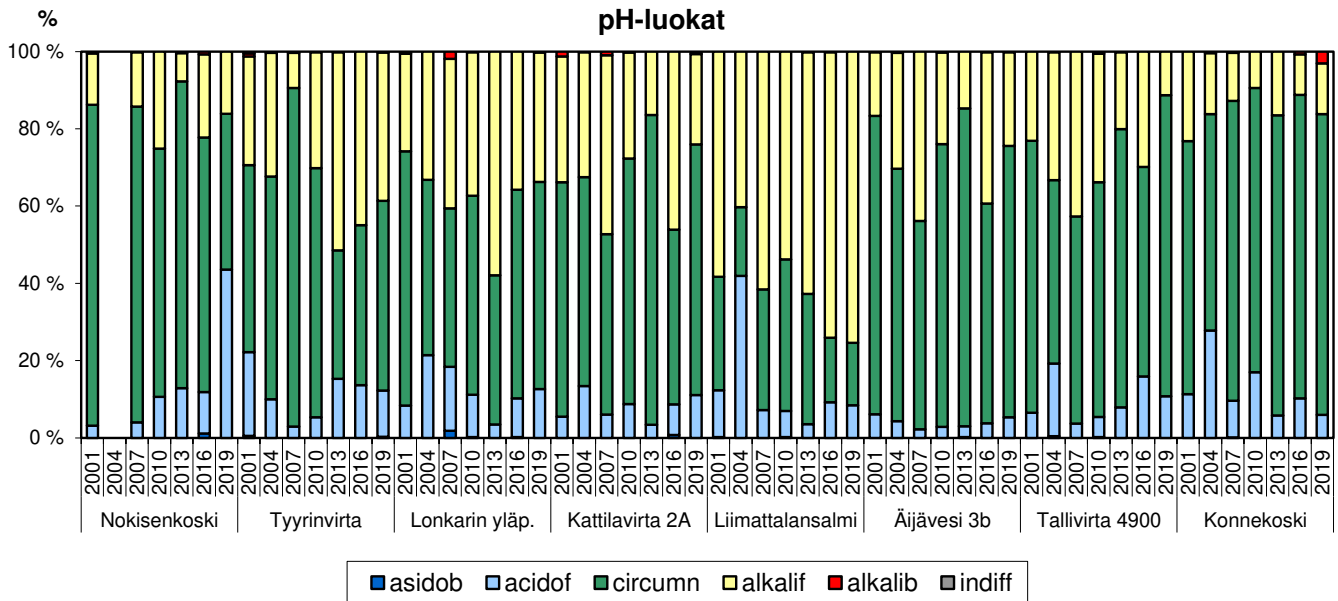
Laskennallinen pH ja pH-luokat

Laskennallinen pH-arvo (Renberg & Hellberg 1982) vaihteli tutkimusalueella 6,2-7,3 (kuva 10). Elokuussa havaitut pH-arvot olivat laskennallisia arvoja lukuun ottamatta Nokisenkoskea ja Tyyrinvirtaa, joissa havaittu pH oli korkeampi kuin laskennallinen. Laskennallinen pH-arvo kohosi Nokisenkoskesta Tyyrinvirtaan ja edelleen Lonkarin yläpuolelle, Kattilavirtaan ja Äijävedeen, mutta laski Äijäveden ja Tallivirran välillä. Kasvukauden aikainen pH-arvo kohoaa tuottavuuden myötä, joten laskennallinen pH kuvaa paitsi pH:ta sinänsä, usein myös rehevyytensä, ellei kyse ole happamoituneesta vesistöstä tai humusvesien vaikutuksesta.



Kuva 10. Piilevien avulla laskettu havaintoasemien teoreettinen pH-arvo vuonna 2019 (Renberg & Hellberg 1982).

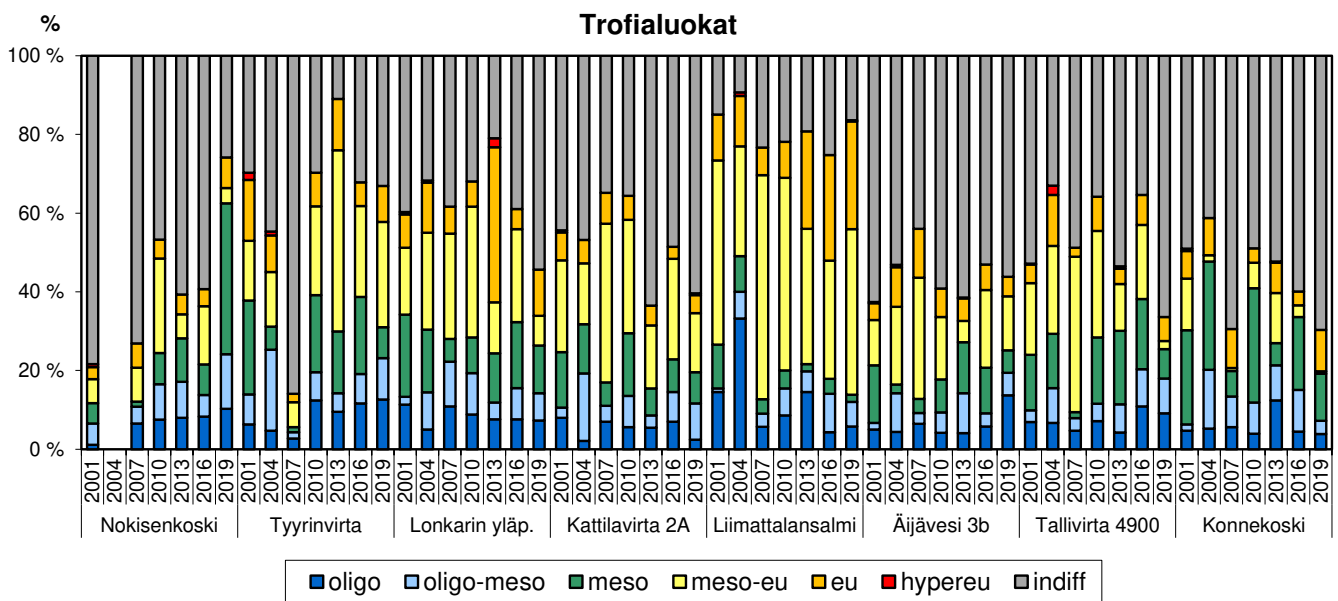
Nokisenkoskessa vallitsivat lievästi happamissa ja neutraaleissa olosuhteissa viihtyvät piilevät (kuva 11). Tyyrinvirrassa ja Lonkarin yläpuolella emäksisissä oloissa viihtyvät (alkalifiilit) piilevät runsastuivat, ja Liimattalansalmessa ne olivat selvästi runsain ryhmä. Kattilavirrassa, Äijävedellä, Tallivirrassa ja Konnekosken alapuolella jakauma pH:n suhteen palautui lähemmäs Nokisenkosken tilannetta.



Kuva 11. Näytteissä havaittujen piilevien jakautuminen eri pH-luokkiin (van Dam ym. 1994) (selitykset ks. taulukko 7).

Trofialuokitus

Van Damin ym. (1994) trofialuokittelun mukaan Nokisenkosken lajistossa runsaimpia olivat neutraaleissa olosuhteissa viihtyvät piilevät (kuva 12). Tyyrinvirrassa meso- ja eutrofiaa indikoivat taksonit runsastuivat selvästi. Lonkarin yläpuolella indifferentit taksonit olivat suhteellisesti suurin ryhmä, ja Liimattalansalmessa mesotrofian ja eutrofian indikaattorit olivat suurimmat ryhmät. Kattilavirrassa, Äijävedellä ja Tallivirrassa rehevyyden suhteen laaja-alaiset (indifferentit) lajit olivat vallitsevia. Konnekosken alapuolella indifferentit lajit olivat samoin runsaimpia. Voimakasta rehevyyttä (hypertrofia) ilmentäviä piileviä oli näytteissä vain vähän.

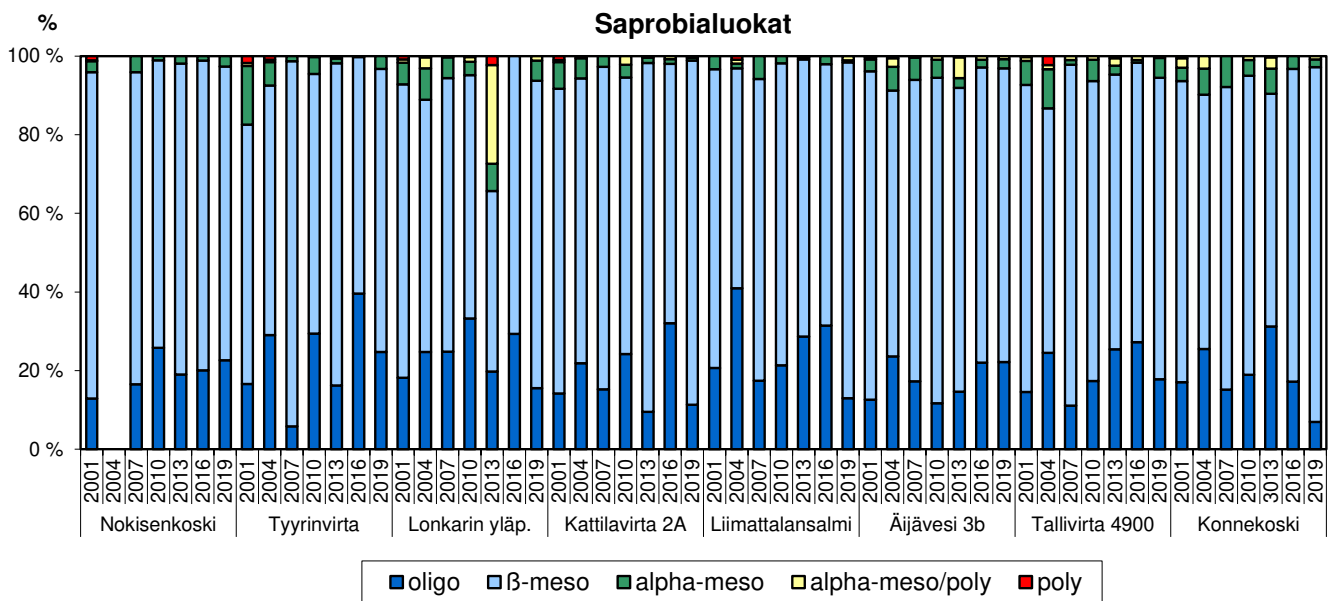


Kuva 12. Näytteissä havaittujen piilevien jakautuminen eri trofialuokkiin (van Dam ym. 1994) (selitykset ks. taulukko 12).

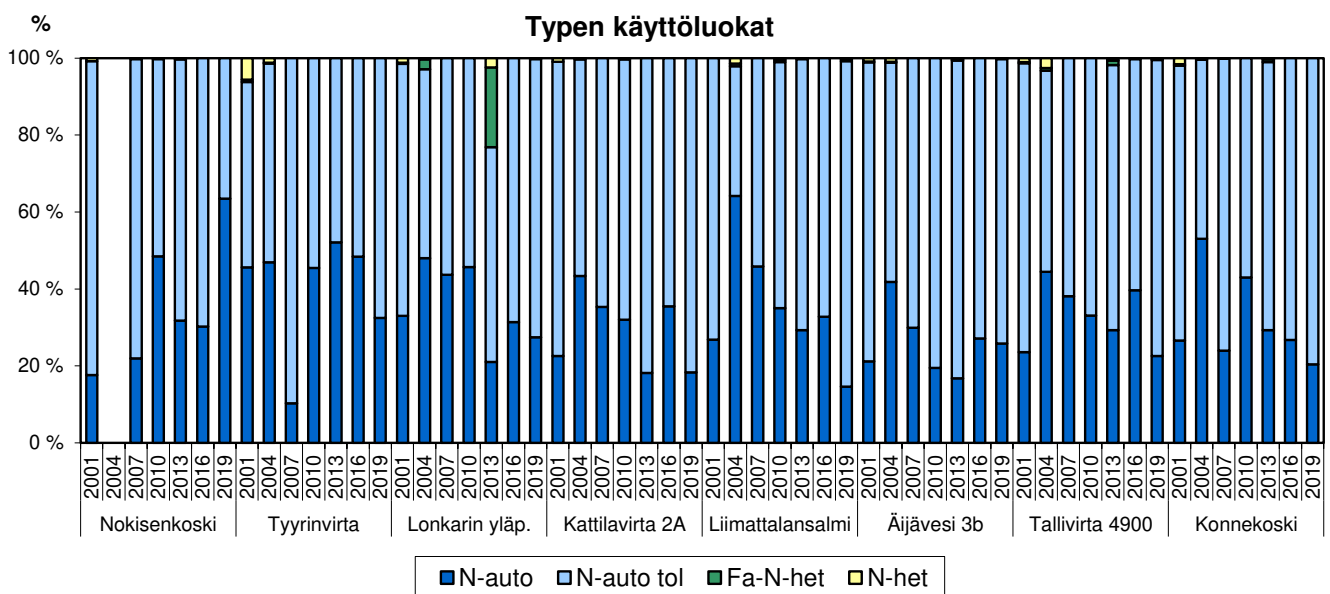
Saprobialuokitus

Trofia kuvastaa veden tuotantopotentiaalia, kun taas saprobia kuvaa veden hengitysaktiiviteettia eli hajotustoiminnan määrää ja liittyy kiinteästi helposti hajoavan orgaanisen aineen määrään vedessä. Ravinnekuormitus ja saprobia kytkeytyvät vesistöissä usein vahvasti toisiinsa. Saprobia-asteeseen vaikuttavat esimerkiksi jätevedet. Sen sijaan hitaasti hajoavat humusaineet eivät lisää merkittävästi veden saprobiaa. Karuissa humuspitoisissa vesissä esiintyvät piilevät ovat yleensä oligosaprobeja eli suosivat vettä, jonka orgaaninen kuormitus on vähäinen (Eloranta 1995).

Valtaosa kaikkien havaintoasemien piilevistä oli beeta-mesosaprobeja eli ilmensivät melko vähäistä veden orgaanisen aineen määrää (kuva 13). Havaintoasemien väliset erot olivat pieniä. Yleisesti ottaen saprobia-asteen vaihtelu on ollut vähäisempää kuin pH- tai trofia-asteen vaihtelu.



Kuva 13. Näyteissä havaittujen piilevien jakautuminen eri saprobialuokkiin (van Dam ym. 1994) (selitykset ks. taulukko 12).



Kuva 14. Näyteissä havaittujen piilevien jakautuminen typen käyttöluokkiin (van Dam ym. 1994) (selitykset ks. taulukko 12).

Typen käyttömuodot

Orgaanisia typpiyhdisteitä käyttävien tai niille herkkien lajien esiintyminen liittyy läheisesti saprobia-asteeseen, sillä runsaasti orgaanista ainesta sisältävissä vesissä, esim. jätevesissä, on yleensä myös orgaanisia typpiyhdisteitä, jotka mahdollistavat typpiheterotrofioiden esiintymisen.

Havaintoasemilla tavattiin lähes yksinomaan typpiautotrofeja piileviä, jotka eivät käytä veden orgaanisia typpiyhdisteitä (kuva 14). Typen käyttömuotojen esiintymisen vaihtelu oli pitkälti samansuuntaista kuin saprobia-asteen vaihtelu, eivätkä erot havaintoasemien välillä olleet kovin suuria.

6.3.3 Piilevien perusteella tehty ekologinen luokittelu

Piilevien perusteella tehdyn ekologisen luokituksen mukaan tarkkailualueen tila vaihteli Nokisenkoskesta Kattilavirtaan saakka tyydyttävästä erinomaiseen, heikkeni Liimattalansalmessa ja Äijävedessä PMA-indeksin osalta välttäväksi ja kohentui Tallivirrassa ja Konnekosken alapuolella tyydyttäväksi-erinomaiseksi (taulukko 15).

Taulukko 15. Havaintopaikkojen ekologinen luokittelu piilevien perusteella vuonna 2019. E=erinomainen, Hy=hyvä, T=tyydyttävä, V=välttävä.

Paikka	Joki/järvityyppi	TT	PMA	TT	PMA
Nokisenkoski	SkESk_E	13	0.360	T	Hy
Työrinvirta	SkESk_E	19	0.375	E	Hy
Lonkarin yläpuoli	SkESk_E	15	0.511	Hy	E
Kattilavirta 2a	SkESk_E	11	0.500	T	E
Liimattalansalmi	Pk_E	14	0.158	Hy	V
Äijävesi 3b	Vh_p	9	0.112	E	V
Tallivirta 4900	SkESk_E	12	0.502	T	E
Konnekosken alap.	SVh	15	0.299	E	T

6.4 Johtopäätökset

Tutkimusalueen piilevästön ekologiset jakaumat ja luokittelu kävivät hyvin yksiin veden laatu- ja kuormitustietojen kanssa. Useiden eri ympäristötekijöitä kuvaavien ekologisten jakaumien käyttö antoi monipuolisemman ja tarkemman kuvan vesistön tilasta kuin pelkät kemialliset analyysit. Myös piilevistä lasketut indeksit kuvasivat kohtuullisen hyvin vesistön tilaa.

Perifytonin piilevätkäytös sopii hyvin täydentämään Rautalammin reitin fysikaalista ja kemiallista tarkkailua. Kuormituksessa ja veden laadussa mahdollisesti tapahtuvat muutokset näkyvät hyvin herkästi piileväyhteisön rakenteessa. Veden laatuanalyysit tehdään vain kerran kasvukauden aikana, ja silloin saattaa sattua, että näytteenotto osuu keskimääräistä veden laatua huonosti edustavaan ajankohtaan. Piileväyhteisö sen sijaan heijastaa veden laatua pidemmältä ajanjaksolta.

VIITTEET

Aroviita, J., Hellsten, S., Jyväsjärvi, J., Järvenpää, L., Järvinen, M., Karjalainen, S.M., Kauppila, P., Keto, A., Kuoppala, M., Manni, K., Mannio, J., Mitikka S., Olin, M., Pilke, A., Rask, M., Riihimäki, J., Sutela, T., Vehanen, T. & Vuori, K.-M. 2012. Ohje pintavesien ekologisen ja kemiallisen tilan luokitteluun vuosille 2012-2013 -päivitetyt arviointiperusteet ja niiden soveltaminen. 23.8.2012, lopullinen versio. Suomen ympäristökeskus ja RKTL. 31 s.

Aroviita, J., Mitikka S. & Vienonen, S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37 / 2019. 114 s + liitteet.

- Forsberg, C. & Ryding, S-O. 1980. Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish wastereceiving lakes. Arch. Hydrobiol. 89: 189-207.
- CEMAGREF 1982: Etude des méthodes biologiques quantitatives d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon - Agence financière de Bassin Rhone - Méditerranée - Corse, Pierre - Bénite, 218 s.
- Coste, M. & Ayphassorho, H. 1991. Etude de la qualité des eaux du Bassin Artois-Picardie à l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques). Rapport Cemagref, Bordeaux, Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai. 227 p.
- van Dam, H., Mertens, A. & Sinkeldam, J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Neth. J. aquat. Ecol. 28: 117-133.
- Eloranta, P., Karjalainen S.M. ja Vuori, K-M. 2007. Piilevyyhteisöt jokivesien ekologisen tilan luokittelussa ja seurannassa - menetelmäohjeet. Ympäristöopas, Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. 56 s.
- Granberg, K. 1980: Rautalammin reitin tutkimus. Hydrobiologian tutkimuskeskuksen tiedonantoja 110. 71 s.
- Hakkarainen, H. 2020. Savon Taimen Oy:n Tyyrinvirran kalanviljelylaitoksen käyttövesitarkkailun vuosiyhteenveto 2019. Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy.
- Hakkarainen, H, 2020. Rautalammin jätevedenpuhdistamon kuormitustarkkailun vuosiyhteenveto 2019. Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy.
- Kahlert, M., Albert, R-L., Anttila, E-L., Bengtsson, R., Bigler, C., Eskola, T., Gälman, V., Gottschalk, S., Herlitz, E., Jarlman, A., Kasperovicene, J., Kokocinski, M., Luup, H., Miettinen, J., Paunksnyte, I., Piirsoo, K., Quintana, I., Raunio, J., Sandell, B., Simola, H., Sundberg, I., Vilbaste, S., Weckström, J. 2007. First Nordic-Baltic diatom intercalibration exercise 2007 (stream monitoring). Results of workshop at the Erken Laboratory, Uppsala University, Sweden, 11.-16.11.2007. 12 s. (www.norbaf.net/courses/suggestions_final.pdf)
- Karjalainen, S.M. 2012. [Päällysväestön piilevien taksonit 2012.xlsx](#) (www.ymparisto.fi > Tutkimus > Ympäristön seuranta > Vesien tilan seuranta > Menetelmäohjeet ja maastolomakkeet)
- Kelly, M. & Whitton, B.A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. J. Appl. Phycol. 7: 433-444.
- Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri 1992: Rautalammin reitti - Kansallisvesi. Kehittämissuunnitelma. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja A 108: 1-281.
- Lecointe, C., Coste, M. & Prygiel, J. 1993. "OMNIDIA": A software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. Hydrobiologia 269/270: 509-513.
- Rekolainen, S. 1989. Phosphorus and nitrogen load from forest and agricultural areas in Finland. Aqua Fennica 19: 95-107.
- Veijola, H., Hynynen, J., Palomäki, A & Veijola H. 2000: Niiniveden ja Konneveden välisen vesistöalueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto vuodelta 1999 ja Rautalammin tilan selvitys. Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 87 / 2000. 32 s ja liitteet.
- Veijola, H., Palomäki, A. & Hynynen, J., 2006: Niiniveden ja Konneveden välisen vesistöalueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto vuodelta 2005. –Jyväskylän yliopisto. Ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 126 / 2006. 36 s ja liitteet.
- Veijola, H. & Hynynen, J. 2009. Niiniveden-Konneveden välisen vesistöalueen yhteistarkkailu vuonna 2008. Jyväskylän yliopisto, ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 103/2009, 28 s. ja liitteet.
- Veijola, H., Palomäki, A. & Hynynen, J., 2012. Niiniveden ja Konneveden välisen vesistöalueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto vuodelta 2011. Jyväskylän yliopisto, ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 79 / 2012, 29 s. ja liitteet.
- Veijola, H., Palomäki, A. & Lensu 2015. Niiniveden ja Konneveden välisen vesistöalueen yhteistarkkailun vuosiyhteenveto vuodelta 2014. Nab Labs Oy. Tutkimusraportti 140 / 2015, 34 s. ja liitteet.

Liite 2. Analyysitulosten vuosikeskiarvot vuosilta 1989-2019.

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Nokisenkoski 8												
1989	10.7	97	0.9	4.4	6.9	33	8.1	450	10		7	3.8
1990	10.7	97	0.6	4.8	7.0	23	7.1	360	9		0	2.9
1991	10.5	97	0.6	4.4	7.1	19	6.5	340	8		19	4.1
1992	10.5	95	0.6	4.7	6.8	27	6.4	340	9		67	
1993	10.3	93	0.5	4.5	7.1	25	6.5	350	9		0	
1994	10.8	97	0.7	4.4	7.0	29	7.3	350	8		2	3.8
1995	10.2	86	0.9	4.7	7.0	25	6.5	330	8		1	4.2
1996	12.0	83	0.6	4.4	6.8	20	6.5	370	10		11	5.2
1997	11.1	99	<2.0		6.9	18	5.9	310	7		11	3.0
1998	11.0	94	<2.0		6.6	18	5.8	335	7		0	3.7
1999	10.8	92	<2		7.1	18	6.3	350	7		3	3.5
2000	10.5	95	<2		7.1	16	6.0	370	7		0	2.9
2001	12.0	99	<2		7.0	23	6.4	370	7		0	3.9
2002	10.2	91	<2		7.2	18	5.8	360	6		2	2.6
2003	10.3	94			7.3	16	5.6	330	7		4	3.1
2004	10.8	89			6.9	20	6.0	350	7		1	4.1
2005	11.0	92			6.8	38	8.0	370	9		0	5.4
2006	10.1	94			7.1	24	7.1	390	7		0	4.0
2007	11.0	96			7.2	23	7.0	360	6		0	3.9
2008	10.6	90			7.1	28	7.3	360	7		0	3.4
2009	10.2	93			7.0	36	8.3	380	8		<1	4.1
2010	10.5	91			7.1	25	7.2	360	6		0	4.5
2011	10.4	89			6.9	18	6.6	360	5		1	4.1
2012	10.3	88			6.8	33	7.6	370	7		2	3.3
2013	10.4	89			6.9	38	8.8	390	8		0	4.4
2014	10.7	95			6.8	40	9.2	380	10		9	5.4
2015	10.4	92			7.0	31	8.0	390	8			3.4
2016	11.3	93			7.1	38	8.2	450	10		3	4.8
2017	10.4	89			7.1	35	8.4	330	6		1	3.1
2018	10.3	92			7.1	35	8.0	370	8		1	3.1
2019	10.7	93			7.1	27	7.6	320	6		0	2.8
Koskelovesi 6												
1988	10.3	98	2.0	4.3	7.1	35	8.3	440	11			4.8
1989	10.5	95	1.7	4.4	6.9	34	8.4	450	10		0	4.5
1990	11.0	97	1.1	3.9	6.8	22	6.2	400	13		1	3.7
1991	12.4	91	0.6	4.9	6.7	18	6.9	400	6			4.6
1993							6.8	370	9			
1994	11.9						7.2	410	8			
1995	10.5	88	0.5	4.6	7.1	25	6.4	310	9		0	4.2
1996	9.3	10	78.0	4.5	6.9	20	6.7	360	10		0	4.0
1997	11.0	100	2.0		6.8	18	6.3	290	8		1	3.3
1998	11.1	95	<2.0		6.9	23	6.1	305	8		0	4.3
1999	10.6	90	2.0		7.1	20	6.0	340	7		0	3.1
2000	10.4	92	2.0		7.1	20	6.2	370	9		1	5.0
2001	11.0	92	3.9		7.0	23	6.4	400	11		0	6.3
2002	10.1	90	2.0		7.1	23	5.6	450	7		0	2.7
2003	9.9	89			7.2	20	6.1	330	8		9	3.5
2004	10.7	89			6.9	23	6.5	330	8		46	4.3
2005	10.7	90			6.7	38	8.5	400	11		0	4.7
2006	10.1	94			7.1	27	7.5	410	7		3	4.0
2007	10.6	94			7.1	23	6.7	360	6		0	
2008	10.3	88			7.0	28	7.4	380	8		0	3.6
2009	10.3	96			7.0	38	8.7	380	8		15	4.1
2010	10.1	89			7.1	30	7.6	360	8		84	2.8
2011	10.2	87			6.9	23	7.0	370	5		13	1.7
2012	9.8	87			6.8	35	8.2	370	8		5	4.6
2013	10.2	87			6.9	45	9.0	390	9		2	4.3
2014	10.3	92			6.9	40	9.2	370	11		30	4.8
2015	10.3	90			7.0	33	8.5	370	8			4.3
2016	11.1	92			7.1	40	9.1	450	9		1	3.6
2017	10.3	88			7.1	35	8.3	350	7		0	2.8
2018	9.8	89			7.1	39	8.6	380	7		5	3.7
2019	11.0	95			7.1	30	7.9	370	8		0	1.6

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Kattilavirta 2a												
1979	9.6	80	1.3	4.6	7.0	25	8.0	440	22		7	4.9
1980	9.0	86	1.2	4.4	6.9	18	7.2	410	20		30	3.5
1981	9.0	82	0.3	4.5	6.8	38	7.9	525	12		1	5.8
1982	9.3	81	1.4	4.3	6.9	41	9.1	490	16		19	5.0
1983	9.9	88	2.4	4.3	6.8	44	8.8	470	17		35	5.2
1984	9.4	85	1.6	4.3	6.9	33	7.8	420	14		92	6.0
1985	10.4	91	1.5	4.3	6.9	33	8.1	415	15		31	6.9
1986	10.8	90	1.4	4.5	6.9	33	7.9	455	15		22	5.5
1987	10.6	94	2.0	4.5	6.9	34	8.5	440	15		7	6.8
1988	10.5	94	2.1	4.4	6.9	40	8.8	490	14		41	4.9
1989	10.3	94	1.5	4.6	6.7	38	8.4	470	14			4.9
1990	10.1	95	1.9	4.4	7.0	31	7.6	350	14		5	3.6
1991	9.9	92	2.3	4.7	6.9	32	7.5	400	18		76	4.9
1992	10.2	92	1.2	4.7	6.9	31	6.7	370	13		120	28
1993	10.1	91	1.3	4.7	6.9	30	7.3	390	14		150	27
1994	10.0	91	1.8	4.5	6.9	35	8.1	400	13		25	5.3
1995	10.0	83	1.1	4.7	6.9	28	6.8	360	11		50	4.3
1996	10.4	89	1.1	4.4	6.8	18	6.9	350	9		46	4.4
1997	10.4	94	2.0		6.7	20	6.3	340	12		37	3.7
1998	10.7	91	<2		6.5	23	6.3	355	10		130	5.4
1999	10.6	91	2.0		7.0	23	6.8	400	12		350	3.7
2000	10.2	93	2.0		7.1	23	6.9	390	12		30	4.5
2001	10.5	87	2.3		7.0	20	6.6	400	11		14	3.3
2002	9.6	85	2.0		7.1	23	6.3	390	10		32	4.7
2003	9.9	91			7.1	22	6.3	350	10		10	4.4
2004	10.7	88			6.9	25	7.0	370	9		2	4.4
2005	10.3	85			6.8	40	8.7	400	13		18	5.7
2006	9.5	89			7.0	33	7.8	420	12		4	5.3
2007	10.1	90			7.0	30	7.4	390	10		17	4.1
2008	10.2	87			7.0	35	7.8	370	9		6	3.4
2009	9.6	86			6.9	38	8.9	420	12		7	4.1
2010	10.3	91			7.0	30	7.8	370	9		1	4.0
2011	10.3	87			6.9	25	6.8	390	7		5	3.5
2012	10.0	86			6.8	42	9.0	410	10		16	3.9
2013	10.1	86			6.5	43	8.6	410	10		2	4.3
2014	10.3	91			6.9	40	9.2	390	13		17	5.4
2015	9.9	89			7.0	35	9.1	410	11			4.2
2016	11.0	91			7.0	40	9.1	450	11		4	3.5
2017	10.5	90			7.1	37	8.8	350	10		2	8.9
2018	9.7	89			7.1	44	8.8	410	10		3	5.8
2019	10.8	90			7.0	30	8.1	390	11		3	3.6
Rautalampi 086												
1988	7.4	81	4.1	5.8	6.8	140	20	870	44			
1989	7.0	69	14.1	7.5	6.7	180	17	1160	72		3	19
1990	9.2	82	7.4	5.9	6.5	66	12	800	47			25
1991	7.8	76	9.5	8.7	6.6	140	18	1700	96			28
1992	8.2	74	7.3	7.9	6.9	120	16	800	47		4	30
1993	7.8	73	7.4	7.9	6.9		14	1100	56		2	30
1994 P-v	8.5	81	7.2	5.8	6.7	93	16	1100	51		31	23
A-v	1.3	11	10.9	9.1	6.4	240	20	1700	74			
K-a	7.0	66	8.0	6.5	6.6	130	17	1200	56			
1995 P-v	7.3	64	5.9	7.8	6.9	100	14	790	48		0	21
A-v	4.1	41	16.5	9.5	6.8	400	23	1400	180			
K-a	6.6	59	8.1	8.2	6.9	160	16	910	76		0	
1996 P-v	4.6	46	4.1	8.7	6.7	130	15	860	45		5	32
A-v	3.7	39	13.7	10.4	6.6	370	21	1800	220			
K-a	4.4	45	6.1	9.1	6.7	180	16	1100	83		5	
1997 P-v	9.1	89	6.2		6.7	87	16	1100	46		1	29
A-v	3.2	31	7.0		6.3	120	16	1000	47			
K-a	7.8	76	6.4		6.5	93	16	1100	46		1	
1998 P-v	5.4	55	5.4		6.5	140	16	920	42		4	38
A-v	2.2	23	8.0		6.4	420	22	2400	160			
K-a	4.7	48	5.9		6.5	200	17	1200	67		4	
1999 P-v	8.6	78	15.0		7.0	110	15	1700	130		0	58
A-v	3.0	30	18.0		6.7	390	26	2200	230			
K-a	7.4	68	15.0		6.8	160	17	1800	150		0	46

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Rautalampi 086												
2000 P-v	9.6	87	9.0		7.1	90	14	990	56		1	
A-v	4.1	40	16.7		6.9	360	16	1700	72			
K-a	8.5	78	10.5		7.0	140	15	1100	59		1	
2001 P-v	7.3	66	7.2		7.0	120	14	970	51		0	30
A-v	4.1	41	14.5		6.9	310	19	1700	140			
K-a	6.6	61	8.6		7.0	160	15	1100	69		0	
2002 P-v	7.3	72	4.5		7.0	90	14	1100	42		0	23
A-v	0.1	1	16.0		6.6	320	18	2300	220			
K-a	6.2	61	6.1		7.0	120	14	1200	68			
2003 P-v	6.2	64			7.1	130	16	960	47		0	35
A-v	2.7	26			6.7	250	22	2000	98			
K-a	5.7	59			7.1	140	17	1100	52			
2004 P-v	8.2	69			6.7	140	19	870	37		4	26
A-v	3.6	36			6.7	300	27	1900	68			
K-a	7.5	64			6.7	170	20	1000	41			
2005 P-v	6.6	59			6.7	160	18	840	43		0	19
A-v	4.0	39			6.7	430	31	1700	200			
K-a	6.3	57			6.7	180	19	910	56			
2006 P-v	8.4	84			7.0	100	15	990	48		12	27
A-v	2.1	20			6.7	120	20	1600	79			
K-a	7.6	76			7.0	100	15	1100	52			
2007 P-v	7.0	68			6.9	100	16	1300	37		0	29
A-v	1.3	12			6.6	140	17	1400	71			
K-a	6.1	60			6.8	110	16	1300	42			
2008 P-v	5.5	53			6.9	130	15	1400	43		2	26
A-v	0.3	2			6.7	260	28	2000	61			
K-a	4.7	46			6.8	150	16	1400	45			
2009 P-v	6.5	67			6.9	140	19	900	49		0	22
A-v	1.0	10			6.7	480	30	1800	150			
K-a	5.7	59			6.9	180	20	1000	63			
2010 P-v	5.0	55			6.9	90	14	930	46		0	28
A-v	0.2	2			6.6	350	22	2600	280			
K-a	4.3	47			6.9	130	15	1200	80			
2011 P-v	5.0	51			7.0	80	12	910	41		2	34
A-v	0.2	2			6.6	480	22	2300	270			
K-a	4.3	44			7.0	140	14	1100	74			
2012 P-v	5.9	57			6.6	180	25	1100	41		5	30
A-v	3.9	40			6.6	390	28	1800	59			
K-a	5.6	54			6.6	210	25	1200	43			
2013 P-v	5.1	51			6.7	150	23	1100	46		0	20
A-v	0.6	6			6.9	430	34	2100	190			
K-a	4.4	44			6.7	190	24	1300	67			
2014 P-v	6.1	61			6.7	140	20	1100	48		7	36
A-v	0.0	0			6.5	830	34	3000	210			
K-a	5.2	52			6.7	230	22	1300	71			
2015 P-v	6.4	63			6.8	110	18	930	42			18
A-v	2.8	27			6.6	380	24	2000	110			
K-a	5.9	58			6.8	140	19	1100	51			
2016 P-v	7.3	65			6.9	130	18	970	43		2	13
A-v	4.5	44			6.9	170	21	1400	52			
K-a	6.9	62			6.9	130	18	1000	44			
2017 P-v	7.4	71			7.6	140	15	1600	46		0	103
A-v	4.5	47			7.2	260	20	2300	140			
K-a	7.0	67			7.6	150	16	1700	59			
2018 P-v	14.0	8			7.1	130	18	920	47		0.5	23
A-v	9.9	0			6.7	460	24	1400	44			
K-a	13.0	7			7.1	170	17	980	47			
2019 P-v	8.2	78			7.0	69	13	880	39		0	22
A-v	4.0	40			6.9	89	13	790	52			
K-a	7.6	73			6.9	72	13	870	41			

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto- aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Liimattalansalmi												
1982							21.0	850	43			
1983									45			
1984									39			
1985									47			
1986									39		66	
1987									38		5	
1988	9.8	73	3.4	5.8	6.4	360	16.0	750	31		10	
1989									36		5	
1990									47		9	
1991									44		67	
1992			4.4	7.1	6.5	110	15.0	1200	42		27	
1993									34		13	
1994									34		6	
2000									55		6	
2001									33		9	
2002									66		19	
2003	8.1	78			7.0	73	12.0	820	40		16	22
2004	6.4	56			6.6	140	19.0	970	37		1	24
2005	6.1	55			6.6	130	17.0	1000	46		6	29
2006	9.3	89			7.0	64	10.0	690	34		3	18
2007	8.3	78			6.9	75	12.0	950	29		3	21
2008	6.6	59			6.8	120	18.0	1100	40		0	27
2009	7.8	72			6.8	92	13.0	790	46		15	19
2010	9.6	85			6.8	53	10.0	570	30		13	23
2011	7.7	68			6.8	70	13.0	720	36		1	28
2012	6.8	60			6.6	130	18.0	1000	43		13	18
2013	6.3	57			6.7	100	14.0	790	36		5	13
2014	9.0	76			6.8	70	13.0	640	39		7	23
2015	7.6	70			6.8	110	17.0	900	37			9.5
2016	7.5	64			6.8	90	14.0	860	38		6	
2017	7.3	70			7.0	97	13.0	1100	32		8	
2018	5.7	60			6.9	130	17.0	960	39		3	
2019	9.1	82			7.0	67	12.0	730	38		3	
Äijävesi 3b												
1979	10.2	78		4.6	7.0	22	8.0	440	17		2	5.9
1980	9.9	96		4.4	6.9	28	7.8	415	19		9	4.6
1981	9.1	84		4.5	6.8	38	8.3	440	17		60	6.1
1982	8.8	77		4.4	6.9	43	9.4	495	16		13	6.4
1983	9.5	85		4.4	6.8	42	9.0	475	16		7	5.6
1984	9.7	83		4.3	6.9	37	8.4	475	13		33	6.5
1985	10.2	91		4.7	6.9	33	7.7	435	16		11	9.6
1986	10.3	97		4.7	6.9	33	7.7	530	19		9	7.2
1987	10.6	91		4.6	6.9	40	8.4	440	15		0	7.7
1988	10.2	91		4.5	6.8	40	8.7	480	16		8	6.0
1989	10.3	93	1.0	4.7	6.7	40	9.0	530	19		8	6.0
1990	10.3	93	1.5	4.9	6.9	33	8.0	410	18		1	4.7
1991	9.9	93	3.3	4.8	6.8	32	7.5	440	24		10	7.4
1992	10.4	89	1.2	4.7	6.9	35	6.9	380	12		23	4.1
1993	10.3	90	1.3	4.6	6.9		7.3	380	13		12	6.0
1994	9.6	88	2.0	4.6	6.8	36	7.4	430	13		2	6.9
1997	10.7	97	2.0		6.7	20	6.5	340	11		3	4.8
2000	10.3	92	2.1		7.1	25	6.9	390	12		20	5.6
2003	9.6	87			7.0	18	5.8	360	11		2	5.2
2004	10.5	87			7.0	23	6.8	360	10		1	5.2
2005	10.5	87			6.7	40	9.2	410	14		2	6.2
2006	9.9	91			6.9	34	7.6	420	11		0	7.3
2007	10.2	88			7.0	31	7.5	390	10		0	5.8
2008	10.1	86			7.0	38	8.2	380	10		4	5.8
2009	9.9	90			6.9	40	8.6	400	12		0	7.7
2010	12.2	84			7.0	26	7.8	390	10		0	6.1
2011	10.0	86			6.9	25	7.0	370	9		0	6.2
2012	9.7	86			6.8	37	8.2	390	10		3	5.6
2013	10.2	86			6.9	43	9.0	410	11		0	5.1
2015	9.9	88			7.0	37	8.9	410	11			4.4
2016	10.8	88			6.9	41	9.2	440	11		1	4.8
2017	10.2	86			7.0	35	8.4	370	10		0	3.9
2018	9.5	89			7.1	43	8.7	420	10		1	6.5
2019	11.0	95			7.1	31	8.5	400	11		1	3.5

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Tallivirta 3900												
1979	10.9	89	2.3	4.5	6.9	36	8.0	560	18			
1980	10.2	84		4.6	6.9	34	8.0	510	13			
1981	10.4	84		4.6	6.8	38	9.0	470	18			
1982	10.1	86	1.1	4.4	6.8	41	9.0	460	16		41	6.0
1983	10.1	88	1.9	4.4	6.8	41	9.3	440	16		43	5.9
1984	10.2	88	1.3	4.4	6.9	38	8.2	450	15		46	6.7
1985	10.4	88	1.4	4.4	6.8	40	8.3	450	17		18	8.2
1986	10.4	92	1.7	4.6	6.9	38	8.1	485	15		17	6.6
1987	10.6	90	1.8	4.5	6.8	40	8.6	440	15		30	7.3
1988	10.2	88	1.2	4.4	6.8	40	9.1	485	15		24	5.3
1989	10.3	91	1.5	4.6	6.7	39	8.6	495	16		12	6.5
1990	10.3	94	1.6	5.0	6.8	31	7.9	400	16		13	5.5
1991	9.9	92	2.3	4.7	6.9	33	7.6	410	19		10	6.4
1992	10.1	92	1.3	4.8	6.9	32	7.1	380	13		7	5.2
1993	10.2	89	1.2	4.7	6.9	29	7.5	390	13		49	6.6
1994	10.0	91	1.5	4.5	6.9	36	7.9	390	12		6	5.7
1995	10.0	83	1.6	4.7	6.9	33	7.0	380	12		5	6.8
1996	9.9	85	0.9	4.5	6.7	23	7.1	350	10		8	6.4
1997	10.4	94	2.0		6.7	23	6.5	340	13		8	5.9
1998	10.5	89	2.2		6.5	23	6.5	385	12		28	6.7
1999	10.3	86	<2		7.0	28	7.0	440	16		32	7.9
2000	10.0	91	2.0		7.1	23	7.4	380	13		10	6.3
2001	10.5	88	2.0		7.1	23	6.1	400	11		1	7.4
2002	10.1	89	2.0		7.1	23	6.4	420	11		3	6.2
2003	9.7	89			7.0	23	6.6	380	12		3	5.9
2004	10.7	88			6.8	25	6.9	370	10	1	2	5.8
2005	10.4	87			6.7	40	9.3	420	14	0	0	7.1
2006	9.5	89			6.9	37	7.8	450	15	0	0	7.6
2007	10.3	91			7.0	35	7.4	420	17	3	0	8.1
2008	10.2	87			7.0	38	8.2	380	10	0	1	6.1
2009	9.3	84			6.9	42	8.9	430	14	2	6	6.1
2010	10.2	91			7.0	28	7.7	380	10	2	0	7.5
2011	10.1	87			6.9	25	6.9	360	10	0	0	6.7
2012	10.1	88			6.7	46	9.3	450	12	1	6	4.0
2013	10.1	85			6.8	45	8.9	420	12	0		7.1
2014	10.1	88			6.8	40	9.2	410	12	2	0	8.1
2015	10.0	89			7.0	37	8.8	400	11	1		3.4
2016	10.7	88			7.0	43	9.3	440	12	3	0	5.3
2017	9.2	77			7.0	38	8.4	380	10	26	11	6.1
2018	9.6	89			7.0	43	8.9	420	11	1	1	5.0
2019	10.6	92			7.1	31	8.3	380	11	2	0	5.0
Hankavesi Hanhiniemi 4												
1979	9.3	78	0.8	4.6	6.9	42	9.0	470	23		10	9.0
1980	9.6	93	0.8	4.4	7.0	29	8.1	420	19		23	5.5
1981	8.9	82	0.3	4.5	6.8	38	7.9	420	17		6	6.9
1982	9.0	78	0.5	4.3	6.8	43	9.4	490	14		8	5.9
1983	9.9	87	1.5	4.3	6.8	40	9.2	500	15		20	7.1
1984	9.8	86	0.9	4.3	6.8	40	8.7	445	13		26	9.2
1985	10.3	90	1.9	4.4	6.8	33	7.7	460	11		8	8.0
1986	9.8	91	0.9	4.6	6.8	33	7.9	470	14		2	7.5
1987	10.5	91	1.0	4.5	6.8	41	8.5	490	14		6	7.4
1988	10.0	89	1.4	4.4	6.8	40	8.6	550	15		5	6.2
1989	10.2	92	0.9	4.6	6.7	41	8.7	500	17		1	7.8
1990	10.3	92	1.1	4.7	6.9	33	8.0	410	18		0	7.1
1991	10.0	91	1.2	4.8	6.8	33	7.3	370	13		0	8.4
1994	9.8	90	1.1	4.6	6.8	33	7.0	380	12		0	7.5
1995	10.2	85	1.2	4.8	6.9	28	7.0	380	13		3	8.4
1996	9.8	83	0.9	4.5	6.7	25	7.1	370	11		1	6.6
1997	9.6	85	<2		6.8	22	6.9	350	12		0	7.8
1998	10.3	88	<2.0		6.5	23	6.5	370	11		3	11.0
1999	10.1	86	<2		6.9	25	6.8	370	12		0	7.9
2000	10.1	90	2.0		7.1	28	6.6	390	11		1	6.8
2001	10.1	85	2.0		7.0	23	6.2	400	11		2	7.0
2002	9.8	86	2.0		7.1	23	6.1	400	10		0	6.3
2003	9.3	84			6.9	20	6.2	370	10		0	6.5
2004	10.5	86			6.9	28	7.2	400	12		0	7.7
2005	10.2	84			6.7	40	9.3	420	14		0	7.8
2006	10.0	92			7.0	33	7.8	410	12		0	9.3

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Hankavesi Hanhiniemi 4												
2007	10.4	92			7.1	30	7.3	400	10		0	6.0
2008	10.2	87			7.2	35	7.8	400	10		0	6.1
2009	9.9	85			7.0	40	9.0	420	12		0	6.4
2010	10.3	91			6.9	30	7.9	390	9		0	7.1
2011	10.1	86			6.9	25	7.2	370	8		0	6.6
2012	9.7	86			6.7	37	8.5	380	10		1	5.8
2013	10.2	87			6.8	45	9.2	430	12		1	6.9
2014	7.8	90			6.9	40	8.5	410	17		1	8.5
2015	10.1	90			6.9	37	9.1	420	11			5.1
2016	12.8	89			6.9	45	9.8	520	11			
2018	9.9	92			7.1	44	9.0	420	11		0	4.7
Hankavesi 057												
1989 P-v	9.9	88	0.7	4.6	6.7	41	8.8	530	16		0	7.5
A-v	7.7	60	1.4	4.5	6.2	44	8.5	540	12			
K-a	9.3	80	0.8	4.5	6.5	42	8.7	540	15			
1990 P-v	10.1	90	1.0	4.6	6.8	31	7.4	380	15	0		8.3
A-v	7.9	61	1.6	4.8	6.4	30	7.5	430	13			
K-a	9.5	82	1.1	4.7	6.6	30	7.4	400	14	0		
1991 P-v	10.0	90	0.7	4.8	6.9	29	7.2	350	11	0		7.5
A-v	7.6	59	1.7	4.7	6.3	32	6.9	440	10			
K-a	9.3	81	0.9	4.8	6.6	30	7.2	380	11	0		
1992 P-v	10.0	87	0.9	4.7	6.8	33	6.7	350	10	0		4.8
A-v	9.4	72	6.1	4.8	6.4	42	7.2	470	10			
K-a	9.9	82	1.7	4.8	6.6	36	6.8	390	10			
1993 P-v	10.0	87	0.9	4.6	6.8		7.2	380	10	1		9.0
A-v	7.0	55	5.1	4.7	6.3	50	6.5	410	10			
K-a	9.1	78	1.6	4.6	6.6	50	7.0	390	10	1		
1994 P-v	9.6	86	0.8	4.5	6.7	29	7.3	370	10	0		6.6
A-v	8.0	61	1.3	4.6	6.3	34	7.5	410	10			
K-a	9.1	78	0.9	4.5	6.5	31	7.3	380	10	0		
1995 P-v	10.0	83	0.8	4.7	6.9	28	6.9	390	10	1		8.3
A-v	8.2	64	1.3	4.7	6.4	35	7.2	400	12			
K-a	9.4	77	0.9	4.7	6.7	30	7.0	390	10	1		
1996 P-v	9.7	83	0.6	4.5	6.7	22	7.4	360	11	0		11.0
A-v	7.5	56	1.1	4.4	6.3	27	7.2	420	13			
K-a	9.0	75	0.6	4.5	6.5	24	7.3	380	11	0		
1997 P-v	10.4	92	2.0		6.7	20	7.0	370	11	0		6.2
A-v	9.7	76	3.0		6.3	23	6.3	390	11			
K-a	10.2	87	2.2		6.5	21	6.8	370	11	0		
1998 P-v	10.1	86	2.0		6.4	27	6.3	370	9	0		8.5
A-v	7.5	58	2.0		6.0	31	5.8	520	12			
K-a	9.3	78	2.0		6.2	28	6.1	410	10	0		
1999 P-v	10.1	86	2.0		6.9	23	6.7	370	11	0		6.3
A-v	7.0	54	2.0		6.4	30	6.6	420	11			
K-a	9.2	77	2.0		6.7	25	6.7	380	11	0		6.7
2000 P-v	9.9	87	2.0		7.0	31	7.2	390	11	1		
A-v	7.9	62	2.9		6.5	33	7.0	500	11			
K-a	9.3	79	2.1		6.8	31	7.1	420	11	1		
2001 P-v	10.1	85	2.0		7.0	27	6.9	450	11	0		7.5
A-v	8.1	61	2.9		6.7	32	6.4	530	13			
K-a	9.5	78	2.2		6.9	28	6.7	470	12	0		
2002 P-v	8.9	77	2.0		7.0	23	6.6	380	10	0		4.6
A-v	7.4	56	3.4		6.7	31	7.0	490	10			
K-a	8.4	71	2.2		6.9	25	6.7	420	10			
2003 P-v	9.4	85			6.9	20	6.3	370	11	0		6.2
A-v	6.9	53			6.4	20	6.1	470	9			
K-a	8.7	76			6.8	20	6.3	400	10			
2004 P-v	10.2	85			6.8	25	7.3	380	9	0		8.5
A-v	8.3	61			6.5	30	7.0	470	9			
K-a	9.6	77			6.7	27	7.2	400	9			
2005 P-v	10.2	86			6.6	44	9.0	410	12	0		8.2
A-v	7.2	55			6.4	40	8.7	460	12			
K-a	9.3	76			6.5	43	8.9	420	12			
2006 P-v	9.6	86			6.9	36	8.1	410	11	0		5.7
A-v	8.3	64			6.7	38	8.2	540	10			
K-a	9.2	79			6.8	36	8.2	450	10			
2007 P-v	9.9	10	87.0		6.7	31	8.1	410	8	0		4.9
A-v	5.6	9	71.0		6.7	33	7.5	440	9			
K-a	8.7	10	82.0		6.7	32	8.0	420	8			

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Hankavesi 057												
2008 P-v	9.7	10	86.0		6.9	36	8.1	410	9		0	6.1
A-v	4.1	9	66.0		6.7	39	8.3	450	8			
K-a	8.0	10	80.0		6.8	37	8.2	420	9			
2009 P-v	9.6	86			6.9	40	9.1	380	9		1	5.0
A-v	9.2	71			6.7	48	9.2	450	8			
K-a	9.5	82			6.8	42	9.1	400	9			
2010 P-v	9.2	81			6.9	34	7.9	390	9		0	5.4
A-v	7.1	56			6.4	40	8.7	540	8			
K-a	7.1	74			6.7	36	8.1	410	9			
2011 P-v	9.3	82			6.9	27	7.2	370	9		0	4.6
A-v	6.1	49			6.5	41	7.7	600	9			
K-a	7.8	78			6.9	27	7.0	410	10			
2012 P-v	9.5	84			6.7	40	8.8	380	9		1	7.5
A-v	8.8	67			6.5	41	8.9	480	8			
K-a	9.3	79			6.6	40	8.8	410	8			
2013 P-v	9.9	84			6.8	45	8.8	430	11		0	4.9
A-v	8.0	60			6.5	52	8.9	520	11			
K-a	9.4	77			6.8	47	8.9	450	11			
2014 P-v	10	88			6.9	40	9.2	410	11		0	8.1
A-v	8.5	65			6.7	47	9.4	460	11			
K-a	9.6	81			6.9	42	9.2	420	11			
2015 P-v	9.7	85			6.9	37	9.1	430	10		0	5.3
A-v	9.0	70			6.6	41	9.1	460	9			
K-a	9.5	81			6.8	38	9.1	440	9			
2016 P-v	10.5	86			6.7	42	9.1	440	11		0	6.4
A-v	8.6	65			6.5	43	9.0	490	9			
K-a	10.0	80			6.7	43	9.2	450	10			
2017 P-v	10.1	86			7.0	38	8.6	420	10		0	8.9
A-v	8.1	61			6.6	44	8.7	480	8			
K-a	9.5	78			6.9	40	8.7	440	9			
2018 P-v	9.7	90			7.0	45	9.1	430	10		0	4.6
A-v	8.4	65			6.5	49	9.1	470	8			
K-a	9.3	80			6.8	45	8.8	430	9			
2019 P-v	10.6	87			7.0	30	8.2	380	8		0	3.6
A-v	7.7	60			6.7	40	8.6	460	11			
K-a	9.7	79			7.0	33	8.3	410	9			
Hankavesi 060												
1992 P-v	10.0	85	0.8	4.8	6.8	34	6.7	360	10		1	5.6
A-v	8.3	65	1.0	4.7	6.3	39	7.2	450	12			
K-a	9.0	85	1.1	4.8	6.8	36	7.4	400	11			
1993 P-v	9.6	84	0.6	4.6	6.6		7.2	390	12		1	7.9
A-v	5.3	41	4.7	4.7	6.3		6.5	450	14			
K-a	9.0	78	1.3	4.6	6.6		7.1	390	12			
1994 P-v	9.1	82	1.3	4.6	6.7	29	7.2	380	11		0	7.0
A-v	6.4	49	1.4	4.6	6.2	32	7.1	480	13			
K-a	8.9	78	1.3	4.6	6.6	29	7.2	380	11			
1995 P-v	9.2	76	1.1	4.7	6.7	28	7.0	360	11		0	7.6
A-v	5.3	41	4.4	4.7	6.4	37	7.3	460	14			
K-a	8.9	73	1.6	4.7	6.7	29	7.0	370	11			
1996 P-v	9.0	76	0.6	4.6	6.5	20	7.1	370	11		0	23.0
A-v	4.8	37	1.6	4.5	6.1	24	6.5	460	12			
K-a	8.6	73	0.8	4.6	6.5	21	7.1	380	11			
1997 P-v	10.3	89	2.0		6.6	23	6.9	360	9		0	5.6
A-v	7.4	58	2.0		6.2	23	6.3	400	11			
K-a	10.0	86	2.0		6.5	23	6.8	370	9			
1998 P-v	9.3	78	2.0		6.2	22	6.0	400	9		0	6.9
A-v	3.9	30	2.0		6.0	30	5.6	490	14			
K-a	6.0	50	2.0		6.2	23	6.0	410	10		0	
1999 P-v	9.3	78	2.0		6.7	26	6.7	400	10		0	5.4
A-v	5.1	40	2.1		6.4	30	6.6	430	13			
K-a	8.9	74	2.0		6.7	27	6.7	400	10		0	
2000 P-v	9.4	83	2.0		6.9	30	6.6	400	12		0	6.5
A-v	6.7	54	2.3		6.5	33	6.9	490	12			
K-a	9.2	80	2.0		6.8	30	6.6	410	12		0	
2001 P-v	9.3	77	2.0		7.0	23	6.4	420	11		0	7.0
A-v	6.5	49	2.2		6.9	31	6.8	560	12			
K-a	9.0	74	2.1		7.0	24	6.4	430	11		0	

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Hankavesi 060												
2002 P-v	8.8	76	<2		6.9	25	6.3	410	8		0	4.3
A-v	5.0	39	3.2		6.7	35	6.4	530	13			
K-a	8.4	72	2.2		6.9	25	6.3	420	9			
2003 P-v	8.6	77			6.8	23	6.4	390	10		0	6.2
A-v	5.0	39			6.4	29	6.3	500	10			
K-a	8.3	73			6.8	24	6.3	400	10			
2004 P-v	10.0	83			6.8	27	7.1	370	10		0	8.8
A-v	6.4	49			6.5	30	6.4	480	10			
K-a	9.7	79			6.8	27	7.1	380	10			
2005 P-v	9.9	83			6.8	40	9.0	410	12		0	8.0
A-v	5.2	39			6.4	48	8.9	580	16			
K-a	9.5	79			6.7	41	9.0	430	13			
2006 P-v	9.4	84			6.9	35	8.0	420	11		0	7.0
A-v	6.8	53			6.5	46	7.9	550	15			
K-a	9.2	81			6.9	36	8.0	440	11			
2007 P-v	9.5	82			7.0	30	7.3	400	9		0	3.7
A-v	5.6	62			6.7	39	7.6	470	11			
K-a	9.1	80			7.0	31	7.4	400	9			
2008 P-v	9.5	79			6.8	38	8.0	400	9		0	6.2
A-v	6.8	52			6.5	49	7.9	490	11			
K-a	9.2	76			6.8	39	8.0	410	9			
2009 P-v	9.3	82			6.8	43	9.2	400	10		0	5.7
A-v	7.4	57			6.6	53	9.1	480	12			
K-a	9.1	79			6.8	44	9.2	410	11			
2010 P-v	6.9	79			7.0	36	7.9	400	12		0	4.7
A-v	3.9	31			6.4	64	8.7	560	17			
K-a	6.6	74			6.9	39	8.0	410	12			
2011 P-v	9.0	76			6.8	27	7.7	410	9		0	3.7
A-v	4.7	35			6.4	46	7.2	540	15			
K-a	8.6	72			6.8	29	7.7	420	10			
2012 P-v	9.1	79			6.7	39	8.4	400	10		1	8.2
A-v	7.0	54			6.5	52	8.7	520	12			
K-a	8.9	77			6.7	40	8.4	420	10			
2013 P-v	9.3	77			6.7	40	9.1	440	11		0	5.3
A-v	6.5	50			6.5	59	9.5	540	17			
K-a	9.0	75			6.7	41	9.1	450	11			
2014 P-v	6.8	77			6.9	42	8.5	400	15		0	7.8
A-v	4.0	33			6.3	64	8.8	540	28			
K-a	6.6	73			6.8	44	8.6	420	16			
2015 P-v	9.5	84			6.9	36	9.0	420	11		0	5.4
A-v	7.4	58			6.6	44	9.1	500	12			
K-a	9.3	81			6.8	37	9.0	420	11			
2016 P-v	12.1	84			6.7	40	9.2	460	7			
A-v	10.2	73			6.6	45	8.1	460	7			
K-a	11.9	83			6.7	40	9.1	460	7			
2018 P-v	9.2	84			7.0	45	9.2	460	11		0	
A-v	6.5	50			6.5	55	9.0	530	15			
K-a	8.9	76			6.9	43	8.8	440	9			
Konnekoski												
1982	9.4	82		4.4	7.0	38	8.1	400	13			
1984	10.2	86		4.5	6.8	38	8.3	430	11			
1986	10.5	87	1.1	4.5	6.8	38	8.3	460	12			
1987	10.7	85	1.0	4.5	6.7	40	8.8	470	10			
1988	9.7	79	1.1	4.5	6.7	40	8.7	460	11			
1989	10.1	87	1.1	4.3	6.8	41	8.5	395	10			
1990	10.3	88	1.2	4.5	7.0	36	7.6	390	11			
1991	10.0	82	0.9	4.7	6.8	34	7.4	380	10			
1992	10.4	89	0.9	4.6	6.9	32	7.3	360	11		2	
1993	10.3	92	0.9	4.6	7.0	34	7.8	370	12		2	
1994	9.5	96	0.9	4.4	7.1	35	8.6	350	11		1	5.9
1995	10.1	85	1.0	4.7	6.9	30	6.9	350	11		0	8.5
1996	10.1	86	1.1	4.5	6.8	23	7.1	360	11		22	9.4
1997	10.4	95	2.0		6.8	23	6.8	340	10		0	5.7
1998	8.9	95	<2		6.5	23	6.3	355	10		1	8.0
1999	10.3	87	2.0		6.9	25	6.9	380	10		1	4.9
2000	9.9	87	2.0		7.0	28	6.6	420	10		1	6.5
2001	10.3	86	2.0		7.1	20	6.2	390	10		39	6.0
2002	9.7	85	2.0		6.8	23	6.2	390	9		48	7.3
2003	9.0	80			7.0	25	6.5	370	9		0	6.7

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Konnekoski												
2004	10.6	87			6.9	23	6.8	360	10		0	6.9
2005	10.4	86			6.7	40	9.0	400	11		1	7.7
2006	10.1	91			6.9	33	8.0	410	10		0	5.9
2007	10.4	92			7.1	30	7.3	390	8		3	4.4
2008	10.3	89			7.0	38	8.0	380	10		0	6.1
2009	10.3	95			7.0	40	8.9	390	9		0	5.7
2010	10.1	90			7.0	30	7.7	390	9		0	5.0
2011	10.2	88			7.0	25	7.4	370	9		0	5.8
2012	9.8	87			6.7	38	8.2	390	10		0	7.0
2013	10.2	86			6.9	43	9.0	420	10		4	6.3
2014	10.0	88			6.9	40	9.3	410	13		0	6.9
2015	10.1	90			7.0	36	9.0	410	10			3.7
2016	10.7	89			6.9	40	9.2	440	10		0	
2017	10.3	88			7.0	39	8.9	460	9		0	
2018	9.4	87			7.0	43	9.2	420	8		0	
2019	11.2	94			7.1	29	8.2	360	8		0	
Konnevesi Mäkäräniemenselkä 6												
1982 P-v	9.1	78	0.8	4.3	6.9	42	8.6	460	10		1	5.6
A-v	8.6	71		4.3	6.7	39	7.9	450	10			
K-a	8.9	75		4.3	6.8	41	8.3	445	10			
1983 P-v	9.1	78	0.8	4.3	6.8	38	8.4	435	11		2	6.3
A-v	8.6	71	0.6	4.3	6.5	34	7.6	470	9			
K-a	8.9	75	0.7	4.3	6.7	36	8.0	450	10			
1984 P-v	10.1	87	0.6	4.2	6.9	35	8.0	425	10		5	7.1
A-v	9.4	76	0.5	4.3	6.5	35	7.5	450	8			
K-a	9.8	82	0.6	4.3	6.7	35	7.8	440	9			
1985 P-v	10.6	90	1.2	4.3	6.8	27	6.9	405	11		2	6.5
A-v	10.0	79		4.3	6.5	24	6.7	430	9			
K-a	10.3	85		4.3	6.7	26	6.8	415	10			
1986 P-v	10.2	92	1.2	4.5	6.8	26	7.2	435	12		2	5.1
A-v	9.9	80		4.4	6.6	20	6.6	440	10			
K-a	10.1	86		4.5	6.7	23	6.9	440	11			
1987 P-v	11.1	91	1.3	4.4	6.9	33	7.5	495	13		0	5.5
A-v	10.2	82		4.5	6.7	30	7.4	425	14			
K-a	10.7	86		4.5	6.8	31	7.4	460	14			
1988 P-v	10.2	89	0.8	4.3	6.7	35	7.6	465	10		1	6.3
A-v	9.7	78		4.4	6.5	35	7.2	450	8			
K-a	10.0	84		4.4	6.6	35	7.4	460	10			
1989 P-v	9.4	95	0.6	4.5	6.8	36	9.0	480	12		110	5.6
A-v	9.0	78	0.5	4.5	6.5	30	8.0	450	8			
K-a	9.4	93	0.6	4.5	6.7	35	8.8	470	12			
1990 P-v	10.3	90	0.6	4.8	6.8	28	7.5	390	14		0	8.6
A-v	10.1	82	1.0	4.9	6.5	30	7.0	410	12			
K-a	10.2	89	0.7	4.8	6.7	29	7.4	390	14			
1991 P-v	10.1	91	0.7	4.7	6.8	22	6.9	340	9		1	4.9
A-v	9.1	75	0.6	4.6	6.6	18	6.1	360	6			
K-a	9.9	89	0.7	4.7	6.8	21	6.8	340	8			
1992 P-v	10.2	89	0.6	4.7	6.9	32	6.5	360	10		0	3.5
A-v	10.1	81	0.4	4.7	6.6	32	5.8	380	8			
K-a	10.2	88	0.6	4.7	6.8	32	6.3	360	10			
1993 P-v	10.0	87	0.7	4.7	6.7		7.0	380	10		0	6.7
A-v	9.2	75	0.8	4.7	6.5		6.2	370	8			
K-a	9.9	85	0.7	4.7	6.7		6.9	380	9			
1994 P-v	10.1	92	0.6	4.5	6.9	27	6.8	360	10		0	5.0
A-v	9.7	78	0.4	4.6	6.6	23	6.1	350	8			
K-a	10.1	90	0.6	4.5	6.8	26	6.7	360	10			
1995 P-v	9.8	83	0.7	4.7	7.0	29	6.7	330	9		0	6.5
A-v	8.8	70	0.4	4.7	6.6	28	5.8	350	7			
K-a	9.6	81	0.7	4.7	6.9	29	6.5	340	9			
1996 P-v	9.9	85	0.4	4.5	6.8	22	6.6	340	9		8	4.2
A-v	8.3	65	0.4	4.4	6.4	20	5.9	380	8			
K-a	9.6	82	0.4	4.5	6.7	21	6.4	340	9			
1997 P-v	10.8	90	2.0		6.6	18	6.1	360	8		0	6.2
A-v	9.9	78	2.0		6.4	13	5.6	370	8			
K-a	10.6	88	2.0		6.6	17	6.1	360	8			
1998 P-v	10.2	87	2.0		6.6	21	5.7	330	8		0	5.8
A-v	9.5	75	2.0		6.3	18	4.9	370	6			
K-a	10.1	85	2.0		6.5	20	5.6	340	8		0	

	O2 mg/l	O2 %	Kiinto aine mg/l	Johto- kyky mS/m	pH	Väri mg Pt/l	COD mg O2/l	Kok-N µg/l	Kok-P µg/l	E.coli /100ml	Enterok. /100ml	a-klorof. µg/l
Konnevesi Mäkäraniemenselkä 6												
1999 P-v	10.2	87	2.0		7.0	20	6.2	360	7		0	4.9
A-v	8.8	69	2.0		6.6	20	5.7	370	6			
K-a	10.1	85	2.0		6.9	20	6.1	360	7		0	
2000 P-v	9.9	91	2.0		7.1	22	5.9	360	8		0	4.3
A-v	9.1	77	2.0		6.8	20	5.4	370	6			
K-a	9.7	89	2.0		7.1	22	5.8	360	8		0	
2001 P-v	10.2	87	2.0		7.1	18	5.7	380	9		0	5.6
A-v	8.9	71	2.0		6.9	18	5.1	400	6			
K-a	9.9	83	2.0		7.0	18	5.6	380	8		0	
2002 P-v	10.0	88	2.0		7.1	24	6.3	380	8		0	4.2
A-v	8.9	68	2.0		6.7	23	5.5	430	9			
K-a	9.8	85	2.0		7.1	23	6.2	390	8			
2003 P-v	9.6	85			6.9	19	5.8	370	8		0	5.5
A-v	8.1	66			6.6	17	5.0	360	6			
K-a	9.4	83			6.9	19	5.7	370	8			
2004 P-v	10.5	87			6.9	25	6.9	360	10		0	7.8
A-v	9.2	71			6.6	20	5.9	380	8			
K-a	10.3	84			6.8	24	6.7	360	10			
2005 P-v	10.1	86			6.8	37	8.2	390	10		0	7.0
A-v	8.8	69			6.7	28	6.7	390	8			
K-a	9.9	83			6.8	35	8.0	390	10			
2006 P-v	10.1	92			6.9	28	7.4	400	8		1	5.9
A-v	9.2	74			6.8	28	6.6	410	6			
K-a	10.0	89			6.9	28	7.2	400	8			
2007 P-v	10.4	90			7.1	28	7.2	380	7		0	3.5
A-v	10.2	81			6.8	30	6.8	410	7			
K-a	10.4	89			7.0	28	7.1	390	7			
2008 P-v	10.3	87			6.9	35	7.5	380	8		0	5.1
A-v	9.8	76			6.8	33	7.0	410	6			
K-a	10.2	85			6.9	35	7.4	390	7			
2009 P-v	10.1	88			6.8	37	8.4	370	6		2	4.4
A-v	9.9	80			6.7	37	8.1	410	6			
K-a	10.1	87			6.8	37	8.4	380	6			
2010 P-v	8.2	95			7.2	32	7.4	360	8		0	5.0
A-v	7.4	65			6.7	30	6.5	400	6			
K-a	8.0	90			7.1	31	7.2	370	8			
2011 P-v	10.0	87			6.9	23	7.0	380	7		0	4.1
A-v	8.7	68			6.7	20	6.3	420	5			
K-a	9.8	84			6.9	22	6.8	390	7			
2012 P-v	9.8	86			6.9	35	8.1	380	7		1	10
A-v	9.5	75			6.6	28	6.8	390	5			
K-a	9.7	84			6.8	34	7.8	380	7			
2013 P-v	10.1	87			6.9	39	8.5	390	8		0	4.9
A-v	9.3	72			6.7	38	8.3	430	7			
K-a	10.0	84			6.9	39	8.5	390	8			
2014 P-v	10.1	89			7.0	39	9.2	400	10		0	5.5
A-v	9.6	75			6.8	38	8.9	440	10			
K-a	10.0	86			6.9	38	9.2	410	10			
2015 P-v	10.0	89			7.0	33	8.5	370	10		0	5.0
A-v	9.6	80			7.0	32	8.0	380	8			
K-a	10.0	88			7.0	33	8.4	370	9			
2016 P-v	10.6	88			7.0	34	8.5	400	9		0	4.6
A-v	9.0	73			6.7	30	7.6	450	11			
K-a	10.3	85			7.0	34	8.3	410	9			
2017 P-v	10.0	85			7.0	35	8.5	410	8		1	4.9
A-v	9.2	72			6.7	33	7.7	420	6			
K-a	9.8	83			7.0	34	8.4	410	8			
2018 P-v	9.6	88			7.1	42	9.1	410	8		1	3.7
A-v	9.2	71			6.7	40	8.4	430	6			
K-a	9.5	83			7.0	40	8.8	400	7			
2019 P-v	10.7	91			7.1	28	7.8	350	7		0	4.5
A-v	8.7	69			6.7	26	7.0	400	6			
K-a	10.4	88			7.0	28	7.7	360	7			

Liite 3. Klorofyllianalyysien tulokset vuosilta 1978-2019.

	Niini- vesi 62	Iisvesi 61	Nokisenk oski	Koskelo vesi 6	Tyyrin- virta	Kattila- virta 2a	Rauta- lampi 086	Äijä- vesi 3b	Talli- virta 3900	Hanka- vesi 4	Hanka- vesi 057	Hanka- vesi 060	Konne- vesi 6	Kurki- lahti 3
1978	1.5				1.4	2.8		2.7		5.2				
1979	4.1				4.1	4.9		5.9		9.0				
1980	2.8				3.2	3.5		4.6		5.5				
1981	4.0	3.7			3.8	5.8		6.1		6.9				
1982	4.0	4.4			5.7	5.0		6.4	6.0	5.9			5.6	
1983	4.7	5.7			4.2	5.2		5.6	5.9	7.1			6.2	
1984	3.6	4.2			5.2	6.0		6.5	8.7	9.2			7.1	
1985	2.4	4.1			7.0	6.9		9.6	8.2	8.0			6.5	
1986	3.2	4.4			4.7	5.5		7.2	6.6	7.5			5.1	
1987	4.2	3.8			6.5	6.8		7.7	7.3	7.4			5.5	
1988	3.8	4.0			4.6	4.9	16	6.0	5.3	6.2			6.3	
1989	5.5	6.3	4.1	4.5	4.4	4.9	19	6.0	6.5	7.8	7.5		5.6	
1990	3.6	4.9	2.9	3.7	3.3	3.6	25	4.7	5.5	7.1	8.3		8.6	
1991	3.7	4.2	3.5	4.6	4.8	5.3	28	7.4	6.4	8.4	7.5		4.9	
1992	3.6	4.6	2.9			4.0	30	4.1	5.2		4.8	5.6	3.5	
1993	3.3	3.2	3.3			5.1	30	6.0	6.6		9.0	7.9	5.9	
1994	4.2		3.8			5.3	23	6.9	5.7	7.5	6.6	7.0	5.0	
1995	4.1		4.2	4.2		4.3	21		6.8	8.4	8.3	7.6	6.9	
1996	5.6		5.2	4.0		4.4	32		6.4	6.6	11.0	23.0	9.4	
1997		3.1	3.2	3.3		4.0	29	4.8	6.6	7.8	6.2	5.6	5.8	
1998	3.4		3.7	4.3		5.4	38		6.7	11.0	8.5	6.9	5.8	
1999			3.5	3.1		3.7	58		7.9	7.9	6.3	5.4	4.9	
2000	3.0	3.3	2.9	5.0		4.5	46	5.6	6.3	6.8	6.7	6.5	4.3	
2001	3.3	2.9	3.9	-6.3		3.3	30	8.9	7.4	7.0	7.5	7.0	5.6	
2002	2.7	2.5	2.6	2.7		4.7	23		6.2	6.3	4.6	4.3	4.2	
2003	4.0	4.0	3.1	3.5		4.4	35	5.2	5.9	6.5	6.2	6.2	5.5	4.1
2004	4.4	4.7	4.1	4.3		4.4	26	5.2	5.8	7.7	8.5	8.8	7.8	8.8
2005	5.3	4.1	5.4	4.7		5.7	19	6.2	7.1	7.8	8.2	8.0	7.0	6.2
2006			4.0	4.0		5.3	27	7.3	7.6	9.3	5.7	7.0	5.9	4.7
2007			3.9			4.1	29	5.8	8.1	6.0	4.9	3.7	3.5	3.4
2008	10	4.7	3.4	3.6		3.4	26	5.8	6.1	6.1	6.1	6.2	6.1	5.1
2009			4.1	4.1		4.1	22	7.7	6.1	6.4	5.0	5.7	4.4	3.9
2010			4.5	2.8		4.0	28	6.1	7.5	7.1	5.4	4.7	5.0	4.3
2011	5.0	3.7	4.1	1.7		3.5	34	6.2	6.7	6.6	4.6	3.7	4.1	3.4
2012			3.3	4.6		3.9	30	5.6	4.0	5.8	7.5	8.2	10.0	(19)
2013			4.4	4.3		4.3	20	5.1	7.1	6.9	4.9	5.3	4.9	4.9
2014			5.4	4.8		5.4	36	8.3	8.1	8.5	8.1	7.8	6.9	6.1
2015			3.4	4.3		4.2	18	4.4	3.4	5.1	5.3	5.4	5.0	5.8
2016			4.8	3.6		3.5	13	4.8	5.3		6.4		4.6	
2017			3.1	2.8		8.9	103	3.9	6.1		8.9		4.9	
2018			3.1	3.7		5.8	23	6.5	5.0	4.7	4.6		3.7	
2019			2.8	1.6		3.6	22	3.5	5.0		3.6		4.5	

Liite 4.

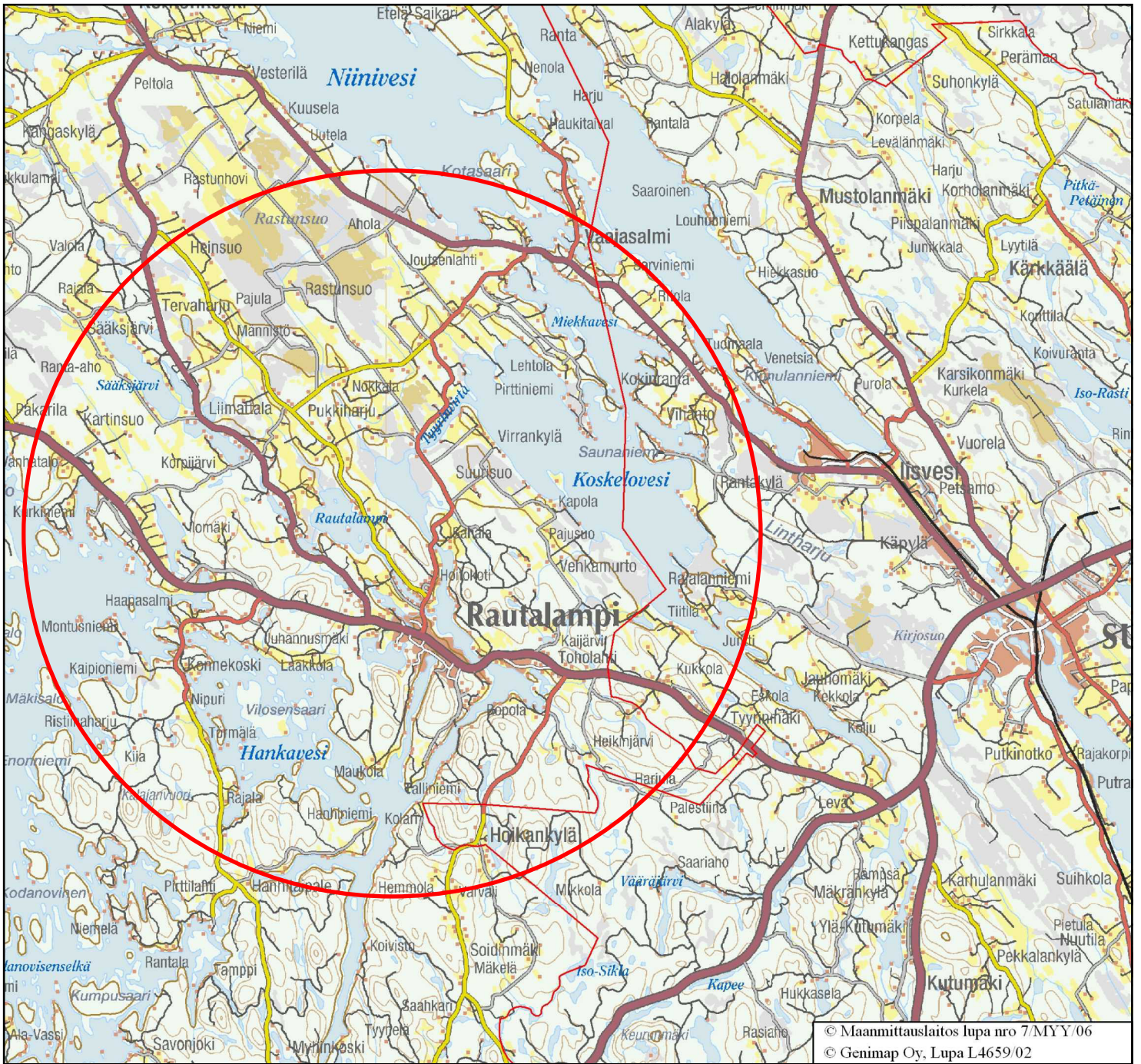
Rautalammin reitin yhteistarkkailu: päällyslevästön piilevätutkimus 2019

Analysoitu yksilömäärä

	Omnidia- koodi	Nokisenkoski 8 11.11.2019	Tyyrinvirta yläosa, itäpuoli 11.11.2019	Lonkarin yläpuoli 11.11.2019	Liimattalansalmi 12 11.11.2019	Kattilavirta 2a 11.11.2019	Äijävesi 3b 11.11.2019	Tallivirta 4900 11.11.2019	Konnekosken alapuoli 11.11.2019
Achnanthes acares	AACA	1			1		3	1	
Achnanthes linearoides	ALIO			3	3	1	4		
Achnantheidium helveticum	ADHE	8	7	5	6	1	1	9	
Achnantheidium minutissimum	ADMI	87	100	179	28	237	267	249	220
Achnantheidium subatomoides	ADSO		13	9	2			10	
Amphipleura pellucida	APEL						3	1	
Amphora	AMPH		1	1				1	
Amphora holsatica	AHOL					2			
Amphora ovalis	AOVA						1		
Asterionella formosa	AFOR	1	15	11		7	8	2	1
Aulacoseira ambigua	AAMB	19	18	10	99	7	10	2	9
Aulacoseira granulata var. granulata	AUGR				1			1	
Aulacoseira lacustris	AULC		1		13				
Aulacoseira lirata	ALIR			1	2				
Aulacoseira pfaffiana	AUPF	3	3						
Aulacoseira subarctica	AUSU	8	3	2	10		2	2	1
Aulacoseira tenella	AUTL	2			4				
Aulacoseira valida	AUVA	1	2						
Brachysira brebissonii	BBRE							2	
Brachysira intermedia	BINT	1	1						
Brachysira neoexilis	BNEO	7	4	4		23	1	9	2
Brachysira procera	BPRO					2			
Caloneis	CALO					1			
Cavinula cocconeiformis	CCOC					1			
Cavinula jaernefeltii	CJAR	4	6	1			2	2	
Cavinula pseudoscutiformis	CPSE	1	3					1	
Cocconeis placentula incl. varieties	CPLA			11		5	1	2	1
Cyclostephanos dubius	CDUB		1	1					
Cyclotella iris	CIRI		2						
Cyclotella meneghiniana	CMEN						1		
Cyclotella rossii	CROS	7	3	2			2	2	1
Cymatopleura solea var. solea	CSOL	1							
Cymbella aspera	CASP		1						
Cymbella neocistula	CNCI		3	7		3	1	1	3
Cymboplectra hybrida	CBHY		1						
Denticula tenuis	DTEN	9							
Diatoma tenuis	DITE	6	1	17		2	6	12	2
Diploneis elliptica	DELL							1	
Discostella stelligera	DSTE		1	1	20	1	3		
Encyonema	ENCY					1	1		

	Omnidia- koodi	Nokisenkoski 8 11.11.2019	Tyyrinvirta yläosa, itäpuoli 11.11.2019	Lonkarin yläpuoli 11.11.2019	Liimattalansalmi 12 11.11.2019	Kattilavirta 2a 11.11.2019	Äijävesi 3b 11.11.2019	Tallivirta 4900 11.11.2019	Konnekosken alapuoli 11.11.2019
Navicula	NAVI	1							
Navicula angusta	NAAN			1					
Navicula capitatoradiata	NCPR			1				1	
Navicula cryptocephala	NCRY					1			
Navicula pseudolanceolata	NPSL			1					
Navicula radiosa	NRAD		7	2	3	1		1	
Navicula rhynchocephala	NRHY		1		2	2			
Navicula schmassmannii	NSMM				2			1	
Navicula seminulum	NSEM				1			1	
Navicula wildii	NWIL		7			2		2	
Neidium hitchcockii	NEHI	2							
Nitzschia acicularis	NACI			1		1		1	
Nitzschia dissipata	NDIS		1		2	2			
Nitzschia gracilis	NIGR					1		1	
Nitzschia palea var. debilis	NPAD		2	1			3	1	
Nitzschia palea var. palea	NPAL					2			
Nitzschia perminuta	NIPM	6	2		1	1	6	3	
Nitzschia recta	NREC	2	1	3	4	1	1		
Pinnularia	PINU	1			2				
Pinnularia microstauron var. microstauron	PMIC			1					
Pinnularia subcapitata var. elongata	PSEL			1					
Pinnularia viridis s.l.	PVIRsl	1		1					
Placoneis pseudanglica	PPSA				1				
Planothidium frequentissimum	PLFR				1				
Planothidium lanceolatum	PTLA				1		1		
Planothidium oestrupii	PTOE		8	2	1				
Psammothidium didymum	PDID	4	5	2				4	
Psammothidium rossii	PROS	2	2	1	2	1		3	
Psammothidium ventralis	PVEN	1	3		1		1	1	
Puncticulata radiosa	PRAD	1	2	2	2		1		
Reimeria sinuata	RSIN	1	1	1					
Rhopalodia parallela	RPAR	1	1						
Rossithidium nodosum	RNOD			1					
Rossithidium pusillum	RPUS	14	9	1	5	1	11	8	
Sellaphora pupula	SPUP		2		1			1	
Stauroforma exiguiformis	SEXG	15	12	27	11	8	56	13	
Stauroneis anceps	STAN					1	1		
Stauroneis smithii var. smithii	SSMI		1						
Staurosira brevistriata	SBRV	1	79	16	63	1	6	14	
Staurosira construens var. binodis	SCBI		6				9		
Staurosira construens var. construens	SCON		13		1		8		
Staurosira construens var. exigua	SCEX				1				
Staurosira pinnata var. pinnata	SRPI		4		28	5	15	3	
Staurosira venter	SSVE	12	43	9	152	50	43	4	
Stenopterobia curvula	STCU						1		

	Omnidia- koodi	Nokisenkoski 8 11.11.2019	Tyyrinvirta yläosa, itäpuoli 11.11.2019	Lonkarin yläpuoli 11.11.2019	Liimattalansalmi 12 11.11.2019	Kattilavirta 2a 11.11.2019	Äijävesi 3b 11.11.2019	Tallivirta 4900 11.11.2019	Konnekosken alapuoli 11.11.2019
Surirella amphioxys	SAPH		2	1					
Surirella angusta	SANG		1						
Tabellaria fenestrata	TFEN	17				2	1	1	3
Tabellaria flocculosa	TFLO	131	18	33	5	22	17	17	17
Tryblionella apiculata	TAPI		2					4	
Ulnaria danica (Kützing)	UDAN			18		6	5	2	4
Ulnaria ulna Sippe angustissima	UUAN		1						
Ulnaria ulna var. acus	UUAC	1		60		5	7	7	6
Ulnaria ulna var. ulna	UULN			5					3
		430	472	563	511	471	572	478	462



Mittakaava 1:145558

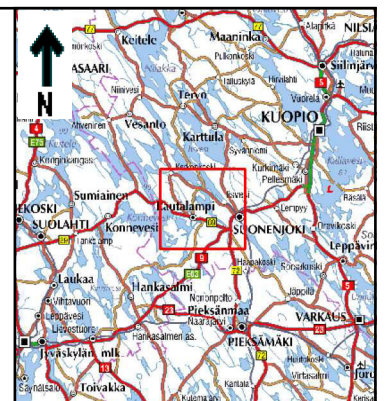


Koordinaattijärjestelmä: KKJ-yk

Nurkkapisteen koordinaatit: 6882622:3432836 - 7015808:3552703

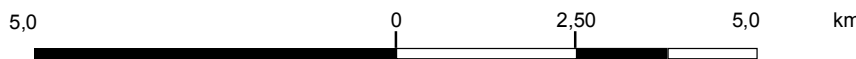
Karttaliite 1. Tutkimusalueen sijainti.

Karttapohja ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta





1: 100 000



ETRS-TM35FIN

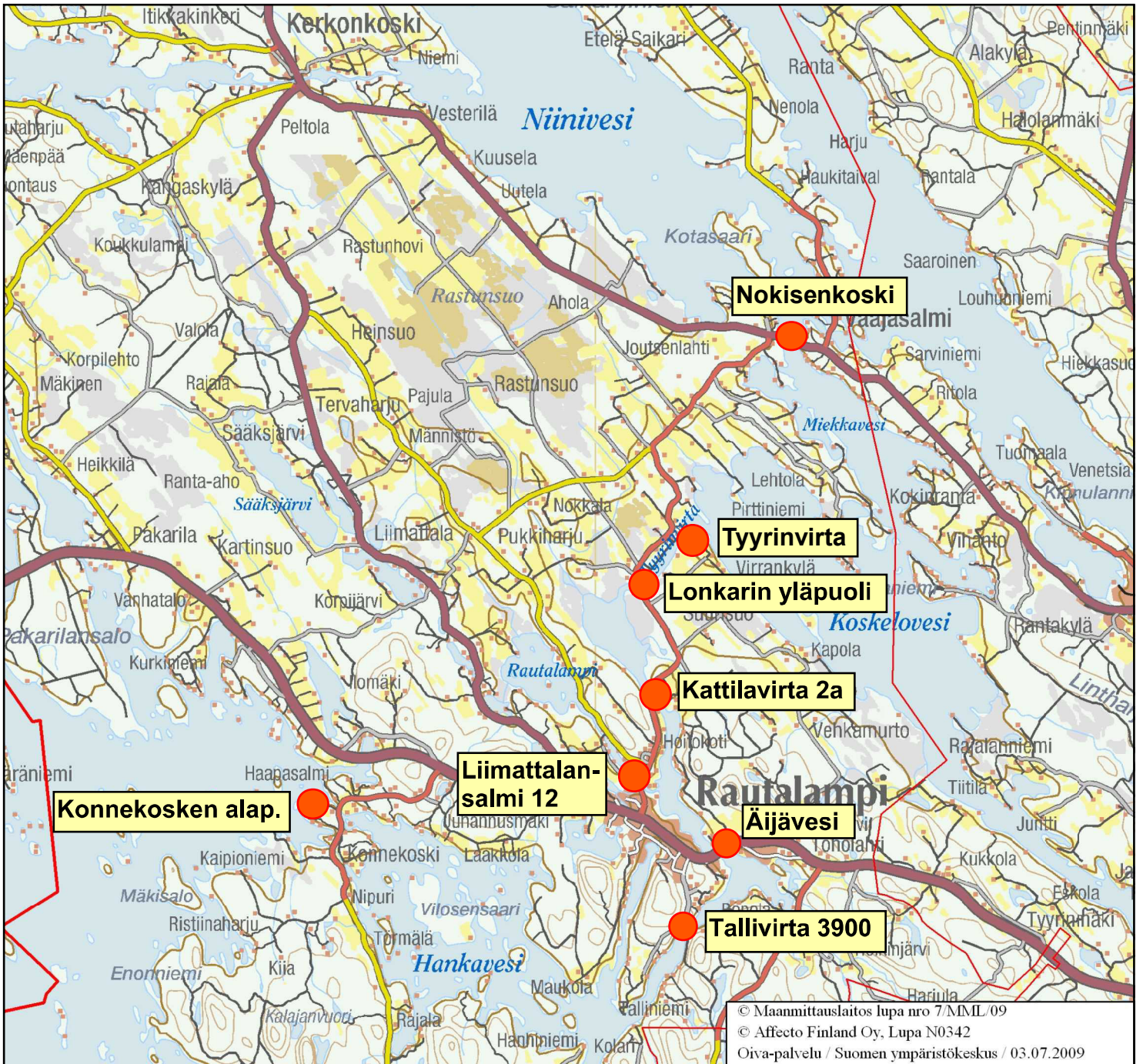
Karttaliite 2. Yhteistarkkailun havaintopaikkojen sijainti

Karttapohja ympäristöhallinnon Karpalo-karttapalvelu





Karttaliite 3. Vapon turvetuotantoalueet, tuotantokuntoisten alueiden sijainti.



Mittakaava 1:116543



Koordinaattijärjestelmä: KKJ-yk

Nurkkapisteen koordinaatit: 6941685:3478506 - 6963012:3501115

Karttaliite 4. Piilevätarkkailun havaintoasemien sijainti

Karttapohja ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta

