

Kala- ja vesijulkaisuja nro 262

Petri Karppinen & Mikko Hynninen



Lohen nousuvaellus ja käyttäytyminen Kymijoen
länsihaaran voimalaitoksilla syksyllä 2018



**Kala- ja
vesitutkimus Oy**

KUVAILEHTI

Julkaisija: Kala- ja vesitutkimus Oy

Julkaisu-aika: 1.4.2019

Kirjoittaja(t): Petri Karppinen & Mikko Hynninen

Tarkistanut: Sauli Vatanen

Julkaisun nimi: Lohen nousuvaellus ja käyttäytyminen Kymijoen länsihaaran voimalaitoksilla syksyllä 2018

Toimeksiantaja: HELEN Oy

Sarjan nimi ja numero: Kala- ja vesijulkaisuja nro 262

Sivumäärä: 25 s. + 2 liitettä

Kannen kuva: Ahvenkosken voimalaitoksen alakanava 12.9.2018. (kuva: Mikko Hynninen)

1. Johdanto	2
2. Aineisto ja menetelmät.....	2
2.1. Tutkimusalue ja olosuhteet.....	2
2.2. Tutkimuskalojen pyynti ja merkintä.....	5
2.3. Käyttäytymis- ja vaellusseuranta	6
2.4. Aineiston käsittely.....	7
2.4.1 Havaintomäärät ja niiden hyödyntäminen	8
3. Tulokset	8
3.1. Jokialue seuranta Ahvenkoskella	9
3.1.1 Yleinen liikehdintä ja poikkeusyksilöt	9
3.1.2 Ajankäyttö eri osa-alueilla	11
3.2. Seuranta Ahvenkosken voimalan alla	13
3.2.1 Vasemman turbiinin sulkeminen	13
3.2.2 Testijuoksutukset	15
3.3. Seuranta Klåsarön alapuolisella alueella.....	15
3.3.1 Yleinen liikehdintä	15
3.3.2 Seuranta Klåsarön voimalaitoksella	17
4. Tulosten tarkastelu.....	19
4.1. Lohen nousuvaellus Kymijoella	19
4.2. Ahvenkoski	19
4.3. Klåsarö	21
5. Johtopäätökset ja suositukset kalatiesuunnittelulle.....	23
5.1. Ahvenkoski	23
5.2. Klåsarö	24
6. Kirjallisuus	25
7. Kiitokset	25

1. Johdanto

Keväällä 2018 laadittiin esisuunnitelmaselvitys mahdollisista kalatievaihtoehdoista Helen Oy:n Ahvenkosken ja Klåsarön vesivoimalaitoksille (Sitowise 2018). Selvityksessä laadittiin kummallekin voimalaitokselle esisuunnitelmatasoiset luonnokset kahdesta vaihtoehtoisesta kalatieratkaisusta, joihin sisältyi myös erilaisia toteutusmalleja mm. kalateiden sisäänkäyntien sijoittelun suhteen.

Selvityksessä suositeltiin tehtäväksi nousuvaelluksella olevien kalojen käyttäytymistutkimuksia voimalaitosten alakanavissa ja jokisuulla. Käyttäytymistutkimuksista saatavan tiedon perusteella voidaan arvioida laadittujen kalatievaihtoehtojen soveltuvuutta ja käynnistää tarkempi suunnittelu parhaimmiksi katsottujen vaihtoehtojen toteuttamiseksi.

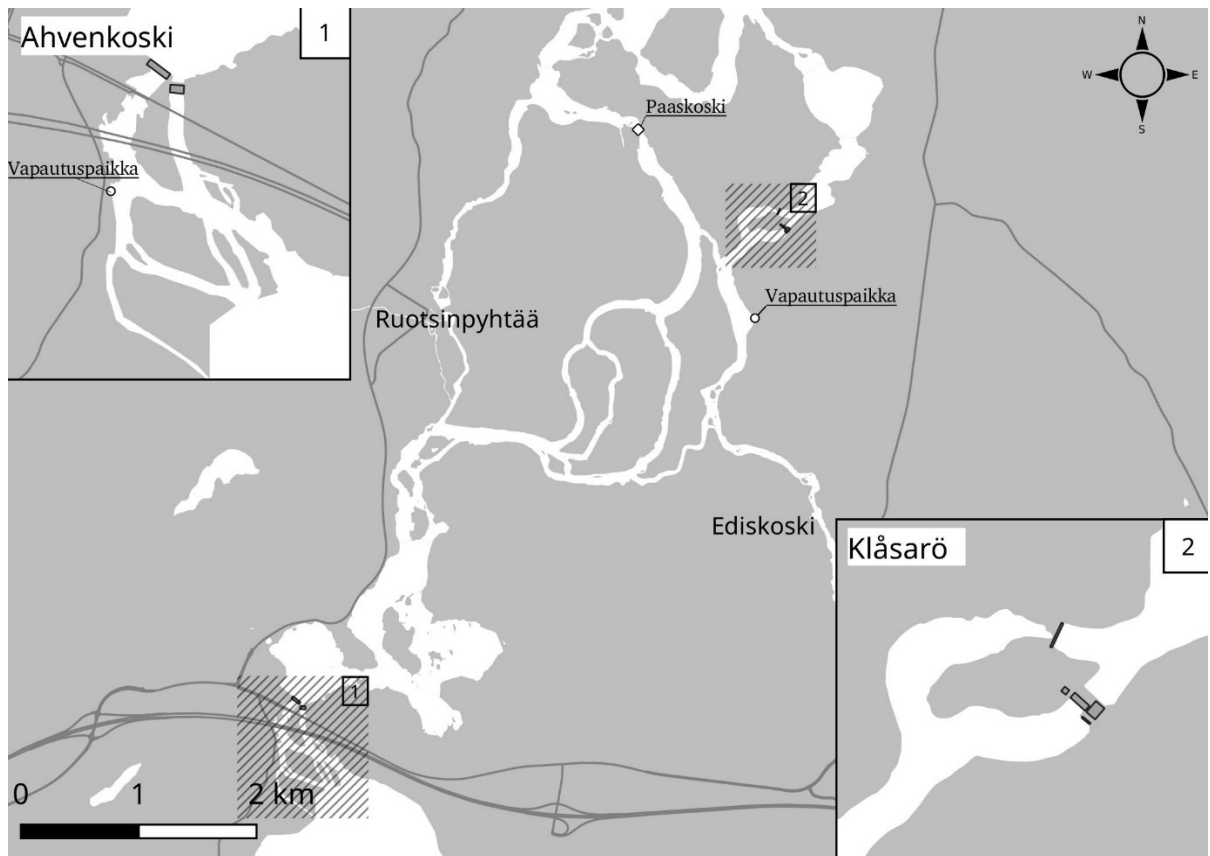
Syksyllä 2018 Kala- ja vesitutkimus Oy toteutti lohien nousukäyttäytymis-seurannan Ahvenkosken ja Klåsarön voimalaitoksilla Helen Oy:n toimeksiannosta. Tässä raportissa esitetään käyttäytymisseurannan toteutus, keskeiset tulokset, sekä suositukset kalateiden suunnittelun jatkotoimenpiteistä.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1. Tutkimusalue ja olosuhteet

Tutkimus toteutettiin 1.9.–30.10.2018 välisenä aikana Kymijoen länsihaarassa. Koko laajuudessaan tutkimusalue käsitti Klåsarön voimalaitoksen alapuolisen jokialueen Ahvenkosken voimalaitokselle saakka ja siitä edelleen jokisuistoon asti (Kuva 1). Kalojen nousuvaellus Kymijoen länsihaaraan on estynyt jokisuulla Ahvenkosken voimalaitoksen ja säännöstelypadon takia. Kalat pääsevät nousemaan jokisuulta voimalaitoksen alle noin 400 metriä pitkää alakanavaa pitkin. Vanhassa jokiuomassa säännöstelypadon alapuolella on virtaavaa vettä vain ohijuoksutusten aikana. Vanhassa uomassa on kuitenkin sen verran vettä, että kalat pääsevät liikkumaan uomassa säännöstelypadolle saakka.

Ahvenkosken padon yläpuolella seuraavat padot ovat noin 4 km:n päässä sijaitseva Klåsarön voimalaitos ja ns. neulapato, sekä Klåsarön luoteispuolella sijaitseva Paaskosken säännöstelypato (Kuva 1). Myös Ruotsinpyhtään ruukkialueen lävitse virtaavassa pienessä haarassa on useita patoja. Ahvenkosken itäpuolella sijaitsevassa Pyhtään haarassa sijaitsee Ediskosken voimalaitos.

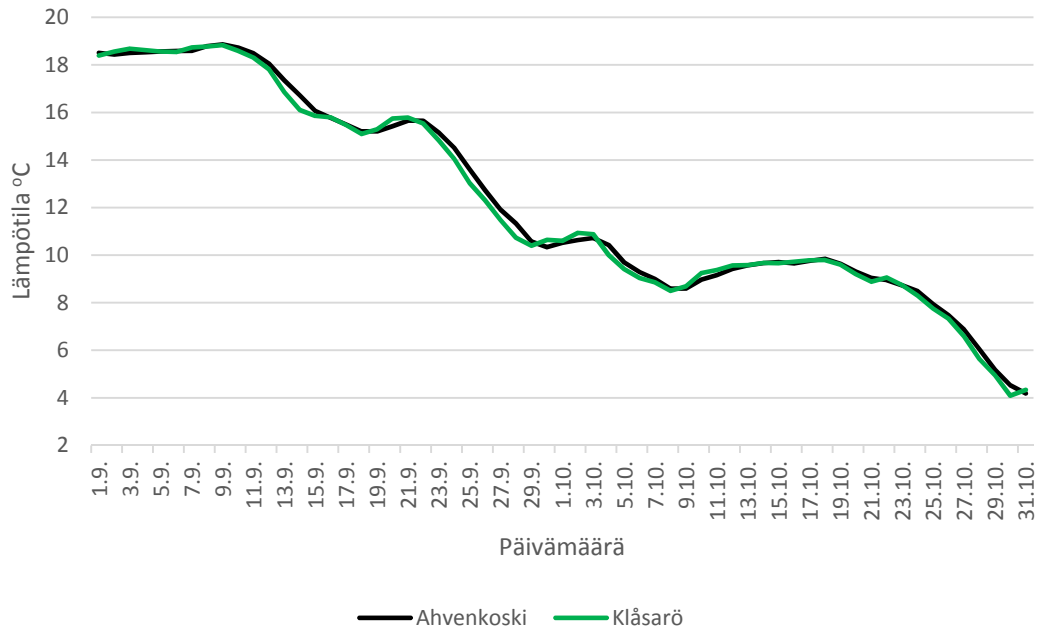


Kuva 1. Tutkimusalue Kymijoen länsihaaran alaosalla, ja Ahvenkosken sekä Klåsarön voimalaitosten lähiympäristöt. Kalojen pyyntiin käytetyn rysän sijainti noin 1,5 kilometrin päässä jokisuusta jää kartan ulkopuolelle kuvan alareunassa. Karttaan on merkitty myös Ahvenkosken seurantakalojen pääasiallinen vapautuspaikka ja Klåsarön kalojen vapautuspaikka.

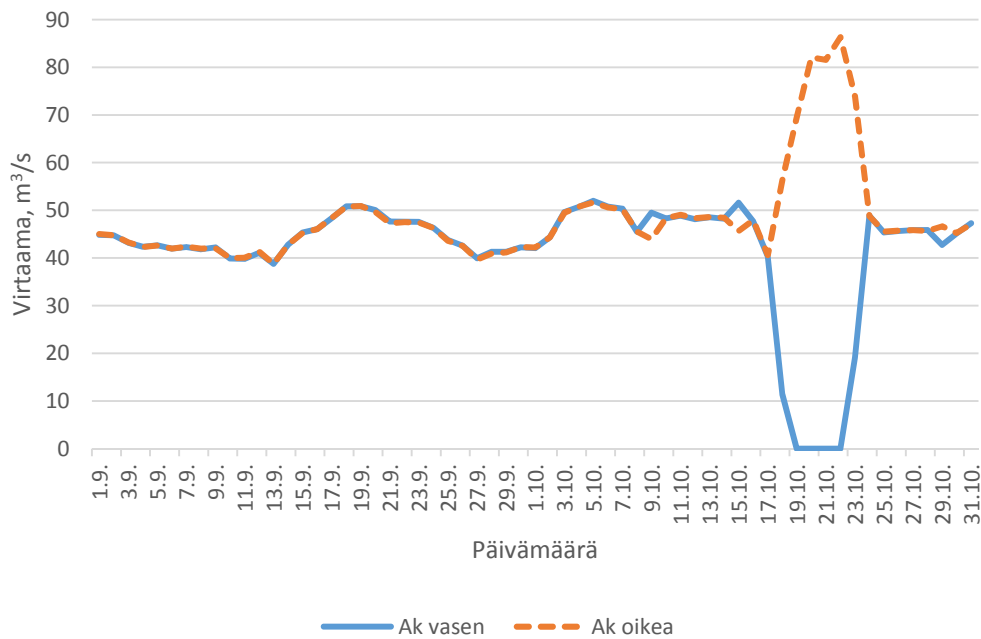
Lähettimellä merkittyjen lohien tarkempi käyttäytymisseuranta toteutettiin Ahvenkosken ja Klåsarön voimalaitosten läheisyydessä. Seuranta painottui pääasiassa voimalaitosten alakanaviin.

Veden lämpötila laski seurannan aikana 18 °C:sta 4 °C:een (Kuva 2). Lämpötilan perusteella arvioitu lohien kutuaika alkoi 25. lokakuuta.

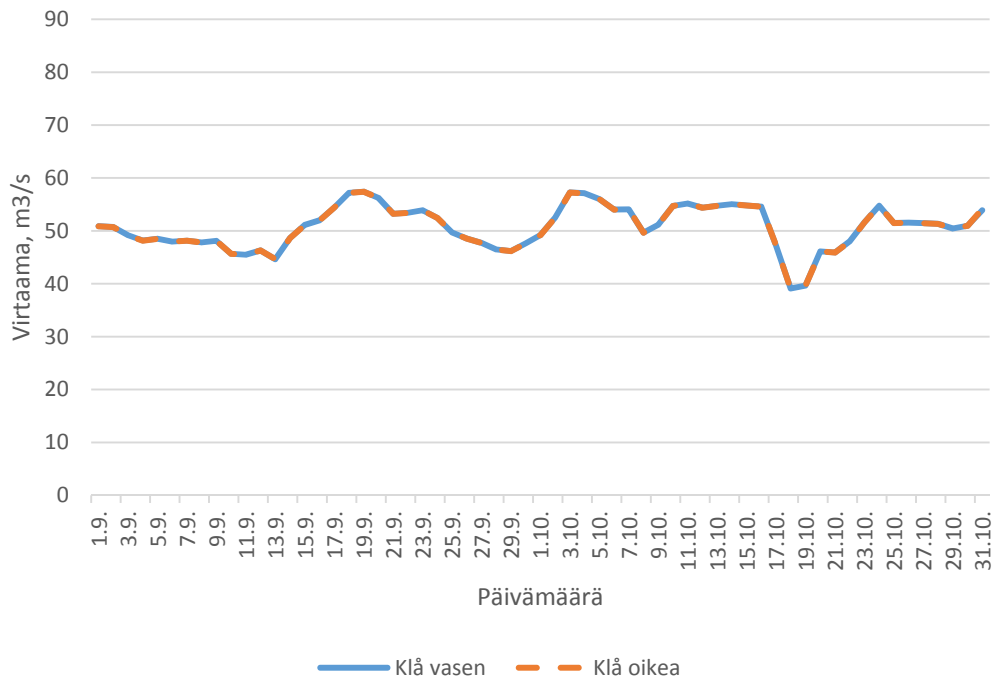
Virtaaman vaihtelu voimalaitoksilla oli verrattain vähäistä seurannan aikana (Kuva 3 ja Kuva 4). Joen kokonaisvirtaama oli syksyllä 2018 tavanomaista alhaisempi. Ahvenkosken voimalaitoksen keskimääräinen kokonaisvirtaama (molemmat turbiinit) oli seurannan aikana noin 90 m³/s, ja Klåsarön vastaavasti noin 100 m³/s. Kummankin voimalaitoksen pitkän aikavälin keskivirtaama on ollut 157 m³/s. Ahvenkosken voimalaitoksen rakennusvirtaama on 250 m³/s ja Klåsarön 180 m³/s.



Kuva 2. Veden lämpötila (vrk. ka.) Ahvenkosken ja Klåsarön voimalaitosten alakanavissa syys-lokakuussa 2018.



Kuva 3. Ahvenkosken voimalaitoksen virtaamat (vrk. ka.) syys-lokakuussa 2018. Kummankin turbiinin virtaamat on esitetty erikseen (vasen/oikea alavirran suunnasta katsottuna). Vasen turbiini oli suljettuna 18.–23.10. (Virtaamatiedot: Helen Oy).



Kuva 4. Klåsarön voimalaitoksen virtaamat (vrk. ka.) syys-lokakuussa 2018. Kummankin turbiinin virtaamat on esitetty erikseen (vasen/oikea alavirran suunnasta katsottuna) (Virtaamatiedot: Helen Oy).

2.2. Tutkimuskalojen pyynti ja merkintä

Pääosa (42 kpl) tutkimukseen tarvittavista lohista pyydettiin ns. push-up -tyyppisellä rysällä Ahvenkosken edustalta noin 1,5 km:n päässä jokisuusta. Rysä käytiin tarkistamassa 2–4 päivän välein. Rysään uineet kalat siirrettiin rysästä veneeseen hapetettuun vesialtaaseen ja kuljetettiin merkintäpaikalle, josta kalat myös vapautettiin merkinnän ja toipumisjakson jälkeen (Kuva 1).

Osa kaloista (12 kpl) saatiin Ahvenkosken voimalaitoksen alakanavasta vapavälineillä. Alakanavan molemmille rannoille laitettiin kelluvat häkit, joihin vapaa-ajankalastajia ohjeistettiin laittamaan saamansa kalat odottamaan merkintää. Nämä kalat merkittiin joko alakanavan rannalla tai siirrettiin veneellä hapetetussa altaassa vakiomerkintäpaikalle (Kuva 1). Lisäksi yksi lohi pyydettiin aktiivisella verkkopyynnillä jokisuulta.

Kalat nukutettiin yksi kerrallaan lähettimen asentamista varten. Lähetin työnnettiin asetinputkella nielun kautta kalan mahalaukkuun, ja ulkoisen tunnistamisen helpottamiseksi kaloihin kiinnitettiin myös ns. t-ankkurimerkki selkäevän tyvelle. Merkinnän jälkeen kalat nostettiin toipumaan häkkiin, josta ne vapautettiin riittävän toipumisjakson (1–3 t) jälkeen merkintäpaikalla tai kuljetettiin hapetetussa altaassa vapautuspaikalle Klåsarön voimalaitoksen alapuolelle.

Kaloja merkittiin kaikkiaan 54 kappaletta 5.9.–24.9.2018 välisenä aikana. Näistä 38 vapautettiin Ahvenkosken alapuolella, ja 16 kuljetettiin hapetetussa altaassa vapautettaviksi Klåsarön voimalaitoksen alapuolelle, noin 1,2 km:n päässä voimalaitoksesta (Kuva 1). Yksi kala vapautettiin suoraan Klåsarön voimalaitoksen alle. Koiraisten määrä lähettimellä merkityistä lohista oli naaraisiin nähden lähes kaksinkertainen. Luonnonlisäntymisestä peräisin olevien kalojen osuus oli 31,5 %.

Naaraat olivat keskimääräisesti isompia kuin koiraat, ja istutuskalat luonnonkudusta peräisin olevia kaloja suurempia. Pienin merkitty yksilö oli 52 cm:n pituinen rasvaevällinen koiraslohi ja suurin noin 97 cm pitkä istutusalkuperää oleva koiras. Yhteenveto merkittyjen kalojen tiedoista on esitetty Taulukossa 1 ja yksilökohtaiset tiedot Liitteessä 1.

Taulukko 1. Tietoja lähettimellä merkityistä kaloista.

Lukumäärät voimalaitoksittain			
	Ahvenkoski	Klåsarö	Yhteensä
Koiraat	23	12	35
Naaraat	15	4	19
Rasvaevällisiä	11	6	17
Kaikki	38	16	54

Keskimääräinen pituus (cm) ja vaihteluvälit			
	Koiraat	Naaraat	Kaikki
Rasvaevälliset	66 (52–93)	78 (72–85)	68 (52–93)
Istukkaat	74 (54–97)	88 (82–95)	80 (54–97)
Kaikki	71 (52–97)	86 (72–95)	77 (52–97)

Koiraiden ja naaraiden osuudet			
	Koiraat	Naaraat	Yhteensä
Rasvaevälliset	40 %	15 %	31 %
Istukkaat	60 %	85 %	69 %
Kaikki	64 %	36 %	100 %

2.3. Käyttötymis- ja vaellusseuranta

Kalojen liikkeen ja käyttötymisen seuranta toteutettiin voimalaitoksille asennetuilla vastaanotin-antennijärjestelmillä. Ahvenkoskella antennijärjestelmä koostui kaikkiaan kuudesta automaattivastaanottimesta, viidestä ilma-antennista ja tarkempaa seuranta varten voimalaitoksen alapuolelle asennetuista viidestä vedenalaisantennista (Kuva 5). Ahvenkosken voimalaitoksen edustalle asennettuja vedenalaisantenneja jouduttiin hieman siirtämään nahkiaispyynnin takia seurannan alkuvaiheessa (11.9.), joten niiden sijoittelu poikkesi hieman aiotusta. Yksi vastaanotin-antenni yhdistelmä seurasi Klåsarön voimalaitokselle vapautettujen kalojen lähetintäajuuksia Ahvenkosken patoaltaalla voimalaitoksen yläpuolella.

Klåsarön voimalaitoksella oli toiminnassa kaksi vastaanotinta, jotka tallensivat kahdelta vedenalaisantennilta ja yhdeltä ilma-antennilta saapuvat lähetinsignaalit. Näiden lisäksi asennettiin vastaanotinasemat myös Klåsarön neulapadolle ja Paaskosken säännöstelypadolle (Kuva 9).

Antennijärjestelmien ja yksittäisten antennien kattavuusalueet määritettiin ennen seurannan alkamista suorittamalla lähettimien testiuittoja voimalaitosten

alakanavissa ja jokisuulla. Kattavuusalueiden laajuus ja rajat tarkentuivat edelleen seurannan aikana lähetinkaloista tehtyjen käsihavaintojen ja seurantajärjestelmien keräämien signaalitietojen perusteella.

Kalojen seurantajakso alkoi ensimmäisten kalojen merkinnän jälkeen Ahvenkoskella 5. syyskuuta, Klåsarössä puolestaan ensimmäisten Klåsarön alapuolelle siirrettyjen kalojen vapautuksesta 19. syyskuuta. Tarkempi käyttäytymisseuranta lopetettiin oletetun kutuajan alettua Klåsarössä 24.10., ja Ahvenkoskella 25.10., jolloin osa antennista ja vastaanottimista purettiin pois. Kevennetty seuranta jatkui molemmilla laitoksilla kuitenkin lokakuun 30:een päivään saakka.

Jatkuvan automaattiseurannan lisäksi kaloja paikannettiin käsivastaanottimella Ahvenkosken alakanavassa ja jokisuistossa sekä Klåsarön voimalaitoksella. Kaloja käytiin paikantamassa myös Ahvenkosken ja Klåsarön välisellä jokialueella useita kertoja. Lisäksi Ediskosken haara käytiin läpi kertaalleen ja Ediskosken voimalaitosalue tarkistettiin kolmesti sinne mahdollisesti hakeutuneiden kalojen varalta. Seurannan päätyttyä kalat käytiin vielä paikantamassa voimalaitosten alueella 14. marraskuuta.

Ahvenkoskelta Kymijoen itäiseen haaraan mahdollisesti hakeutuvien lähetinkalojen havaitsemiseksi asennettiin vastaanotinasemat myös Korkeakosken ja Koivukosken voimalaitoksille.

2.4. Aineiston käsittely

Vastaanottimien tallentamat signaalihavainnot yhdistettiin ja aineistosta koottiin jokaiselle yksilölle oma minuuttikohtainen seurantahistoria. Kalojen sijainnit pyrittiin pääsääntöisesti määrittelemään useilta antenneilta samanaikaisesti saatujen signaalivoimakkuuksien perusteella samalla huomioiden myös edeltävien ja seuraavien minuuttien aikana tallentuneet signaalit ja niiden perusteella arvioidut sijainnit. Sijainninmäärittelyä täsmennettiin ja tarkistettiin myös käsipaikannusten perusteella saatuihin sijainteihin vertaamalla.

Laajemman alueen seurantaan liittyen Ahvenkosken jokisuualue jaettiin laajempiin vyöhykkeisiin: **jokisuisto**, **jokisuu**, **alakanava**, sekä **länsiuoma** (Kuva 7). Kukin näistä laajoista alueista jakautui sijainninmäärittelyä tehtäessä antennien kuuluvuusalueiden perusteella määriteltyihin pienempiin osa-alueisiin. Näiden osa-alueiden vaihettumisrajoihin liittyvän epätarkkuuden minimoimiseksi ja havaintojakauman esittämisen selkeyttämiseksi tulokset esitetään kuitenkin em. neljään suurempaan alueeseen jaoteltuna.

Voimalaitosten alapuolella sijaitseville vedenalaisantenneille määritettiin signaalivoimakkuuden ja etäisyyden välinen suhde käsihavaintojen ja lähettimillä tehtyjen koeuuttojen perusteella. Saadun signaalivoimakkuus-etäisyys suhteen mukaan muodostettiin antennien ympärille antennikohtaiset etäisyysvyöhykkeet. Useasta antennista samanaikaisesti saadun signaalin perusteella määritettiin kunkin kalahavainnon todennäköisin sijainti antennien muodostamassa sijaintivyöhykekentässä.

Aineistosta poistettiin kunkin lohen kohdalla havainnot ensimmäisen 12 tunnin ajalta vapauttamisesta. Tällä pyrittiin poissulkemaan vapautuspaikan, merkintäkäsittelyn ja kuljetuksen (Klåsarön kalat) mahdollisesti aiheuttamat vaikutukset seurantatuloksiin.

Kalojen sijainninmäärittelyn edellyttämät datan luokittelut, suodatus ja informaation yhdistely toteutettiin R-ohjelmistossa (R Development Core Team 2014). Nämä sijainninmäärittelyt käytiin läpi ja tarkistettiin vielä lopuksi manuaalisesti taulukonkäsittelyohjelmassa. Kalojen sijainnin ja ajankäytön ajallisen ja alueellisen jakautumisen visualisoimiseksi laadittiin ns. heatmap -kartat (kernel density estimation) QGIS-ohjelmistolla.

2.4.1 Havaintomäärät ja niiden hyödyntäminen

Automaattivastaanottimet tallensivat lähetinkaloista havaintoja Ahvenkosken alueella noin 1,5 miljoonaa kappaletta. Klåsarön voimalaitoksella signaalitallenteita kertyi noin 400 000 kappaletta. Suurin määrä havaintoja saatiin odotetusti heti voimalaitosten alapuolella, jossa toisaalta myös vastaanottimia ja antennejä oli eniten. Vastaanottimien tallennustiheyteen vaikuttavat monet tekniset seikat. Antennimäärän lisäksi signaalitallenteiden tallentumisnopeuteen vaikuttaa mm. havaintoetäisyydellä olevien kalojen lukumäärä. Toisin sanoen havaintojen kertymätiheys vaihtelee niin alueellisesti kuin ajallisestikin, eikä kalojen liikkeiden ja ajankäytön painottumista eri alueiden välillä voida siksi vertailla tallentuneiden signaalien määrän perusteella. Alueiden väliseen vertailuun käytettiin havaintomäärien sijaan yksilöiden kullakin alueella kuluttaman ajan määrää. Sen sijaan voimalaitosten alla voimalan välittömässä läheisyydessä tehdyn seurannan tulokset esitetään kertyneiden sijainninmäärittelysten lukumäärän perusteella.

Klåsarön voimalaitoksen lähialue ja alakanavan ympäristö poikkeaa monella tapaa Ahvenkoskesta. Klåsarössä seuranta toteutettiin eri tavalla ja pääasiassa vain voimalan alueella. Klåsarön tulokset esitellään laitoksen alla kertyneiden signaalitallenteiden perusteella tehtyjen sijainninmäärittelysten lukumääränä sekä muualla jokialueella tehtyjen käsipaikannusten sijainteina ja padoille asennettujen seuranta-asemien tekeminä havaintomäärinä.

3. Tulokset

Lähes jokainen lähettimellä merkitty Ahvenkoskella vapautettu kala (37 yksilöä; 97%) jäi merkinnän jälkeen liikuskelemaan seuranta-alueelle. Kaloista saatiin seurantatietoa 10–49 päivän ajalta, kaikkiaan 1 381 tuntia ja keskimäärin noin 37 vuorokautta/kala. Ainoastaan yksi kala suuntasi Ahvenkoskelta merelle merkintää seuraavana päivänä. Kyseisestä kalasta ei saatu enää myöhempiä havaintoja, eikä se ole mukana seuranta-aineistossa. Myös Klåsaröhön vapautetut lähetinkalat liikkuvat suurimman osan seuranta-ajasta voimalaitoksen lähistöllä. Niistä kertyi seurantatietoa 17–35 päivän ajalta.

Käsiantennipaikannuksia tehtiin kaiken kaikkiaan 585 kpl: Ahvenkosken voimalaitoksen alapuolella 489 kpl ja Klåsarön alapuolisella jokialueella 96 kpl.

3.1. Jokialue seuranta Ahvenkoskella

3.1.1 Yleinen liikehdintä ja poikkeusyksilöt

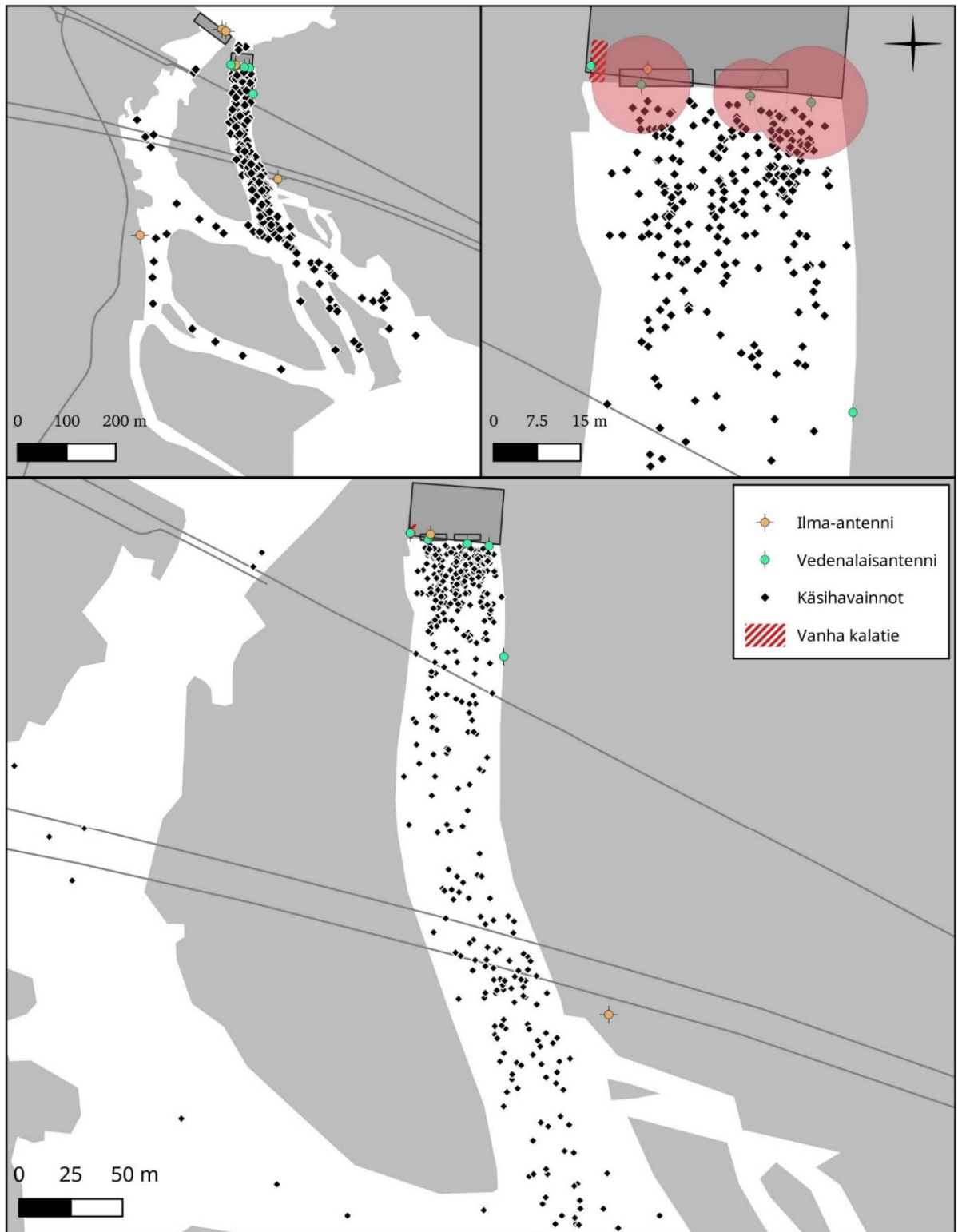
Kalojen liikehdinnän määrässä ja eri alueilla kulutetussa ajassa oli suurta yksilöiden välistä vaihtelua (ks. Liite 2), eikä varsinaisia kalaryhmien (istutetut/villit, koiraat/naaraat, isot/pienet) välisiä eroja voitu todeta. Liikehdinnän perusteella kalat voitiin kuitenkin luokitella karkeasti neljään ryhmään: 1. alakanavassa pääasiassa pysytelleet ja suhteellisen vähän liikkuneet (16 yksilöä), 2. enimmäkseen alakanavassa pysytelleet, mutta laajalla alueella liikkuneet (7 yks.) 3. pääasiassa jokisuussa ja suistoalueella pysytelleet (10 yks.), sekä 4. erityisen paljon liikkuneet yksilöt (4 yks.), jotka olivat kaikki suuria (> 70 cm) koiraskaloja.

Seurannan alkuvaiheessa havaintoja tehtiin runsaasti alakanavan alapäässä ja jokisuulla. Veneellä tehtyjen paikannuskierrosten yhteydessä kauimpana havaittu yksilö oli noin 1,3 km:n päässä jokisuusta. Yksi istutusalkuperää oleva koiraskala (istutuspaikka tuntematon) siirtyi Ahvenkoskelta merialueen kautta Kymijoen itäisen haaran puolelle liikuttuaan ensin noin kahden viikon ajan Ahvenkosken voimalaitoksen alakanavassa ja jokisuulla (Liite 2: kala nro 655). Koivukosken voimalaitokselle asennettu vastaanotin havaitsi kalan aivan laitoksen alla 14–17.10., ja siitä saatiin vielä satunnaisia havaintoja Koivukoskella 21. lokakuuta. Muista Ahvenkoskella merkityistä kaloista ei saatu havaintoja Koivukoskelta eikä Korkeakoskelta.

Suurin osa kaloista liikkui lähes kaikilla seuranta-alueen osa-alueilla (ks. Liite 2 ja Kuva 5). Toiset yksilöt pysyttelivät pääasiassa yhdellä osa-alueella, kun taas toiset siirtyivät alueelta toiselle toistuvasti. Lähes jokainen yksilö käväisi voimalaitoksen alla. Muista kaloista poiketen kaksi luonnonkudusta peräisin olevaa pientä koiraskalaa (Liite 1; nro:t 615 ja 635) liikkui merkinnän jälkeen jokisuulla ja ne poistuivat jokisuiston kautta seuranta-alueelta käymättä kertaakaan alakanavassa. Kala 615 poistui seuranta-alueelta jo merkintää seuraavana päivänä. Kala 635 liikuskeili jokisuulla lähes kuukauden ajan käymättä voimalaitoksella, kunnes se poistui seuranta-alueelta 29. syyskuuta (ks. Liite 2).

Käsipaikannusten yhteydessä kaloja havaittiin kaikilla seuranta-alueen osa-alueilla (Kuva 5). Käsipaikannukset painoutuivat automaattiseurannan tavoin alakanavan alueelle. Kalojen havaittiin usein olevan liikkeellä alakanavassa joko ylä- tai alavirtaa kohti. Ylöspäin liikkeessään kalat etenivät lähellä rantaa. Nousuja havaittiin alakanavan molemmilla reunoilla. Paikannukset ja automaattihavainnot painoutuivat syksyn edetessä ja kutuajan lähestyessä yhä enemmän voimalaitoksen edustalle ja alakanavan itälaitaan. Kaloja havaittiin myös vanhassa luonnonuomassa erityisesti lokakuussa, vaikka uomassa ei ollut virtaavaa vettä.

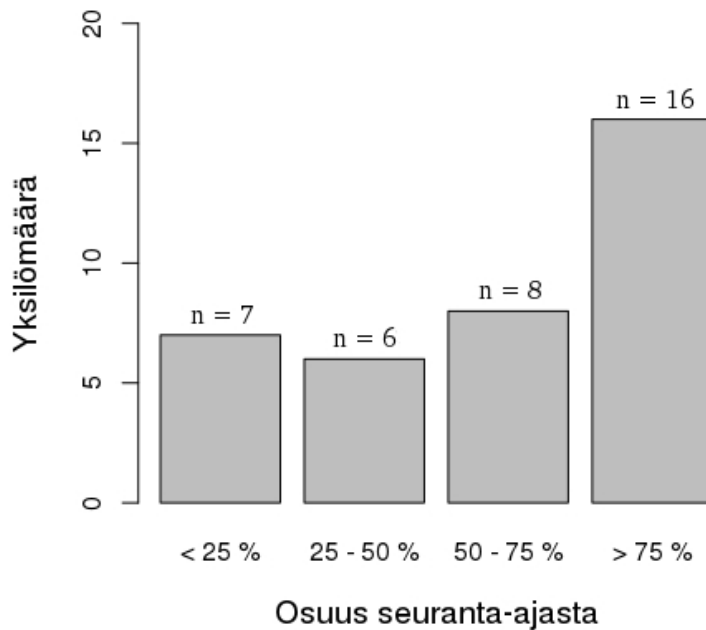
Merkittyjen joukossa oli kaksi aiemmin poikasena merkittyä istutettua kalaa, joiden istutuspaikka oli tiedossa. Kymijoen itäiseen haaran Pernoonkoskelle vuonna 2016 istutettu naaraskala liikkui pääsääntöisesti jokisuistossa ja kauempana merellä seuranta-alueen ulkopuolella. Se käväisi voimalaitoksen alla lokakuun 17.–18. päivänä, minkä jälkeen se poistui jokisuiston kautta merelle. Ahvenkoskelle edellisenä vuotena istutettu koiraskala liikkui aluksi jokisuussa ja -suistossa, kunnes se siirtyi voimalaitoksen alle noin kymmenen päivän ajaksi. Tämän jälkeen sekin katosi jokisuun kautta seuranta-alueelta.



Kuva 5. Käsi paikannusten sijoittuminen Ahvenkosken seuranta-alueella. Ylhäällä alue kokonaisuudessaan (vasen kuva), alakanavan yläosa voimalaitoksen alla (oikea), ja alakuvassa alakanava kokonaisuudessaan. Kaksi yksilöhavaintoa 1,1 ja 1,3 km:n päässä jokisuulta jää kuvan ulkopuolelle. Käsi paikannusten määrät: koko alue 489 kpl; joista voimalaitoksen edusta 249 kpl. Punaisten ympyröiden koko ilmaisee kalojen käyntien määrää kunkin vedenalaisantennin välittömässä läheisyydessä automaattiseurannassa: vasen: 339 kpl, keski 257 kpl, oikea 390 kpl. Vanhaan kalatiehen asennettu antenni rekisteröi 189 käyntiä kalatien suulla.

3.1.2 Ajankäyttö eri osa-alueilla

Lähes puolet kaloista (16 kalaa; 43 %) pysyi selvästi suurimman osan seuranta-ajasta (yli 75 % ajasta) alakanavan yläosalla ja voimalaitoksen läheisyydessä (Kuva 6). Suuri osa kaloista (14 kalaa; 38 %) käytti kuitenkin paljon aikaa (25–75 % ajasta) myös muilla alueilla, kun taas osa kaloista (7 kalaa; 19 %) liikkui pääasiassa jokisuulla ja jokisuistossa.



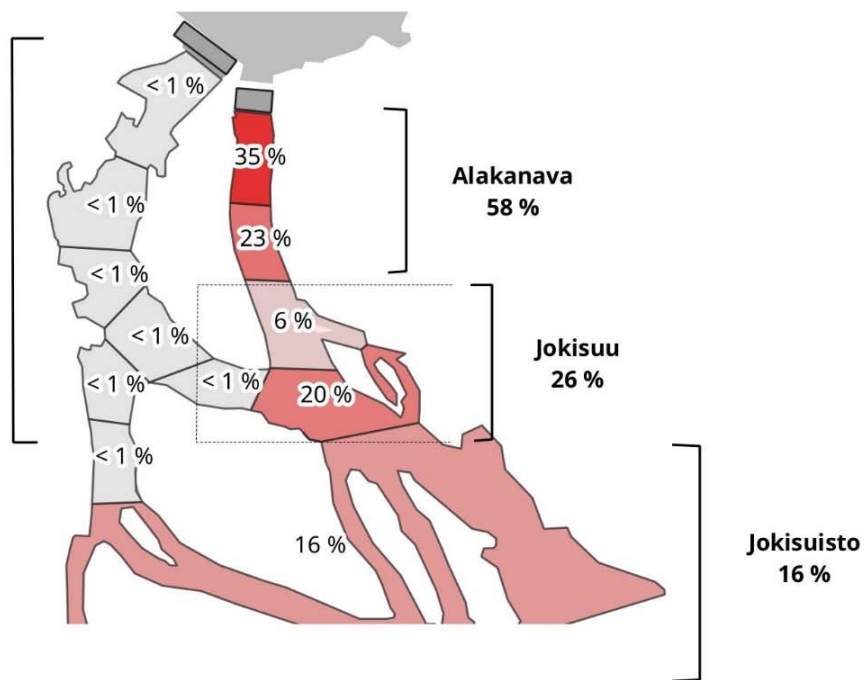
Kuva 6. Yksilöiden luokittelu alakanavassa kulutetun ajan perusteella.

Syyskuussa kalat liikuskelivat pääasiassa alakanavassa (58 % ajasta), kun puolestaan jokisuussa ja -suistossa kului 42 % ajasta (Kuva 7). Länsiuomassa käväistiin vain satunnaisesti.

Lokakuussa ajankäyttö jakautui suunnilleen samalla tavalla, mutta kalojen liikehdintä siirtyi kokonaisuudessaan lähemmäs patoa (Kuva 7). Alakanavassa kulutettiin aiempaakin enemmän aikaa (66 % ajasta), kun taas jokisuulla ja jokisuistossa vietetyn ajan määrä väheni. Liikehdintä ja ajankäyttö lisääntyi lokakuulla myös länsiuomassa muutaman yksilön toimesta selvästi. Länsiuomassa käväisi seurannan aikana kaikkiaan 31 Ahvenkoskelle vapautettua kalaa ja lisäksi kaksi Klåsaröhön vapautettua, Ahvenkosken voimalaitoksesta alas tullutta kalaa.

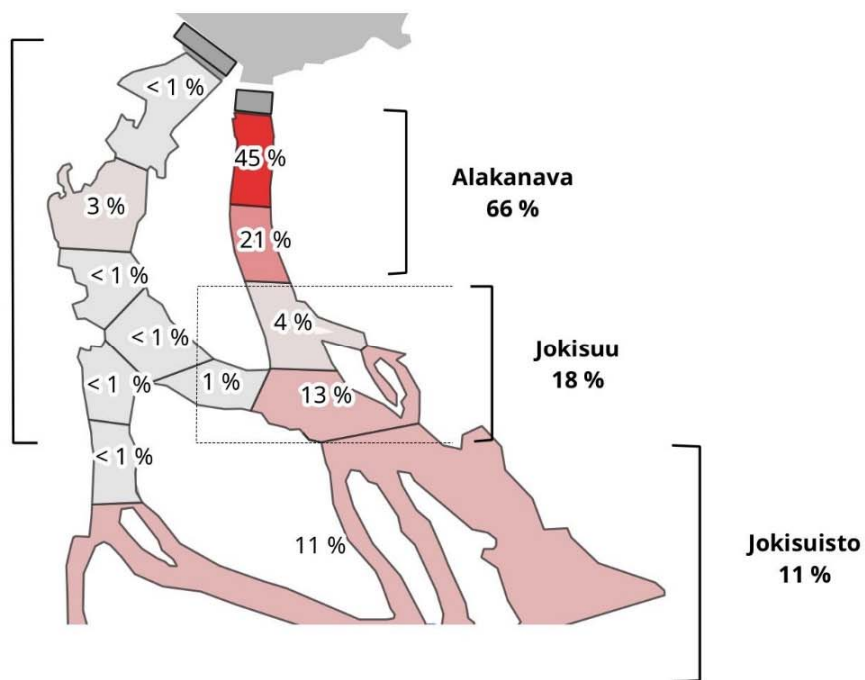
Syyskuu

Länsiuoma
< 1 %



Lokakuu

Länsiuoma
5 %



0 100 200 300 400 m



Kuva 7. Kalojen ajankäytön alueellinen jakautuminen syyskuussa ja lokakuussa 2018.

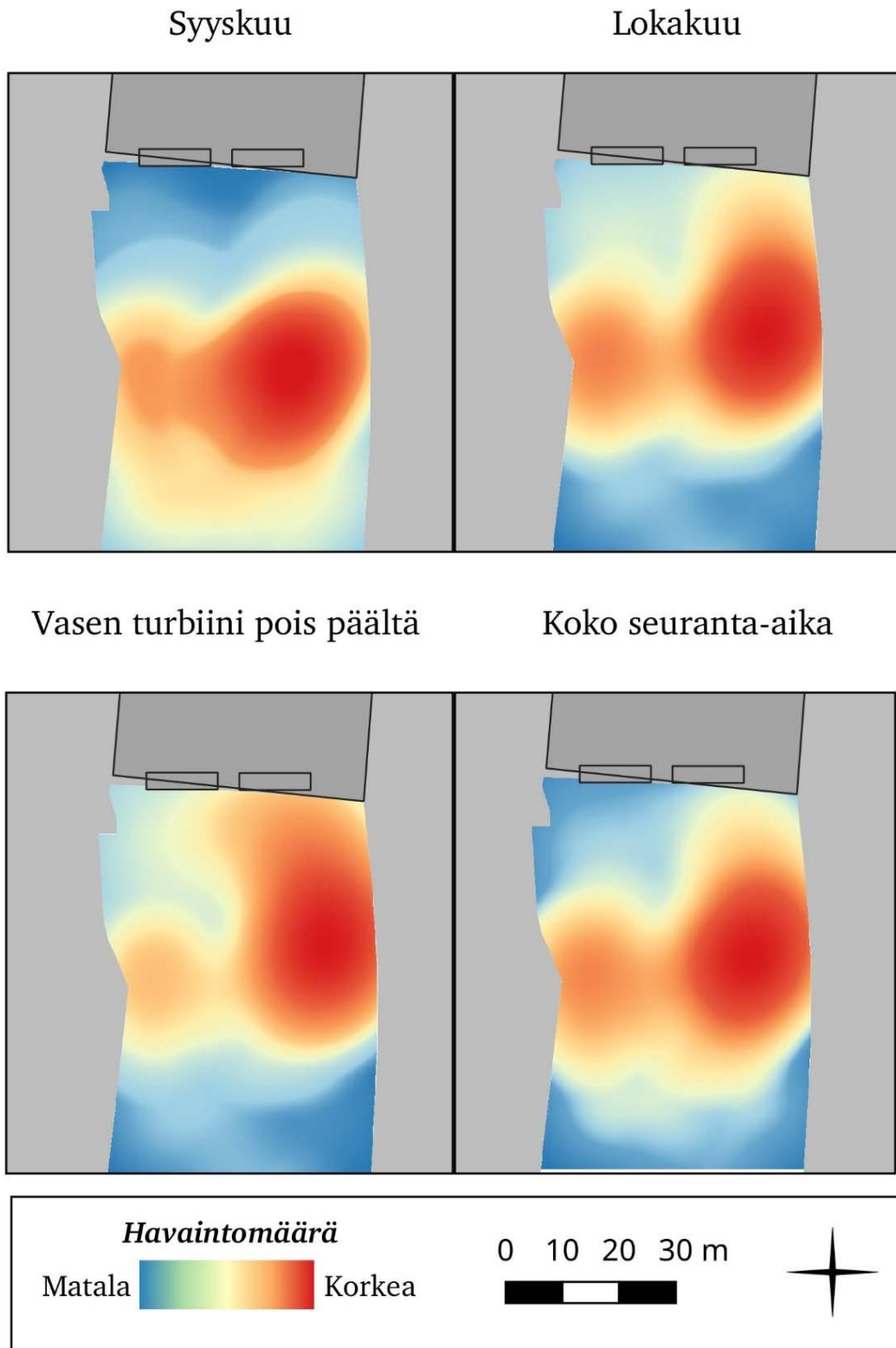
3.2. Seuranta Ahvenkosken voimalan alla

Lähetinkalojen havaittiin käsipaikannusten yhteydessä liikuskelevan kaikkialla voimalaitoksen alla (Kuva 5). Usein kalojen havaittiin olevan liikkeellä alakanavan laidalta toiselle, uivan kohti alavirtaa pois laitoksen läheisyydestä tai nousevan alakanavan alaosalta voimalaitoksen alle. Kalat paikannettiin hyvin usein voimalaitoksen alla aivan laitoksen seinämän vieressä etenkin lokakuun puolella. Ajoittain kalat sukelsivat voimalan edessä syvälle ja nousivat hetken päästä takaisin lähelle pintaa. Tämä käyttäytyminen oli todettavissa myös vastaanottimien signaalitallenteissa, joiden perusteella kalat olivat syvällä toisinaan useiden tuntienkin ajan.

Noin 24 % kalojen kokonaisseuranta-ajasta kertyi voimalaitoksen läheisyydestä noin 60 metrin pituiselta alueelta. Kalojen liikehdintä painottui syyskuussa noin 30–50 metrin etäisyydelle voimalaitoksesta (Kuva 8). Syksyn edetessä kalahavaintoja kertyi yhä lähempänä voimalaitosta ja yhä enemmän alakanavan idänpuoleiselta reunalta. Lokakuun aikana havaintojen painopiste siirtyi lähemmäs voimalaitosta (< 30 m). Kalat liikkuivat lokakuussa enemmän kaikkialla voimalaitoksen edustalla ja ne kuluttivat aikaa aiempaa enemmän aivan voimalaitoksen alla alakanavan oikeassa yläkulmassa (Kuva 8). Kaloista kertyneiden havaintojen jakautuminen ja liikehdinnän painopisteen siirtyminen lähemmäs voimalaitosta vastaa hyvin sitä käsitystä, joka muodostui seurannan aikana tehtyjen käsipaikannustenkin perusteella (vrt. Kuva 5).

3.2.1 Vasemman turbiinin sulkeminen

Ahvenkosken voimalaitoksen alavirran suunnasta katsottuna vasen turbiini oli teknisistä syistä suljettuna 18.–23.10. välisenä aikana. Samalla oikeanpuoleisen turbiinin keskimääräinen virtaama nousi noin 40 m³/s:sta tasolle 80–100 m³/s (Kuva 3). Mitä ilmeisimmin tämä olosuhteiden muutos voimalaitoksen alla sai aikaan muutoksen myös kalojen käyttäytymisessä ja niiden sijoittumisessa laitoksen alla. Kalat siirtyivät lähemmäs voimalaitosta ja aiempaakin tiiviimmin alakanavan oikeaan yläkulmaan, mutta samalla liikehdintä lisääntyi myös voimalaitoksen edustalla laajemmalla alueella (Kuva 8).



Kuva 8. Sijainninmääritysten alueellinen jakautuminen eri ajanjaksoilla Ahvenkosken voimalaitoksen alla. Määritettyjen sijaintien lukumäärät: syyskuu 18 312 kpl; lokakuu 17 629 kpl; josta vasen turbiini pois päältä: 5 095 kpl; koko aika 42 148 kpl). Voimalaitoksen seinämän edustalla olevat palkit osoittavat turbiinikanavien likimääräisen leveyden ja sijainnin voimalaitoksen alla.

3.2.2 Testijuoksutukset

Säännöstelypadolta tapahtuvan ohijuoksutuksen houkutusvaikutusta Ahvenkosken alapuolella liikkuviin kaloihin testattiin juoksumäärällä noin 10 m³/s:n suuruista virtaamaa säännöstelypadon luukusta kahdeksan tunnin ajan 27. syyskuuta (Kuva 3). Ohijuoksutuksen alkaessa tai sen aikana jokisuulla ja -suistossa oli 17 lähetinkalaa. Ohijuoksutuksella ei näyttänyt olevan vaikutusta kalojen käyttäytymiseen. Kalojen ei havaittu lähestyvän säännöstelypatoa tai siirtyvän vanhan jokiuoman puolelle ohijuoksutuksen aikana.

Voimalaitoksen vanhan poispuretun kalahissin sisäänkäyntikanava tyhjennettiin ja siivottiin vuosikymmenten aikana kertyneestä materiaalista. Vanhan kalahissin yläkanavasta tuleva vesitysputki uusittiin, ja kalahissin alakanavan sisäänkäynnin kohdalle rakennettiin pystyrakokalatien sisäänkäyntiä mallintava seinämä. Toimenpiteiden tarkoituksena oli simuloida mahdollisen tulevan kalatien sisäänkäynniltä purkautuvaa virtausta, ja selvittää sen houkutusvaikutusta laitoksen alla liikkuviin kaloihin. Veden johtaminen luukun kautta kalahissin yläkanavaan ja edelleen em. putkea pitkin kalahissin alakanavaan ei onnistunut suunnitellusti patorakenteisiin ja patoturvallisuuteen liittyvien syiden takia. Vesitys kalahissin yläkanavaan järjestettiin lopulta kahdella sähköpumpulla. Pumppaamalla saatu vesimäärä (arviolta noin 100–200 litraa/s) oli kuitenkin selvästi pienempi kuin alun perin oli ajateltu, eikä se riittänyt muodostamaan riittävää houkutusvirtausta testikalatien suulle. Kalatien suuaukkoa pienennettiin virtauksen parantamiseksi, mutta suuaukosta purkautuva virtaus jäi edelleen varsin vaatimattomaksi. Myöhemmin puista pudonneet lehdet tukkivat pumput ja virtaus kalahissin alakanavassa oli aiempaakin pienempi. Testikalatiesta purkautuva vesimäärä ei riittänyt houkuttelemaan kaloja sisäänkäynnin kohdalle. Kalat kävivät koko seuranta-ajan kuluessa 189 kertaa aivan testikalatien suulla, mutta pumppauksen aikana kalatien suulta saatiin vain neljä havaintoa kolmesta eri kalasta. Vanhan kalatien suulla tapahtuneet käynnit liittyvät siis seurannan aikana voimalaitoksen alla tapahtuneeseen yleiseen liikehdintään.

3.3. Seuranta Klåsarön alapuolisella alueella

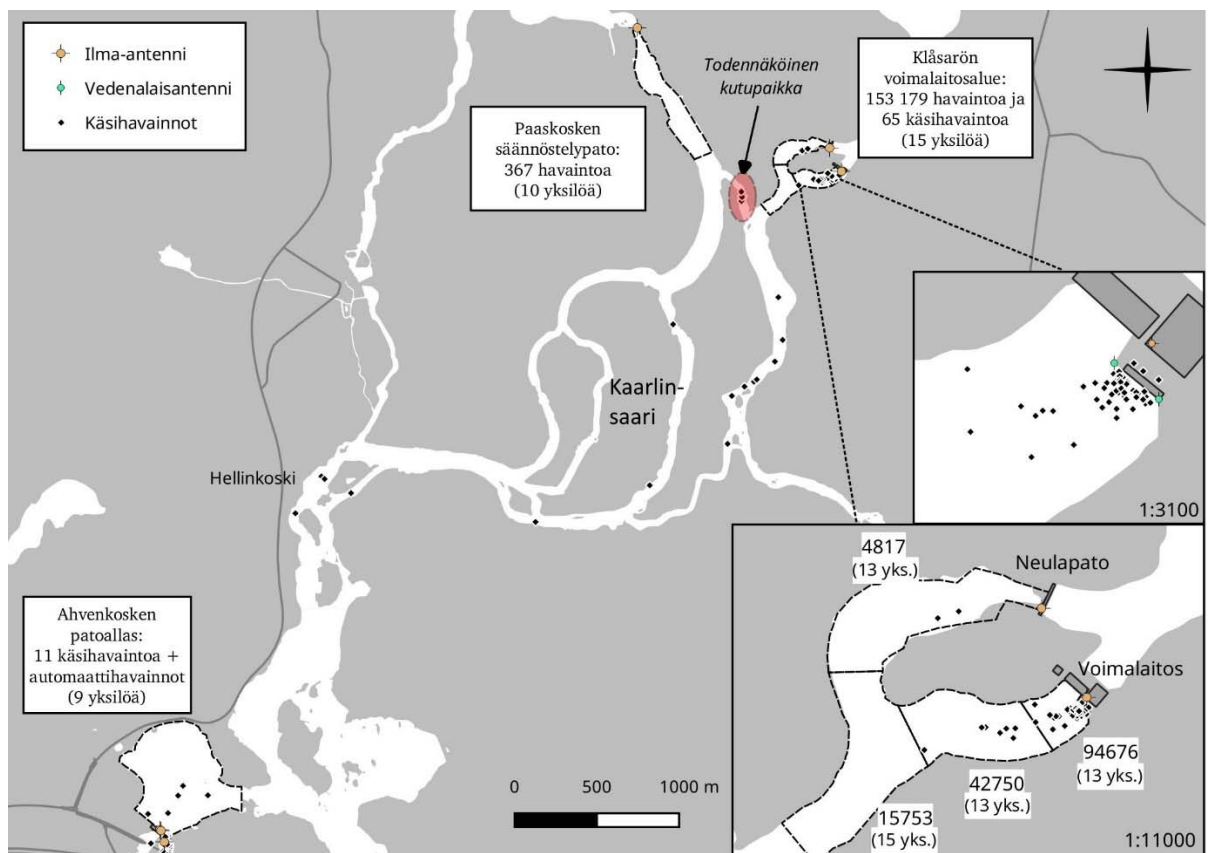
3.3.1 Yleinen liikehdintä

Lähes kaikki Klåsarön alapuolelle noin yhden kilometrin päähän vapautetut lähetinkalat siirtyivät Klåsarön voimalaitoksen alle keskimäärin 2,4 päivän kuluttua vapautuksesta (vaihteluväli: 1 tunti–11 päivää). Yksi naaraskala (nro 351) käväisi ensimmäiseksi Paaskosken haarassa. Kaksi koiraskalaa (1653, luonnonkala; 1673, istutettu) ei noussut Klåsarön voimalaitokselle saakka, vaikka ne käväisivät muutaman sadan metrin päässä voimalaitoksesta pian vapautuksen jälkeen. Kumpikin kala havaittiin Ahvenkosken patoaltaalla parin päivän kuluttua. Molemmat kalat menivät myös alas voimalaitoksesta. Kala 1673 havaittiin Ahvenkosken alakanavassa jo seuraavan päivänä. Kala 1653 liikkui patoaltaalla yli viikon ajan ennen kuin se laskeutui alas Ahvenkosken voimalaitoksen läpi 2. lokakuuta. Ahvenkoskella se liikkui länsiuomassa ja jokisuulla ja käväisi kahdesti voimalaitoksen alla, kunnes se poistui merelle 8. lokakuuta.

Yksi koiraskala (1713, luonnonkala) vapautettiin muista kaloista poiketen suoraan Klåsarön voimalaitoksen alle. Se liikkui muutaman sadan metrin päässä voimalaitoksen alapuolella vajaan vuorokauden ja siirtyi sitten Paaskosken haaran

kautta alavirtaan. Se havaittiin Kaarlinsaaren idänpuoleisen haaran yläosan virtapaikassa 2. lokakuuta (Kuva 9). Lokakuun 10. kala havaittiin Hellinkosken alapuolella ja 12. lokakuuta alkaen Ahvenkosken patoaltaalla. Kala lasketui alas Ahvenkosken voimalaitoksesta seurannan päätyttyä ja se havaittiin jokisuulla 14. marraskuuta.

Suurin osa Klåsarön kaloista liikkui seurannan aikana pääasiassa voimalaitoksen alapuolella. Lokakuussa kalat hajaantuivat kuitenkin yhä laajemmalle alueelle. Lokakuun lopulla useat kalat olivat Paaskosken suuntaan kääntyvässä jokihaarassa pienen alueen sisällä (17. lokakuuta, 3 yksilöä; 25. lokakuuta, 5 yksilöä). Koiras- ja naaraskalojen asettuminen näin suppealle alueelle kutuajan alkaessa viittaa siihen, että kalat olivat kerääntyneet tähän rauhallisesti virtaavaan kohtaan lisääntymisaikeissa (Kuva 9).



Kuva 9. Klåsarön ja Ahvenkosken välinen tutkimusalue sekä Klåsarön seuranta-alue, sekä seuranta-asettien keräämien havaintojen määrät ja vastaavat yksilömäärät eri osa-alueilla (katkoviivalla rajatut alueet). Mustat pisteet ovat jokialueella tehtyjä lähetinkalojen käsipaikkannuksia.

Istutusalkuperää oleva koiraskala (nro 1642) havaittiin käsipaikkannusten yhteydessä usein neulapadon alapuolisessa haarassa. Kala lähestyi neulapatoa toistuvasti ja se vietti ajoittain pitkiäkin ajanjaksoja neulapadon alla (syyskuussa 45 tuntia, lokakuussa 19 tuntia). Lokakuun 2. päivänä se poistui Klåsarön alueelta ja havaittiin tuntia myöhemmin Paaskosken haarassa. Kala oli Ahvenkosken patoaltaalla 9.–10.10. Se löydettiin rannalta puoliksi syötynä Kaarlinsaaren alapäässä 17. lokakuuta (Kuva 9). Neulapadon haarassa käväisi seurannan

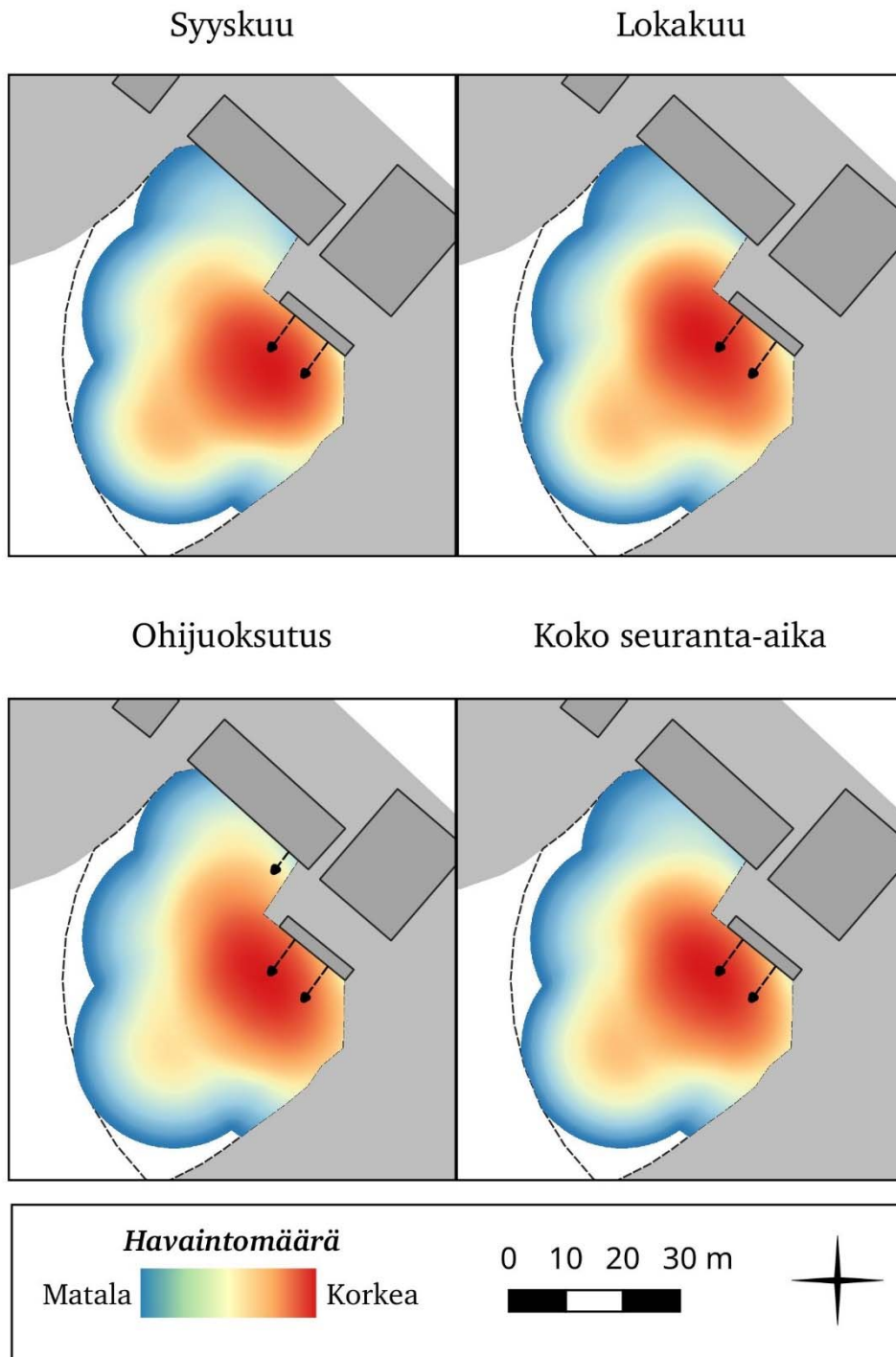
aikana 13 yksilöä, ja Paaskosken uomassa säännöstelypadon alapuolella havaittiin 10 yksilöä (Kuva 9).

Seitsemän yksilöä kävi Ahvenkosken patoaltaalla seurannan aikana. Osa kaloista ui Klåsarön ja Ahvenkosken välisen matkan useaan kertaan. Näistä kolme kalaa laskeutui alas patoaltaasta Ahvenkosken voimalaitoksen läpi seurannan aikana. Seurannan päätyttyä havaittiin vielä kaksi kalaa Ahvenkosken alapuolella. Kaikkiaan viisi kalaa (pituus 53–96 cm) tuli alas Ahvenkosken patoaltaalta, ja ne kaikki selvisivät hengissä voimalaitoksen turbiinien lävitse.

3.3.2 Seuranta Klåsarön voimalaitoksella

Automaattiseurannan perusteella kalojen liikehdintä Klåsarön seuranta-alueella koko seuranta-aikana painottui voimalaitoksen edustalle; 60 % kaikista havainnoista kertyi alle 70 metrin etäisyydellä voimalaitoksesta (Kuva 9). Kalat paikannettiin käsivastaanottimella usein noin 100 metrin päässä laitoksesta keskellä jokiuomaa turbiinivirran vasemmalla laidalla (Kuva 9). Suurin osa paikannuksista kertyi kuitenkin aivan voimalaitoksen edustalta, missä kalat liikehtivät laitoksen turbiinivirtojen laidoilla ja niiden välissä. Muutaman kerran kalojen havaittiin uivan imuputkilta tulevaa virtausta kohti alakanavan päällä olevan betonikannen alle (Kuvat 9 ja 10). Myös automaattivastaanottimille kertyneiden signaalitallenteiden perusteella kalat tekivät tätä toistuvasti.

Voimalaitoksen edustan tarkemman automaattiseurannan perusteella kalojen liikehdintä turbiinikanavan edustalla keskittyi aivan voimalaitoksen seinämän edustalle, sekä hieman etäämmälle alavirtaan päin turbiinivirtausten väliin (Kuva 10). Syyskuuhun verrattuna havaintojen painopiste siirtyi lokakuussa jonkin verran lähemmäs vanhaa voimalaitosta, turbiinivirran vasemmalle reunalle. Syyskuun lopussa Klåsarön vanhan voimalaitoksen oikeassa alakulmassa vanhassa turbiinikanavassa sijaitseva ohijuoksutusluukku avattiin 28.9. klo 8 – 1.10. klo 15 väliseksi ajaksi. Ohijuoksutus lisäsi jossakin määrin liikehdintää vanhan voimalaitoksen edustalla ja havaintojen painopiste siirtyi hieman ylemmäksi ja lähemmäksi vanhan voimalaitoksen alakanavaa (Kuva 10).



Kuva 10. Sijainninmäärittysten alueellinen jakautuminen eri ajanjaksoilla Kläsarön voimalaitoksen alla. Määritettyjen sijaintien lukumäärät: syyskuu 24 026 kpl, josta ohjuoksutuksen aikana 10 709 kpl; lokakuu 53 068 kpl. Koko aika 87 803 kpl. Voimalaitoksen seinämän edustalla olevat mustat nuolet osoittavat turbiinikanavista syösyvän virtauksen sijainnin. Vanhan voimalaitoksen alta tuleva ohjuoksutusvirtaus syyskuun lopulla tehdyn testijuoksutuksen aikana on myös merkitty nuolella.

4. Tulosten tarkastelu

4.1. Lohen nousuvaellus Kymijoella

Lohen nousuvaellus Kymijoella on verrattain myöhäinen ja se painottuu pääosin syyskuulle. Lohia nousee jokeen kuitenkin paljon vielä lokakuussa, ja lohet ovat liikkeellä jokialueella koko lokakuun ajan (Karppinen 2014). Lokakuun edetessä liikehdintään yhdistyy ylävirtaan pyrkimisen lisäksi yhä enemmän myös kutualueiden ja lisääntymiskumppaneiden etsintää. Aiempien tutkimusten perusteella varsinainen kutuaika Kymijoella ajoittuu lokakuun lopulle. Tässä tutkimuksessa kalojen tarkempi seuranta aloitettiin syyskuun alussa ja lopetettiin lokakuun viimeisen viikon alkaessa. Käytetty aineisto kuvastaa siten melko hyvin tyypillistä nousuvaelluksen aikaista käyttäytymistä Kymijoella.

4.2. Ahvenkoski

Yksilöiden välinen vaihtelu liikehdinnän määrässä ja alueellisessa ajankäytössä oli suurta. Hieman alle puolet kaloista liikkui vähemmän kuin muut ja pysytteli pääosin Ahvenkosken voimalan läheisyydessä alakanavan yläpäässä. Vaikka keskimäärin 62 % kalojen kokonaisseuranta-ajasta kertyi alakanavan yläosalta (Kuva 7), niin vain 24 % kokonaisseuranta-ajasta kertyi aivan voimalaitoksen alta (Kuva 8). Pääosan ajasta kalat siis liikkivat muualla kuin laitoksen edustalla.

Ahvenkosken alakanavasta tehtyjen virtaamamallinnusten perusteella (LUKE, julkaisematon aineisto) lisääntyvä virtaama voimalaitoksella nostaa virrannopeuksia koko alakanavan pituudella ja virrannopeus pysyy suunnilleen samana aivan alakanavan alapäähän saakka. Seurannan aikana jokivirtaamat olivat noin 40–50 % keskimääräistä alhaisemmalla tasolla. Ahvenkosken voimalaitoksen virtaama on toisinaan jopa 70 % suurempi kuin mitä se oli tämän seurannan aikana. Edellä mainittujen mallinnustulosten perusteella alakanavan virtausnopeudet olivat tämän seurannan aikana suurimmillaan noin 0,6–0,8 m/s. Seurannan aikaisiin virtaamiin verrattuna 50 % suurempi virtaama nostaa pinnan läheiset virrannopeudet tasolle 1,2–1,8 m/s. Virtausnopeudet nousevat selvästi myös alakanavan pohjan tuntumassa. Suuremman virtaaman myötä muuttuvat olosuhteet kanavassa voivat muuttaa myös kalojen liikkumista ja sijoittumista alakanavan ja jokisuun alueella. Tämä tulee ottaa huomioon tämän seurannan tuloksia tarkasteltaessa.

Syyskuun lopulla tehdyllä kahdeksan tunnin mittaisella ohijuoksutuksella ei näyttänyt olevan vaikutusta kaloihin. Ohijuoksutuksen aikana 17 yksilöä oleili tai liikkui jokisuun ja -suiston alueella, jossa niillä oli periaatteessa mahdollisuus havaita vanhasta jokiuomasta purkautuva virtaus. Ohijuoksutusvirtaus hidastui kuitenkin selvästi jo puolessa välissä vanhaa uomaa, ja alempana uomassa ei ollut enää havaittavaa virtausta. Lisäksi virtaama todennäköisesti purkautui jokisuistoon läntistä haaraa pitkin eikä siten ollut jokisuulla olevien kalojen havaittavissa. Suurempi ja kestoaltaan pitempi ohijuoksutus olisi todennäköisemmin houkuttellut kaloja paremmin etenkin myöhemmin lokakuun puolella, jolloin kaloja liikkui länsiuomassa muutenkin enemmän.

Ahvenkosken voimalaitoksen vanhan käytöstä poistetun kalahissin alakanavaan tehty testikalatie ei myöskään onnistunut houkuttelemaan kaloja. Testikalatiehen pumppaamalla järjestetty vesimäärä oli liian pieni, ja kalatiestä purkautunut virtaus niin vaatimaton, että sillä ei ollut riittävää houkutusvaikutusta. Vaikka kalojen

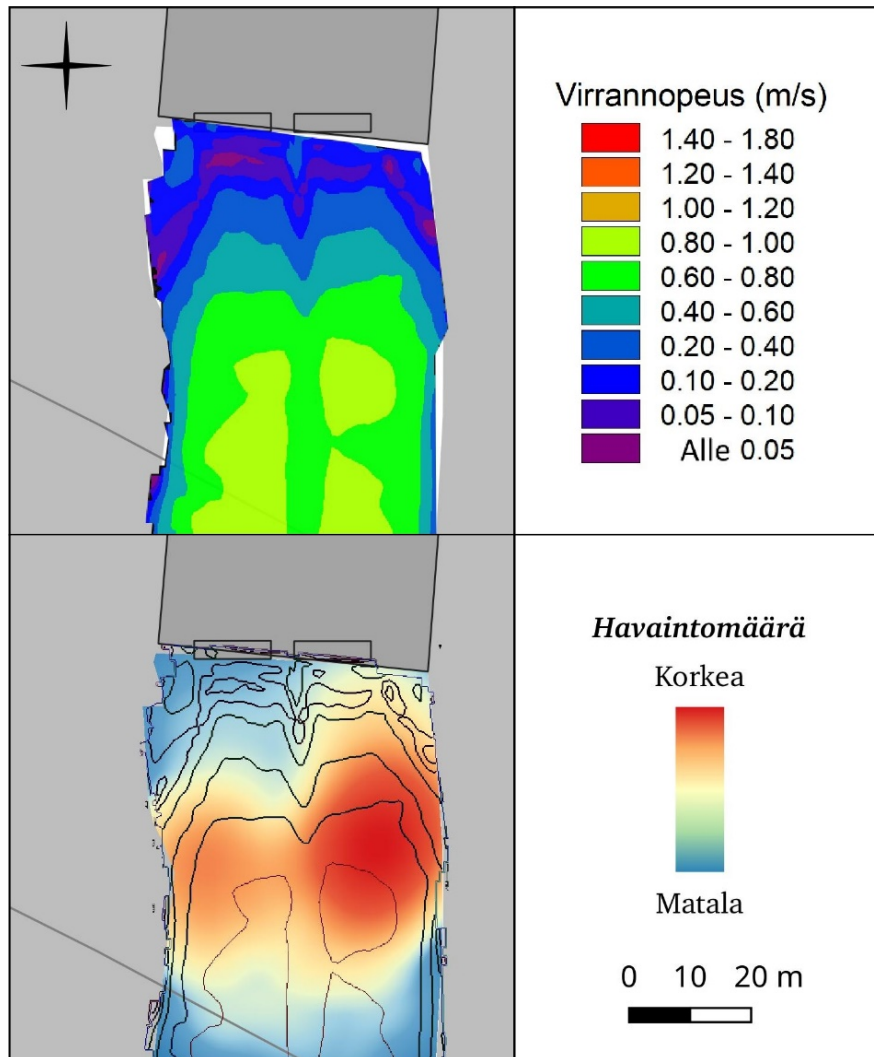
liikehdintä voimalan alla painottuikin enemmän alakanavan vastakkaiselle puolelle, niin kalat käväisivät kalatien suulla lukuisia kertoja seurannan aikana. Tähän kohtaan purkautuva suuruudeltaan ja virrannopeudeltaan riittävä kalatien houkutusvirtaama houkuttelisi kuitenkin kaloja todennäköisesti hyvin tehokkaasti.

Kalojen liikehdintä oli voimalaitoksen alla vilkasta. Kalat sukeltelivat syvälle voimalaitoksen edessä toistuvasti. Turbiinikanavien yläreuna on noin viiden metrin syvyydessä. Kanavien yläpuolella ja sivuilla on siis runsaasti suojaista tilaa turbiinivirtaaman reunoilla. Kalat hakeutuivat todennäköisesti näille alueille etsiessään mahdollista nousureittiä turbiinikanaviin.

Kalat liikkuvat enemmän aivan laitoksen läheisyydessä alueella, jossa olosuhteet olivat virrannopeuden ja turbulenssin osalta rauhalliset (Kuva 11). Kaloista tehdyt sijainninmääritykset painottuivat hieman turbiinikanavista kohti pintaa syöksyvien virtaamien yläpuolelle ja niiden laiduille (Kuva 11). Kalojen liikehdintä keskittyi erityisesti alakanavan oikeaan yläkulmaan, jossa kaloilla enemmän tilaa myös syvyysuunnassa. Liikkeet painottuivat oikeaan yläkulmaan erityisesti lokakuussa, jolloin myös aivan voimalaitoksen edustalla tapahtunut liikehdintä lisääntyi. Vastaavasti kalojen liikehdintä siirtyi hieman ylemmäs ja lähemmäs patoa koko seuranta-alueella.

Liikehdinnän lisääntyminen voimalan lähellä lokakuussa johtunee pääasiassa lisääntyvästä nousuhalukkuudesta syksyn edetessä. Lisääntynyt liikehdintä voi olla osittain seurausta myös lisääntymiseen liittyvästä toiminnasta, edellyttäen että kanavan pohjalla laitoksen edessä on kutemiseen sopivaa pohjamateriaalia turbiinivirtojen laitamilla. Kalojen kuteminen alempana alakanavassa vaikuttaa seurantahavaintojen perusteella hyvinkin mahdolliselta tai jopa todennäköiseltä.

Havaintojen painopiste siirtyi selvästi lähemmäksi voimalaitosta, kun oikean turbiinin virtaama kasvoi vasemman turbiinin ollessa suljettuna. Mallinnustulosten perusteella virtaaman kasvaessa turbiinivirtaukset syöksyvät pintaan hieman lähempänä voimalaitosta ja suuremmalla nopeudella. Tämä olosuhteiden muutos sai todennäköisesti kalat siirtymään lähemmäksi voimalaitosta.



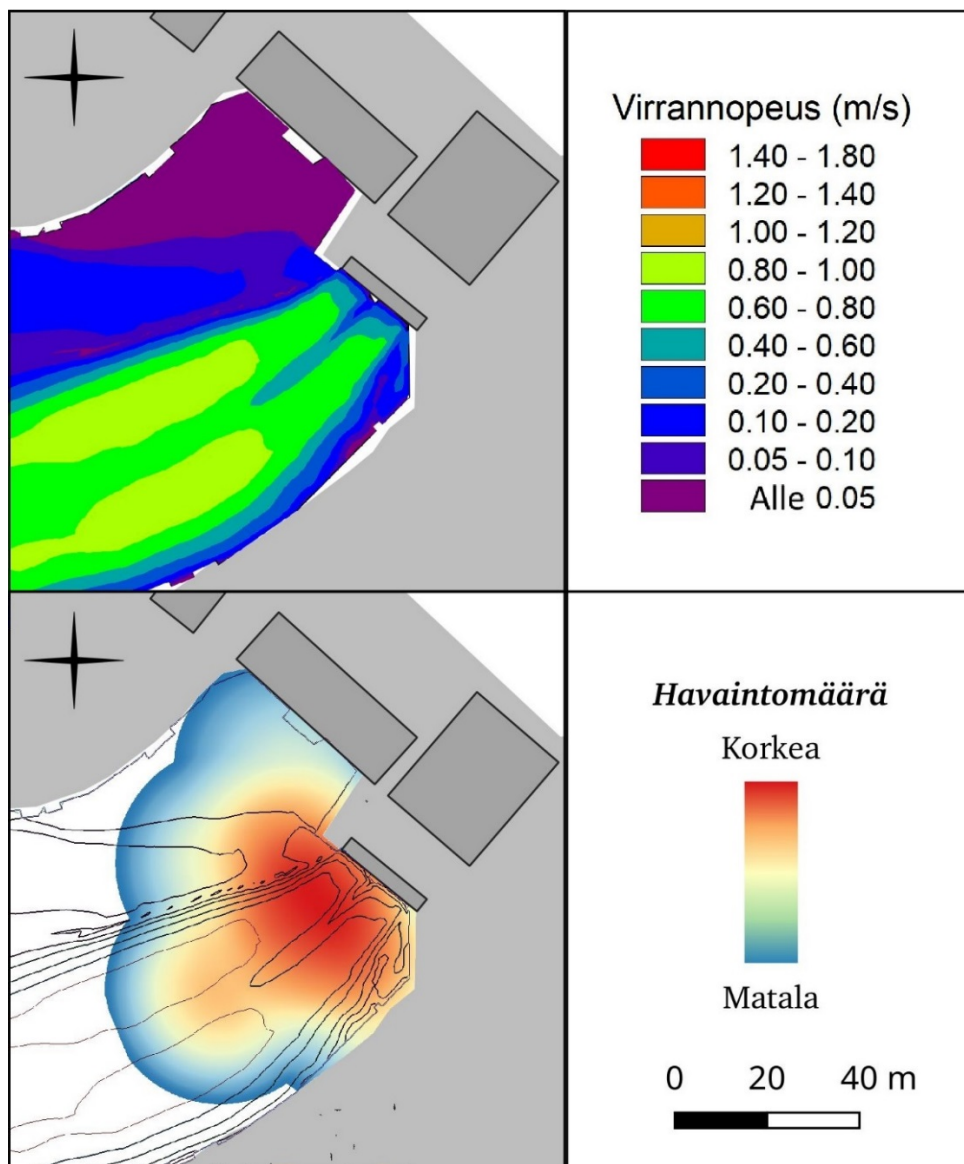
Kuva 11. Virrannopeusvyöhykkeet Ahvenkosken voimalaitoksen alakanavassa 1 metrin syvyydessä mallinnettuna turbiinivirtaamille 50+50 m³/s (yläkuva) ja lähetinkalojen sijaintien jakautuminen seurannan aikana (alakuva). Alemmassa kuvassa on esillä myös nopeusvyöhykkeiden rajat. Turbiinivirtaamat olivat seurannan aikana enimmäkseen alhaisemmat kuin kuvassa esitetyt tasot. Lähempänä pintaa rauhallisen virtauksen alue ulottuu hieman kauemmas alavirtaan. Mallinnustiedot: LUKE.

4.3. Klåsarö

Osa Ahvenkoskelta Klåsaröhön siirretyistä kaloista pyrki takaisin Ahvenkoskelle pian vapautuksen jälkeen. Vastaavanlaista käyttäytymistä on havaittu myös muissa tutkimuksissa, joissa kaloja on siirretty verrattain lyhyitä matkoja (esim. Helle 1966; Heggberget ym. 1986). Osa Ahvenkoskelle palanneista kaloista palasi kuitenkin takaisin Klåsaröhön.

Paaskosken säännöstelypadolta ei tapahtunut ohjuoksutusta seurannan aikana. Kaloja havaittiin silti Paaskosken padon alapuolisessa uomassa, mutta kalat eivät nousseet kuitenkaan aivan padolle saakka. Klåsarön neulapato houkutteli kaloja enemmän. Useimmat Klåsarön kaloista käväisivät neulapadon haarassa seurannan aikana. Padolla oli seurannan aikana käynnissä patoluukkujen uusiminen, ja padon läpi virtasi hyvin pieni vesimäärä. Yksi kaloista käväisi aivan neulapadon alla toistuvasti.

Suurin osa Klåsarön kaloista suuntasi vapautuksen jälkeen kuitenkin ylävirtaan ja asettui pitkäksi aikaa Klåsarön voimalaitoksen alapuolelle. Voimalaitoksella kalat liikkuvat seurannan aikana pääasiassa aivan voimalaitoksen edessä turbiinikanavan suulla. Kauempana voimalaitoksesta paikannetut kalat olivat turbiinivirran vasemmassa laidassa keskellä jokiuomaa. Voimalaitoksen edustalla tehdyt sijainninmääritykset painottuivat aivan voimalaitoksen eteen ja virtaamamallinnuksen perusteella kalojen liikehdintä näyttäisi painottuneen lähellä pintaa olevan rauhallisen virtauksen alueelle turbiinivirtojen päälle ja niiden väliin (Kuva 12). Kalat uivat usein turbiinikanavan päällä olevan betonikannen alle. Kannen alla oli ilmeisesti rauhallisempia virran alueita imuputkien välissä, laidoilla ja päällä, missä kalat pystyivät olemaan turbiinikanavassa pitempiäkin aikoja.



Kuva 12. Virrannopeusvyöhykkeet lähellä pintaa Klåsarön voimalaitoksen alakanavassa mallinnettuna turbiinivirtaamille 60+60 m³/s (yläkuva) ja lähetinkalojen sijaintien jakautuminen seurannan aikana (alakuva). Alemmassa kuvassa on esillä myös nopeusvyöhykkeiden rajat. Turbiinivirtaamat olivat seurannan aikana alhaisemmat kuin kuvassa esitetyt tasot. Mallinnustiedot: LUKE.

Syyskuun lopulla avattiin Klåsarön vanhan voimalaitoksen alla oleva ohijuoksutusluukku. Luukusta tullut yhden kuution virtaama pyörteili voimakkaasti vanhan laitoksen alla, ja siitä syntyi vain heikko virtaus uuden laitoksen vasemmanpuoleiselle nurkalle. Uusi virtaus oli kuitenkin havaittavissa ja kiinnosti kaloja, ja virrassa nähtiin uiskentelevan pieniä parvikaloja. Myös lohet reagoivat virtaukseen liikkumalla muita ajanjaksoja enemmän vanhan voimalaitoksen läheisyydessä ohijuoksutusvirtauksen kohdalla.

5. Johtopäätökset ja suositukset kalatiesuunnittelulle

5.1. Ahvenkoski

Kalojen liikehdintä keskittyi seurannan aikana vallinneissa olosuhteissa selvästi alakanavan yläosalle ja voimalan alle. Tämän perusteella kalatien sisäänkäynnin tulisi sijoittua 0–70 metrin etäisyydelle voimalaitoksesta. Voimalaitoksen alla kalat liikkuvat selvästi enemmän kanavan oikeassa (idänpuoleisessa) reunassa hyvin lähellä voimalaitosta. Kalatien sisäänkäynnin sijoittaminen alakanavan oikeaan yläkulmaan olisi tämän perusteella hyvä ratkaisu. Turbiinivirtaus nousee kuitenkin oikealla puolella pintaan lähempänä laitosta, ja erityisesti suuremmilla virtaamilla kalatien houkutusvirtaus sekoittuisi pinnalle syöksyvään turbulenttiseen virtaukseen ja sen vaikutusalue jäisi lyhyeksi.

Kalat liikkuvat paljon myös alakanavan vasemmassa reunassa laitoksen edustalla. Tällä reunalla virtausolosuhteet ovat rauhallisemmat ja rauhallisen virtauksen alue on laajempi. Vasempaan yläkulmaan sijoittuva kalatien houkutusvirtaama erottuisi ympäristöstään selvästi, ja sen vaikutusalue olisi pitempi. Tähän nurkkaukseen muodostuu paluuvirtaus (ns. akanvirta), joka saattaa häiritä kalojen hakeutumista kalatiehen. Paluuvirtaus on kuitenkin heikohko ja se saattaa kumoutua jo pelkän kalatievirtaaman vaikutuksesta. Paluuvirtauksen vaikutus voidaan huomioida myös kalatien suunnittelussa ja se voidaan eliminoida sisäänkäynnin rakenteilla.

Kalatien sisäänkäynti tulisi sijoittaa pintaan nousevien turbulenttisten virtausten yläpuolelle niin, että kalatien houkutusvirtaus säilyy eheänä eikä sekoitu turbiinivirran kuohuihin. Käytännössä tämä tarkoittaa sisäänkäynnin sijoittamista aivan voimalaitoksen seinämän tasalle. Vanhan kalahissin sisäänkäynti sijoittuu tässä mielessä optimaaliseen paikkaan ja sen mahdollista hyödyntämistä uuden kalatien toteutuksessa kannattaa harkita edelleen.

Toisaalta kalatievirtaaman houkuttavuus on parhaimmillaan, kun se yhtyy tasaiseen virtaamaan. Ahvenkosken alakanavassa turbulenttinen virtaus tasaantuu virtaaman määrästä riippuen muutaman kymmenen metrin päässä laitoksesta. Tasaisen virtaaman alueelle kauemmas laitoksesta sijoitettu kalatien sisäänkäynti saattaisi kuitenkin kalojen seurantatietojen perusteella sijoittua liian alas, kalojen pääasiassa käyttämän vyöhykkeen alapuolelle. Toisaalta kaloja oleili ja liikkui paljon myös tällä vyöhykkeellä, ja sisäänkäynti tällä alueella saattaisi toimia hyvin. Virtaamamallinnusten ja seurantatietojen perusteella kalatien sisäänkäynti kannattaisi sijoittaa ensisijaisesti kanavan vasemmalle laidalle.

Ahvenkosken voimalaitoksella tapahtuu ohijuoksutuksia harvoin ja ne ovat yleensä lyhytkestoisia. Silloin, kun pitempiketoista ohijuoksutusta kuitenkin tapahtuu, kalojen hakeutuminen ohitusuoman puolelle on todennäköistä. Näitä tilanteita

varten kalatiessä olisi hyvä olla toinen sisäänkäynti myös ohitusuoman puolella. Lyhyt ohijuoksutus ei saanut kaloja siirtymään vanhan uoman puolelle, mutta useita kaloja nousi lähelle patoa seurannan aikana vaikka uomassa ei ollut virtaamaa. Tämän perusteella voidaan olettaa, että ohijuoksutusuoman puolelta tuleva jatkuva kalatievirtaama houkuttelisi ainakin jonkin verran kaloja nousemaan uomaan ja edelleen kalatiehen. Uoman puoleinen sisäänkäynti voidaan suunnitella sellaiseksi, että se on käytössä vain silloin, kun padolta tapahtuu ohijuoksutusta. Muina aikoina kalatiehen käytettävissä olevat vedet tulisi keskittää alakanavan puoleiselle sisäänkäynnille.

Kalatiehen ulottaminen jokisuulle oli esillä yhtenä vaihtoehtona aiemmassa kalatieselvityksessä. Tämän seurannan tulosten perusteella tämä vaihtoehto vaikuttaisi heikosti perustellulta. Kalat liikkuvat paljon myös jokisuulla, mutta seurannan aikaisissa virtaamaolosuhteissa liikehdintä painottui selvästi alakanavan yläosalle. Suuremmilla virtaamilla ja virtausnopeuksilla kalojen sijoittuminen ja liikkuminen alueella saattaa kuitenkin olla jossakin määrin erilaista.

5.2. Klåsarö

Klåsarön voimalaitokselle nousseiden kalojen liikehdintä keskittyi aivan laitoksen turbiinikanavan edustalle. Havaintojen painopiste oli kuitenkin hieman enemmän turbiinivirran vasemmalla laidalla. Ohijuoksutusluukusta juoksettu virtaus lisäsi havaintojen määrää vasemmalla laidalla ja etenkin ohijuoksutuskanavan kohdalla vanhan voimalaitoksen edustalla. Tälle kohtaa purkautuva kalatievirtaus houkuttelisi kaloja todennäköisesti hyvin. Houkutusvirtaus tulee suunnata niin, että se ei sekoitu turbulenttiseen voimalaitosvirtaukseen vaan suuntautuu turbiinivirtauksen vasempaan laitaan ja yhtyy tasaantuneeseen päävirtaukseen alempana.

Neulapadon haara houkutteli jossakin määrin kaloja, vaikka padolta tuli vain hyvin pieni virtaama. Suurempi kalatievirtaama lisäisi todennäköisesti uomaan hakeutuvien kalojen määrää. Uoman alapuolella sijaitseva laaja suvantoalue heikentää kuitenkin neulapadolta tulevan virtaaman havaittavuutta, ja suvanto voi olla riskialuetta (verkkokalastus) vaeltaville kaloille

Myös Paaskosken uoma kiinnosti kaloja jossakin määrin. Useimmat lähetinkalat havaittiin Paaskosken haarassa, mutta yksikään ei edennyt aivan padolle saakka. Paaskosken säännöstelypadolla ei ollut seurannan aikana juoksetusta. Säännöstelypadolla on ajoittain suuriakin juoksetuksia ja silloin Paaskosken uomaan hakeutuu todennäköisesti paljonkin kaloja.

6. Kirjallisuus

Helle, J. H. 1966. Behaviour of displaced adult pink salmon. – Transactions of the American Fisheries Society 95: 188–195.

Heggberget T. G., Hansen, L. P. & Nædje, T. F. 1986. Within-river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45: 1691–1698.

Karppinen, P. 2014. Lohen nousuvaellus Kymijoessa vuosina 2012 ja 2013 – virtaamaolosuhteiden ja säännöstelyn vaikutus kalojen liikkeisiin. Kala- ja vesijulkaisuja 132. Kala- ja vesitutkimus Oy.

Sitowise Oy, 2018. Selvitys kalankulkuvaihtoehdoista Ahvenkosken ja Klåsarön voimalaitosten ohi. Helen Oy.

7. Kiitokset

Ben ja Disa Henriksson,

Panu Orell ja Mikko Jaukkuri (LUKE)

Juha Alvari (Maintpartner Oy),

Ahvenkosken vapakalastajat:

Ingvar Mickos

Kimmo Ahokas

Tommi Tähtinen

Christer Westermarck

Anssi Iso-Heiniemi

Mikko Tolonen

Allen Dany

Erkka Langi

Markus Rajala

Jari Hiekkö

Kari Ala-Karjula

Mikko Majanne

Jyri Hievanen

Mika Oras

Niko Rantalainen

Tommi Koponen

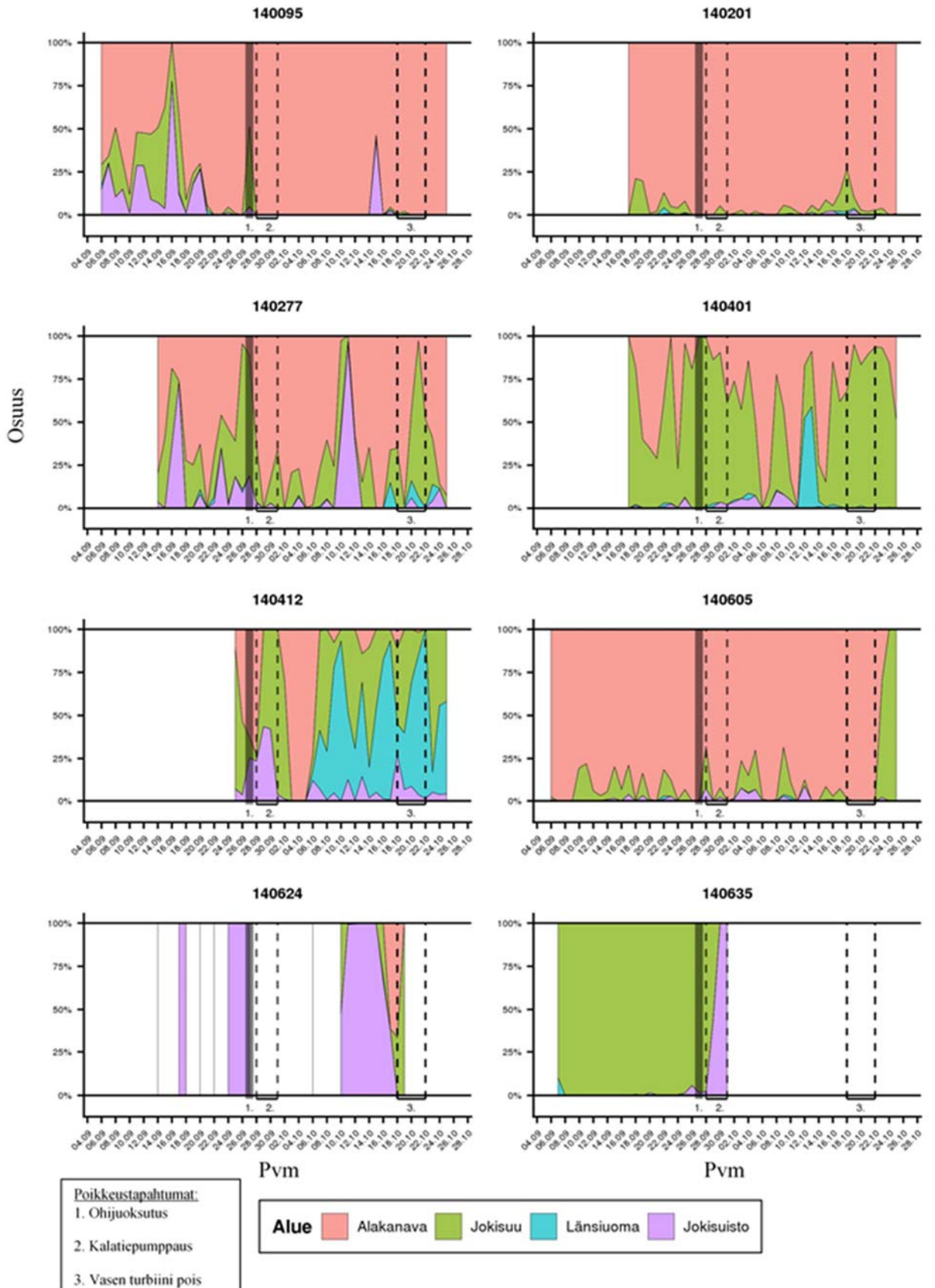
Malik Bentaieb

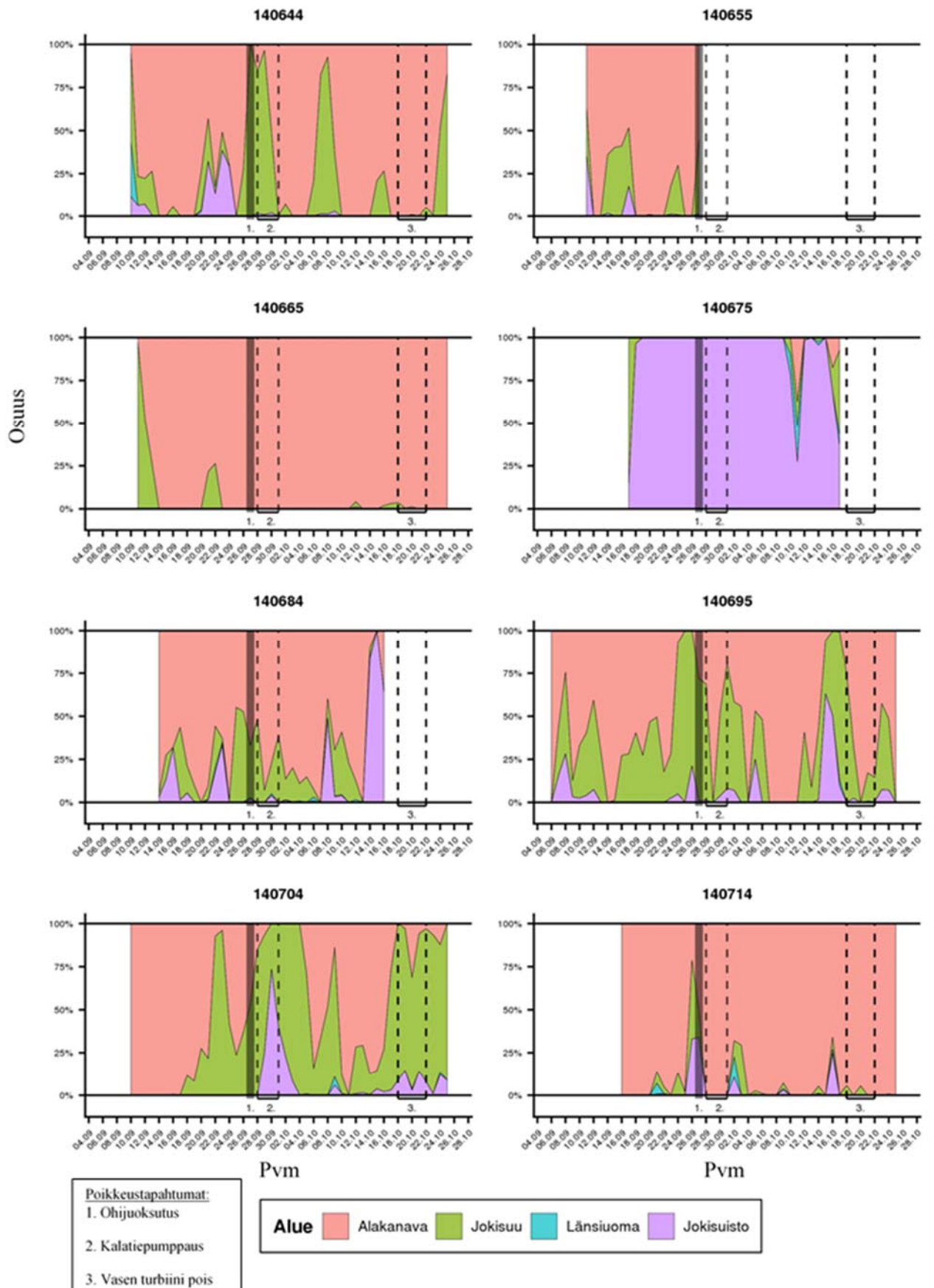
Mika Stark

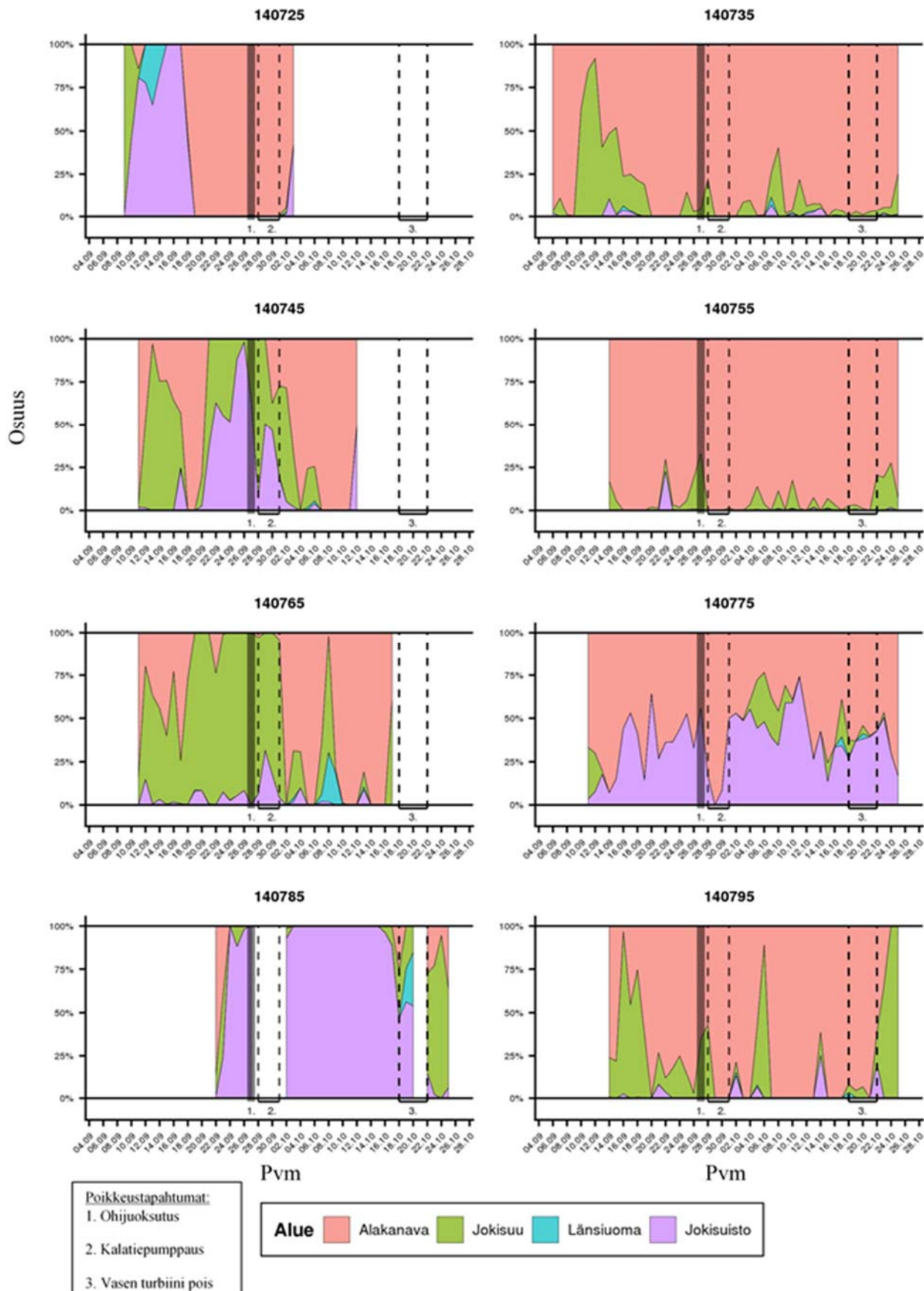
Liite 1. Tietoja lähettimellä merkityistä kaloista.

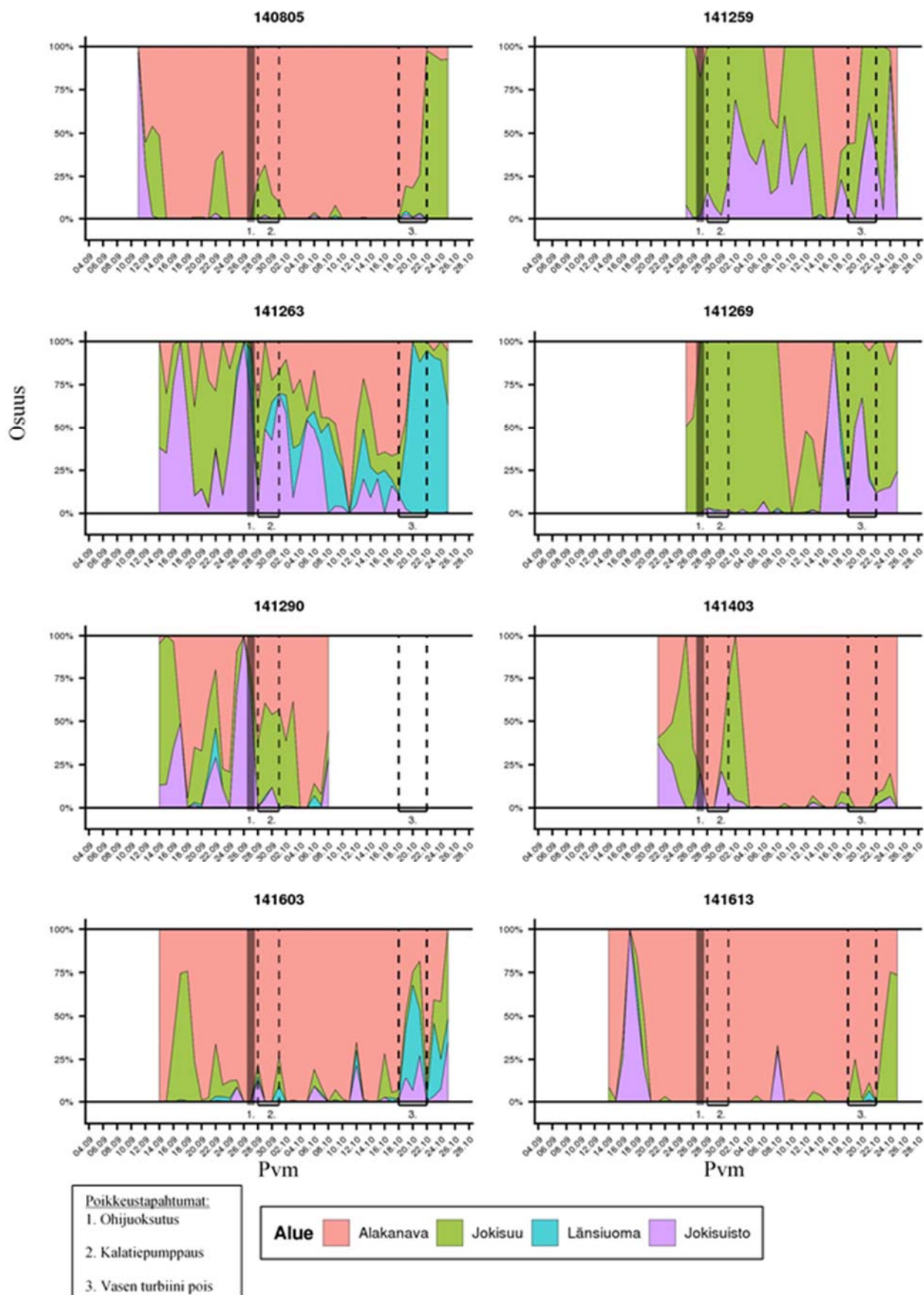
kala nro	pituus	suku-puoli	rasva- evä	merkintä- pvm.	Pääosa kaloista pyydetty rysällä, poikkeukset tästä mainittu erikseen. Klåsarön kalat harmaalla pohjalla taulukon alareunassa.
140095	72	N	K	5.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, jokisuulla 14.11.
140201	90.5	N	E	16.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, jokisuulla 14.11.
140277	82	N	E	13.9.2018	liikkuu paljon alueiden välillä, jokisuulla 14.11.
140401	92	K	E	16.9.2018	liikkuu jokisuun ja alakanavan välillä, myös länsiuomassa, jokisuulla 14.11.
140412	74	K	E	24.9.2018	liikkuu erityisen paljon alueiden välillä ja länsiuomassa
140605	76	K	E	5.9.2018	eimmäkseen alakanavassa, jokisuulla 14.11.
140615	63	K	K	10.9.2018	katoaa merelle 11.9.
140624	87	N	E	13.9.2018	istutettu 2016 Pernoonkoski, liikkuu pääasiassa kaukana jokisuistossa ja seuranta-alueen ulkopuolella
140635	52	K	K	6.9.2018	pyydetty vapavälineillä, katoaa merelle 30.9., palannut Ahvenkoskelle seurannan päätyttyä, jokisuu 14.11.
140644	82	N	E	10.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, jokisuulla 14.11.
140655	66	K	E	10.9.2018	siirtyy itähaaraan Koivukoskelle
140665	66	K	E	10.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, jokisuulla 14.11.
140675	95	N	E	16.9.2018	pyydetty vapavälineillä, enimmäkseen jokisuistossa, jää kalastajan pyydyksiin 21.10.
140684	89.5	N	E	13.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, mutta liikkuu myös muualla, jää kalastajan pyydyksiin 15. lokakuuta
140695	68	K	K	5.9.2018	liikkuu paljon alueiden välillä
140704	93	K	K	9.9.2018	pyydetty vapavälineillä, liikkuu paljon alueiden välillä, käy myös länsiuomassa
140714	85	N	E	15.9.2018	pyydetty vapavälineillä, pääasiassa alakanavassa, käy myös länsiuomassa
140725	73	K	E	8.9.2018	istutettu 2017 Ahvenkoski, pyydetty vapavälineillä, jokisuistossa ja länsiuomassa, alakanava, katoaa 3.10.
140735	80	K	E	5.9.2018	enimmäkseen alakanavassa
140745	75	K	E	10.9.2018	jokisuulla ja -suistossa sekä alakanavassa
140755	67	K	K	14.9.2018	pääasiassa alakanavassa
140765	75	K	E	10.9.2018	sekä jokisuulla että alakanavassa, myös länsiuomassa
140775	94	N	E	10.9.2018	paljon jokisuistossa ja alakanavassa, myös länsiuomassa
140785	77	N	K	13.9.2018	enimmäkseen jokisuiston alueella, myös länsiuoma
140795	54	K	E	13.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, mutta käy myös muualla
140805	82.5	N	E	10.9.2018	enimmäkseen alakanavassa
141259	85	N	K	24.9.2018	liikkuu paljon kaikilla alueilla paitsi länsiuomassa
141263	70	K	K	13.9.2018	liikkuu erityisen paljon alueiden välillä, myös länsiuomassa
141269	65.5	K	E	24.9.2018	enimmäkseen jokisuulla, jokisuulla 14.11.
141290	91	N	E	13.9.2018	liikkuu paljon kaikilla alueilla, katoaa merelle 8.10.
141403	86	N	E	12.9.2018	pyydetty vapavälineillä, aluksi jokisuu-alakanava-länsiuoma, lokakuussa pääasiassa alakanava
141603	74	K	E	13.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, mutta liikkuu myös länsiuomassa
141613	61.5	K	E	13.9.2018	enimmäkseen alakanavassa
141624	73	K	E	16.9.2018	liikkuu erityisen paljon, myös länsiuomassa, jokisuulla 14.11.
141691	52	K	K	16.9.2018	pyydetty vapavälineillä, enimmäkseen alakanavassa, jokisuulla 14.11.
141724	76	K	E	13.9.2018	liikkuu erityisen paljon alueiden välillä, jokisuulla 14.11.
141743	58	K	K	5.9.2018	enimmäkseen alakanavassa, mutta liikkuu myös muualla
141753	92.5	N	E	10.9.2018	syyskuussa pääasiassa jokisuulla, lokakuussa alakanavassa
140252	97	K	E	24.9.2018	kalasta viimeinen havainto 8.10. Paaskosken haara
140302	85.5	K	K	19.9.2018	pyydetty vapavälineillä, kutupuuhiissa Paaskoskelle päin menevässä uomassa lokakuun lopulla
140351	90	N	E	19.9.2018	kutupuuhiissa Paaskoskelle päin menevässä uomassa lokakuun lopulla
141000	63	K	K	24.9.2018	pelkkä lähetin Klåsarön alla 12.10. alkaen
141633	84	N	E	19.9.2018	edelleen Klåsarössä 14.11.
141642	75.5	K	E	19.9.2018	pyrkii ylös Klåsarön neulapadolta, käy Ahvenkosken voimalaitoksella 9.-10.10., löytyy rannalta puoliiksi syötynä 17.10.
141653	60	K	K	21.9.2018	pyydetty vapavälineillä, ei käy Klåsarössä, Ahvenkosken patoaltaalla 23.9., alas voimalaitoksesta 2.10., liikkuu jokisuulla, länsiuomassa, käväisee laitoksen alla, katoaa merelle 8.10.
141663	87	N	E	19.9.2018	pyydetty vapavälineillä, kutupuuhiissa Paaskoskelle päin menevässä uomassa lokakuun lopulla
141673	70.5	K	E	24.9.2018	pyydetty vapavälineillä, ei nouse Klåsarön alle, alas Ahvenkoskelta tod.näk. 26.9., laitoksen alla, länsiuomassa, katoaa jokisuulta 12.10.
141682	83	N	E	19.9.2018	liikkuu laitosten välillä useaan kertaan, käy Ahvenkoskella voimalaitoksen välpien edessä 12.10.
141703	67.5	K	E	21.9.2018	liikkuu Klåsarön ja Ahvenkosken välillä, Ahvenkosken patoallas 29.10.
141713	53	K	K	22.9.2018	pyydetty vapavälineillä, vapautettu voimalaitoksen alle, liikkuu paljon jokialueella ja Ahvenkosken patoaltaalla, jokisuussa 14.11.
141732	70	K	E	21.9.2018	pyydetty vapavälineillä, Ahvenkosken patoaltaalle 15.10., alas seurannan jälkeen, jokisuussa 14.11.
141753	70	K	K	19.9.2018	kutupuuhiissa Paaskoskelle päin menevässä uomassa lokakuun lopulla
141782	96	K	E	21.9.2018	liikkuu voimalaitosten välillä, Ahvenkosken patoaltaalla 7.-16.10., palaa Klåsaröhön, alas Ahvenkosken voimalaitoksen läpi 22.10., katoaa merelle 25.10.
141794	75	K	K	21.9.2018	kutupuuhiissa Paaskoskelle päin menevässä uomassa lokakuun lopulla

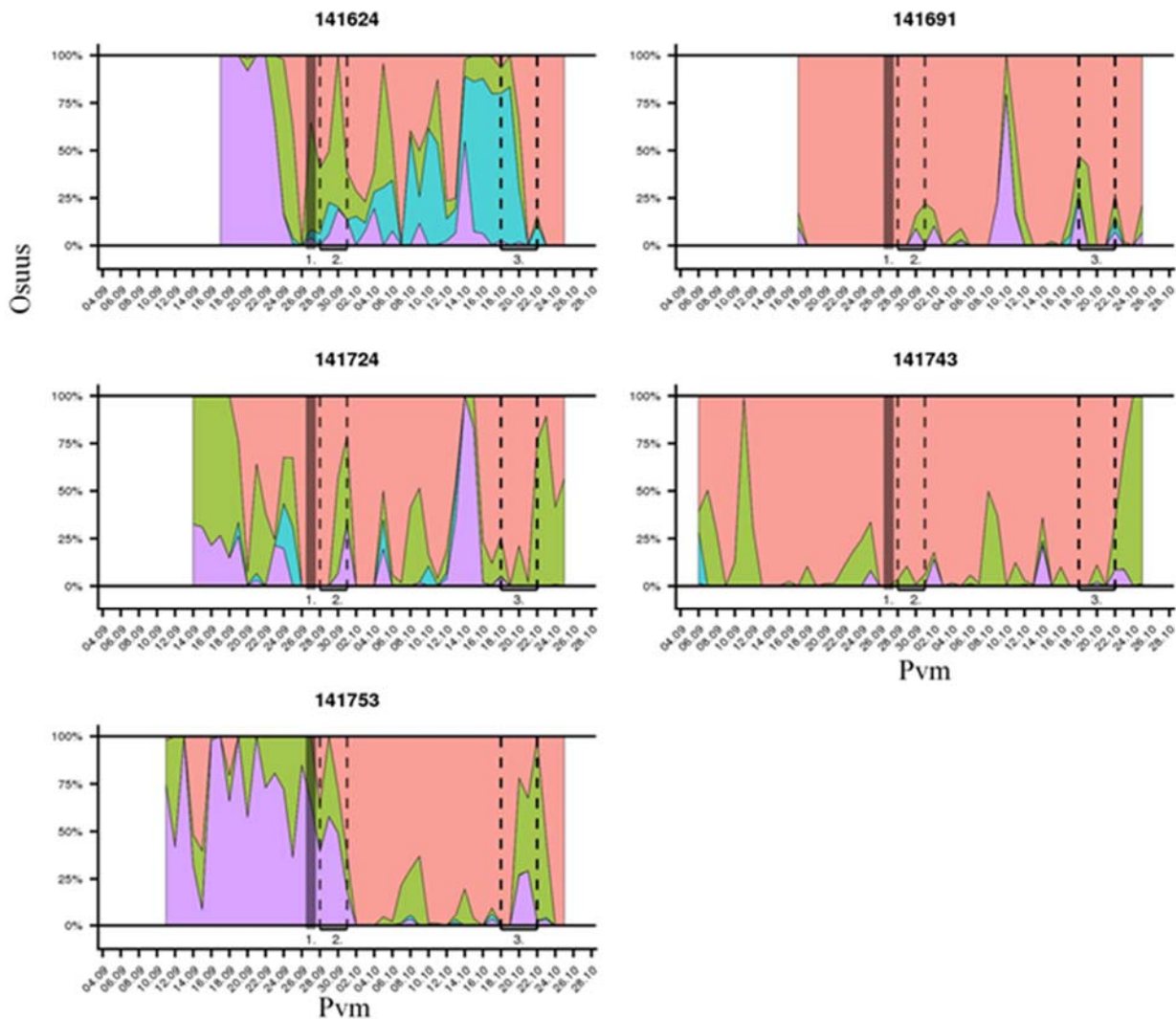
Liite 2. Ahvenkosken lohien ajankäytön päivittäinen jakautuminen eri seuranta-alueilla. Yksilöt numerojärjestyksessä.











Poikkeustapahtumat:
 1. Ohjjuoksutus
 2. Kalatiepumppaus
 3. Vasen turbiini pois päältä

Alue Alakanava Jokisuu Länsiuoma Jokisuisto