




VIIVAJOEN KALATALOUELLINEN YHTEISTARKKAILU

TARKKAILUOHJELMAESITYS VUODESTA 2019 ALKAEN

9.11.2018

Päivämäärä	9.11.2018
Raportin nimi	Viivajoen kalataloudellinen yhteistarkkailu - Tarkkailuohjelmaesitys vuodesta 2019 alkaen
Tutkimusraportti	181
Tilaaaja	Vapo Oy
Laatijat	 Antti Leppänen, Ympäristöasiantuntija, FM

1. TARKKAILUN PERUSTE

Viivajoen kalataloudellinen yhteistarkkailu perustuu Vapo Oy:n Vetelänevan ja Voimäensuon, ja Karstulan Morass Oy:n Penikkanevan ympäristölupapäätöksiin (taulukko 1). Luvan saajien on tarkkailtava turvetuotannon kalataloudellisia vaikutuksia Keski-Suomen TE-keskuksen eli nykyisen ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla.

Tuotantoalue	Turvetuottaja	Kunta	Lupapäätökset	Luvan mukainen tuotantoala (ha)	Valuma-alue
Veteläneva	Vapo Oy	Kivijärvi	ISY-2008-Y-180 VHO 10/0633/3	48	Viivajoki 14.445
Voimäensuo	Vapo Oy	Karstula	ISY-2007-Y-233 VHO 10/0352/3 KHO 2753/1/10	58,1	
Penikkaneva	Karstulan Morass Oy	Karstula	LSSVI/482/04.08/2010 VHO 13/0049/1 KHO 1254/2014	69,3	

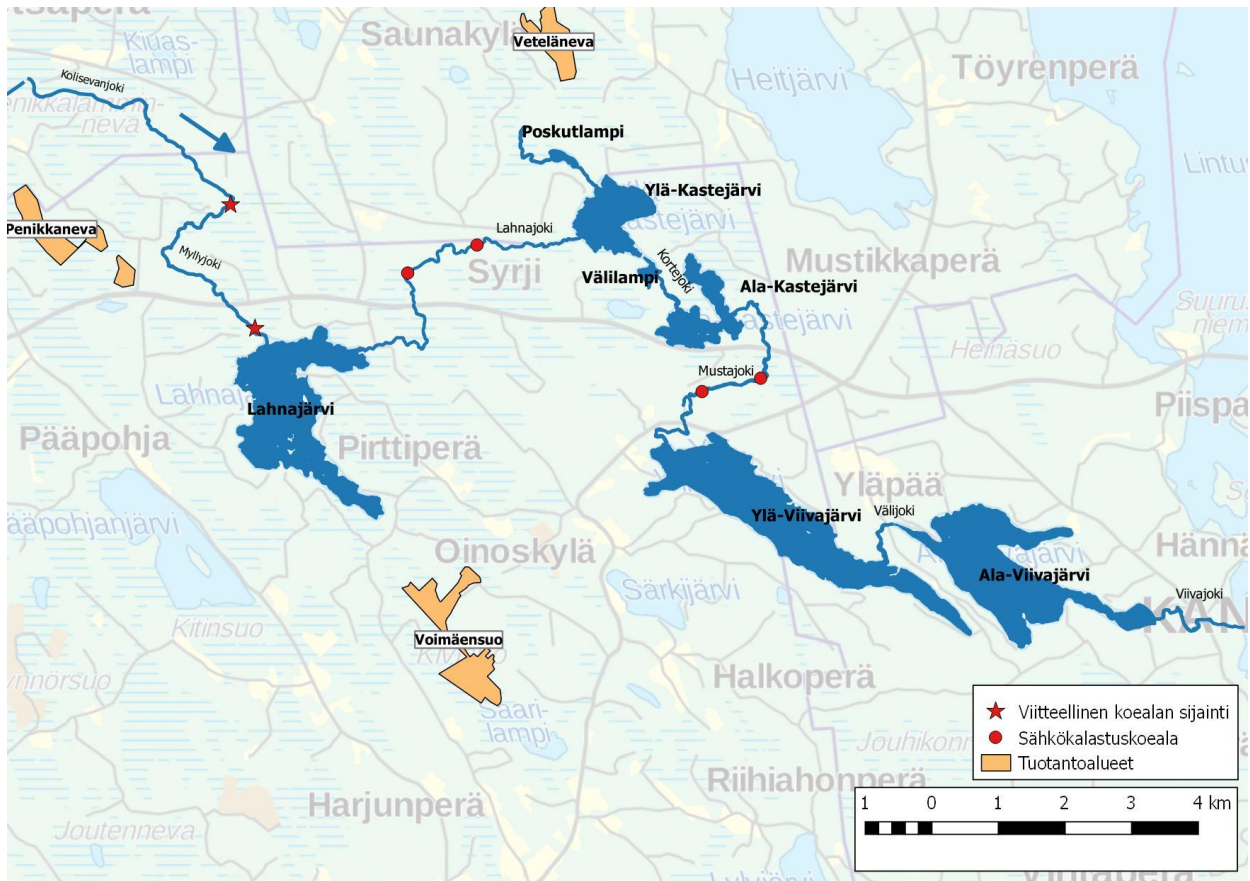
Keski-Suomen ELY-keskus hyväksyi 6.9.2011 päätöksellään KESELY 1498/5723-11 Vetelänevan ja Voimäensuon turvetuotantoalueiden kalataloustarkkailuohjelman vuosille 2012–2018. Päätöksessä tarkkailun nimeksi vahvistettiin Viivajoen kalataloudellinen yhteistarkkailu. Penikkaneva liitettiin yhteistarkkailuun myöhemmin Pohjois-Savon ELY-keskuksen päätöksellä 2.3.2015 (POSELY/625/5723-2015), mutta päätös ei muuttanut tarkkailumenetelmiä aiemmasta. Tässä esitetty tarkkailuohjelma esitetään otettavaksi käyttöön vuodesta 2019 alkaen.

2. TUOTANTOALUEET JA KUIVATUSVESIEN REITIT

Kaikki kolme tuotantoaluetta sijoittuvat Viivajoen valuma-alueelle (157,6 km²) (kuva 1). **Vetelänevan** (48 ha) kuivatusvedet johdetaan yhdellä laskuojalla Kuruinpuroon ja edelleen Poskutlammen, Poskutpuron, Ylä-Kastejärven, Välijoen, Väلیلammen, Kortejoen, Ala-Kastejärven, Mustajoen, Ylä-Viivajärven, Välijoen, Ala-Viivajärven ja Viivajoen kautta Kivijärven Kuivasselkään. Poskutpuron laskussa Ylä-Kastejärven valuma-alueen pinta-ala on noin 17 km², josta Veteläneva muodostaa 2,8 %. Vetelänevan vesienkäsitteilyrakenteet valmistuivat marraskuussa 2012, jonka jälkeen alue oli kuntoonpanovaiheessa vuosina 2013–2015, ja levossa vuosina 2016–2018.

Voimäensuon (58,1 ha) kuivatusvedet johdetaan yhdellä laskuojalla Lahnajärven ja edelleen Lahnajokea pitkin Ylä-Kastejärven, jonne laskevat myös Vetelänevan kuivatusvedet. Tuotantoalueen pintavalutuskenttä rakennettiin vuonna 2013, minkä jälkeen kenttää ja muita vesienkäsitteilyrakenteita paranneltiin vuonna 2016. Tuotantoalue on ollut kuntoonpanovaiheessa syksystä 2016 lähtien. Lahnajoen osavalmu-alueen pinta-ala laskussa Ylä-Kastejärven on arviolta 73 km², josta Voimäensuon osuus on 0,8 %. Lahnajärven valuma-alueesta (56,5 km²) Voimäensuon osuus on noin 1 %.

Penikkanevan kuivatusvedet johtuvat Myllyjokea pitkin Lahnajärven. Tuotantoalue oli kuntoonpanovaiheessa useita vuosia ennen tuotannon varsinaista aloitusta vuonna 2017, jolloin tuotannossa oli noin 40 ha ja vuonna 2018 noin 50 ha (Muhonen, suullinen tiedonanto). Tuotantoalueen pinta-alan osuus Lahnajärven valuma-alueesta on noin 1,1 %.



Kuva 1. Tarkkailuvesistöt, tuotantoalueiden viitteellinen sijainti ja sähkökalastusalojen sijainti (MML, taustakartta 11/2018, SYKE uomaverkosto, vesimuodostumat).

3. TARKKAILUALUEEN VESISTÖJEN VEDENLAATU

Lahnajärvi vastaanottaa Penikkanevan kuivatusvesiä Myllyjoesta järven luoteisosaan ja Voimäensuon kuivatusvesiä järven eteläosaan. Lahnajärven vettä on tutkittu jo 1990-luvulta lähtien. Järven vesi on ollut jo ennen turvetuotantoalueilta tulevien kuivatusvesien vaikutusta hapanta, tummaa ja rehevää (liite 1). Järven pintaveden keskimääräiset typpipitoisuudet olivat keskitasoa suurempia vuosina 2011–2012, jolloin myös kemiallisen hapenkulutuksen arvot olivat keskimääräistä tasoa suurempia (liite 1). Pintaveden väriluvuissa on nähtävissä nousevaa suuntausta (liite 1). Lahnajärven syvänteessä on esiintynyt ajoittain happivajausta, minkä seurauksena ravinnepitoisuudet ovat olleet alusvedessä ajoittain suuria (liite 2).

Ylä-Kastejärven vedenlaatua on tutkittu jo 1980-luvulta lähtien (liite 1). Vesi on ollut alueen järville tyypillisesti humuspitoista, rehevää ja lievästi hapanta. Pintaveden laatu on pysynyt suhteellisen muuttumattomana 1980-luvulta 2010-luvulle tultaessa, joskin veden väriarvoissa on nähtävissä lievää nousevaa suuntausta (liite 1). Noin 5 metriä syvän pienialaisen syvänteen alusvedessä on esiintynyt happivajetta talvikauden lopulla (liite 2).

Ala-Kastejärvestä on saatavilla vedenlaatutietoa 1990-luvun alkupuolelta asti (liite 1). Vesi on ollut tummaa, rehevää ja lievästi hapanta. Vedenlaadussa ei ole nähtävissä merkittävää muutossuuntaa viime vuosikymmeninä (liite 1).

Ylä- ja Ala-Viivajärvien pintavesi on ollut lievästi hapanta, ravinteisuudeltaan rehevää ja humuspitoista. 1970-luvulla pintaveden laatu oli pääosin heikompaa kuin 2010-luvulla (liite 1). Molemmissa järvissä pohjanläheisissä vesikerroksissa on ajoittain esiintynyt lievää hapen vajausta talvikuukausien lopulla (liite 2).

Viivajoen vedenlaadusta on saatavilla tietoa 1980-luvulta lähtien. Vedenlaatusuureiden arvoissa ei ole nähtävissä selvää kehityssuuntaa viimeisten vuosikymmenien aikana, joskin veden väriarvot ovat hie-man kasvaneet, kuten ylempänä reitin järvissä. Kiintoainepitoisuudet ovat olleet suhteellisen pieniä.

4. VESIALUEIDEN OMISTUS

Vuonna 2018 tarkkailualueen vedet jakautuvat kalastusaluejaottelussa Kivijärven ja Pääjärven kalastusalueisiin ja vuodesta 2019 alkaen Kivijärven kalatalousalueeseen. Tarkkailuvesien omistus jakautuu seuraavien yhteisäluelain mukaisten osakaskuntien kesken:

- Oinolan kalastuskunta (Lahnajärvi, Lahnajoki, Ylä- ja Ala-Kastejärvi, Ylä-Viivajärvi)
- Pudasjärven osakaskunta (yht.(Kivijärvi, Ala- ja Ylä-Viivajärvi, Viivajoki)
- Jauhoniemen osakaskunta (Kivijärvi, Ala-Viivajärvi, Viivajoki)
- Kimingin osakaskunta (Lahnajärven luoteisosa)

5. KALATALOUDELLINEN TARKKAILU

5.1 Tarkkailun tavoitteet

Viivajoen kalataloudellisen yhteistarkkailun ensimmäinen ohjelmakausi alkoi vuonna 2012 ja päättyi vuoden 2018 loppuun. Varsinaisessa tuotannossa oli ohjelmakauden aikana ainoastaan Penikkanevan tuotantoalue vuosina 2017–2018. Vapo Oy:n tuotantoalueet olivat koko tarkkailukauden kuntoonpanovaiheessa. Vuodesta 2019 alkavalla jatkotarkkailulla pyritään tuottamaan lisätietoa turvetuotantoalueiden kuivatusvesien vaikutuksesta purkuvesistöjen kalakantoihin ja kalastukseen.

5.2 Verkkokoekalastukset

Standardinmukaisilla Nordic-verkkokoekalastuksilla (Olin ym. 2014) saadaan tietoa kalalajien esiintymisestä sekä suhteellisen runsauden ja rakenteen muutoksista.

Kaudella 2012–2018 koekalastettiin Lahnajärvessä, Ylä-Kastejärvessä ja Ylä-Viivajärvessä vuosina 2012, 2014 ja 2017. Koekalastuksien perusteella järvet ovat ahvenkalavaltaisia ja petokalojen biomassosuus on suuri (Leppänen 2018). Kalastossa ei ole tapahtunut tarkkailukaudella sellaisia muutoksia, jotka linkittyisivät selkeästi turvetuotannon (Penikkaneva) tai turvetuotantoalueen kuntoonpanon vaikutuksiin. Turvetuotanto on kuitenkin vasta alkamassa Voimäensuolla ja Vetelänevalla, minkä vuoksi koekalastukset on järkevää toteuttaa samalla taajuudella ja pyyntiponnistuksella samoissa järvissä, kuin aiemmalla tarkkailukaudella (taulukko 1).

Taulukko 1. Viivajoen kalataloudellisen yhteistarkkailun verkkokoekalastukset vuodesta 2019 alkaen.

Vesistö	Verkkoyöt	Koekalastusvuodet
Lahnajärvi	26	2020, 2023, 2026
Ylä-Kastejärvi	15	
Ylä-Viivajärvi	30	

Koekalastukset tehdään kesäkerrostuneisuuden aikana heinäkuun alun ja syyskuun puolivälin välisenä aikana. Koekalastuksista kirjataan ylös sääolosuhteet ja veden lämpötila. Koekalastuksien suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan ohjetta Olin ym. (2014). Tuloksista raportoidaan paino- ja kappaleyksikkösaalis, kalalajien yksilömäärä- ja biomassosuudet, saaliskalojen keskipaino sekä eri kalaryhmien (särkikalat, petomaiset ahvenkalat jne.) osuudet kokonaissaaliin yksilömäärästä ja biomassasta. Runsaimpien saalislajien osalta esitetään pituusluokkajakaumat. Koekalastuksen tuloksia verrataan aiempien vuosien tuloksiin ja tulokset viedään kansalliseen koekalastusrekisteriin mahdollisimman pian koekalastusten jälkeen.

5.3 Sähkökoekalastukset

Kalataloustarkkailuun kuului vuosina 2012–2018 kaksi koealaa Lahnajoessa ja kaksi Mustajoessa (kuva 1). Kaikilta koealoilta on saatu kaikkina koekalastusvuosina virtavesille tyypillistä lajia kivisimppua, minkä vuoksi samat koealat tulee sisällyttää seurantaan myös jatkossa (taulukko 2). Lahnajoen koealoilta on saatu saaliiksi kivisimpun lisäksi ainoastaan ahvenia. Kivisimppujen, mateiden ja ahvenien lisäksi Mustajoesta on saatu saaliiksi myös taimenia vuonna 2012. Tuolloin saalis koostui yhdestä eväleikatusta (374 mm) ja kahdesta eväleikkaamattomasta yksilöstä (350 mm, 350 mm). Tulosten perusteella on epäselvää lisääntykö taimen luontaisesti Mustajoessa. Viivajoessa luontaista lisääntymistä tapahtunee, mutta Mustajoessa luonnonlisääntymisestä ei ole saatu viitteitä. Alueelle istutetaan kuitenkin säännöllisesti taimenta kalataloudellisten haittojen kompensatiotoimenpiteenä.

Penikkanevan kuivatusvesien vaikutuksia Myllyjoen virtavesilajistolle ei ole aiemmin tutkittu sähkökoekalastuksilla. Myllyjokea ei ole koekalastettu koekalastusrekisterin mukaan myöskään muissa hankkeissa. Penikkanevan purkupisteen alapuolella Myllyjoessa on kuitenkin inventointitietojen perusteella koskimaisia habitaatteja (Häyhä & Rautiainen 2008). Lahnajärven verkkokoekalastuksien tulokset kuvastavat nykyisellään hajakuormitusvaikutuksen ohella kahden tuotantoalueen yhteisvaikutuksia kalastolle. Tällöin yksittäisen tuotantoalueen mahdollisten vaikutusten todentaminen on haasteellista. Jos Myllyjoen ja Kolisevanjoen koskipaikoista tavoitettaisiin tulevaisuudessa sähkökalastuksilla virtavesille tyypillisiä lajeja, uudet koealat tukisivat kalataloustarkkailun tavoitteita Penikkanevan osalta nykyistä paremmin.

Myllyjoesta tuotantoalueen purkupisteen alapuolelta esitetään valittavaksi maastokäynnillä edustava koeala, minkä lisäksi purkupisteen yläpuolelta Myllyjoesta tai Kolisevanjoesta valitaan vertailualue (kuva 1). Molemmat koealat kalastetaan kertaalleen tarkkailujakson alussa (taulukko 2). Jos virtavesille tyypillisiä lajeja kuten kivisimppuja tai taimenia ei saada saaliiksi Myllyjoesta tai Kolisevanjoesta, jatkossa kyseisten alueiden koekalastuksia ei ole tarpeen toistaa.

Taulukko 2. Viivajoen kalataloudellisen yhteistarkkailun sähkökoekalastuspaikat.

Koekalastusala	ETRS-TM35FIN		Koekalastusvuodet
Lahnajoki 1	6991059	396311	2020, 2023, 2026
Lahnajoki 2	6990639	395271	
Mustajoki 1	6989060	400569	
Mustajoki 2	6988860	399689	
Myllyjoki (purku ap)	Tarkka sijainti määritetään ensimmäisellä koekalastuskerralla		2020 (jatko kalatalousviranomaisen päätöksellä)
Myllyjoki/Kolisevanjoki (purku yp)			

Sähkökoekalastukset tehdään elokuun ja lokakuun välisenä aikana lämpötilan ollessa vähintään noin 5 °C. Sähkökoekalastukset tehdään yhden poistopyynnin menetelmällä ilman sulkuverkkoja. Koealan tavoiteala on 300 m² poislukien uudet Myllyjoen/Kolisevanjoen koealat, joilla puron kokoluokka asettanee haasteita saavuttaa tavoitealaa. Näillä kohteilla koekalastetaan vähintään 24–27 kertaa puron leveys, jos 300 m² ei voida kohtuudella saavuttaa (esim. Olin ym. 2014). Koealoista otetaan valokuvat ja kirjataan ylös koekalastusrekisterin mukaisen koekalastuspaikan kuvailulomakkeen sisältämät tiedot (sijainti, pinta-ala, vesisyvyys, pohjan raekoko, rantakaistan ominaisuudet, lieterrostumat, veden lämpötila, sääolosuhteet ym.).

Saaliiksi saadut kalat mitataan yhden millimetrin ja punnitaan yhden gramman tarkkuudella. Rasvaeväleikatut taimenet merkitään erikseen mittauslomakkeelle. Ravuista mitataan kokonaispituus ja määritetään sukupuoli. Mittausten jälkeen kalat ja ravut vapautetaan takaisin pyyntivesistöön.

Tuloksista raportoidaan lajit, saalis yksilömääränä ja massana lajeittain, saaliskalojen keskipaino ja yksilömäärä koekalastettua pinta-alaa kohden pyydystettävyydellä korjaamattomana. Pituusluokkajakauma esitetään lohikalajien ja kivisimpun osalta. Taimenen nollikkaiden eli kesänvanhojen poikasten osuus saaliista tulee esittää tuloksissa erillään taimenen kokonaissaaliista. Tarvittaessa taimenilta kerätään suomunäyte iänmäärittystä varten. Sähkökoekalastusten tulokset viedään koekalastusrekisteriin mahdollisimman pian koekalastusten jälkeen. Tulosten raportoinnissa tulee tehdä vertailua tarkkailuvuosien, alueiden, ja Myllyjoen osalta vaikutusalueen ja vertailualueen välillä.

5.4 Kalastustiedustelu

Kalastustiedustelulla selvitetään tarkkailualueen vesistöjen kalastajamääriä, pyyntiponnistusta, saalista, mielipiteitä kalastukseen ja ravustukseen vaikuttaneista tekijöistä ja näissä tapahtuneita muutoksia vuosien välillä. Aiemmat rantakiinteistöjen omistajille kohdistetut kalastustiedustelut tarkkailujaksolla 2012–2018 ovat osoittaneet, että tarkkailualueella kalastetaan monipuolisesti erityisesti Ylä-Viivajärvessä ja Ala-Kastejärvessä. Alueella kalastaa vuosittain tiedustelujen pohjalta arviolta alle sata kalastajaa vuodessa, mutta arvio on todennäköisesti aliarvio menetelmällisistä syistä johtuen. Muiden vesistöjen kalastuksellinen merkitys paikallisille asukkaille on ilmeinen, mutta kalastajamäärät pienehköjä. Ravustusta harjoitetaan muutamissa vesistöissä. Kaikki kohdevesistöt huomioiden saalisarviot ovat vaihdelleet karkeasti noin tuhannen ja neljän tuhannen kilon välillä, ja saaliista suurin osa on tavallisesti ollut haukea, kuhaa ja ahventa. Tavallisimpien järvilajien kantoja pidetään yleensä kohtalaisina tai runsaina ja lohikalantoja heikkoina. Kalastukselle haittaa aiheuttaa vastanneiden mielestä usein heikko veden laatu, pyydysten likaantuminen, turvetuotannosta ja maa- ja metsätaloudesta johtuva kuormitus.

Kalastustiedustelu esitetään jatkossakin tehtäväksi kiinteistörekisteriotokseen pohjautuen. Tavoitteena on tavoittaa 90–100 eri omistajien taloutta, joiden vakituksessa tai lomakäytössä oleva rakennuksellinen kiinteistö rajautuu tarkkailualueen vesistöön. Tiedustelun kohdealueeseen lukeutuu kaikki turvetuotantoalueiden alapuoliset vesistöt Myllyjoen ja Viivajoen välisellä alueella jakovesistöt mukaan luettuna.

Tiedustelu tehdään kahden kontaktikerran kyselynä ensimmäisen kerran vuonna 2021 koskien vuoden 2020 kalastusta ja seuraavan kerran vuonna 2025 koskien vuoden 2024 kalastusta. Ensimmäinen kalastustiedustelu lähetetään tarkkailuvuonna mahdollisimman pian alkuvuodesta, minkä jälkeen noin kahden viikon kuluttua vastaamattomille lähetetään muistutuskirje.

Tuloksista raportoidaan otokseen ja vastausaktiivisuuteen liittyvät perustiedot sekä saaliin ja pyynnin osalta keskeiset tunnusluvut. Tuloksia tulee verrata aiempien tarkkailuvuosien tuloksiin, minkä lisäksi raportissa tulee esittää tulosten laajentamiseen liittyvät oletukset ja kertoimet.

5.5 Tulosten raportointi ja tarkkailuohjelman muuttaminen

Kalataloustarkkailun tulokset raportoidaan aina tarkkailuvuotta seuraavan vuoden elokuun loppuun mennessä. Raporteissa on esitettävä analyysissä ja tulosten laskennassa käytetyt menetelmät sekä niihin liittyvät keskeiset epävarmuustekijät. Raporteissa tulee esittää lyhyt yhteenveto koekalastusvesistöjen veden laadusta sekä arvioida hankkeen kalatalousvaikutuksia ja mahdollisten kompensatiotoimenpiteiden (mm. istutukset) tuloksellisuutta. Kala- ja rapuistutustiedot hankitaan ensisijaisesti ELY-keskuksen ylläpitämästä istutusrekisteristä.

Kalataloustarkkailun tulokset toimitetaan tarkkailuvelvollisille, Pohjois-Savon ELY-keskuksen kalatalousviranomaiselle, Karstulan ja Kivijärven kuntien ympäristönsuojeluviranomaisille sekä Kivijärven kalatalousalueelle. Tarkkailujen tulokset on vaadittaessa annettava niiden nähtäväksi, joiden oikeuteen tai etuun tiedot saattavat vaikuttaa.

Tarkkailuohjelman esitetään olevan voimassa toistaiseksi ELY-keskuksen tarkkailuohjelman hyväksymispäätöksen voimassaolon ajan. Niistä tarkkailuohjelman muutoksista, jotka eivät heikennä tarkkailun kattavuutta tai vaikuttavuutta, voidaan sopia tarkkailuvelvollisten ja ELY-keskuksen kesken. Tarkkailua toteuttava ympäristöasiantuntijaorganisaatio voi esittää näkemyksensä tarkkailuohjelman kehittämistarpeista tarkkailun aikana esimerkiksi vuosiraportoinnin yhteydessä. Luvan mukaisen toiminnan päättyessä kalataloustarkkailu esitetään tehtäväksi kertaalleen (jälkitarkkailu).

LÄHTEET

Häyhä T. & Rautiainen S. 2008. Karstula – Itäisten ja läntisten vesien maisemaselvitys.

Leppänen A. 2018. Viivajoen kalataloudellinen yhteistarkkailu vuonna 2017. Tutkimusraportti 142/2018. Eurofins Nab Labs Oy.

Olin M., Lappalainen A., Sutela T., Vehanen T., Ruuhijärvi J., Saura A. & Sairanen S. 2014. Ohjeet standardimukaisiin koekalastuksiin. RKTL:n työraportteja 21/2014.

Salonen S. 2018. Penikkanevan turvetuotantoalueen (Karstula) kuormitus- ja vesistö tarkkailu. Vuosi 2017. Ahma Ympäristö Oy.

Salonen S. 2017. Penikkanevan turvetuotantoalueen (Karstula) kuormitus- ja vesistö tarkkailu. Vuosi 2016. Ahma Ympäristö Oy.

Liite 1. Tarkkailualueen vesistöjen pintaveden ($\leq 2\text{m}$) vedenlaatusuureiden vuosikeskiarvot. Jaksokeskiarvot ja –mediaanit Lahnajärven osalta esitetty ennen Penikkanevan kuntoonpanon alkamista ja tämän jälkeen (pH-keskiarvo aritmeettinen keskiarvo).

	n	Alkal. mmol/l	Alumiini $\mu\text{g/l}$	Happi % %	CODMn mg/l	Kiintoaine mg/l	Kok P $\mu\text{g/l}$	Kok N $\mu\text{g/l}$	pH	Rauta $\mu\text{g/l}$	Sameus FNU	Väriluku mg/l Pt
Myllyjoki												
2017	2				43	3,0	55	1000	5,7	1010	3,2	360
2018	3				54	7,0	111	1600	6,5	3067	8,6	513

	n	Alkal. mmol/l	Alumiini $\mu\text{g/l}$	Happi % %	CODMn mg/l	Kiintoaine mg/l	Kok P $\mu\text{g/l}$	Kok N $\mu\text{g/l}$	pH	Rauta $\mu\text{g/l}$	Sameus FNU	Väriluku mg/l Pt
Lahnajärvi												
1995	1	0,07		85	33		29	800	5,8	1700	0,9	200
1997	3	0,07		79	33		33	867	5,9	1700	1,6	217
1998	4	0,07		69	35		40	870	5,8	2150	2,3	235
1999	3	0,08		76	32		37	813	6,0	2000	2,2	220
2000	4	0,08		85	27		37	770	6,2	1675	2,8	195
2001	3	0,05			35		33	830	5,8	1600	1,7	260
2002	4	0,09		78	30		32	758	6,1	2050	2,0	235
2003	2	0,13		55	28		31	675	6,2	1700	0,9	200
2004	1	0,10		58	31		28	950	5,8	1700	1,4	200
2007	1	0,10		73	28		48	800	6,2	1400	2,6	200
ka		0,08		74	31		35	808	6,0	1838	2,0	221
md		0,07		77	31		34	790	6,0	1800	1,9	200
n		21		15	26		26	26	26	21	26	26
2011	2			62	42	1,9	37	1135	5,3	1800	1,7	288
2012	2			69	39	2,7	38	1000	6,0	2100	1,8	275
2013	2			73	35	3,5	41	895	5,9	1900	1,7	275
2014	2			82	35	2,3	33	865	5,9	1650	2,3	248
2015	2			75	31	3,3	30	840	5,8	1465	1,5	380
2016	2			70	36	4,5	36	870	5,6	1650	2,0	335
2017	3			72	34	2,5	36	790	6,1	1823	1,7	310
2018	2			75	32	3,5	38	775	6,1	1650	2,6	270
ka				72	35	3,0	36	893	5,8	1764	1,9	278
md				74	34	2,0	35	850	5,9	1738	1,7	300
n				16	16	16	16	16	16	16	16	16

	n	Alkal. mmol/l	Alumiini $\mu\text{g/l}$	Happi % %	CODMn mg/l	Kiintoaine mg/l	Kok P $\mu\text{g/l}$	Kok N $\mu\text{g/l}$	pH	Rauta $\mu\text{g/l}$	Sameus FNU	Väriluku mg/l Pt
Ylä-Kastejärvi												
1986	2			90	32	4,4	45	955	5,9	1500	1,3	225
1987	3	0,04		77	43	2,3	45	937	5,5	2033		350
1988	2	0,07		83	31	3,5	46	935	6,0	1250	0,6	275
1995	2	0,12		80	31		31	820	6,2	2000	1,7	180
2004	2	0,12		65	35		34	875	6,2	1650	1,8	240
2005	1	0,11		78	30		31	650	6,3	1400	1,7	200
2011	2	0,09		71	36		30	860	5,8	1550	1,8	250
2013	2			89	29	0,8	18	710	6,3	1350	1,9	313
2014	1			78	29	3,4	29	740	6,5	1500	3,0	225
2015	2			83	32	1,0	31	855	6,0	1575	1,2	250
2016	2			78	38	2,8	35	945	6,0	1880	2,1	340
2017	2			74	34	3,5	38	850	6,2	1625	2,2	290
2018	1			78	40	1,4	37	920	6,0	1700	1,3	340

	n	Alkal.	Alumiini	Happi %	CODMn	Kiintoaine	Kok P	Kok N	pH	Rauta	Sameus	Väiriluku
Ala-Kastejärvi		mmol/l	µg/l	%	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l		µg/l	FNU	mg/l Pt
1992	1	0,05	539	78	33		32	840	5,7	1500	2,2	240
1995	1	0,10		75	32		31	790	6,0	1700	1,7	240
1997	1	0,08		77	38		30	960	5,8	1600	1,3	240
2004	1	0,09			34		35	780	6,2	1500	1,8	280
2005	1	0,10		76	29		31	630	6,4	1100	1,7	240
2011	2	0,09		70	36		30	840	5,8	1550	1,3	250
2013	2			89	28	0,5	32	720	6,2	1500	2,0	250
2014	3			79	37	2,3	22	903	5,8	1900	2,1	267
2015	2			78	33	1,0	29	1085	6,1	1525	2,0	225
2016	2			79	37	1,5	33	870	5,9	1845	1,8	335
2017	2			75	31	1,4	36	795	6,2	1525	1,3	250
2018	1			77	39	0,5	36	900	6,0	1700	1,7	330

	n	Alkal.	Alumiini	Happi %	CODMn	Kiintoaine	Kok P	Kok N	pH	Rauta	Sameus	Väiriluku
Ylä-Viivajärvi		mmol/l	µg/l	%	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l		µg/l	FNU	mg/l Pt
1971	1			79								
1973	1	0,05		88	40		53	800	5,7	1500		320
1978	1	0,08		94	36		33	720	5,9	1600	1,0	280
1995	6	0,08		83	23		30	593	6,2	1298	1,6	167
1996	6	0,09		81	20		31	622	6,4	1417	1,7	137
1997	3	0,10		78	28		29	797	6,1	1600	1,4	200
1998	3	0,10		84	28		33	727	6,2	1700	1,8	170
1999	3	0,09		82	30		41	793	6,2	1867	1,6	223
2000	4	0,09		80	22		31	683	6,3	1308	2,0	165
2001	2	0,07		79	30		27	815	6,1	1500	1,4	220
2002	4	0,12		83	26		28	688	6,3	1950	1,4	205
2003	2	0,14		66	22		34	635	6,5	1500	1,2	165
2004	2	0,11		65	30		31	770	6,2	1210	1,4	200
2005	1	0,11		78	27		28	660	6,3	1400	1,4	200
2006	1	0,13		74	34		34	910	6,3	1800	1,3	280
2012	2	0,07		85	33		34	775	5,9	1380	1,8	225
2018	3	0,09		76	29		26	653	6,3	1333	1,7	233

	n	Alkal.	Alumiini	Happi %	CODMn	Kiintoaine	Kok P	Kok N	pH	Rauta	Sameus	Väiriluku
Ala-Viivajärvi		mmol/l	µg/l	%	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l		µg/l	FNU	mg/l Pt
1971	1			79								
1972	1	0,12			17		24	500	6,7	770		130
1973	1	0,06		85	33		78	680	6,0	1400		260
1978	1	0,07		90	24		23	370	6,1	1300	0,9	180
1985	1			87	18		31	520	6,4	710	1,9	120
1987	1	0,09	390	80	21		28	580	6,5	1300	1,3	160
1995	2	0,09		79	23		25	630	6,2	1350	0,8	140
2004	1	0,12			21		28	570	6,6	730	1,3	160
2008	1	0,11		82	24		28	680	6,5	840	1,2	180
2012	3	0,08		87	31		32	817	6,1	1450	1,4	230
2018	3	0,10		78	27		26	650	6,3	1257	1,5	197

Viivajoki	n	Alkal. mmol/l	Alumiini µg/l	Happi % %	CODMn mg/l	Kiintoaine mg/l	Kok P µg/l	Kok N µg/l	pH	Rauta µg/l	Sameus FNU	Väriluku mg/l Pt
1984	5	0,08		89	18		26	566	6,4	944	1,2	128
1985	3	0,07		87	19		26	587	6,2	479	1,2	113
1986	3	0,08	247	87	18		29	630	6,4	863	1,3	113
1987	3	0,07	397	88	24		34	700	6,2	1467	2,5	153
1988	3	0,06	370	88	24	2,1	34	710	6,0	1700	2,0	173
1989	1	0,07		92	15		32	490	6,5	1700	1,1	120
1991	3	0,09	270	87	17		26	533	6,5	1350	1,3	133
1992	2	0,06			43		45	840	5,8	1900	1,9	250
1993	3	0,09	297	86	20	3,5	28	550	6,4	1300	1,7	147
1994	3	0,08	243	88	19		26	500	6,3	1233	1,1	133
1995	7	0,08	382	85	18		21	529	6,3	1010	1,0	119
1996	5	0,09	218	87	16		25	520	6,4	1175	1,1	96
1997	2	0,10		83	25		24	710	6,2	1300	0,7	155
1998	3	0,09		84	23		26	623	6,3	1500	1,1	150
1999	5	0,20		85	25	3,5	32	746	6,3	1820	1,2	184
2000	4	0,09		90	20		27	658	6,4	1260	1,5	143
2001	1	0,10			22		23	600	6,3	1200	1,3	160
2002	4	0,10			25	1,8	25	690	6,3	1325	1,3	178
2003	2	0,12	190		18	0,8	27	535	6,5	1350	1,3	130
2004	1	0,11	235		21	1,1	28	730	6,1	1400	1,1	150
2005	2	0,12	310		24	1,1	31	660	6,2	1500	1,4	180
2007	1	0,11	260		23	0,5	25	750	6,6	890	1,3	160
2010	3	0,13			19	0,6	28	577	6,4	1077	1,2	137
2016	4	0,09		84	28	2,8	25	620	6,2	1400	1,2	210

Liite 2. Lahnajärven (≥ 5 m), Ylä-Kastejärven ($\geq 3,5$ m), Ylä-Viivajärven (≥ 5 m) ja Ala-Viivajärven (≥ 12 m) alusveden vedenlaatusuureiden keskiarvoja. Jaksokeskiarvot ja –mediaanit esitetty ennen Penikkanevan kuntoonpanon alkamista ja tämän jälkeen (pH-keskiarvo aritmeettinen keskiarvo).

	n	Happi	CODMn	Kiintoaine	Kok P	Kok N	pH	Rauta	Sameus	Väriluku
Lahnajärvi		%	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$	FNU	mg/l Pt
1995	2	21	40		59		6,1		16	425
1997	2	26 ^b	42		40		5,8		4	285
1998	2	41	45		54		5,8		10	350
1999	1	3	56		97		5,9		43	700
2000	1	58 ^a	34		41		5,9		3	240
2001	1	32	42		43		5,7		4	350
2002	1	54 ^c	38		54		5,9		6	350
2003	1	4			67					
2004	1	9			54					
2007	1	72	28		38		6,1		3	200
ka		37	41		54		5,9		11	360
md		32	38		52		5,9		4	350
n		20	11		13		11,0		11	11
2011	1	15	64	3,3	62	1400	5,1	2600	3	450
2012	2	31	42	17,7	87	1515	5,9	5900	37	380
2013	2	41	39	7,2	56	1060	6,0	3250	6	338
2014	2	26	39	7,5	42	990	5,9	4200	22	375
2015	2	16	42		53	1065	5,8	3075	5	440
2016	2	38	56		61	1250	5,5	2980	5	450
2017	2	42	38		54	1065	6,1	3775	10	181
2018	2	61	33		38	825	6,2	1900	3	285
ka		35	42	9,7	56	1129	5,9	3410	12	356
md		25	41	8,4	53	1100	5,9	2475	4	380
n		15	15	7,0	15	15	15	16	15	15

	n	Happi	CODMn	Kiintoaine	Kok P	Kok N	pH	Rauta	Sameus	Väriluku
Ylä-Kastejärvi		%	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$	FNU	mg/l Pt
1995	2	25 ^e	31		42		6,0		7,5	240
2004	1	5			41					
2016	1	38	44		42	970	5,7	2140	1,8	380
2017	1	17	33		43	930	6,0	2610	3	330
2018	1	55	43		38	850	5,9	1700	1,3	320

	n	Happi	CODMn	Kiintoaine	Kok P	Kok N	pH	Rauta	Sameus	Väriluku
Ylä-Viivajärvi		%	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$		$\mu\text{g/l}$	FNU	mg/l Pt
1996	3	28	19		33		6,1		1,5	160
1997	1	48	25		28		5,8		1,1	160
2001	1	45	33		28		5,7		1,5	240
2002	1	75 ^a	19		26		6,4		1,6	150
2003	1	36			32					
2004	1	23			33					
2006	1	41			32					

2012	2	78	33	33	795	5,9	1450	1,8	225
2018	3	62	28	27	647	6,2	1433	1,6	213

	n	Happi	CODMn	Kiintoaine	Kok P	Kok N	pH	Rauta	Sameus	Väriluku
Ala-Viivajärvi		%	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l		µg/l	FNU	mg/l Pt
1995	1	22 ^{a,d}	16		37 ^a		6,1		0,7	140
2008	1	51	25		27		6,3		1,7	200
2012	3	63	31		33	813	6,0	1493	1,5	227
2018	3	36	29		41	850	6,2	2567	2,8	233

a: n=2, b: n=3, c: n=5, d: Huhtikuu 14 m O2 kyll. 5 %, e: Huhtikuu 4,2 m O2 kyll. 4 %