



**MANKALAN VOIMALAITOKSEN JA ARRAJÄRVEN
SÄÄNNÖSTELYN KALATALOUDELLINEN
VELVOITETARKKAILUOHJELMA**

**Kymijoen vesi ja ympäristö ry
Janne Raunio**



SISÄLLYS

1 Tarkkailun peruste ja tavoite	3
2 Tarkkailualueen yleiskuvaus	3
3 Vesistön nykytila	5
4 Vaikutukset	7
5 Kalataloustarkkailu	7
5.1 Kirjohien merkintäkokeet	7
5.2 Arrajärven kuhan poikastutkimukset	8
5.2 Arrajärven verkkokoekalastukset	8
6 Raportointi	9
Viitteet	9

Oy Mankala Ab:llä on Itä-Suomen ympäristölupavirastolta (entinen Itä-Suomen vesioikeus) kaksi päätöstä: 25.7.1975 (nro 65/Ym/75) ja 26.10.1984 (nro 92/Vall/84). Ensimmäinen lupa koskee Mankalan voimalaitoksen rakentamista Kymijoen kaurakoskeen. Vuoden 1984 lupa koskee Arrajärven ja eräiden sen kanssa samassa tai lähes samassa tasossa olevien järvien säännöstelyä Mankalan voimalaitoksen patoa hyväksikäyttäen. Asiaa käsittelevät myös Korkeimman hallinto-oikeuden päätös 15.10.1985 nro 4407 ja Vesiylöikeiden päätös 12.9.1986 nro 58/1986. Vuoden 1975 luvassa edellytetään kalaistutuksia ja näiden istutusten vaikutusten tarkkailua voimalaitoksen vaikutusalueella. Vuoden 1984 luvassa edellytetään kalaistutuksia Arra- ja Sylvöjärveen. Molemmissa luvissa annetaan mahdollisuus istutusohjelman muuttamiseen tarkkailutulosten siihen antaessa aiheita. Lisäksi säännöstelyluvassa veloitetaan luvan saajaa tarkkailemaan säännöstelyn vaikutuksia kalakantoihin ja kalastukseen sekä suoritettujen hoitotoimien tuloksellisuudesta. Oy Mankala Ab haki 26.11.1998 vesioikeudelta muutosta lupaehtoihin siten, että Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn lupapäätöksissä määrätyt kalaistutusvelvoitteet muutettaisiin kalatalousmaksuiksi. Vesioikeus (31.3.1999) ja Vesiylöikeus (4.10.1999) pitivät kuitenkin päätöksillään vanhojen lupien mukaiset velvoitteet voimassa.

Tähän tarkkailuohjelmaan on sisällytetty Mankalan voimalaitoksen rakentamislupaan ja Arrajärven säännöstelylupaan sisällytetyt kalataloudelliset tarkkailuvelvoitteet, sillä ne koskevat samaa vesialuetta ja samaa yhtiötä. Tarkkailua toteutti 1970-luvulta vuoteen 1999 Keskuslaboratorio Oy. Tämän jälkeen tarkkailusta on vastannut Kymijoen vesi ja ympäristö ry. Tämä tarkkailuohjelma astuu voimaan vuodesta 2021 ja sen vahvistaa Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kalatalousviranomaisen. Tarkkailuohjelma on voimassa viisivuotisjakson 2021-2025.

2 TARKKAILUALUEEN YLEISKUVAUS

Mankalan voimalaitos sijaitsee Kymijoen Kaurakoskessa ennen Kirkkojärven Leininselkää (Kuva 1). Mankalan voimalaitoksen valmistuttua vuonna 1952 yläpuolisen Kymijoen pintaa nostettiin kahdeksan metriä ja entiset kosket muuttuivat patoaltaiksi. Mankalan vesimääriin vaikuttaa yläpuolisen Päijänteen säännöstely. Vuolenkosken voimalaitos valmistui vuonna 1958 ja se säännöstelee yläpuolisten Konniveden ja Ruotsalaisen vedenkorkeuksia. Mankalan voimalaitoksen pitkän aikavälin keskivirtaama on ollut 258 m³/s, keskiylivirtaama 379 m³/s ja keskialivirtaama 159 m³/s. Mankalan vesipintasäännöstely ei noudata luonnonmukaista rytmiä ja tällä pyritään tasaamaan tulvahuippuja (Mankala Oy 1974).

Kymijoki virtaa Vuolenkosken alapuolella n. 300-400 metriä leveänä noin kuuden kilometrin matkan Kymenkäänteeseen, johon koilliskulmassa liittyvät Kettujärvi (139 ha) ja Keskimäinen (36 ha) (Kuva 1). Kymenkäänteen lounaispuolella aukeaa Arrajärvi, jossa on vain muutama yli kuuden metrin syväne. Arrajärven eteläpuolella sijaitsevat Kotojärvi ja Selkojärvi. Arrajärveen laskee Arrajokea pitkin Sylvöjärven ja sen yläpuoliset vedet. Arrajoen perkaamisen jälkeen vuonna 1959 Sylvöjärven pintaa laskettiin ja nyt se on vain n. 20 cm Arrajärven yläpuolella ja säännöstelyn piirissä. Arrajärven pinta pidetään säännöstelyllä hyvin vakaana eikä järvestä esiinny luontaisen

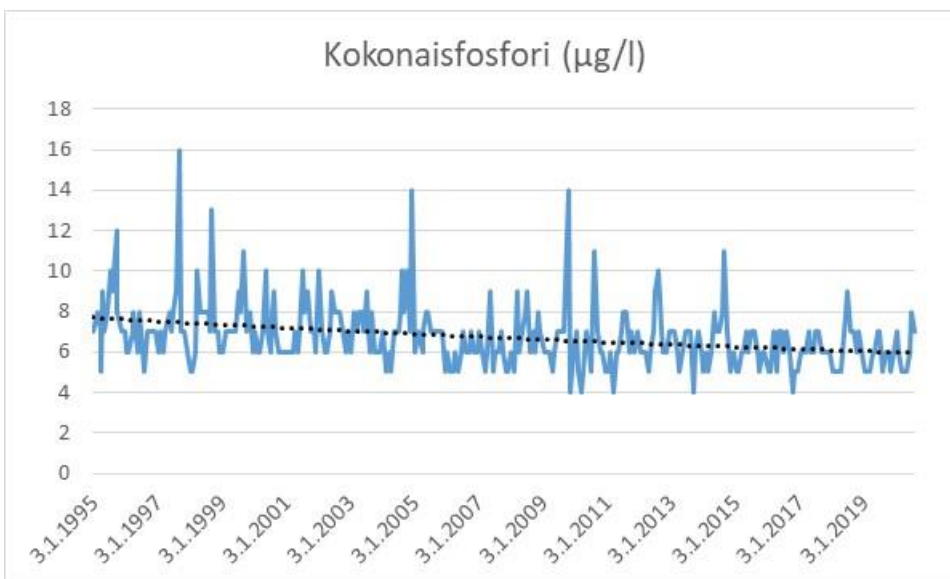
kaltaista vedenkorkeuden vaihtelua kevättulvineen. Kymenkänteestä alaspäin Kymijoki on n. seitsemän kilometrin matkalla jyrkkärantainen. Mankalan voimalaitoksen yläpuolella Kymijoki on laajentunut n. kilometrin levyiseksi patoaltaaksi.



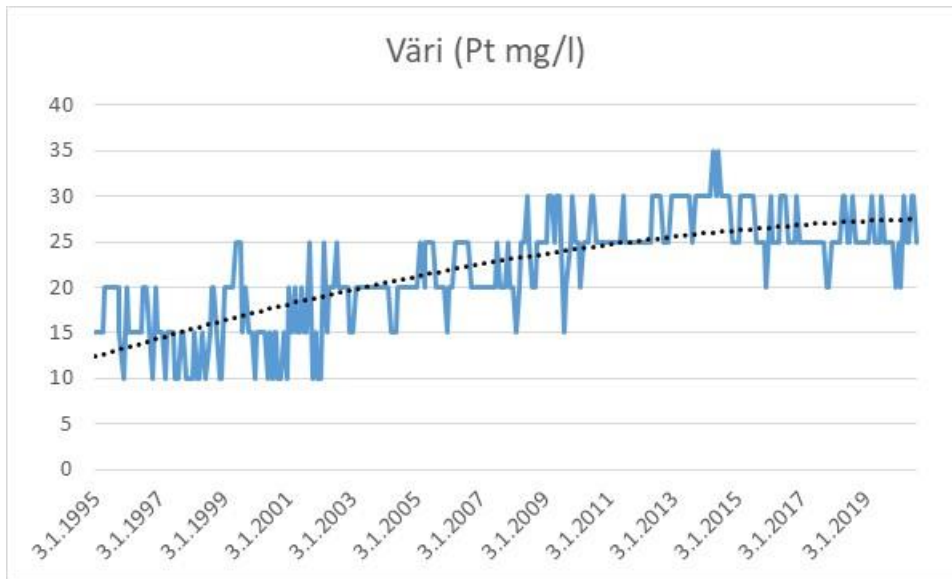
Kuva 1. Tarkkailualue sekä sen lähijärvet.

3 VESISTÖN NYKYTILA

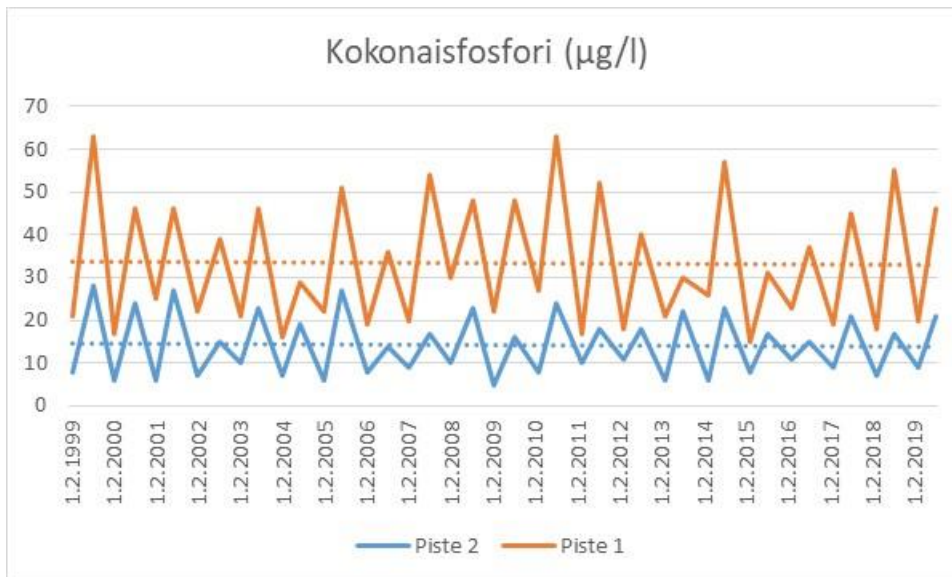
Kymijoen vesi on Vuolenkoskelta alaspäin laadultaan melko samankaltaista kuin Ruotsalaisella, johon kohdistuu vain vähäistä hajakuormitusta. Konnivedeen laskettavien jätevesien vaikutusta ei ole Vuolenkoskella enää juuri havaittavissa (Åkerberg & Raunio 2015). Ravinnepitoisuuksien perusteella Kymijoki on Vuolenkoskella luokiteltavissa karuksi (Kuva 2). Vuolenkosken näytepisteellä vedenlaadussa ei ole yleisesti ottaen tapahtunut suuria muutoksia viimeisin kahdenkymmenen vuoden aikana. Kokonaisfosforipitoisuudet näyttäisivät kuitenkin pitkällä aikavälillä hieman laskeneen (Kuva 2). Suurin muutos on tapahtunut veden värissä. Väriarvo on kuluneen 20 vuoden aikana lähes kaksinkertaistunut, ilmentäen nykyisen selvempää humusleimaa (Kuva 3). Sama on havaittu laajemmalti Euroopan ja Pohjois-Amerikan järvillä, ja se liittyy ainakin osin ilmaston muutokseen (Sarkkola & Nieminen 2014). Vedenlaatu pysyy melko samankaltaisena Vuolenkoskelta Pyhäjärven yläpuolella olevalle Virransillan näytepisteelle saakka. Ruotsalainen ja suurin osa Konnivedestä on luokiteltu ekologiselta tilaltaan hyväksi, mutta Arrajärvi ja Pyhäjärvi tyydyttäväksi. Vuolenkosken ja Mankalan välinen virtavesijakso on tyytely voimakkaasti muutetuksi vesialueeksi. Arrajärvi poikkeaa yläpuolisista Ruotsalaisesta ja Konnivedestä melko selvästi rehevämmän vedenlaatunsa suhteen. Lisäksi Arrajärven vedenlaadussa on alueellisia eroja etelä-pohjoissuunnassa (Kuva 4). Arrajärven näytepisteillä pintaveden fosforipitoisuudet ovat säilyneet samalla tasolla kuluneen 20 vuoden ajan (Kuva 4). Arrajärven kuormitus selvityksen perusteella suurin osa järveen päätyvästä ravinnekuormasta tulee Arrajokea pitkin (Tuikka 1990). Yläpuolisen Sylvöjärven peltovaltaisen valuma-alueen maatalous on keskeinen Arrajärven ravinnekuormituksen kannalta.



Kuva 2. Vuolenkosken (1 m) kokonaisfosforipitoisuudet ajanjaksolla 1995-2020 sekä tulosten pienimmän neliosumman suora.



Kuva 3. Vuolenkosken (1 m) veden väriarvo ajanjaksolla 1995-2020 sekä tulosten pienimmän neliösumman suora.



Kuva 4. Arrajärven näytepisteiden 1 ja 2 (ks. kuva 1) pintaveden (1 m) kokonaisfosforipitoisuudet ($\mu\text{g/l}$) talven (helmikuu) ja kesän (heinä-elokuu) näytteenottokerroilla (1999-2020) sekä pienimmän neliösumman suorat.

4 VAIKUTUKSET

Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn kalataloudelliset vaikutukset kohdistuvat pääasiassa Vuolenkosken voimalaitoksen alapuoliseen Kymijokeen ja Pyhäjärven yläpuolisiin järvioltaisiin. Arrajärvi ja sen yläpuolinen Sylvöjärvi tunnettiin luonnontilaisena voimakkaasti vaihtelevista vedenkorkeuksista. Konnivesi ja Arrajärvi ovat siinä suhteessa samankaltaisia järviä, että niiden vedenkorkeus pidetään säännöstelyllä valtaosan vuotta vakaana. Konnivedellä ainoa poikkeus on ns. kevätkuoppa, jolloin vedenkorkeutta lasketaan uuden säännöstelyluvan mukaisesti n. 30 cm (aiemmin 60 cm). Vedenkorkeus nostetaan huhti-toukokuussa takaisin vakiokorkeuteen.

Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyn kehittämiselvityksen yhteydessä tutkittiin säännöstelyn vaikutusta vesistön tilaan ja käyttöön (Järvinen & Marttunen 1999). Konniveden rantavyöhyketutkimuksessa todettiin, että avovesikauden aikainen vedenkorkeuden tasaisuus kaventaa ylintä rantavyöhykettä, mikä puolestaan rajoittaa ilmaversoisten vesikasvien leviämistä. Esimerkiksi Sylvöjärven luontaiset luhtarannat ovat muuttuneet säännöstelyn ja rehevöitymisen myötä tiheiksi järviruokokasvustoiksi. Rantavyöhykkeen kaventuminen rajoittaa normaalin rantabiotoopin kehittymistä monilla paikoilla ja estää samalla rantaeliöstön monimuotoisuuden kehittymistä (Riihimäki & Hellsten 1997). Säännöstelyn vaikutuksesta kevätkutuisten kalojen, kuten lahnan ja hauen, lisääntymisolosuhteet heikkenevät. Tämä koskee erityisesti Konnivesi-Ruotsalaista, jotka ovat karurantaisia järviä, joissa hauen kutu- ja poikasalueiksi soveltuvia kasvillisuusrantoja on muutenkin vähän.

5 KALATALOUSTARKKAILU

Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyluvista veloitetaan luvan saajaa tarkkailemaan säännöstelyn vaikutuksia kalakantoihin ja kalastukseen sekä suoritettujen hoitotoimien tuloksellisuutta. Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn kalataloudellisen tarkkailun keskeisimpinä menetelminä ovat aiemmin olleet mm. saaliskirjanpito ja taimenistukkaiden merkintäkokeet. Näiden ohella on tehty myös mm. kuhaistukkaiden merkintäkokeita (Jaala 2006), hauen poikasten koekalastuksia (Raunio 2011) ja kuhan poikastutkimuksia. Kuhaistukkaiden merkintäkokeet ja hauen poikasten koekalastukset eivät kuitenkaan osoittautuneet toimiviksi tarkkailumenetelmiksi, joten niiden jatkamista ei voida suositella. Tarkkailujaksolla 2006-2010 suoritettujen kalastustiedustelujen ja verkkokalastajien saaliskirjanpito eivät myöskään onnistuneet toivotulla tavalla. Tiedustelun osalta ongelmia muodostui vähäisen vastausaktiivisuuden vuoksi. Saaliskirjanpidon luotettavuutta on heikentänyt myös kirjanpitokalastajien pieni ja vähentynyt määrä. Tämä tarkkailuohjelma on pyritty suunnittelemaan siten, että se tuottaisi tietoa säännöstelyn vaikutuksista kalakantoihin ja istutusten tuloksellisuudesta.

5.1 Taimenten merkintäkokeet

Istutusten onnistumista ja istukkaiden leviämistä Mankalan vesialueelle on selvitetty taimen- ja kirjolohi-istukkaiden merkintäkokeilla. Kirjolohilla tehtyjen tutkimusten perusteella vain suhteellisen pieni osa istukkaista saadaan saaliiksi ja näistä valtaosa muutaman kuukauden sisällä istutushetkestä (Raunio 2015). Taimenen merkintäkokeita on tehty vuosina 1976, 1978, 1987 ja 1996 (Paavilainen 1999) sekä 2008 (Raunio 2011). Näiden tulosten perusteella 3 ja 4-v. taimenistukkaiden tuotto oli parempi kuin 2-vuotiaiden kalojen. Lisäksi vanhempana istutetut kalat jäivät paremmin istutuspaikkojen läheisyyteen. Nuorempia istukkaita saatiin jopa merialueelta. Viimeisimpien merkintätulosten perusteella vain muutama prosentti kaloista saatiin saaliiksi tarkkailualueen ulkopuolelta (mm. Raunio 2011). Tarkkailukaudella 2021-2025 tehdään kaksi merkintäkoe (vuosina 2021 ja 2024), jossa merkitään koko 4-vuotiaiden taimenten vuotuinen istuserä. Ensimmäinen istutuslaji on taimen, mutta mikäli taimenta ei ole saatavilla, ne voidaan

korvata kirjolohilla. Merkintäkokeella seurataan kalojen kasvua, levittäytymistä tarkkailualueelle sekä istutusten onnistumista. Merkinnän toteuttaa istukkaat toimittava viljelylaitos ja merkinnöistä vastaa tarkkailuvelvollinen.

5.2 Arrajärven kuhan poikasten tiheysarvio

Arrajärveen istutetaan vuosittain velvoitevaroilla merkittäviä määriä kuhaa. Järven kuhakanta onkin vahva. On arvioitu, että kuhan luonnonlisääntyminen voi olla sen verran tehokasta että istukaspoikasten tuotto voi olla melko huono. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kaikuluotauksin ja koetroolauksin Arrajärven kuhan 0+ -poikasten tiheyksiä. Tuloksia verrataan muilla järvillä havaittuihin poikasmääriin sekä Arrajärven vuosien 2011 ja 2017 tuloksiin, jotta voidaan arvioida istutuksien tarpeellisuutta.

Kuhan poikasten tiheysarvio tehdään kaikuluotausmenetelmän avulla. Luotauksissa käytetään ns. lohkoekilakaikuluotainta (esim. Simrad EK-80 tai vastaava), jonka avulla saadaan biomassa- ja tiheysarvio pinta-alaa ja vesitilavuutta kohden. Arrajärvellä luodetaan vuoden 2011 selvityksen tavoin kolme linjaa, joiden kuhan poikasten määriä verrataan keskenään. Tarkoituksena on tutkia poikasten alueellista jakautumista järvessä. Kukin linja on sijoitettu siten, että vesisyvyys on vähintään 3 metriä. Tätä pienemmillä syvyyksillä luotauksien luotettavuus on pintakatveen vuoksi huono. Kuhan poikasten lisäksi järvessä on myös mm. ahvenen ja särkikalojen poikasia. Jotta eri lajien suhteelliset runsaudet ja kokojakaumat luodatuilla linjoilla saataisiin selville, otetaan kultakin linjalta kalanäyte pienoistroomin avulla. Troolinäytteestä saadaan lisäksi arvio luotaimen pintakatvealueen kalatiheyksille ja –biomassoille. Troolin suuaukon korkeus on 1,5 m ja perän silmäharvuus on 3 mm. Kunkin linjan troolinäytteen lajikohtainen saalis punnitaan gramman tarkkuudella. Yksilömäärät lasketaan joko kaikista kaloista tai satunnaisotoksesta. Kuhan poikasten kaikuluotauksitutkimus suoritetaan kolmen vuoden välein ja seuraavan kerran vuonna 2021, elokuun alkupuolella. Mikäli tutkimusvuosien kesät ovat sääoloiltaan poikkeuksellisia, voidaan tutkimus siirtää seuraavalle vuodelle, jotta tulokset kuvaavat kuhan keskimääräistä poikastuottoa.

5.3 Arrajärven koekalastukset

Verkkokoekalastuksien avulla tutkitaan Arrajärven kalayhteisöjen koostumusta ja lajien välisiä runsaussuhteita. Yksikkösaalistarkastelujen avulla saadaan myös selvitettyä vesistön rehevyystasoa ja ekologista tilaa. Verkkokoekalastukset suoritetaan Nordic-sarjalla, soveltaen eurooppalaista menetelmästandardia (SFS-EN 14757: 2005). Suositusten mukaisen koekalastuksen suorittamiseksi tutkimusalue jaetaan hehtaarin kokoihin ruutuihin. Hehtaarin ruudulla suoritetaan koekalastus, mikäli se sattuu satunnaisotannalla kalastettavaksi. Ruutujen arvonta suoritettiin koekalastuksissa vuonna 2012, ja samoja pyyntiruutuja käytetään myös tulevaisuudessa koekalastuksissa. Standardin mukaisesti pyyntiponnistus määräytyy maksimisyvyyden ja pinta-alan mukaan. Koska Haukkajärven pinta-ala on noin 990 ha ja maksimisyvyys on noin 8 m, suoritetaan kalastukset kahdella ensimmäisellä syvyysvyöhykkeellä (0-3 m ja 3-10 m). Verkkovuorokausien määrä on siten 19 verkkovuorokautta (10 verkkoa matalammalle vyöhykkeelle

ja 9 syvemmälle vyöhykkeelle). Syvemmällä vyöhykkeellä verkkoja lasketaan pohjan lisäksi myös väliveteen ja päälysveteen. Verkkokoekalastukset tehdään kerran viisivuotisen tarkkailujakson aikana ja seuraava koekalastus ajoittuu vuoteen 2024. Kunkin koeverkon saalis mitataan ja punnitaan kalalaji- ja solmuvälikohtaisesti. Mikäli yhtä lajia saadaan verkon tietyllä silmäkoolla saaliiksi paljon, voidaan tästä ottaa yksilöllisiin mittauksiin 20 kalan satunnaisotos. Yksikkösaaliita (kpl/g/verkkovuorokausi) verrataan tilastollisin menetelmin (varianssianalyysi, ANOVA) aikaisempiin tuloksiin. Tämän lisäksi arvioidaan järven ekologista tilaa vertaamalla Arrajärven yksikkösaaliita ja muita kalastoon perustuvia luokittelukriteereitä saman järvityypin lähes luonnontilaisten järvien vertailuarvioihin. Tulokset tallennetaan kalatietorekisteriin.

6 RAPORTOINTI

Kalataloudellisen tarkkailun aineistohankintasuunnitelma vuosille 2021-2025 on koottu taulukkoon 1. Tarkkailujaksolta 2021-2025 tehdään kaksi raporttia (vuosina 2022 ja 2025), koskien vuosien 2021 ja 2023-2025 tutkimuksia. Viimeisessä vuosiraportissa tarkastellaan kuhaistutusten tarpeellisuutta, istutusten tuloksellisuutta ja käytettyjen tarkkailumenetelmien toimivuutta ja pyritään antamaan suosituksia seuraavalle tarkkailujaksolle. Raportit toimitetaan tilaajalle, Varsinais-Suomen ELY-keskukselle ja litin kalastusalueelle.

Taulukko 1. Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn kalataloudellisen tarkkailun aineistohankintasuunnitelma vuosille 2021-2025.

	2021	2022	2023	2024	2025
Kuhan 0+ poikasten tiheysarvio	X			X	
Arrajärven verkkokoekalastukset				X	
Kirjolohtien merkintäkokeet	X			X	

VIITTEET

Jaala, E. 2006. Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuosilta 2001-2005. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu no 143/2006, 20 s.

Marttunen, M. & Järvinen, E. A. 1999. Päijänteen säännöstelyn kehittäminen: yhteenveto ja suositukset. Suomen ympäristö 357. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Mankala Oy 1974. Arrajärven säännöstelysuunnitelma. Moniste.

Paavilainen, K. 1999. Mankalan voimalaitoksen ja Arrajärven säännöstelyn lupaehtojen edellyttämä kalataloudellinen velvoitetarkkailu. Oy Keskuslaboratorio, 12 s.

Riihimäki, J. & Hellsten, S. 1997. Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyn vaikutukset rantavyöhykkeessä. Suomen ympäristö 153. Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Raunio, J. 2011. Arrajärven säännöstelyn ja Mankalan voimalaitoksen kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuosina 2008-2011. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no. 136/2011.

Raunio, J. 2015. Arrajärven säännöstelyn ja Mankalan voimalaitoksen kalataloudellinen velvoitetarkkailu vuonna 2015. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no. 321/2015.

SFS-EN 14757: 2005. Water quality. Sampling of fish with multi-mesh gillnets. Suomen standardisoimisliitto SFS.

Tuikka, K. 1990. Arrajärven hajakuormitus selvitys 1990. Nastolan kunta.

Åkerberg, A. & Raunio, J. 2010. Ruotsalainen-Konnivesi –vesialueen tila vuonna 2009. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n julkaisu 195/2010, 100 s.