



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

Tutkimuksia  
**2/2022**

# Kalojen ylisiirtojen riskit ja riskinhallinnan kehittäminen





# Kalojen ylisiirtojen riskit ja riskinhallinnan kehittäminen



## Tekijät

Maria Uusitalo<sup>1</sup>, Petri Heinimaa<sup>2</sup>, Marjukka Rask<sup>1</sup>, Anna Maria Eriksson-Kallio<sup>1</sup>, Riikka Holopainen<sup>1</sup>, Satu Viljamaa-Dirks<sup>1</sup>, Tapani Lyytikäinen<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup> Ruokavirasto <sup>2</sup> Luonnonvarakeskus)

## Kiitokset

Kiitos kaikille, jotka ovat auttaneet raportin aikaansaamiseksi tai kommentoineet raportin luonnosversiota. Erityisesti kiitämme seuraavia, aikaansa ja aineistoja projektin käyttöön luovuttaneita asiantuntijoita tai yrityksiä:

- Anttila Pasi (Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto)
- Hakulin Kajsa (Maa- ja metsätalousministeriö)
- Hämäläinen Katri (Fortum)
- Juntunen Sanna (Pohjois-Pohjanmaa ELY-keskus)
- Järvenpää Lasse (Suomen ympäristökeskus)
- Koski Perttu (Projektiryhmän jäsen 8/2020 asti)
- Kuukka-Anttila Hanna (Ruokavirasto)
- Leinonen Mari-Erika (Pohjois-Pohjanmaan aluehallintovirasto)
- Marttila Maare (Lapin ELY-keskus)
- Oikarinen Jyrki (Montan Lohi Oy)
- Pakarinen Tapani (Luonnonvarakeskus)
- Pirinen Pirkko (Lapin aluehallintovirasto)
- Pylväs Mika (Voimalohi Oy)
- Rahikkala Vesa (Voimalohi Oy)
- Romakkaniemi Atso (Luonnonvarakeskus)
- Rossow Heidi (Ruokavirasto)
- Seppä-Lassila Leena (Ruokavirasto)
- Tuomola Juha (Ruokavirasto)

Lisäksi kiitämme muita asiantuntijoita, yhteistyötahoja ja yrityksiä projektin aineistojen sekä taustatietojen toimittamisesta:

- Ahola Juhani (Rovakaira Oy)
- Aronsuu Kimmo (Nahkiaisasiantuntija)
- Holmström Antti (Hirvaskosken Sähkö Oy)
- Huhtala Jarmo (Lapin ELY-keskus)
- Jordas Kim (Suomen Ammattikalastajaliitto)
- Keränen Pekka (Kalatalouspalvelut Pekka A. Keränen)
- Orell Panu (Luonnonvarakeskus)
- Sholberg Mika (Fishheart Ltd/Kalasydän Oy)
- Sipola Antti-Pekka (PVO-Vesivoima Oy)
- Suomalainen Niko (Loiste Energia Oy)
- Tuohino Jukka (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus)
- Väyrynen Tarja (Oulun Energia)

# Kuvailulehti

<b>Julkaisija</b>	Ruokavirasto
<b>Tekijät</b>	Maria Uusitalo <sup>1</sup> , Petri Heinimaa <sup>2</sup> , Marjukka Rask <sup>1</sup> , Anna Maria Eriksson-Kallio <sup>1</sup> , Riikka Holopainen <sup>1</sup> , Satu Viljamaa-Dirks <sup>1</sup> , Tapani Lyytikäinen <sup>1</sup>
<b>Julkaisun nimi</b>	<b>Kalojen yli siirtojen riskit ja riskinhallinnan kehittäminen</b>
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Ruokaviraston tutkimuksia 2/2022
<b>Julkaisuaika</b>	4/2022
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-035-0
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Sivuja</b>	99
<b>Kieli</b>	Suomi
<b>Asiasanat</b>	Kalojen yli siirrot, tautiriskien tunnistus, yli siirtoprosessi, riskinhallintakeinot
<b>Kustantaja</b>	Ruokavirasto
<b>Taitto</b>	Ruokavirasto, käyttäjäpalvelujen yksikkö
<b>Julkaisun jakaja</b>	Sähköinen versio: ruokavirasto.fi

## Tiivistelmä

Kalojen yli siirrot ovat yksi kalataloudellinen hoitotoimenpide vaelluskalakantojen elvyttämisessä. Yli siirrossa emokaloja siirretään jokeen: nousuesteen alapuolelta yläpuolisiin vesistöihin, jotta ne pääsevät lisääntymisalueilleen. Projektissa laadittiin riskiprofiili, jossa kuvataan yli siirtoprosessi kolmella joella (Kemijoki, Iljoki ja Oulujoki) ja tarkasteluun valittujen kalatautien (IHN, IPN, ISA, SAV ja VHS) leviämisen riskiin liittyviä seikkoja yli siirroissa käytettyjen lajien (lohi, taimen, nahkiainen) osalta. Lisäksi pyrittiin tunnistamaan prosessiin liittyvät riskitekijät ja riskinhallintakeinot. Merestä sisävesistöihin tehtävät yli siirrot ovat riippuvaisia tautitilanteesta - tällä hetkellä yli siirrot ovat luvanvaraisia.

Lohi ja meritaimen tekevät pitkän syönnösvaelluksen, minkä aikana ne voivat kohdata luonnossa esiintyviä tauteja. Lohen syönnösvaellus ulottuu pidemmälle ja se voi kohdata tauteja laajemmalla alueella kuin meritaimen, joka vaeltaa lähellä rannikkoa. Jos kala sairastuu syönnösvaelluksen aikana, sen kyky palata takaisin jokeen alenee mm. uimiskyvyn heikkenemisen vuoksi. On kuitenkin mahdollista, että jokisuuhun palaa syönnösvaellukselta kala, joka voi tartuttaa tauteja muihin kaloihin. Palaavalla kalalla ei välttämättä ole ulkoisia merkkejä kantamastaan viruksesta.

Arvioinnissa mukana olleiden jokien yli siirroissa piilevä tautiriski vaikuttaa suhteellisen pieneltä, koska kalatautiseurantaa on tehty jo pitkään eikä tautitilanteita ole ilmennyt. Itämeri on kuitenkin avoin järjestelmä ja uusia tauteja voi tulla Itämereen niin luonnonkalojen liikkeen kuin kalanviljelyn kautta. Nykyiset seurantamäärät kestävät suhteellisen hyvin myös tämän tekijän tuoman epävarmuuden tautien esiintyvyyteen. Jos seuranta lopetetaan, varmuus tautivapaudesta ryhtyy alenemaan. Niinpä seurantaa ei kannata lopettaa edes näiden jokien osalta.

Jotta kalatautiriski ja sen mahdolliset muutokset tunnetaan, kalatautinäytteiden säännöllinen ottaminen ja tutkiminen on tärkeää. Näytteeksi tulee toimittaa sairaiden yksilöiden lisäksi ulkoisesti terveen näköisiä kaloja, koska virustaudit eivät välttämättä näy ulkoisesti. Myös jokisuilla, niissä vesistöissä, joissa vasta suunnitellaan yli siirtoja, tulisi tehdä ennakkoon kalatautiseurantaa.

# Beskrivning

<b>Utgivare</b>	Livsmedelsverket
<b>Författare</b>	Maria Uusitalo <sup>1</sup> , Petri Heinimaa <sup>2</sup> , Marjukka Rask <sup>1</sup> , Anna Maria Eriksson-Kallio <sup>1</sup> , Riikka Holopainen <sup>1</sup> , Satu Viljamaa-Dirks <sup>1</sup> , Tapani Lyytikäinen <sup>1</sup>
<b>Publikationens titel</b>	<b>Risker vid flyttning av fisk förbi vandringshinder och utveckling av riskhantering</b>
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Livsmedelsverkets forskningsrapporter 2/2022
<b>Utgivningsdatum</b>	4/2022
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-035-0
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Sidantal</b>	99
<b>Språk</b>	Finska
<b>Nyckelord</b>	Flyttning av fisk förbi vandringshinder, identifiering av risker för sjukdomar, process för flyttning av fisk förbi vandringshinder, riskhanteringsmetoder
<b>Förläggare</b>	Livsmedelsverket
<b>Layout</b>	Livsmedelsverket, enheten för interna stödtjänster
<b>Distribution</b>	Elektronisk version: livsmedelsverket.fi

## Referat

Flyttning av fisk förbi vandringshinder är en vårdåtgärd inom fiskenäringen för att återuppliva vandringsfiskstammar. I flyttningen flyttas stamfiskar till en älv: upp förbi vandringshinder till vattendrag, för att kunna nå platser där de leker. För projektet utarbetades en riskprofil som beskriver flyttningsprocessen i tre älvar (Kemi älv, Ijo älv och Ule älv) och faktorer i samband med spridningsrisken av de fisksjukdomar (IHN, IPN, ISA, SAV och VHS) som utvalts för granskning för de arter (lax, öring, nejonöga) som flyttats. Dessutom var syftet att identifiera riskfaktorer och riskhanteringsmetoder i anslutning till processen. Flyttningar av fisk från hav förbi vandringshinder till insjövattendrag är beroende av sjukdomsläget – för närvarande kräver flyttningar tillstånd.

Laxen och havsöringen vandrar långt för att hitta föda och kan under vandringen utsättas för sjukdomar som förekommer i naturen. Laxens vandring efter föda är längre och den kan utsättas för sjukdomar på ett större område än havsöringen, som vandrar nära kusten. Om fisken insjuknar under vandringen efter föda, minskar dess förmåga att återvända till älven bl.a. på grund av försvagad simförmåga. Det är dock möjligt att fiskar som vandrat efter föda återvänder till älvmynningen och smittar andra fiskar. Återvändande fiskar har inte nödvändigtvis yttre tecken på de virus de bär.

I flyttningar som görs i de älvar som omfattades av utredningen verkar risken för sjukdom vara relativt liten, eftersom man redan länge följt upp fisksjukdomar och inga smittofall konstaterats. Östersjön är dock ett öppet system och nya sjukdomar kan komma till Östersjön både via vilt levande fiskar och fiskodling. De nuvarande uppföljningsvolymerna tål även den osäkerhet som denna faktor medför för incidensen av sjukdomar relativt väl. Om uppföljningen upphör, börjar säkerheten för sjukdomsfrihet minska. Därför bör uppföljningen inte heller slopas för dessa älvar.

För att kunna känna fisksjukdomsriskerna och eventuella förändringar är det viktigt att regelbundet ta prover på och undersöka fisksjukdomar. Utöver sjuka individer ska dessutom fiskar som på utsidan ser friska ut levereras, eftersom virussjukdomar inte alltid ger upphov till yttre symtom. Proaktiv uppföljning av fisksjukdomar bör även göras vid de älvmynningar, i de vattendrag där flyttningar först planeras.

# Description

<b>Publisher</b>	Finnish Food Authority
<b>Authors</b>	Maria Uusitalo <sup>1</sup> , Petri Heinimaa <sup>2</sup> , Marjukka Rask <sup>1</sup> , Anna Maria Eriksson-Kallio <sup>1</sup> , Riikka Holopainen <sup>1</sup> , Satu Viljamaa-Dirks <sup>1</sup> , Tapani Lyytikäinen <sup>1</sup>
<b>Title of publication</b>	<b>Risks in trap and transport of fish, and the development of risk management</b>
<b>Series and publication number</b>	Finnish Food Authority Research Reports 2/2022
<b>Publications date</b>	4/2022
<b>ISBN PDF</b>	978-952-358-035-0
<b>ISSN PDF</b>	2490-1180
<b>Pages</b>	99
<b>Language</b>	Finnish
<b>Keywords</b>	Trap and transport, identification of disease risks, trap-and-transport process, risk management methods
<b>Publisher</b>	Finnish Food Authority
<b>Layout</b>	Finnish Food Authority, In-house Services Unit
<b>Distributed by</b>	Online version: <a href="http://foodauthority.fi">foodauthority.fi</a>

## Abstract

Trap and transport is a fisheries management method for reviving migratory fish stocks. In the trap-and-transport process, fish are transported to a river: from water bodies downstream a barrier to upstream water bodies to help them reach their reproductive areas. A risk profile was prepared, describing the trap-and-transport process in three rivers (Kemijoki, Iijoki and Oulujoki) and factors associated with the risk of the spread of the fish diseases (IHN, IPN, ISA, SAV and VHS) selected for examination with regard to the species used in the trap-and-transport process (salmon, trout, European river lamprey) In addition, attempts were made to identify the risk factors and risk management methods related to the process. Fish trapped in the sea and transported into inland water bodies depend on the disease situation – currently, the trap-and-transport process is subject to a licence.

Salmon and sea trout undertake a long feeding migration, during which they may face natural diseases. For salmon, the feeding migration extends farther, and salmon may face diseases over a larger area than sea trout, which migrates close to coastal areas. If a fish individual catches a disease during a feeding migration, its ability to return to the river will decrease due to a reduced ability to swim. It is however possible that a fish individual returns to the river mouth after a feeding migration, infecting diseases to other fish. The returning individual may not necessary bear any external signs of the virus it carries.

The disease risk associated with the trap-and-transport process in the rivers included in the study seems relatively low, as fish diseases have already been monitored extensively and no diseases have been discovered. However, the Baltic Sea is an open system, and new diseases may be carried into the Baltic Sea through wild fish and fish farming. Furthermore, the current monitoring volumes withstand the uncertainty caused by this factor in the prevalence of diseases relatively well. If monitoring is stopped, the certainty over freedom from disease will decrease. This means that monitoring should not be stopped, not even in these rivers.

To identify the fish disease risk and any changes in it, it is important to regularly take and analyse fish disease samples. Samples should include not only diseased individuals, but also individuals that appear healthy, as viruses may not be visible externally. Fish diseases should also be monitored beforehand in river mouths and water bodies in which trap-and-transport processes are only being planned.

# Sisällys

<b>1 Johdanto</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Projektin tavoite</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Riskiprofiili</b> .....	<b>10</b>
3.1 Kohteena olevat joet .....	10
3.1.1 Oulujoki .....	15
3.1.2 Iijoki.....	15
3.1.3 Kemijoki.....	15
3.2 Ylisiirrettävät kalalajit .....	16
3.2.1 Lohi ( <i>Salmo salar</i> ) .....	16
3.2.2 Taimen ( <i>Salmo trutta</i> ) .....	18
3.2.3 Nahkiainen ( <i>Lampetra fluviatilis</i> ).....	20
3.3 Kalatalousvelvoitteet ja velvoiteistutukset .....	21
3.4 Profiloitavat patogeenit .....	22
3.4.1 IHN, Tarttuva vertamuodostavan kudoksen kuolio .....	22
3.4.2 IPN, Tarttuva haimakuoliotauti .....	24
3.4.3 ISA, Tarttuva lohen anemia .....	25
3.4.4 VHS, Virusperäinen verenvuotoseptikemia .....	26
3.4.5 SAV-viruksen aiheuttamat taudit .....	28
3.5 Kalojen ylisiirtoon vaikuttava lainsäädäntö .....	30
3.5.1 Taustaa Eläintautilainsäädännöstä ja sen vaikutus kalojen ylisiirtoihin aiemmin.....	30
3.5.2 Eläintautilainsäädäntö tällä hetkellä .....	30
3.5.3 Tautiluokitus tällä hetkellä.....	31
3.5.4 Luonnonvaraisten vesieläinten siirtäminen.....	31
3.6 Ylisiirtoprosessin kuvaus.....	32
3.6.1 Kalojen ylisiirtomenetelmä .....	32
3.6.2 Ylisiirrot Oulujoella .....	33
3.6.3 Ylisiirrot Iijoenjoella .....	35
3.6.4 Ylisiirrot Kemijoenjoella .....	37
3.6.5 Ylisiirron vaiheet .....	39
3.6.6 Kalasydän .....	42
3.6.7 Nahkiaisten ylisiirrot .....	42
3.6.8 Tautiseuranta ylisiirtojen yhteydessä.....	44
3.7 Riskin kohdentuminen – eli kalasto ylisiirron alueella ja alueen vesiviljely .....	47
3.7.1 Oulujoen kalasto .....	47
3.7.2 Iijoen kalasto .....	48
3.7.3 Kemijoen kalasto .....	48
3.7.4 Vesiviljelyn pitopaikkojen altistumispotentiaalin arviointi.....	49
3.8 Tautien esiintyminen Itämerellä ja ylisiirtojen keräyspaikalla.....	55
3.8.1 Esiintyminen luonnonkalaseurantojen perusteella .....	55
3.8.2 Esiintyminen vesiviljelyseurantojen perusteella .....	57
3.8.3 Toteutetun seurannan kyky havaita tauti .....	58



3.8.4 Seurantajärjestelmän tuottama varmuus ylisiirtojen tautiriskistä, kun otetaan huomioon aiempi jokikohtainen seuranta .....	60
3.8.5 Yhteenveto jokikohtaisesta kalatautiseurannasta.....	66
3.8.6 Seurantatulosten yhdistäminen näyttövoiman lisäämiseksi .....	66
3.9 Eläintautien leviämisen tunnistaminen ylisiirtoprosessissa.....	68
3.9.1 Lohi.....	68
3.9.2 Taimen .....	70
3.9.3 Nahkiainen .....	70
3.9.4 Ylisiirto ja sen toteuttamistavan vaikutus riskiin.....	71
3.10 Seurausvaikutukset ylisiirron tautiriskin toteutuessa .....	71
<b>4 Päätelemät .....</b>	<b>73</b>
4.1 Riskinhallintamahdollisuudet ennen ylisiirtoa.....	73
4.2 Riskinhallintamahdollisuudet ylisiirron aikana.....	76
4.3 Vaihtoehtoinen toiminta ylisiirtojen korvaajana.....	78
<b>5 Lähteet .....</b>	<b>81</b>
<b>Liite 1 Tutkimuksessa kerättyjen aineistojen kuvaus .....</b>	<b>90</b>
Kysely.....	90
Workshop.....	90
<b>Liite 2 Emokalaparvien perustamisprosessi Perämeren merellisistä kalakannoista .....</b>	<b>91</b>
<b>Liite 3 Montan kiinniottolaite.....</b>	<b>93</b>
<b>Liite 4 Taulukko: Taimenen ja lohen ylisiirtoprosessin vaiheet ja riskinhallintavaihtoehtoja suunnittelun ja toteutuksen osalta. ....</b>	<b>94</b>
<b>Liite 5 Taulukko: Nahkiaisien ylisiirtoprosessin vaiheet ja riskinhallintavaihtoehtoja suunnittelun ja toteutuksen osalta.....</b>	<b>96</b>
<b>Liite 6 Kysymyslista.....</b>	<b>98</b>

# 1 Johdanto

---

Kalojen ylisiirrot ovat yksi kalataloudellinen hoitotoimenpide vaelluskalakantojen elvyttämisessä, missä pyrkimyksenä on siirtää jokeen kudulle pyrkiviä emokaloja nousuesteen alapuolelta yläpuolisiin vesistöihin ja siten mahdollistaa kutevien kalojen pääsy lisääntymisalueille. Tämä on yksi keino yläpuolisten vesistöjen luontaisen poikastuotannon käynnistämiseen. Ylisiirtoihin liittyy kuitenkin myös riskejä, jotka kohdistuvat yläpuoliseen vesistöön ja sen kalastoon sekä vesistön alueella toimiviin kalanviljelylaitoksiin eli pitopaikkoihin.

Ylisiirrot ovat luvanvaraisia mutta luvanvaraisuuden juridinen perusta on muuttunut uuden eläintautilain (MMM 76/2021) ja siihen liittyvien asetusten (mm. 320/2021; 324/2021; 327/2021) mukana. Riskinhallinnan tueksi ei ole saatavilla kuvausta /analyysia toiminnan riskeistä eikä myöskään kuvausta relevanteista riskinhallintatoimenpiteistä. Ylisiirron riskinhallinnan helpottamiseksi on tarpeen tehdä riskiprofiili ylisiirtojen eläintautiriskistä ja kuvata konsepti, jolla voi hahmottaa yksittäisen ylisiirron eläintautiriskiä ja riskinhallintamahdollisuuksia. Lisäksi on tarpeen tunnistaa alueellisesti -vesistöjen nousuesteiden, kalanviljelyn paikkatietojen ja laitosten vesitysratkaisutietojen avulla – potentiaalisesti matalariskiset ylisiirtojen kohdealueet, suhteessa kalanviljelylaitoksiin.

Kalojen ylisiirrot linkittyvät myös kansallisen kalatiestrategian sekä kansallisen lohi- ja meritaimenstrategian tavoitteisiin eli pyrkimyksenä on lohi- ja taimenkantojen säilyttäminen (Valtioneuvosto 2012, MMM 2015). Vuonna 2019 tehdyn uhanalaisuusluokituksen mukaan Itämeren lohi (*Salmo salar*) luokiteltiin vaarantuneeksi, meritaimen (*Salmo trutta*) erittäin uhanalaiseksi lajiksi ja nahkiainen (*Lampetra fluviatilis*) silmällä pidettäväksi (Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus 2019), siksi näiden lajien säilyminen ja elinkierron mahdollistaminen tulee turvata.

## 2 Projektin tavoite

---

Projektin tavoitteena on laatia riskiprofiili, jossa kuvataan ylisiirtoprosessi kolmella joella ja tutkimuksen otettujen kalatautien leviämiskäyttöön liittyviä seikkoja ylisiirroissa käytettyjen lajien osalta. Lisäksi pyritään tunnistamaan prosessiin liittyvät riskitekijät ja riskinhallintakeinot.

Ensin kartoitetaan tautien esiintymiskäyttöön vaelluksen kohteena olevilla merialueilla ja toiseksi kutuvaelluksen ja ylisiirron vaikutus tautien puhkeamiseen mahdollisia taudinaiheuttajia kantavissa kaloissa. Tämän lisäksi selvitetään, millaista tutkimustietoa löytyy ylisiirtoprosessin eläintautiriskin hallinnasta ja sen keinoista. Profiilissa tunnistetaan vaaraan vaikuttavat tekijät ja sen vähentämiseen löytyvät keinot.

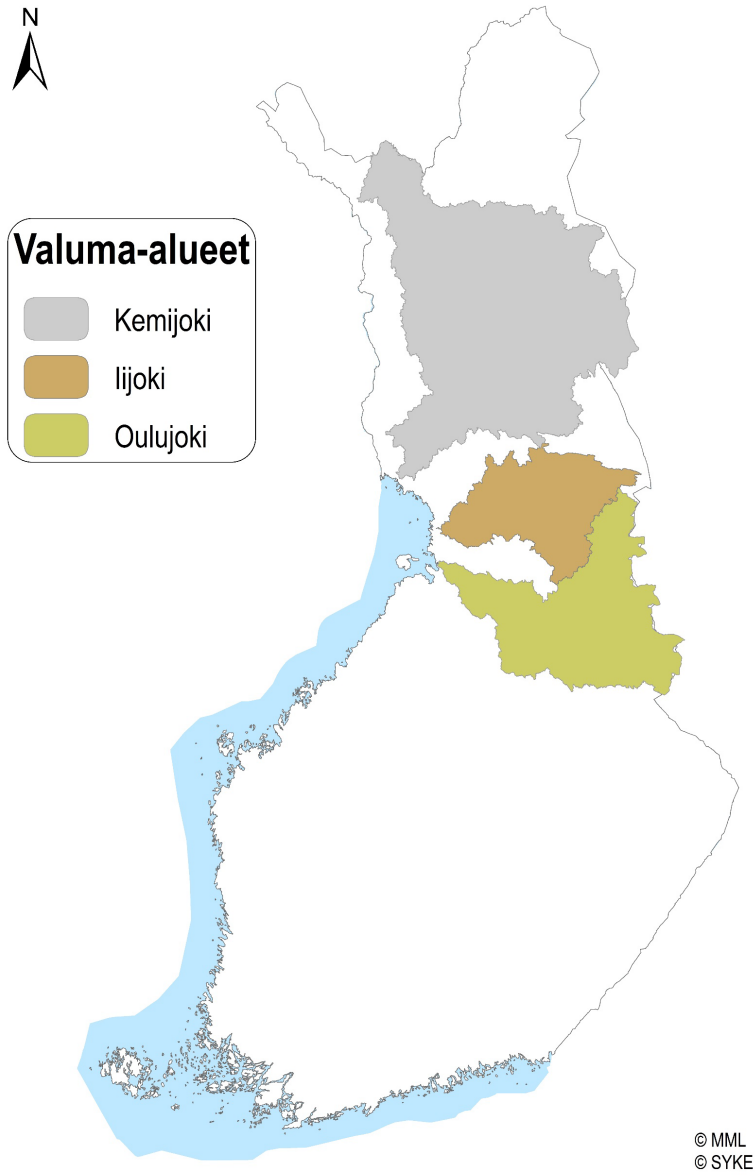
## 3 Riskiprofiili

### 3.1 Kohteena olevat joet

Riskiprofiiliin kohteeksi valittiin Pohjois-Suomessa olevia jokia, joissa on tehty lohien, taimenen ja nahkiaisien ylisiirtoja: Oulujoki, Iijoki ja Kemijoki (Taulukko 1). Kyseiset joet ovat valuma-alueeltaan suuria (Kuva 1) ja tarkempia tietoja tutkimusalueen voimalaitoksista on kerätty taulukoihin 2–4 (Taulukot 2–4).

**Taulukko 1.** Jokikohtaisia tietoja valuma-alueiden perusominaisuuksista. Taulukon pohja on lainattu teoksesta *Rakennettujen jokien kalataloudelle aiheutuneet vahingot ja kalatalousvelvoitteet* (Marttila ym. 2014) ja taulukkoon on tehty lisäyksiä. Voimalaitosten lukumäärässä on huomioitu kaikki valuma-alueen vesivoimalaitokset. Kalateissä on huomioitu sekä olemassa olevat ja suunnitellut. Oulujoen pituus Oulujärvestä merelle<sup>1</sup>, Iijoen pääuoman pituus<sup>2</sup> ja Kemijoen suurin<sup>3</sup> pituus (Marttila ym. 2014).

Joki	Valuma-alue (km <sup>2</sup> )	Keskivirtaama (m <sup>3</sup> /s)	Järvisyys nykytilassa (%)	Putouskorkeus (m, lähtöpaikka)	Pituus (km)	Joki-muodostumien kokonaispituus (km)	Voimalaitosten lukumäärä	Kalatiet (kpl) (suunnitteilla *)
Oulujoki (Oulujärven alapuoli)	22 845 (3 066)	263	11,5 (3,2)	122 (Oulujärvi)	107	1 896 (107) <sup>1</sup>	18 (8)	1 Merikoski
Iijoki	14 190	171	5,7	250 (Iijärvi)	340	2 203 (340) <sup>2</sup>	9	1 Raasakka* 1 Taivalkoski 1 Kostonjärvi
Kemijoki	51 127	571	4,3	230 (Kemahaara)	550 (suurin pituus)	6 286 (550) <sup>3</sup>	21 1 suunnitteilla	2 Isohaara



*Kuva 1. Tutkimukseen valittujen jokien valuma-alueet.*

**Taulukko 2. Oulujoen vesistöalueen vesivoimalaitokset yllimmästä voimalaitoksesta alkaen.**

Oulujoen vesistöalueen voimalaitokset	Toimija	Vesistö	Joki	Otettu käyttöön	Putouskorkeus (m)	Teho/asennusteho <sup>1</sup> (MW)	Keskivirtaama (MQ) (m <sup>3</sup> /s)	Turbiinimalli	Turbiinimäärä (kpl)	Turbiinin kierrosnopeus (r/min)	Juoksupyörän sipienmäärä	Juoksupyörän halkaisija (m)
<b>Oulujärven yläpuolella</b>												
Ämmä	Fortum	Hyrnsalmen reitti	Emäjoki	1959	16	10–13 <sup>1</sup>	-	Kaplan	1	-	-	-
Aittokoski	Fortum	Hyrnsalmen reitti	Emäjoki	1960	45	30 <sup>1</sup>	-	Kaplan	1	-	-	-
Seitenoikea	Fortum	Hyrnsalmen reitti	Emäjoki	1961	39	15,6 <sup>1</sup>	-	Kaplan	1	-	-	-
Pyhännäkoski	Loiste Energia Oy	Hyrnsalmen reitti	Pyhännäjoki	1957	14–15	3,4	7,3	Kaplan	1	300	6	1,96
Leppikoski	Fortum	Hyrnsalmen reitti	Emäjoki	1963	21	11,1–13,3 <sup>1</sup>	-	Kaplan	2	-	-	-
Katerma	UPM Energy	Sotkamon reitti	Ontojoki	1950	10	12	-	-	2	-	-	-
Kallioinen	UPM Energy	Sotkamon reitti	Ontojoki	1957	9	13	-	-	1	-	-	-
Koivukoski III	Kainuun Voima Oy	Sotkamon reitti	Kajaanin joki	1995	16	20	-	-	1	-	-	-
Koivukoski I-II	Kainuun Voima Oy	Sotkamon reitti	Kajaanin joki	1946	8	6	-	-	-	-	-	-
Ämmäkoski	Kainuun Voima Oy	Sotkamon reitti	Kajaanin joki	1941	7	4	-	-	-	-	-	-
<b>Oulujärven alapuolella</b>												
Jyhämä	Fortum	Oulujoki	Oulujoki	1952	11–14	55 <sup>1</sup>	215	Kaplan	3	-	-	-
Nuojua	Fortum	Oulujoki	Oulujoki	1955	22	81 <sup>1</sup>	222	Kaplan	3	-	-	-
Uranen	Fortum	Oulujoki	Oulujoki	1957	15,7	58 <sup>1</sup>	225	Kaplan	3	-	-	-
Ala-Utos	Fortum	Oulujoki	Oulujoki	1957	6	0,5 <sup>1</sup>	-	Francis	1	-	-	-
Pälli	Fortum	Oulujoki	Oulujoki	1954	14	51 <sup>1</sup>	237	Kaplan	3	-	-	-
Pyhäkoski	Fortum	Oulujoki	Oulujoki	1951	32,4	147 <sup>1</sup>	237	Kaplan	3	-	-	-
Monttia	Fortum	Oulujoki	Oulujoki	1957	12,2	47 <sup>1</sup>	237	Kaplan	3	-	-	-
Merikoski	Oulun Energia	Oulujoki	Oulujoki	1948 1950 1954	10,5	40	242	Kaplan	3	-	-	-

Lähteet: Fingrid (2021), Fortum (2020), Kaleva (2020), Loiste Energia Oy (2020), Oulun Energia (2020), UPM Energy (2020) ja Vesistöietojärjestelmä – VESTY (2021).

**Taulukko 3.** Iijoen vesistöalueen vesivoimalaitokset yllimmästä voimalaitoksesta alkaen.

Iijoen vesistöalueen voimalaitokset	Toimija	Joki	Otettu käyttöön/ valmistumis- vuosi <sup>2</sup>	Putous- korkeus (m)	Teho (MW)	Keski- virtaama (MQ) (m <sup>3</sup> /s)	Turbiini- malli	Turbiinien määrä (kpl)	Turbiinin kierros-luku (r/min)	Juoksu- pyörän siipien määrä	Juoksu- pyörän halkaisija (m)
Soilu	Koskienergia Oy	Soilunjoki	1962 <sup>1</sup>	28	1	-	-	1	-	-	-
Taivalkoski	Koskienergia Oy	Iijoki	1953 <sup>1</sup>	-	0,25	-	-	1	-	-	-
Pintamo	Koskienergia Oy	Korentojoki	1958 <sup>1</sup>	31	0,5	-	-	-	-	-	-
Hirvaskoski	Hirvaskosken Sähkö Oy	Hirvasjoki	1947-1949 <sup>1</sup>	4,5	0,19	-	-	1	174	24	-
Haapakoski	Pohjolan voima	Iijoki	1963 <sup>2</sup>	16	32,6	135	pystysuora Kaplan	2	150	5	3,9
Pahkakoski	Pohjolan voima	Iijoki	1961 <sup>2</sup>	20,5	42,4	135	pystysuora Kaplan	2	167	5	3,8
Kierikki	Pohjolan voima	Iijoki	1965 <sup>2</sup>	18,2	37,5	135	pystysuora Kaplan	2	167	5	3,8
Maalismaa	Pohjolan voima	Iijoki	1967 <sup>2</sup>	18,3	38,6	135	pystysuora Kaplan	2	167	5	3,8
Raasakka	Pohjolan voima	Iijoki	1971 <sup>2</sup>	21	64,3	170	pystysuora Kaplan	3	167	4	3,8 3,9

Lähteet: Fingrid (2021), Hirvaskosken Sähkö Oy (2020), Kaleva (2020), Pohjolan Voima (2020c) ja Vesistöfietojärjestelmä – VESTY (2021).

**Taulukko 4. Kemijoen vesistön vesivoimalaitokset yllimmästä alkaen.**

Kemijoen vesistöalueen voimalaitokset	Toimija	Joki	Rakennettu vuosina/ valmistumisvuosi <sup>2</sup> / otettu käyttöön <sup>3</sup>	Putous- korkeus (m)	Teho (MW)	Keski- virtaama (MQ) (m <sup>3</sup> /s)	Turbiini- malli	Turbiinien määrä (kpl)	Turbiinin kierrosluku (r/min)	Juoksupyörän sipienmäärä	Juoksupyörän halkaisija (m)
Lokka	Kemijoki Oy	Luiro	1967 <sup>1</sup>	7-12	0,1	3	-	-	-	-	-
Porttipahta	Kemijoki Oy	Kitinen	1979-1981 <sup>1</sup>	30	35	51	-	-	-	-	-
Kurittukoski	Kemijoki Oy	Kitinen	1985-1987 <sup>1</sup>	11	15	54	-	-	-	-	-
Vajukoski	Kemijoki Oy	Kitinen	1982-1984 <sup>1</sup>	16	21	63	-	-	-	-	-
Matarakoski	Kemijoki Oy	Kitinen	1993-1995 <sup>1</sup>	7	11	68	-	-	-	-	-
Kelukoski	Kemijoki Oy	Kitinen	1999-2001 <sup>1</sup>	7	9,8	80	-	-	-	-	-
Kurkiaska	Kemijoki Oy	Kitinen	1990-1992 <sup>1</sup>	12,5	27	103	-	-	-	-	-
Kokkosniva	Kemijoki Oy	Kitinen	1987-1990 <sup>1</sup>	11,5	25	108	-	-	-	-	-
Jumisko	Pohjolan Voima Oy	Iso-Askanjoki	1954 <sup>2</sup>	96	25,8	14	Francis	1	300	17	2,2
Seitakorva	Kemijoki Oy	Kemijoki	1958-1963 <sup>1</sup>	17-24	144	311	-	-	-	-	-
Pirttikoski	Kemijoki Oy	Kemijoki	1956-1959 <sup>1</sup>	26	152	315	-	-	-	-	-
Juotas	Koillis-Lapin Sähkö Oy	Juotajoki	1958 <sup>3</sup>	30	3,7	-	-	-	-	-	-
Kaarni	Rovakairan Sähkö	Kaihuanjoki	1976 <sup>3</sup>	18	1,2	8,3	Francis	1	382	14	1,2
Kaihua	Rovakairan Sähkö	Kaihuanjoki	1959 <sup>3</sup> 1987 <sup>3</sup>	46 46	2,3 3,4	6 9,4	Francis Francis	1 1	600 439	16 16	1 1,1
Vanttauskoski	Kemijoki Oy	Kemijoki	1967-1972 <sup>1</sup>	22	95	328	-	-	-	-	-
Sierelä	Kemijoki Oy	Kemijoki	Suunnitella	-	-	-	-	-	-	-	-
Permantokoski	Kemijoki Oy	Raudanjoki	1960-1961 <sup>1</sup>	24	13	39	-	-	-	-	-
Valajaskoski	Kemijoki Oy	Kemijoki	1957-1960 <sup>1</sup>	11,5	101	512	-	-	-	-	-
Petäjaskoski	Kemijoki Oy	Kemijoki	1953-1957 <sup>1</sup>	20,5	182	526	-	-	-	-	-
Ossauskoski	Kemijoki Oy	Kemijoki	1961-1965 <sup>1</sup>	15	124	538	-	-	-	-	-
Taivalkoski	Kemijoki Oy	Kemijoki	1972-1976 <sup>1</sup>	14,5	133	552	-	-	-	-	-
Isohaara	Pohjolan Voima Oy	Kemijoki	1949 <sup>2</sup> 1949 <sup>2</sup> 1993 <sup>3</sup> 1993 <sup>3</sup>	12,2	112,5	560	Kaplan Kaplan Bulb Bulb	4	88,2 88,2 93,8 93,8	5 5 4 4	5,9 5,9 5,8 5,8

Lähteet: Kemijoki Oy (2020), Pohjolan Voima (2020c, 2020d), Rovakaira Oy (2020) ja Vesistötietojärjestelmä – VESTY (2021).



### 3.1.1 Oulujoki

Oulujoki laskee Oulujärvestä Perämereen. Oulujoen vesistöön kuuluvat myös Oulujärveen laskevat Hyrynsalmen ja Sotkamon reitit. Oulujoen historiaan kuuluvat tervan kuljetus, puiden uitto, matkailu ja lohen kalastus (Saarivirta 1954). Oulujoen Merikosken rakennettiin pieni voimalaitos jo vuonna 1903. Merikosken voimalaitoksen rakentaminen aloitettiin kesällä 1940 ja sähköntuotanto 1948 (Kirjastovirma 2021). Lohia ylisiirrettiin Merikosken padon yläpuolelle vuosina 1941–1950, mutta ylempien koskien voimalaitosrakentamisen myötä ei ylisiirroille enää ollut perusteita (Salojärvi ym. 1981).

Merikosken voimalaitoksen yhteyteen rakennettiin kalatie vuonna 2003. Kalatie mahdollistaa kalojen nousun mereltä Montan voimalaitokselle asti sekä Muhosjokeen ja Sanginjokeen (Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus 2008). Montan voimalaitospadon yhteyteen rakennettiin kalojen kiinniottolaite vuonna 2017 (Oikarinen 2017). Kiinniottolaitteella pyydystettyjä lohia ja meritaimenia ylisiirrettiin ensimmäisen kerran syksyllä 2020 (Hämäläinen 2020).

### 3.1.2 Iijoki

Iijoki alkaa Kuusamosta Iijärvestä ja laskee Perämereen Iin kunnassa. Vaelluskalojen vapaa nousu Iijokeen tapahtui viimeksi 1960 (Suomen kalakirjasto 2020). Pahkakosken voimalaitoksen valmistuttua kalojen ylisiirtoja tehtiin viisi vuotta, mutta ne lopetettiin siirrettävien kalojen vähennyttyä. Iijoen kalakannan pelastamiseksi valtio perusti 1960-luvulla keskuskalanviljelylaitosohjelman, jonka tarkoituksena oli pelastaa jäljellä olevat vaelluskalakannat emokalaviljelyn avulla (RKTL 1996). Iijoen lohi- ja meritaimenkannat otettiin kasvatukseen Taivalkoskelle rakennettuun Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitokseen.

Iijoen Pohjolan Voiman laitokset ovat Haapakoski, Pahkakoski, Kierikki, Maalismaa ja Raasakka. Voimalaitokset rakennettiin vuosina 1959–1971 (Pohjolan Voima 2020a). Voimalaitosten yläpuolella vedenkorkeutta on säädelty Kostonjärven ja Kynsijärven vesistöissä 1964 alkaen ja Irni- ja Keski-Kerojärvi vesistöissä 1965 alkaen (Ymparisto.fi 2020a). Kolme pientä voimalaitosta, Kuusamon Soilujoki, Pudasjärven Pintamo ja Taivalkoski, rakennettiin paikallisin voimin Iijoen vesistöalueelle jo 1950-luvulla (Ymparisto.fi 2020b).

Iijoen reitillä on kaksi kalatietä, Taivalkosken voimalaitoksella oleva kalatie (Ahlholm 2002) ja Taivalkoskella Kostonjokeen 2012 rakennettu Koston kalatie (Pohjolan Voima 2020b). Pohjolan Voima ja Metsähallitus hakivat lupaa Raasakan kalatielle maaliskuussa 2017 ja Pohjois-Suomen aluehallintovirasto myönsi luvan 14.12.2020 (Pohjolan Voima 2021). Lupa ei ole lainvoimainen ja siitä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen (Marttila 2021).

### 3.1.3 Kemijoki

Kemijoen latvat ovat Savukoskella ja joki laskee Kemissä Perämereen. Kemijoen vesistöalue on Suomen toiseksi suurin. Kemijoki on aikanaan ollut merkittävä lohijoki ja myös meritaimen, vaellussiika (*Coregonus lavaretus*) ja nahkiainen ovat olleet tärkeitä jokivarren asukkailla (Laine ym. 2002). Isohaaran padon ja vesivoimalaitoksen valmistuminen vuonna 1949 estivät kalojen nousun Kemijokeen. Myös Isohaarassa ylisiirrettiin kaloja voimalaitosrakentamisen alkuaikoina ja ylisiirtotoimintaa jatkettiin vuoteen 1957 asti (Marttila 2021). Vuonna 1951 padolle rakennettiin kalahissi, mutta kalat eivät käyttäneet sitä (Laine ym. 2002). Kemijoen

sivujoki, Ounasjoki, on lailla suojeltu voimalaitosrakentamiselta ja se kuuluu Natura-suojelualueisiin.

Kemijoessa on kaksi kalatietä, vuonna 1993 rakennettu Isohaaran vanha kalatie ja vuonna 2012 rakennettu Isohaara II (Pohjolan Voima 2020b). Kansalaisten aktiivisuus vauhditti ensimmäisen kalatien rakentamista 1990-luvun alussa ja helmikuussa 2001 perustettiin Lohijokitiimi tukemaan lohien palauttamista Kemi- ja Ounasjokeen (Laine ym. 2002).

### 3.2 Ylisiirrettävät kalalajit

#### 3.2.1 Lohi (*Salmo salar*)

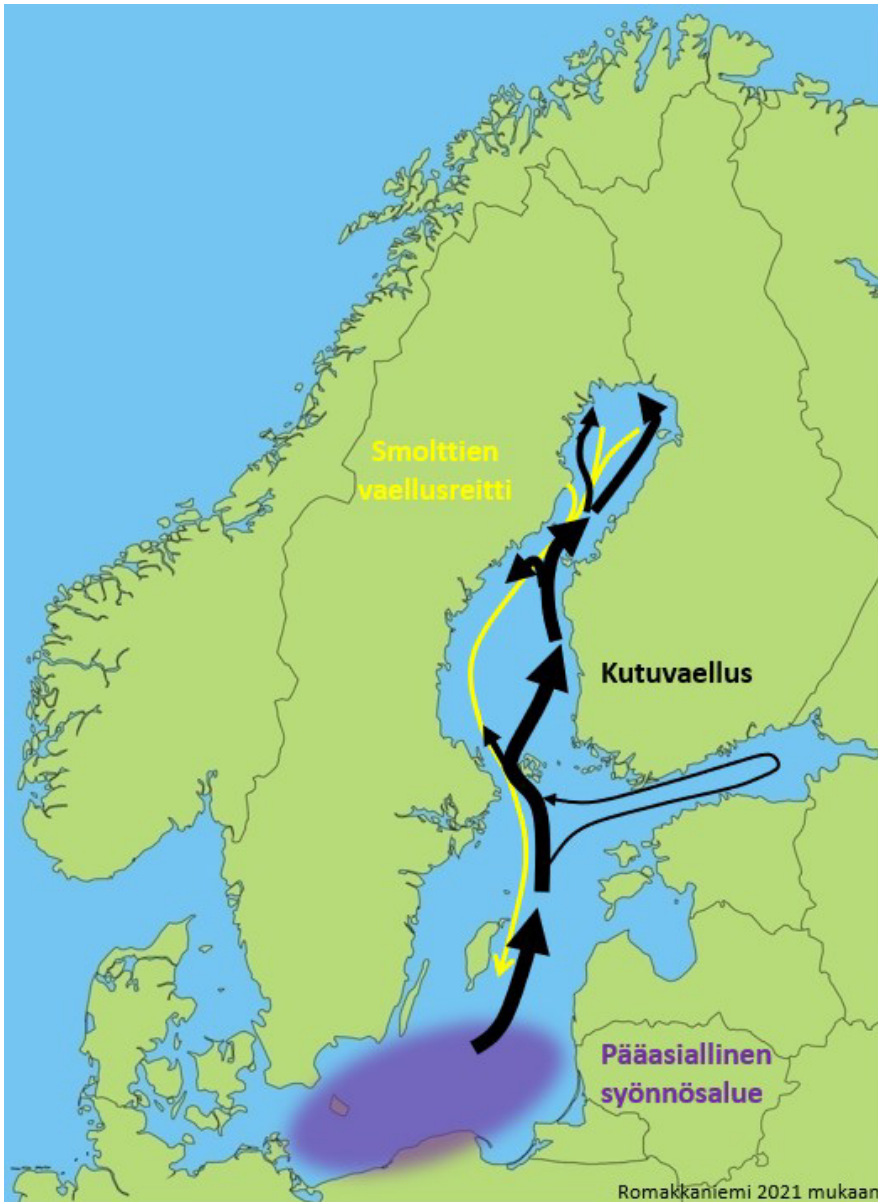
Lohen elinkierto on sisältyy poikasvaihe makeassa vedessä, smolttiutuminen, pitkä merivaellus ruokaillen ja kasvaen sekä vaellus kotijokeen kutemaan (Thorstad ym. 2011). Lohet kutevat loka-marraskuussa (Louhi & Mäki-Petäys 2003, Lehtonen 2006) ja lohella aktiivisin kutu tapahtuu 2–3 viikon sisällä (Armstrong 2003). Jokipoikasvaihe kestää lohella 2–5 vuotta ja smolttiutuminen tapahtuu poikasten ollessa n. 15–17 cm. (Niva 2001) tai 12–20 cm (Laine ym. 2002). Eteläisillä poikastuotantoalueilla lohienpoikaset smolttiutuvat aiemmin kuin pohjoisemmilla alueilla ja myös yksilöllisiä eroja kasvunopeudessa on havaittu populaatioiden sisällä. Perämeren lohien syönnös sijoittuu Itämeren pääaltaalle (Niva 2001), sen keski- ja eteläosiin (Koli 2002) ja pieni osa jää myös Selkämerelle (Niva 2001). Pääosan syönnös on keskittynyt Etelä-Itämerelle, Puolan rannikon ja Tanskan Bornholmin väliselle alueelle (Pakarinen 2020). Itämeressä lohet syövät pääasiassa silakkaa (*Clupea harengus membras*) ja kilohailia (*Sprattus sprattus*) (Niva 2001).

Lohet palaavat kutemaan kotijokeensa hyvin täsmällisesti ja vain pieni osa harhautuu muihin jokiin (Thorstad ym. 2011). Tarkkaa kotijokeen paluuta kutsutaan kirjallisuudessa ”homing” (MOT-sanakirjan käänös: itseohjautuva, hakeutuva, paluu lähtöpaikkaan). Thorstad ym. (2011) mukaan käytöstä saattavat saada aikaan ja ylläpitää paikallinen sopeutuminen luonnon valinnan kautta ja kalapopulaatiot eri joissa eroavat toisistaan sekä ekologisesti että geneettisesti. Pakarinen (2020) mukaan Oulujoessa, Iijossa ja Kemijoessa lohien elinkierto on hyvin samanlainen, koska joet sijaitsevat lähekkäin.

Perämeren alueella smoltit lähtevät syönnösvaellukselle toukokuussa ja Itämerelle suuntaavat kalat ovat Ahvenanmaan korkeudella elokuussa (Pakarinen 2020). Pakarinen (2020) toteaa, että valtaosa lohista on syönnöksellä pidempään kuin vuoden. Haikonen ym. (2006) mukaan vuonna 2005 Tornionjoesta pyydystetyistä lohista puolet oli toisen merivuoden ja n. 40 % kolmannen merivuoden yksilöitä. Pakarinen (2020) mukaan ensimmäisen talven jälkeen lohista (1–2 kg) lähtee kudulle 15–20 %, toisen talven jälkeen (5–8 kg) 50–60 % ja kolmannen talven jälkeen (yli 10 kg) 5–10 %. Neljännen talven jälkeen kudulle lähteviä on n. 1 % ja viiden tai kuuden talven jälkeen kudulle lähteminen on harvinaista (alle 1 %). Niva (2001) mukaan vain osa kuteneista lohista selviää kudun aiheuttamista rasituksista. Kuteneet lohet palaavat mereen etsimään ravintoa kudunjälkeisenä talvena tai keväänä. Korkeintaan 10 % kuteneista lohista on kudulla toista kertaa.

Carlin-merkintään perustuvan aineiston mukaan Perämeren jokien lohikannat ovat todennäköisesti sekoittuneet vuosien kuluessa useaa eri kantaa olevien kalaistukkaiden myötä (Niva 2001). Ilmiöllä saattaa olla vaikutusta kalojen vaelluskäyttäytymiseen

syönnös- ja kutuvaellusten ajoittumiseen sekä mihin jokeen kalat hakeutuvat kutemaan. Lohen vaellusreiteille on osin geneettinen tausta, mutta olosuhteilla on myös vaikutusta (Kuva 2) (Romakkaniemi 2021). Nähtävästi vuosituhansien aikana parhaat syönnösalueet ja paras eloonjäätymämahdollisuus Pohjanlahden lohille on ollut Itämeren lounaisosissa. Itämeren lohen merivaelluksen reittien hahmottaminen perustuu lähes täysin kalastuksesta saatuihin merkkipalautuksiin, joten jos kalastusta ei jollain alueella ole, ei sieltä voi tulla merkkipalautuksiakaan (Romakkaniemi 2021). Tästä johtuu suurin epävarmuus siinä osuudessa lohia, jotka jäävät syönnöstämään pohjoisemmille Itämeren alueille.



**Kuva 2.** Pohjanlahden lohikantojen vaellusreitit (Romakkaniemi 2021).

Nivan (2001) mukaan istutuspituudeltaan pisimmät lohet suosivat Pohjanlahtea syönnösalueena ja pienikokoiset viljellyt lohet hakeutuivat Itämeren päältäalle ruokailemaan. Tulosten mukaan Perämeren Carlin-merkittyjen lohien kutuvaellus aikaistui mitä vanhempi lohi oli. Aineistosta on selkeästi havaittavissa, että lohi-istukkaiden kutuvaelluksen ajoittumisella oli riippuvuus istutusjokeen. Perämeren lohi-istukkaiden

ikäryhmäkohtaisessa vertailussa eteläisellä syönnösalueella yksilöt kasvoivat nopeammin kuin pohjoisemmalla syönnösalueella olleet yksilöt.

Kallio-Nyberg ym. (1999) havaitsivat eroja neljän eri lohikannan syönnösvaelluksissa. Kuitenkin vuosittaisilla ympäristötekijöillä oli suurempi vaikutus merivaellusreittiin kuin lohikannalla. Saatavilla olevan saaliskalan (0+ silakan) huomattiin olevan vaikutusta lohien syönnösvaelluksen pituuteen. Jos silakkaa on runsaasti saatavilla Selkämerellä, on suuri todennäköisyys, että lohet jäävät syönnökselle sinne sen sijaan että vaeltaisivat etelämmäksi (Kallio-Nyberg ym. 1999). Syönnökselle vaeltavien smolttien koko saattaa vaikuttaa myös vaellusreitit pituuteen. Kallio-Nyberg (1999) mukaan kooltaan suuremmat smoltit saavuttavat sukukypsyyden aiemmin kuin pienemmät yksilöt. Näin ollen pienempikokoiset lohet viettävät meressä pidemmän aikaa. Loheet pystyvät reagoimaan tarjolla olevan saaliskalojen runsauteen muuttamalla vaellustapaa (Kallio-Nyberg 1999).

Anttila & Mänttari (2009) havaitsivat, että villeillä lohilla oli parempi uintikapasiteetti kuin kasvatetuilla lohilla. Tällä saattaa olla merkitystä kalojen selviytymiseen eri elinkierron vaiheissa. Simojoella tehdyssä tutkimuksessa viljelty lohet vaelsivat joessa enemmän ja pidemmän aikaa kuin luonnonkudusta syntyneet lohet, jotka asettuivat kudulle aiemmin (Jokikokko 2002). Veden lämpötila ja kalan pituus vaikuttavat kalan maksimiuintinopeuteen (Videler & Wardle 1991).

Dahl ym. (2004) tarkastelivat vuosien 1960-2002 aikasarjaa veden lämpötiloista (meri ja joki), jokiveden virtaamadatasta sekä lohien ja taimenien kutunousun ajoittumisesta Ruotsissa sijaitsevalla Dalälven joella. He havaitsivat, että lämmin kevät heijastui aikaisena nousuna ja kylmä kevät myöhäisenä lohien nousuna jokeen. Lohinaaraiden kutuvaellus osoitti voimakkaampaa korrelaatiota lämpötilan suhteen kuin koiraslohilla. Lohinaaraat nousivat jokeen n. 18 päivää koiraita aiemmin (Dahl ym. 2004). Joesta pyydystettyjen kalojen perusteella naaraat olisivat koiraita keskimäärin vanhempia ja suurempia, kun ne hakeutuvat kudulle Dalälven jokeen.

Lohien on havaittu saapuvan kutujokeen useita kuukausia ennen varsinaista kutuajankohtaa (Thorstad ym. 2008). Käytökselle on Thorstad ym. (2008) mukaan useita hypoteeseja: ennakointi vaihteleviin ympäristöolosuhteisiin joessa, fysiologiset tai fyysiset rajoitteet, kuten sopeutuminen suolaisesta vedestä makeaan veteen, tarve läpi käydä raskas vaellus ennen gonadien kypsymistä ja morfologiset muutokset ennen kutua, kilpailuetu kutupaikoista ja -kumppaneista sekä tekijät meressä vaellusreitit varrella.

### **3.2.2 Taimen (*Salmo trutta*)**

Taimenilla havaittu geneettinen polymorfia (perinnöllinen monimuotoisuus) auttaa niitä sopeutumaan erilaisiin elinolosuhteisiin (Elliott 1989). Anadrominen meritaimen nousee jokiin ja puroihin kutemaan, poikaset kehittyvät joessa ja lähtevät mereen syönnökselle (L'Abée-Lund ym. 1989). Kutu tapahtuu syys-lokakuussa (Louhi & Mäki-Petäys 2003) ja aktiivisin kututapahtuma on 2–3 viikon sisällä (Armstrong 2003). Taimen smolttiutuu 2–5 jokivuoden jälkeen (Lehtonen 2006). Jonsson & L'Abée-Lund (1993) mukaan taimenen smolttiutuminen tapahtuu keskimäärin 4,5 jokivuoden jälkeen Pohjois-Euroopassa (70° N). Perämeren leveysasteilla taimen tulee sukukypsäksi n. 2–3 merivuoden jälkeen (Jonsson & L'Abée-Lund 1993). Merellä taimenen ravinto koostuu pääosin silakasta, kilohailista, kolmipiikistä ja äyriäisistä (Lehtonen 2006). Kolin (2002) mukaan taimen syö merivaiheen alussa äyriäisiä ennen kalaravintoon siirtymistä.

Myös taimenilla on havaittu homing-käyttäytymistä ja hajuaistilla on havaittu olevan suuri merkitys kotijokeen vaeltamisessa (Nordeng & Bratland 2006). Meritaimenen vaellustapa vaihtelee huomattavasti eri populaatioiden välillä Itämeren alueella (ICES 2009). Näin ollen samalla merialueella on sekä lyhyen että pitkän syönnösvaelluksen tekeviä taimenia. Jonsson (2001) mukaan Ruotsissa Ume- ja Vindelven jokiin istutetut meritaimenet pyydystettiin alle 200 km päässä istutusjoesta. Kallio-Nyberg ym. (2002a) mukaan 63 % Ingarskilajoen ja 49 % Isojoen kantaa olevista taimensmolteista pysyttelivät lähellä vapautuspaikkaansa rannikolla. Ingarskilajoen taimenista 2,5 % ja Isojoen taimenista 6 % pyydystettiin yli 200 km päässä vapautuspaikasta. Isojoen taimenia, jotka olivat vaeltaneet yli 800 km, pyydystettiin läheltä Tanskalle kuuluvaa Bornholmia (Kallio-Nyberg ym. 2002a). Kristensen ym. (2019) havaitsivat, että taimenet liikkuvat 130–580 km etäisyydellä kotijokensa suulta, mutta kuitenkin alle 100 km etäisyydellä Tanskan rannikolta.

Taimenien Carlin-merkkipalautuksista suurin osa on saatu kutujokien suulta ja rannikkoalueelta niiden läheltä (Kallio-Nyberg ym. 2017). Taimenien havaittiin liikkuvan rannikon suuntaisesti sekä etelään että pohjoiseen vapautuspaikasta riippuen ja iällä sekä vapautuspaikalla havaittiin olevan vaikutusta uinti suuntaan. Tutkimuksen mukaan vuosina 1998–2010 istutetuista taimenista lähes 60 % pyydystettiin Perämerellä ensimmäisen merivuoden aikana, n. kolmas osa toisen merivuoden aikana ja n. 10 % kolmannen merivuoden aikana. Haikonen ym. (2006) mukaan vuonna 2005 Tornionjoesta pyydystetyistä meritaimenista puolet oli kolmannen merivuoden ja kolmas osa toisen merivuoden yksilöitä. Oulujoen, Iijoen ja Kemijoen merkintäistutuksissa käytettiin Iijoen taimenkantaa ja ne liikkuvat 29–104 km etäisyydellä vapautuspaikasta (Kallio-Nyberg ym. 2017). Siirryttyään joesta merelle suurin osa taimenista pysytteli rannikkoalueella ja melko harva merkkipalautus tuli avomereltä. Kallio-Nyberg ym. (2002b) mukaan suomalaisten kaikista Perämerelle istuttamista merkityistä taimenista 81 % on pyydystetty Perämeren alueelta.

Degerman ym. (2012) havaitsivat, että yhdeksään ruotsalaisjokeen istutetuista 2-vuotiaista taimenen smolteista 60 % pyydystettiin 10 km sisällä istutusjoesta, kun mukaan luettiin myös joesta pyydystetyt yksilöt. Taimenista 88 % pyydystettiin 100 km ja 95 % pyydystettiin 200 km sisällä istutusjoesta. Myös Lundqvist ym. (2006) havaitsivat, että kotijokeensa (Umajanjoki ja Vindeljoki) vapautetut taimenet havaittiin pääasiassa 200 km sisällä kotijoen suulta. Suurin osa taimenista pysytteli Perämerellä ja vain alle prosentti kaloista ui Itämeren pääaltaalle.

Dahl ym. (2004) mukaan taimenien kutuvaelluksessa havaittiin suurta vaihtelua, mutta veden lämpötila joessa ja meressä sekä joen virtaama selittivät ilmiötä vain osittain Dalälven joessa Ruotsissa. Meri- ja jokiveden lämpötila korreloivat voimakasti yhtäaikaaisesti taimen kutuvaellusten aikana. Taimennaaraat nousivat jokeen n. 7 päivää koiraita aiemmin.

Tanskan rannikolla tehdyssä tutkimuksessa taimenet viettivät 63,8 % tutkimusajasta 0–3 m syvyydessä (Kristensen ym. 2018), myös norjalaistutkimuksessa tulokset olivat saman suuntaiset (Eldøy ym. 2017). Kristensen ym. (2018) mukaan päivällä taimenet tekivät toistuvia sukelluksia pinnalta syvempiin vesikerroksiin ja yöllä olivat lähellä pintaa. Tutkimuksen aikana taimenien sukellussyvyyydet olivat yleensä 10–40 m välillä ja suurin mitattu havainto oli 88 m. Sukellusten keston mediaani oli 10 minuuttia. Päivän pidentymisellä oli vaikutusta sukellusten lisääntymiseen ja veden lämpeneminen lisäsi sukellusten kestoja. Tutkimuksessa havaittiin myös, että taimenella on kyky nopeaan pystysuoraan liikkumiseen. Vedenlämpötiladata osoittaa, että taimenet olivat yleensä lähellä rantaa merijakson alussa ja vaelsivat avomerelle kesän aikana. Tutkimuksessa havaittiin taimenien välttävän yli +17 °C lämpötiloja

meressä. Kristensen ym. (2018) mukaan tulosten perusteella taimenella on havaittavissa kaksi strategiaa kasvun optimointiin: vuorokausirytmiiin sidottu käyttäytyminen, joka mahdollistaa tehokkaan ruokailuaktiivisuuden ja oleskelu niissä veden lämpötiloissa, jotka ovat optimaaliset taimenen kasvuille. Taimen käyttää syödessään näköaistia ja näkyvyydellä vaikuttaa olevan merkitystä siihen, missä syvyydessä se viihtyy (Langeland ym. 1991), joten nämä saattavat olla syitä miksi taimen suosii rannikon läheisiä alueita.

Veden lämpötila vaikuttaa taimenen kasvuun niin joessa kuin meressäkin ja ne pyrkivät hakeutumaan elinpaikkoihin, jossa on optimilämpötila. Viileissä kasvuolosuhteissa taimen myös elää vanhemmaksi kuin lämpimimmissä olosuhteissa (Jonsson & L'Abée-Lund 1993). Kallio-Nyberg ym. (2015) havaitsivat, että istutetut taimenet kasvoivat Saaristomerellä isommiksi ( $2,3 \pm 1,6$  kg) kuin Perämerellä ( $0,8 \pm 0,8$  kg). Taimenien on myös havaittu kasvavan nopeammin etelämpänä Itämerellä kuin Perämerellä (Degerman ym. 2012, Kallio-Nyberg ym. 2015).

### 3.2.3 Nahkiainen (*Lampetra fluviatilis*)

Nahkiainen on muodoltaan ankeriasmainen, suomuton ja sillä ei ole parillisia eviä (Maitland 2003). Sillä ei ole luita vaan joustavat rustot. Nahkiaisella on leuatton, ympyränmallinen, imukuppimainen suu ja aikuisilla on terävät hampaat. Nahkiaisella ei ole kiduskansia vaan vesi kulkeutuu kiduksiin seitsemän ihohuokosen kautta, jotka sijaitsevat silmien takana kummallakin puolella päätä.

Aronsuun (2021) mukaan nahkiaisien vaelluksia ja ravintoa on tutkittu vähän Itämeren alueella. Koli (2002) toteaa myös, että nahkiaisesta on vain hajanaisia havaintoja mereltä. Nahkiainen on useimmiten havaittu jokisuista tai läheltä rannikkoa silakkarysistä (Koli 2002) tai satunnaisesti silakkaverkoista (Jordas 2020). Koli (2002) mukaan toista kesää meressä viettävä nahkiainen suosii viileää vettä ja Ahvenanmaalta sekä Saaristomereltä tehtyjen havaintojen perusteella nahkiainen on tavattu 30–35 m syvyydessä.

Anadrominen nahkiainen nousee merestä jokeen kutemaan (Kelly & King 2001) ja Itämerellä se tapahtuu syksyllä (Hiltunen ym. 2013). Hiltunen ym. (2013) mukaan nahkiaiset talvehtivat koski- ja niva-alueilla. Kutu tapahtuu vasta keväällä virtapaikkojen sorapohjilla. Nahkiainen kuolee heti kudun jälkeen. Toukat kuoriutuvat touko-kesäkuussa n. kaksi viikkoa kututapahtumasta. Kuoriuduttuaan toukat hakeutuvat virran mukana tai uiden pehmeälle joenpohjalle ja kaivautuvat siihen (Kelly & King 2001). Jokivaiheen lopuksi toukka käy läpi metamorfoosin, jonka jälkeen aikuinen nahkiainen on valmis vaeltamaan mereen syönnökselle. Toukkavaihe kestää 4–5 vuotta ja merivaihe 1–3 vuotta (Lehtonen 2006). Nahkiainen nousee jokiin elo-syyskuussa ja kutee toukokuussa. Nahkiainen kasvaa Suomen olosuhteissa 25–40 cm pitkäksi (Koli 2002, Lehtonen 2006) ja keskipaino on n. 50 g (Rahikkala 2021). Kutuvaelluksen aikana nahkiaisien osmoregulaatio merivedessä heikkenee ja suolisto surkastuu, mikä johtaa kudun jälkeiseen kuolemaan (Larsen 1980). Koli (2002) mukaan suoliston surkastuminen tapahtuu merivaiheen lopussa jo ennen jokeen nousua.

Toukat syövät detritusta, leviä ja selkärangattomia (Polyakova 2019). Aikuiset syövät kaloja takertumalla niiden selkään imukuppimaisella suullaan ja syömällä ihoa, ruumiinnesteitä ja lihaksia (Maitland 2003). Saaliskala ei todennäköisesti selviä saamistaan vaurioista. Nahkiainen käyttää ravinnokseen silakkaa, kilohailia, kuoretta (*Osmerus eperlanus*) ja muikkua (*Coregonus albula*) (Koli 2002, Lehtonen 2006). Tuunainen ym. (1980) mukaan nahkiainen syö silakkaa, kilohailia ja muikkua.

Waldman ym. (2008) mukaan merinahkiaisilla (*Petromyzon marinus*) tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu lohikalajien kaltaista homing-käyttäytymistä. Nahkiaisten kutunousuun vaikuttavat toukkien joessa erittämät feromonit (Wagner ym. 2009, Vrieze ym. 2011), veden lämpötila ja virtavesihakuisuus (Aronsoo ym. 2015). Wagner ym. (2009) havaitsivat merinahkiaisten välttävän niitä jokia, missä ei ollut toukkien tuoksua ja suosivan niitä jokia, missä toukkien tuoksu oli voimakasta. Koirasmerinahkiaisten on myös havaittu erittävän paritteluferomonia houkutelakseen naaraita (Siefkes & Li 2004, Wagner ym. 2009). Nahkiaisten jokeen nousua aktivoi virtaaman lisääntyminen, tuuliolosuhteet joen suualueella ja jokiveden viilenemisen suuruus (Aronsoo ym. 2015). Kuun valolla on havaittu olevan negatiivinen vaikutus nahkiaisten vaellusaktiivisuuteen ja nahkiaiset myös välttelevät valaistuja siltoja. Joesta mereen syönnökselle vaeltavien nahkiaisten on havaittu olevan aktiivisempia yöaikaan (Zvezdina ym. 2019).

Nahkiainen on ollut vuosikymmeniä Perämeren rannikolla ja jokialueilla arvokas sekä arvostettu laji (Hiltunen ym. 2013). Nahkiaiskannat ovat vähentyneet ja merkittävänä tekijänä on ollut ihmisen toiminta (Ojutkangas ym. 1995, Maitland 2003, Mateus 2012, Aronsoo ym. 2015). Nahkiaisien jokivaihe on hyvin pitkä ja siten myös altis ympäristömuutosten vaikutuksille (Hiltunen ym. 2013). Lyhytaikaissäännöstelyn virtaamahuipuilla joessa on negatiivinen vaikutus nahkiaisien eri elämänvaiheisiin (Aronsoo ym. 2019).

Bartel ym. (2010) vertailivat nahkiaispopulaatioita Suomen, Latvian, Liettuan sekä Puolan kesken. He havaitsivat, että aineiston mukaan keskipituudeltaan pienimmät nahkiaiset (27,9–30,8 cm) olivat Suomesta ja suurimmat (38,3–42,9 cm) Puolasta, kun koko aineiston pituuksien vaihteluväli oli 20.0–51.0 cm. Myös keskipainoltaan painavimmat nahkiaiset (45–230 g) olivat pyydetty Puolasta ja kevyimmät (12–90 g) Suomesta. Aineiston perusteella oli havaittavissa alueellista vaihtelua ja pienimmät nahkiaiset olivat Itämeren pohjoisosasta.

### 3.3 Kalatalousvelvoitteet ja velvoiteistutukset

Vesivoimalaitoksilla pitää olla vesilain luvun 2 ja 3 §:en mukaan Aluehallintoviraston myöntämä vesitalouslupa (Oikeusministeriö 587/2011). Vesitalouslupa sisältävän kalatalousvelvoitteen tarkoituksena on kompensoida kalastukselle ja kalakannoille aiheutettuja haittoja (Marttila ym. 2014). Suomessa yleisin tapa kompensoida vesivoimalaitosten aiheuttamia menetyksiä on ollut eri kalalajien istutusvelvoitteet. Joissakin tapauksissa toiminnanharjoittajalle on voitu määrätä istutusvelvoitteen sijasta tai sen lisäksi kalatievelvoite tai kalatalousmaksu tai nahkiaisien osalta voi tulla kyseeseen ylisiirtovelvoite.

Marttilan ym. (2014) mukaan kalatalousvelvoitteet perustuvat usein arvioihin menetetyistä vuotuisesta vaelluspoikastuotannosta. Kalataloushaittaa on estimoitu yleensä vasta joen patoamisen jälkeen eikä tietoja luonnontilan aikaisista vaelluspoikasmääristä ja eri koskihaittaattien tuotannosta ole ollut, joten nämä on pyritty arvioimaan.

Oulujoella nahkiaisten ylisiirtovelvoite kuuluu Oulun kaupungille, joka omistaa Oulun Energian Merikosken voimalaitoksen (Oulun Energia 2021). Oulun kaupunki velvoiteistuttaa merilohta, meritaimenta, siikaa ja kirjolohta (*Oncorhynchus mykiss*) (Oulujoen ja merialueen kalatalousalue 2021). Fortumilla on myös voimalaitoksia Oulujoessa ja Fortum velvoiteistuttaa merilohta, meritaimenta, siikaa, kirjolohta, kuaa (*Sander lucioperca*) ja harjusta (*Thymallus thymallus*).

PVO-Vesivoima Oy:lle annetun veloitteen mukaan sen on istutettava lijosuulle ja mereen sen edustalle lohen, taimenen ja vaellussiian poikasia sekä siirrettävä nahkiaisia Raasakan padon yläpuolelle voimatalousrakentamisesta aiheutettujen haittojen kompensoimiseksi (Laitala 2016). Lijoen voimalaitoksilla on jokisuun merialueelle tehtävien istutusten lisäksi istutusvelvoite jokialueelle. Jokialueen velvoiteistutuksissa li- ja Kemijoella on tehty lajinvaihtoja siten, että sinne istutetaan nykyisin järvitaimenta, kirjolohta, harjusta ja kuhaa sekä Kemijoen vesistöissä myös jonkin verran siikaa (Marttila 2021). Päätösten mukaiset istutukset aloitettiin vuonna 1983 ja käytännön on toteuttanut vuodesta 1987 alkaen Kemijoki Oy:n ja PVO-Vesivoima Oy:n omistama Voimalohi Oy (Laitala 2016).

Kemijoella velvoiteistutuksista vastaa myös Voimalohi Oy (Voimalohi Oy 2018). Velvoitekustannuksista vastaavat Kemijoki Oy 83 %:n ja PVO-Vesivoima Oy 17 %:n osuudella ja ne tehdään merialueen lisäksi sisävesiin ja Ounasjokeen. Istutettavia lajeja ovat lohi, meritaimen, vaellussiika, järvitaimen, sisävesisiika ja harjus. Nahkiaisten ylisiirrettävä määrä jakautuu puoliksi Kemijoki Oy:lle ja PVO-Vesivoimalle.

Oulujoen Merikoskella on tehty säännöllisesti nahkiaisen ylisiirtoja vuodesta 1982 alkaen, mutta veloitteen täysimääräinen (50 000 kpl/vuosi) toteutus alkoi vuonna 1994 (Hiltunen ym. 2013). Kemijoella nahkiaisen ylisiirtovelvoite on 100 000 kpl/vuosi ja lijoella 60 000 kpl/vuosi (Marttila ym. 2014).

### 3.4 Profiloitavat patogeenit

Profiloitavat patogeenit ovat kalojen virustauteja, joille lohensukuiset lajit ovat herkkiä ja joiden esiintyminen ylisiirron yläpuolisella alueella voisi johtaa toiminnallisiin rajoituksiin kalatalouden osalta ja toisaalta, jotka voisivat teoreettisesti siirtyä ja säilyä nousuesteen yläpuolisilla alueilla.

#### 3.4.1 IHN, Tarttuva vertamuodostavan kudoksen kuolio

IHN-taudin (infectious haematopoietic necrosis) aiheuttaja on rhabdovirus. IHN on lohikalojen tauti. Virus voi kuitenkin tarttua myös muihin kalalajeihin, kuten haukeen. Piikkikampelan (*Scophthalmus maximus*) ja ankeriaan (*Anguilla anguilla*) epäillään myös olevan herkkiä taudille. Euroopassa IHN-tautia on tähän mennessä raportoitu vain kirjolohella, mutta oireettomista kaloista IHN-virusta on eristetty myös hauesta, taimenesta ja ankeriaasta (Dixon ym. 2016). EFSA:n raportin (2007) mukaan vektorilajina, eli lajina, joka voi välittää viruksen toiseen lajiin sairastumatta tautiin itse, pidetään IHN:n osalta lahkoihin *Acipenseridae* (sammot) ja *Cyprinidae* (särkikalat) kuuluvia kalalajeja sekä muita makeanveden kala- ja äyriäislajeja.

Sairaat kalat ovat tyypillisesti tummia väriltään ja saattavat uida epänormaalisti tehden esimerkiksi spiraalimaisia tai syöksähteleviä uintiliikkeitä. Oireina ovat anemia, nesteen kertyminen vatsaonteloon ja pistemäiset verenvuodot erityisesti vatsaontelon rasvassa ja uimarakossa. On huomattava, että samankaltaisia oireita aiheuttavat myös muut kalataudit eikä diagnoosia voi tehdä kalan oireiden tai havaittujen muutosten perusteella.

IHN aiheuttaa kuolleisuutta yleensä eniten alle 2 kuukauden ikäisillä kaloilla. Vanhemmat kalat ovat vastustuskykyisempiä, mutta yksilökohtaiset erot voivat olla suuria. Iän lisäksi myös kalan koko vaikuttaa tautiherkkyyteen: pienemmät kalat sairastuvat tautiin



todennäköisemmin kuin saman ikäiset kooltaan suuremmat kalat. Tauti aiheuttaa oireita, kun veden lämpötila on 8–15 astetta. Kokeellisissa olosuhteissa on todettu, että mikäli kalat siirretään yli 15 asteen lämpötilaan virusinfektion jälkeen, kuolleisuus on alhaisempaa tai taudin oireita ei ilmene lainkaan. Aikuiset kalat voivat kantaa virusta ilman taudin oireita (Dixon ym. 2016).

Infektoitunut kala alkaa erittää virusta pääasiallisesti epiteeliliman, virtsan ja ovariaalimesteen tai maidin kautta (OIE 2019). Eritettävä virusmäärä ja aikaväli, jolla virusta eritetään, vaihtelee mm. kalan koon ja kunnan sekä ympäristöolosuhteiden mukaan. Tutkimusten mukaan virusta voi erittyä ympäristöön jo muutama päivä ennen kliinisten oireiden ilmaantumista ja oireilevalla kalalla eritettävä virusmäärä on suurimmillaan yksi tai kaksi päivää ennen kalan kuolemaa. Infektiosta selvinneet kalat muodostavat vastustuskyvyn virusta vastaan (OIE 2019). Oireettomien kantajakalojen osalta viruksen erittämisestä ympäristöön on vähemmän tietoa, mutta kantajia tutkittaessa niistä on pystytty toteamaan IHN-virus useita kuukausia, jopa vuosi, tartunnan jälkeen (OIE 2019).

Säilyvyys ympäristössä: IHN-virus säilyy useita viikkoa makeassa vedessä, kun taas merivedessä säilymisaika on lyhyempi. Lisäksi viruksen säilyvyys on parempi veden lämpötilan ollessa 15 astetta verrattuna 20 asteen lämpötilaan ja veden bakteerimäärän lisääntyminen osaltaan vähensi viruksen säilyvyyttä (Torenza & Hetrick 1982). Pohjamudassa viruksen on todettu säilyvän jopa 9 viikkoa (Yoshinaka ym. 2000).

Tauti leviää sairaiden kalojen, oireettomien kantajien ja ympäristön välityksellä. Virus tunkeutuu kalaan yleensä joko kidusten tai evien tyven kautta. IHN:n leviäminen mädin välityksellä on mahdollista, mutta sitä pidetään epätodennäköisenä (OIE 2019). Mädin desinfioimista pidetään tehokkaana keinona välttää viruksen leviäminen (Dixon ym. 2016).

IHN-virukset on geneettisten ominaisuuksiensa perusteella luokiteltu viiteen genoryhmään: U, M, L, E ja J (He ym. 2013). Genoryhmiin U, M ja L kuuluu Pohjois-Amerikan viruskannat, genoryhmään E Eurooppalaiset kannat ja genoryhmään J Japanilaiset kannat. Eurooppalaiset E-genoryhmän kannat muodostavat geneettisiä alaryhmiä maantieteellisen alkuperän perusteella, lisäksi maiden välinen kalaliikenne on nähtävissä eri viruskantojen esiintymisessä (Cieslak ym. 2017). Eri genoryhmiin kuuluvien viruskantojen patogeenisuus riippuu ympäristöolosuhteiden lisäksi myös kalalajista (Garver ym. 2006).

### **Seuranta**

Taudin määrittämistä varten valitaan ensisijaisesti heikkokuntoisia ja poikkeavasti käyttäytyviä kaloja. Tautia ei voida todeta vain kliinisten oireiden perusteella. Virusnäytteeksi otetaan pala sydäimestä tai aivoista, pernasta ja munuaisen etuosasta. Taudin määrittäminen tehdään osoittamalla virus kalojen elimistä tai kudoksista soluviljelmällä ja varmistamalla viruksen genomi PCR-menetelmällä.

IHN-taudin esiintymistä seurataan kalanviljelylaitoksilla säännöllisesti otettavien näyttein.

Luonnonvaraisista kaloista tai näiden mädistä viljelylaitokselle perustetut emoparvet on tutkittava IHN- taudin varalta ennen kuin niiden jälkeläisiä saadaan myydä tai luovuttaa istutuksiin tai muille laitoksille. Siirrettäessä mätä ja maitia meri- ja nousualueilta sisämaahan, emokalat on tutkittava IHN:n varalta.

### **Esiintyminen Suomessa ja muualla**

IHN-virusta todettiin Suomessa ensi kertaa talvella 2017–2018 viidessä vesiviljelyn pitopaikassa. Kaikki tartunnan saaneet kalat hävitettiin ja pitopaikat saneerattiin viruksen hävittämiseksi. Neljällä tartuntapaikalla ympäröivällä vyöhykkeellä toteutetaan seurantaohjelma, jolla varmistetaan, ettei virusta enää esiinny alueella. IHN-virusta on löydetty Ahvenanmaalta kahdesta kalanviljelylaitoksesta keväällä 2021. IHN-tautia esiintyy viljellyillä kaloilla Pohjois- ja Etelä-Amerikassa, Lähi-idässä, Aasiassa, useissa Euroopan maissa ja Venäjällä.

IHN-viruksen esiintymistä luonnonkaloissa Euroopassa on tutkittu vain vähän, mutta on arvioitu, että IHN-infektio ei olisi endeeminen Euroopan villikalapopulaatioissa – toisin kuin Pohjois-Amerikan länsirannikolla. Virusta todetaan satunnaisesti infektoituneiden kalanviljelylaitosten läheisyydestä pyydytyistä luonnonkaloista, mutta kun infektoituneet kalat poistetaan laitokselta, häviää virus myös luonnonkaloista jonkin ajan kuluttua (Dixon ym. 2016).

### **3.4.2 IPN, Tarttuva haimakuoliotauti**

IPN-taudin (Infectious Pancreatic Necrosis) aiheuttaa aquabirna-virus. Viruksesta erotetaan seitsemän eri genoryhmää (1–7). Valtaosa Euroopan lohikaloista eristetyistä kannoista kuuluu genoryhmiin 2 ja 5.

#### **Oireet**

IPN-taudiksi kutsutaan ainoastaan tartuntaa lohikaloilla, muilla lajeilla kyse on aquabirnavirustartunnasta. Aquabirnaviruksille herkkiä ovat erilaiset vesieläimet, kuten monet kalalajit, simpukat, kotilot ja äyriäiset. Useimmat näistä lajeista toimivat kuitenkin vain viruksen kantajina sairastumatta itse tautiin.

Oireellista tautia esiintyy makeassa vedessä kasvatetuilla lohikalojen pikkupoikasilla, mutta myös viljelyn lohen smolttivaiheessa (Smail ym. 1992, Bowden 2002). Vastustuskyky taudille lisääntyy iän myötä (Wolf 1960, Frantsi 1971), ja yli 1500 astepäivää vanhoja kaloja pidetään taudille vastustuskykyisinä (Dorson 1981). Pikkupoikasilla tyypillisiä oireita ovat tumma väri, pullottava vatsa ja silmät, spiraaliuinti, toisinaan havaitaan myös pistemäisiä verenvuotoja evissä ja pylorusalueella sekä vaaleaa limaista ulostetta. Kuolleisuus vaihtelee suuresti mm. viruskannasta, kalojen omasta vastustuskyvystä sekä ja ympäristöolosuhteista kuten veden lämpötilasta ja -laadusta riippuen (Evensen & Santi 2008). Vanhemmat kalat voivat olla taudin kantajina, mutta sairastuvat harvoin akuuttiin tautiin. Taudista selvinneet kalat jäävät usein pienikokoisiksi (Smail 1995). Suomesta eristetyt virukset eivät ole aiheuttaneet voimakkaita oireita. Tauti puhkeaa yleensä veden lämpötilan ollessa alle 15 °C, mutta on todettu Suomessa jopa 22 °C:ssa ja klinisiä oireita 21 °C:ssa (Eriksson-Kallio ym. 2016).

Kuolleisuus vaihtelee 0–100 % riippuen kalojen iästä (pikkupoikaset herkimpiä) ja yleiskunnosta. IPN voi myös esiintyä piilevänä, jolloin kalojen vastustuskyky muita sairauksia vastaan on heikentynyt.

Suuri osa tartunnan saaneista kaloista jää oireettomiksi taudinkantajiksi erittäen virusta ympäristöön (Evensen & Santi 2008). Tauti leviää sairaiden kalojen, sukusolujen, oireettomien kantajien ja ympäristön välityksellä. Virus kestää hyvin erilaisissa ympäristöolosuhteissa.

## Seuranta

Taudin määrittystä varten valitaan ensisijaisesti heikkokuntoisia ja poikkeavasti käyttäytyviä kaloja. Tautia ei voida todeta vain kliinisten oireiden perusteella. Virusnäytteeksi otetaan kalasta pala sydäimestä, pernasta ja munuaisen etuosasta. Taudin määrittäminen tehdään osoittamalla virus kalojen elimistä tai kudoksista soluviljelmällä ja varmistamalla viruksen genomi PCR-menetelmällä.

Genoryhmän 5 IPN-virustartuntojen esiintymistä sisämaan kalanviljelylaitoksilla seurataan riskiperusteisesti tehtävien tarkastusten ja näytteenoton avulla.

## Esiintyminen Suomessa ja muualla

Suomen sisämaa on vapaa genoryhmän 5 IPN-virustartunnasta. Genoryhmän 2 tartunnat ovat yleistyneet sisävesialueella vuoden 2012 jälkeen ja tämän jälkeen myös merialueella, ja se on yleisin Suomessa esiintyvä genoryhmä. Merialueella todetaan vaihtelevasti lisäksi genoryhmän 5 IPN-virustartuntoja. Myös genoryhmän 6 tartuntoja todetaan satunnaisesti. Genoryhmän 2 ja 5 IPN-virustartuntoja esiintyy yleisesti myös muualla Euroopassa. Suomalaisissa luonnonkalojen virusseurantatutkimuksissa IPN-tautia ei ole todettu luonnonkaloissa. Skotlannissa on IPN-virusta todettu oireettomilla luonnonlohilla matalalla prevalenssilla (McVicar ym. 1993, Gregory 2007, Wallace ym. 2008), Espanjassa luonnonlohien prevalenssi on ollut paikoin korkeakin (Bandín & Dopazo 2006). Norjassa on 2000-luvulla testattu luonnonemoiksi päätyviä lohikaloja IPN-taudin varalta, myös siellä tautia on osoitettu vain matalalla prevalenssilla (Brun 2003).

### 3.4.3 ISA, Tarttuva lohen anemia

ISA-taudin (Infectious Salmon Anemia) aiheuttaja on orthomyxovirusten kaltainen suurehko RNA-virus. Valtaosan maailmalla eristettävistä ISA-viruksista ei olla todettu aiheuttavan kalojen sairastumisia ja niitä kutsutaan ISA-viruksen HPR0-kannoiksi. Varsinaisen ISA-taudin aiheuttavat viruksen korkeapatogeeniset niin sanotut HPRΔ -kannat. Korkeapatogeenisten viruskantojen uskotaan syntyneen mutaation kautta taudinaiheuttamiskyvyltään heikoista HPR0-kannoista.

ISA-virukselle herkkiä lajeja ovat Atlantin lohi, taimen ja kirjolohi ja mahdollisesti jotkin muutkin lajit (OIE 2019). Kliinistä ISA-tautia esiintyy vain Atlantin lohella, joka on taudille herkkä ruskuaispussipoikasesta aikuiseen kalaan (OIE 2019). Taimen ja kirjolohi voivat toimia viruksen kantajina (Devold ym. 2000, Rimstad ym. 2011). Atlantin lohella ei ole todettu taudin pysyviä kantajia (OIE 2019). Nahkiaisen herkkyys ISA-virukselle ei ole tiedossa.

Korkeapatogeeniset HPRΔ -kannat aiheuttavat lohelle vakavan yleistulehduksen. Taudille on tyypillistä usealle viikolle ajoittuva, hitaasti nouseva (viikkojen – kuukausien aikana kehittyvä), kuolleisuus. Viljelyolosuhteissa kuolleisuuden nousua on usein edeltänyt jokin stressiä aiheuttanut käsittely. Matalan kuolleisuuden lisäksi kaloissa havaitaan vain vähän muita oireita. Taudin kroonistuessa muut oireet voivat helposti jäädä huomaamatta jopa viljelyolosuhteissa.

Taudin muuttuessa akuutimmaksi havaitaan selvästi kohonnutta kuolleisuutta ja selkeämmät oireet. ISA-tautia sairastavat kalat ovat apaattisia ja aneemisia, silmissä

todetaan verenvuotoja, vatsaontelossa on nestettä, maksa on tumma, munuainen turvonnut ja suolen seinämä punertava. Kalojen silmät voivat myös pullistua ulospäin (OIE 2019). Vatsaontelon rasvassa, maksassa, uimarakossa ja ihosta todetaan usein pistemäisiä verenvuotoja. Tauti voi ilmetä myös kroonisessa muodossa, jolloin anemia on lievempi ja maksa kellertävä.

Tautitapauksia on todettu erityisesti keväisin ja loppusyksystä (Rimstad 2011). Kalan koolla on todettu olevan vaikutusta virukselle kokeellisesti altistettujen kalojen kuolleisuuteen (Glover ym. 2006). Samassa tutkimuksessa ei havaittu eroa eri alkuperää olevien kalojen kuolleisuudessa, kun verrattiin villiä ja viljeltyä alkuperää olevia lohia. On myös esitetty, että smolttiutumisella voi olla vaikutusta kalan herkkyyteen taudille (Glover ym. 2006, Rimstad ym. 2011.)

Tauti leviää sairaiden kalojen, oireettomien kantajien, veden sekä infektoituneiden kalojen kanssa kosketuksissa olleiden välineiden välityksellä. Terveet kalat saavat tartunnan todennäköisesti kidusten kautta (OIE 2019). Tauti voi mahdollisesti levitä myös mädin välityksellä (Marshall ym. 2014, Vike ym. 2009).

### **Seuranta**

Taudin määrittämistä varten valitaan ensisijaisesti heikkokuntoisia ja poikkeavasti käyttäytyviä kaloja. Tautia ei voida todeta vain kliinisten oireiden perusteella. Virusnäytteeksi otetaan pala sydäimestä, pernasta ja munuaisen keski- tai etuosasta. Taudin määrittäminen tehdään osoittamalla viruksen genomi PCR-menetelmällä.

ISA-taudin esiintymistä seurataan riskiperusteisin tarkastuksin.

### **Esiintyminen Suomessa ja muualla**

ISA-tautia ei ole koskaan tavattu Suomessa ja koko Suomessa on EU:n hyväksymä tautivapaa asema. Tautia on löydetty muun muassa merialueella Chilessä, Norjassa, Färsaarilla, Skotlannissa ja Kanadan itärannikolla. Norjassa tautia esiintyy endeemisenä ja tautitapauksia on todettu vuosittain (EFSA 2007, Dverdal & Oliveira 2020).

### **3.4.4 VHS, Virusperäinen verenvuotoseptikemia**

VHS-taudin (Viral Haemorrhagic Septicaemia) aiheuttaa rhabdovirus. VHS-viruksesta on erotettu useita eri genotyypppejä (I-IV). Suomalaisilla kalanviljelylaitoksilla on aiemmin 2010-luvulla esiintynyt Id-muotoa, joka on aiheuttanut ongelmia erityisesti kirjolohella (Raja-Halli ym. 2006). Virus on tarttunut myös viljeltyyn siikaan, mutta se ei ole aiheuttanut varsinaista taudinpurkausta. Kanadassa lohella on löydetty IVa -muotoa, jota ei ole havaittu Itämerellä (Garver ym., 2013). Silakasta ja nahkiaisesta on löytynyt merenkurkun alueelta VHS:n II-muotoa, jonka taas ei ole osoitettu tarttuvan lohikaloihin tartuntakokeissa (Gadd ym. 2010, Gadd ym. 2011). Kyseistä II- muotoa ei olla myöskään löydetty lohelta, taimenelta tai nahkiaisesta suomalaisissa tautiseurannoissa. III-muoto on pääasiassa merellisillä lajeilla esiintyvä VHS-viruksen muoto. Sitä on löytynyt vuonna 2007 myös Norjasta kirjolohen kasvatuslaitoksesta.

VHS on ennen kaikkea kirjolohen tauti, mutta yhteensä noin 80 lajia voi kantaa viruksen eri muotoja, joiden maantieteellinen esiintyvyys vaihtelee (Skall ym. 2005a). Lajien välillä on eroja alttiudessa sairastua tautiin.

Akuuttia VHS-tautia sairastavan kalan oireita ovat ihon tummuminen, mulkosilmäisyys, apatia ja epänormaali uinti. Myös asennon säilyttämisessä ja paikanhahmotuskyvyssä voi olla ongelmia. Silmissä, iholla, ruumiinontelon kalvoilla, lihaksistossa ja sisäelimissä esiintyy usein runsaasti verenvuotoja (Wolf 1988). Akuutista vaiheesta toipuneiden kalojen verenpurkaumien määrä on alhaisempi mutta kala on edelleen aneeminen. Kroonisessa vaiheessa olevien kalojen uinti voi olla spiraalimaista ja kala voi pysyä paikallaan pystyasennossa.

Kuolleisuus vaihtelee suuresti viruskannasta, kalalajista, kalojen koosta ja ympäristöoloista riippuen. Sekä lohi että taimen ovat herkkiä taudin joillekin muodoille, mutta kirjolohi on vielä herkempi. Tauti aiheuttaa voimakasta kuolleisuutta kirjolohelle. Tauti voi tarttua myös siikaan, mutta se ei aiheuta sille samanlaista kuolleisuuden nousua. Merilohelle VHS-virus ei aiheuta yhtä voimakasta tautia kuin kirjolohelle. Altistuskokeissa III-muoto aiheutti syötettynä kuolleisuutta vain kirjolohelle, mutta ei merilohelle. Merilohella kuolleisuus nousi vain, jos altistus tapahtui injektiona (Dale ym. 2009). Myös kalan ikä vaikuttaa ja tyypillisesti tauti aiheuttaa vakavimmat seuraukset nuorille kaloille. Kirjolohen pienillä (0,3–3 g) poikasilla kuolleisuus voi olla jopa 80–100 % kun taas isommilla poikasilla kuolleisuus oli 10–50 %. Aikuisilla kaloilla kuolleisuus on alhaisempaa (Smail 1999).

Tauti esiintyy tavallisesti 4–14 °C lämpötiloissa. Näissä lämpötiloissa viruksen säilyvyys ja toimintakyky säilyy riittävän kauan, ja toisaalta kalan immunologinen järjestelmä toimii hitaammin, jolloin virus ehtii aiheuttamaan taudin puhkeamisen ja viruksen monistumisen. Virus lisääntyy tehokkaimmin 9–12 °C lämpötiloissa (Smail 1999, Goodwin & Merry 2011). Viljelyolosuhteissa tauti paljastuu usein keväällä vesien lämpenemisen yhteydessä. Tauti aiheuttaa oireita ja leviää erityisesti matalissa lämpötiloissa ja kun lämpötila nousee lohikalojen optimilämpötila-alueelle, taudin tartuttavuus on alhaisempi. Tätä on tutkittu kuitenkin vähän kokeellisesti ja osittain näyttö tästä on epäsuoraa muiden lajien osalta. Tyynenmeren silakalla on havaittu voimakas lämpötilariippuvuus VHS:n esiintymiselle kudoksissa altistuskokeissa: 15 °C:n lämpötilassa virusta ei esiintynyt tautialtistuksesta toipuneiden Tyynenmeren sillin (*Clupea pallasii*) kudoksissa, kun taas matalammissa lämpötiloissa altistettujen kalojen kudoksista virusta löytyi. Virusaltistus 15 °C:ssa aiheutti myös matalamman kuolleisuuden kuin matalammissa lämpötiloissa tehty altistus (Hershberger ym. 2013).

Sairaavat kalat erittävät runsaasti virusta. Myös sairaudesta toipunut kala voi kantaa virusta ja toimia tartunnan lähteenä (Schönherz ym. 2013, OIE 2019). Tauti leviää sairaiden kalojen, oireettomien kantajien, viruksen kontaminoiman mädin, veden ja välineiden välityksellä. Tartunta voi levitä myös luonnonkalojen liikkumisen seurauksena. Ruotsissa VHS Ib-tartunnan kirjolohilaitoksille on oletettu levinneen silakan kutuvaelluksen yhteydessä (Nordblom & Norell 2000, Jansson & Vennerström 2014). Taudin on osoitettu tarttuvan myös suun kautta, ravinnon välityksellä (Meyers & Winton 1995, Schönherz ym. 2012).

Veden suolaisuus vaikuttaa viruksen säilymiseen ympäristössä, säilyvyys alenee kun suolapitoisuus nousee. Vedessä virus säilyy muutamia päiviä (Parry & Dixon 1997, Hawley & Garver 2008) ja on samoin lämpötilariippuvaista. Kuten viruksilla yleensä säilyvyys on alhaisempi korkeammassa lämpötiloissa.

Ahvenanmaan VHS- epidemian rajoitusalueella tutkittiin, löytyisikö VHS-tartunnan saaneen kalanviljelylaitoksen ympärillä olevasta kalapopulaatiosta VHS-virusta. Yhtään VHS-tartunnan saanutta kalaa tai viruksen kantajaa ei löytynyt, toisaalta esimerkiksi vesi- ja simpukkanäytteistä samalta alueelta löytyi VHS- virusta. Tulokset viittaavat siihen, ettei luonnonkaloilla ole merkittävää roolia taudin ylläpitäjinä ainakaan kalanviljelylaitosten lähiympäristössä (Vennerström ym. 2018, Vennerström ym. 2020) vaikkakaan tulokset eivät täysin sulje pois tätä mahdollisuutta.

### **Seuranta**

Taudin määrittämistä varten valitaan ensisijaisesti heikkokuntoisia ja poikkeavasti käyttäytyviä kaloja. Tautia ei voida todeta vain kliinisten oireiden perusteella. Virusnäytteeksi otetaan pala kalan sydäimestä, pernasta ja munuaisen etuosasta. Taudin määrittäminen osoittamalla virus kalojen elimistä tai kudoksista soluviljelmällä ja varmistamalla viruksen genomi PCR-menetelmällä.

VHS-taudin seurantaohjelman mukaisia tarkastuksia ja näytteenottoa toteutetaan Ahvenanmaan seuranta-alueella. Muualla Suomessa VHS-tautia seurataan riskiperusteisen seurantaohjelman mukaisesti. Luonnonvaraisista kaloista tai näiden mädistä viljelylaitokselle perustetut emoparvet on tutkittava VHS-taudin varalta ennen kuin niiden jälkeläisiä saadaan myydä tai luovuttaa istutuksiin tai muille laitoksille. Siirrettäessä mätiä ja maitia meri- ja nousualueilta sisämaahan, on emokalat tutkittava VHS:n varalta.

### **Esiintyminen Suomessa ja tautistatus Suomen vesistöalueilla**

Suomella on Ahvenanmaata lukuun ottamatta Euroopan komission hyväksymä VHS-vapaa asema. VHS todettiin Suomessa ensimmäisen kerran keväällä 2000. Sitä on esiintynyt merialueella: Ahvenanmaalla, Pyhtäällä ja Pyhämaalla. Näille kolmelle alueelle perustettiin rajoitusalueet yhtenä keinona taudin leviämisen torjumiseksi. Pyhtään alueen VHS-rajoitukset poistettiin kesällä 2008. Uusikaupunki-Pyhäranta-Rauma-alueelta löydettiin syksyllä 2008 VHS-virus viiden puhtaan vuoden jälkeen, mutta sen jälkeen virusta ei ole alueelta löydetty ja rajoitukset saatiin poistettua kesällä 2011. Ahvenanmaalla VHS-tautia on löydetty viimeksi vuonna 2012 ja rajoitukset siellä säilyvät toistaiseksi. Ahvenanmaan hävittämisohjelma on muutettu seurantaohjelmaksi vuonna 2019 ja jos uusia tapauksia ei löydy Ahvenanmaalle esitetään tautivapaata asemaa keväällä 2022.

#### **3.4.5 SAV-viruksen aiheuttamat taudit**

SAV (salmonid alphavirus) on togaviruksiin kuuluva RNA-virus, josta on todettu kuusi eri alatyyppeä (SAV 1-6). Kaikki alatyypit aiheuttavat Atlantin lohelle PD (pancreas disease) -taudin, kun taas kirjolohelle PD-tautia on todettu aiheuttavan alatyypit SAV 1-3 (Deperasińska ym. 2018). PD-taudin oireita ovat mm. ruokahaluttomuus, uneliaisuus sekä haimakudoksen kuolio ja voimakas lihas- ja sydäntulehdus. Kalaa avattaessa ruuansulatuskanavan sisältö on tyypillisesti kellertävää limaa. Umpilisäkkeiden välissä sijaitsevassa haimakudoksessa havaitaan tyypillisesti pistemäisiä verenpurkauksia. PD-taudissa Atlantin lohien kuolleisuus vaihtelee suuresti, ollen suurimmillaan jopa 80 % (Graham ym. 2011). Atlantin lohilla tautia esiintyy yleisimmin smoltivaiheessa ensimmäisen merivuoden aikana. Kaikki ikäluokat ovat kuitenkin herkkiä tartunnalle. Akuuttia vaihetta seuraa yleensä krooninen vaihe, jolloin kuolleisuus on matalaa, mutta pitkäjaksoisempaa ja sairastuneiden kalojen kasvu

hidastunutta. Akuutit taudinpurkaukset esiintyvät yleisimmin veden lämpötilan ollessa 8–15 °C ja krooniset alle 8 °C:n lämpötiloissa.

SD (sleeping disease) -tautia kirjolohelle ja Atlantin lohelle aiheuttaa makeasta vedestä eristetyt SAV-2 viruskannat. SD-tautiin sairastuneilla kaloilla havaitaan samantyyppisiä oireita kuin PD-taudissa, mutta SD-taudissa kalat tyypillisesti makaavat kasvatusaltaan/kassin pohjalla kyljellään, minkä on ajateltu aiheutuvan lihaksistossa virusinfektion yhteydessä havaitusta nekroosista. SD-tautia on todettu kirjolohella kaikissa ikäluokissa (Deperasińska ym. 2018). SD-tauti aiheuttaa kirjolohelle jopa noin 20 %:n kuolleisuuden.

SAV:n aiheuttama kuolleisuus vaihtelee mm. virustyyppin, vuodenajan ja kalalajin mukaan (Graham ym. 2011, Stene ym. 2014, Rodger & Mitchell 2007, Stormoen ym. 2013). Kumulatiivinen kuolleisuus kalanviljelylaitoksilla vaihtelee mitättömästä yli 50 %:iin ja taudinpurkauksen pituus vaihtelee yhdestä viikosta 32 viikkoon (Bang Jensen ym. 2012, Rodger & Mitchell 2007, Stene ym. 2014, Jansen ym. 2010a, Jansen ym. 2010b).

SAV-ala-tyypit ovat geneettisesti läheistä sukua toisilleen ja virusten aiheuttamat oireet voivat olla keskenään samankaltaisia, joten perinteisen PD- ja SD-tautiluokittelun sijaan puhutaan nykyään usein yleisesti SAV-infektiosta.

OIE:n (2019) mukaan Atlantin lohen ja kirjolohen lisäksi SAV-infektiolle herkkä laji on nieriä (*Salvelinus alpinus*) ja hietakampela (*Limanda limanda*). Taimenesta ja kampelasta (*Platichthys flesus*) on todettu löytyvän viruksen genomia PCR-testin avulla, mutta aktiivista SAV-infektiota näillä lajeilla ei ole todennettu. Nahkaisen SAV-herkyydestä ei ole julkaistua tietoa. Kliinisen taudin lisäksi SAV-kannat voivat aiheuttaa myös subkliinisen infektion, mutta tästä on toistaiseksi saatavilla vähemmän tietoa. Taudin vakavuuteen voivat vaikuttaa useammat ympäristökijät (McLoughlin & Graham 2007) ja veden lämpötilan nousu voi osaltaan aiheuttaa taudinpurkauksen (Stene ym. 2014).

Virus voi levitä kalasiirtojen, veden ja ihmisen toiminnan mukana. Kalat erittävät virusta pian infektion jälkeen noin 3–4 viikon ajan iholiman ja ulosteiden kautta (Graham ym. 2011). Kalat infektoituvat todennäköisimmin joko kidusten tai suoliston kautta (OIE 2019). Kokeellisesti on todettu, että kala voi kantaa virusta vielä 6 kk infektion jälkeenkin (Andersen ym. 2007). Taudin leviämistapoja tutkitaan edelleen aktiivisesti ja varsinkin veden virtaukset ja lohität ovat viime aikoina saaneet suurta huomiota tartuntaa levittävinä tekijöinä.

### **Seuranta**

Taudin määrittämistä varten valitaan ensisijaisesti heikkokuntoisia ja poikkeavasti käyttäytyviä kaloja. Tautia ei voida todeta vain kliinisten oireiden perusteella. Virusnäytteeksi otetaan kalasta pala aivoista, pernasta ja munuaisen etuosasta. Aivojen tilalle voidaan ottaa pala sydäimestä. Taudin määrittäminen tehdään osoittamalla virus kalojen elimistä tai kudoksista soluviljelmällä ja varmistamalla viruksen genomia RT-PCR -menetelmällä.

SAV-virusten esiintymistä seurataan riskiperusteisesti sisävesialueen kalanviljelylaitoksilla. Luonnonvaraiset kalat, joita tai joiden sukusoluja otetaan viljelylaitokselle emoparvien perustamiseksi, on tutkittava SAV-virusten varalta ennen kuin niiden jälkeläisiä saadaan myydä tai luovuttaa istutuksiin tai muille laitoksille.

## **Esiintyminen Suomessa ja muualla**

Suomen sisävesialueella on virallinen vapaa-asema SAV-tartuntojen osalta. Lohikalojen alfaviruksia ei ole toistaiseksi todettu Suomessa. Sekä PD että SD tauteja on todettu useissa Euroopan maissa, mukaan lukien Norja, Irlanti, UK, Ranska, Saksa, Italia, Espanja, Puola ja Sveitsi.

## **3.5 Kalojen ylisiirtoon vaikuttava lainsäädäntö**

### **3.5.1 Taustaa Eläintautilainsäädännöstä ja sen vaikutus kalojen ylisiirtoihin aiemmin**

Eläintautilaissa 55/1980 on määritelty eläintaudit helposti leviäviin, vaarallisiin, valvottaviin ja muihin eläintauteihin ja Eläintautiasetuksessa 601/1980 niitä kutsutaan vastustettaviksi eläintaudeiksi. MMM eläinlääkintöosaston joulukuussa 1987 voimaan tullessa päätöksessä vastustettavista eläintaudeista on linjattu ensimmäisen kerran myös vastustettavista kalataudeista (MMM 1140/1987). Vuodesta 1990 alkaen elävien kalojen, pois lukien akvaariokalat, ja muiden kalojen kuin akvaariokalojen hedelmöitetyn mädin maahantuonti on ollut luvanvaraista (MMM 59/1990). Myöhemmin MMM on tarkentanut vastustettaviin kalatauteihin liittyviä ohjeistuksia ja rajoituksia, mm. EU:n sisämarkkinakauppakäytäntöjen osalta.

MMM päätös elävän kalan ja mädin kuljettamisen ja luovuttamisen rajoittamisesta merestä sisävesistöön tuli voimaan vuonna 1989 (MMM 402/1989). Merestä pyydystetty tai merivedessä kasvatettuja kaloja ja nahkiaisia sai siirtää sisävesiin vain MMM:n luvalla. Tällöin säädettiin ensimmäisen kerran toiminnasta, jota nykyisin kutsutaan kalojen ylisiirroksi. Lainsäädännössä ylisiirroksi joessa luetaan se, että mereen laskevasta joesta alimman nousuesteen alapuolelta pyydettyjä tai alueella kasvatettuja eläviä kaloja ja nahkiaisia siirretään alimman nousuesteen yläpuoliseen vesistöön.

Suurin osa tässä tutkimuksessa mukana olevista lohien ja taimenien ylisiirroista on tehty vuoden 2014 alussa voimaan tulleen Eläintautilain säädösten mukaisesti (MMM 441/2013), jossa edellä mainittu vastustettavien tautien luokitus on ollut voimassa.

### **3.5.2 Eläintautilainsäädäntö tällä hetkellä**

Uudistettu Eläintautilaki (76/2021) tuli voimaan 21.4.2021 ja siinä tautiluokitusta on päivitetty vastaamaan Euroopan Unionin säädöksiä. Eläinterveys säännösten mukaan taudit jaetaan a–e -luokkaan (luetteloidut taudit) (Euroopan parlamentti ja neuvosto 2016/429).

- A-luokkaan kuuluvat vakavat eläintaudit, joita EU:ssa ei pääsääntöisesti esiinny. Jos tautia havaitaan, ryhdytään sen nopeaan hävittämiseen.
- B-luokkaan kuuluvat vakavat eläintaudit, jotka on tarkoitus hävittää EU:n alueelta monivuotisilla taudin hävittämisohjelmilla.
- C-luokan eläintautien hävittämiseksi EU:n jäsenvaltiot voivat vapaaehtoisesti laatia hävittämisohjelman tai julistaa alueitaan tautivapaiksi. Euroopan komissio hyväksyy hävittämisohjelmat ja tautivapaudet ja niiden perusteella määrittellään eläinten ja sukusolujen siirto- ja tuontiehdot.
- D-luokan eläintauteja valvotaan eläinten ja sukusolujen tuonneissa ja siirroissa. Kaikki a–c-luokan eläintaudit kuuluvat myös d-luokkaan.



- E-luokan eläintautien esiintymistä seurataan ja niiden esiintymisestä raportoidaan muille maille. Kaikki a–d-luokan taudit kuuluvat myös e-luokaan.

Kansallisen eläintautilain mukaan muu kuin a–c-luokan tauti voidaan nimetä muuksi torjuttavaksi eläintaudiksi tai valvottavaksi eläintaudiksi. Lisäksi muu kuin e-luokan tauti voidaan nimetä muuksi ilmoitettavaksi eläintaudiksi. Suomi voi itse kansallisesti päättää näiden tautien ehkäisy- ja torjuntatoimista sekä näitä tauteja koskevasta ilmoittamismenettelystä.

- *Muu torjuttava eläintauti* vaikeuttaa merkittävästi eläintuotannon toimintaedellytyksiä tai vahingoittaa luonnonvaraisia eläinkantoja tai merkittävästi estää tai haittaa eläinten tai tuotteiden vientiä tai kauppaa taikka voi tarttua ihmisestä eläimeen aiheuttaen vakavan sairauden. Tähän luokkaan kuuluva eläintauti voi olla eläinterveys säännösten mukaan d- tai e-luokan tauti tai muu eläintauti, jota ei ole luokiteltu eläinterveys säännöstyössä.
- *Valvottava eläintauti* aiheuttaa sellaista taloudellista vahinkoa eläintenpidolle, vahinkoa luonnonvaraisille eläinkannoille, vaaraa ihmisten terveydelle taikka vahinkoa eläinten tai tavaroiden viennille ja kaupalle, että eläintaudin leviämisen estäminen on näiden suojaamiseksi perusteltua. Myös valvottava eläintauti voi olla eläinterveys säännösten mukaan d- tai e-luokan tauti tai muu eläintauti, jota ei ole luokiteltu eläinterveys säännöstyössä.
- *Muun ilmoitettavan eläintaudin* esiintymisen seuranta on tarpeen ihmisten tai eläinten terveyden suojaamiseksi taikka eläinten tai tuotteiden kaupan tai viennin turvaamiseksi. Muu eläintauti kuin e-luokan tauti voidaan nimetä tähän luokkaan kuuluvaksi. Muihin ilmoitettaviin eläintauteihin kuuluvat myös kaikki e-luokkaan kuulumattomat muut torjuttavat ja valvottavat eläintaudit.

### 3.5.3 Tautiluokitus tällä hetkellä

Kalatautien torjunnassa haasteena on, että osa taudeista on kansallisesti torjuttavia ja osasta säädetään EU tasolla. Euroopan komission asetuksen 2018/1882 mukaan VHS, IHN ja ISA kuuluvat tautiluokituksessa c-luokkaan ja myös d-luokkaan. MMM asetuksen 327/2021 luvussa 10 säädetään, miten tulee toimia VHS-, IHN- ja ISA-tautien torjumiseksi.

- MMM asetuksen 325/2021 mukaan SAV kuuluu muihin torjuttaviin eläintauteihin ja IPN valvottaviin eläintauteihin sekä molemmat taudit kuuluvat muihin ilmoitettaviin eläintauteihin. MMM asetuksen 326/2021 luvussa 7 säädetään, miten tulee toimia SAV-taudin torjunnassa ja IPN-taudin torjuntaan sovelletaan eläintautilain 76/2021 lukua 6.

### 3.5.4 Luonnonvaraisten vesieläinten siirtäminen

Luonnonvaraisten vesieläinten siirtämiseen vaikuttaa useampi asetus. Toimijan vastuu siirron riskeistä veloitetaan MMM asetuksessa 320/2021. Tämän lisäksi sekä siirron lähtöalueen ja kohdealueen tautistatus vaikuttaa siirron riskinhallintaan kuten esim. luvanvaraisuuteen.

Kalojen ylisiirtojen luvanvaraisuus perustuu tällä hetkellä MMMn asetukseen 324/2021, jossa on perustettu rajoitusalue IPN- ja SAV-taudin leviämisen estämiseksi. Sen muodostavat merialue ja vaelluskalojen nousualue (MMM 324/2021). Luonnon ja viljeltyjen kalojen siirtäminen rajoitusalueelta sisävesiin sekä sisävesialueella sijaitsevaan pitopaikkaan on kiellettyä. Tähän on mahdollista hakea poikkeuslupaa. Jos ylisiirron kalojen keräysalueen

tai siirron kohdealueen tautistatus muuttuu jonkin muun taudin osalta myös tämän uuden rajoitusalueen asetuksen määräykset vaikuttavat ylisiirtotoiminnan mahdollisuuksiin, luvanvaraisuuteen ja riskinhallintavelvoitteisiin.

Yleisesti luonnonvaraisten vesieläinten siirroista on säädetty MMM asetuksessa 320/2021. Kyseisen asetuksen kaloja koskevat säädökset koskevat myös kalojen sukusoluja. Asetuksessa määritelmän mukaan sisävesialueella tarkoitetaan Suomen alueella olevia järviä, lampia, sellaisia jokien osia ja suistoja, joihin merialueen vaelluskalat eivät voi nousta tai joihin noustakseen niiden on ohitettava vähintään kaksi nousuestettä, sekä pitopaikkoja, joihin tuleva vesi otetaan mainituilta vesialueilta tai jotka käyttävät vain pohjavettä tai sulamisvesiä.

Tarkemmin siirrosta säädetään 320/2021 6 §:

- ”Siirrettäessä luonnonvaraisia vesieläimiä sisävesialueelle muualta kuin sisävesialueelta toimijan on varmistettava, että siirrettävät vesieläimet ovat silmämääräisesti arvioiden terveitä ja elinvoimaisia ja että siirrettävissä vesieläinryhmissä ei esiinny lisääntyntä kuolleisuutta.”
- ”Toimijan on lisäksi toteutettava asianmukaisia riskinvähentämistoimenpiteitä ja tarvittavia tutkimuksia vesieläimille sen varmistamiseksi, että siirto ei aiheuta merkittävää riskiä d-luokan taudin leviämisestä määräpaikassa oleviin vesieläimiin.”
- ”Toimenpiteiden ja tutkimusten tarpeen ja asianmukaisuuden arvioinnissa tulee ottaa huomioon erityisesti kyseessä olevaa vesieläinkantaa koskevat taudin varalta jo tehtyjen tutkimusten tulokset, vesieläinten terveys vaellusalueella ja varsinkin pyyntialueen lähistöllä sekä määräpaikassa olevat luonnonvaraiset vesieläinkannat ja vesiviljelypitopaikat.”
- ”Toimijan on viimeistään kolme kuukautta ennen siirtoa ilmoitettava riskinvähentämistoimenpiteistä ja tutkimuksista aluehallintovirastolle, joka voi eläinterveys säännösten 200 artiklan 3 kohdassa mainittuna määräpaikan toimivaltaisena viranomaisena päättää mahdollisista lisätutkimuksista.”

## 3.6 Ylisiirtoprosessin kuvaus

### 3.6.1 Kalojen ylisiirtomenetelmä

Kirjallisuudessa ylisiirroista käytetään termejä ”trap and transport/truck/haul” (Congress of The United States Office of Technology Assessment 1995, Brownell ym. 2012), myös ”collect and haul” (Miranda 2001). Ylisiirtomenetelmää käytetään vaelluskaloille, mm. lohelle (Sigourney ym. 2015) ja usein vaelluskalakantojen palautusprosessien alkuvaiheessa, jos reitti lisääntymisalueille on estynyt patojen tai muiden esteiden takia (Larinier 2001).

Suomessa lain mukaan ylisiirroksi määritellään se, että kaloja siirretään kahden alimman nousuesteen yläpuoliseen vesistöön. Suomessa vapaaehtoisia ylisiirtoja on tehty lohella tutkimus- ja kannanpalautustarkoituksessa. Myös yksittäisiä meritaimenia on ylisiirretty lohien ylisiirtojen yhteydessä.

Brownell ym. (2012) mukaan ylisiirtomenetelmää käytetään siirrettäessä aikuisia kaloja ylävirran suuntaan. Kalat pyydystetään alimman nousuesteen alapuolelta ja siirretään halutulle alueelle (Sigourney ym. 2015). Kalojen kuljettaminen on toimivin vaihtoehto, kun

esim. halutaan taata vaelluskalojen lisääntyminen hyvin korkeiden voimalaitospatojen tai usean lähekkäin sijaitsevan padon yläpuolelle (Larinier 2001, Brownell ym. 2012). Kalojen kiinniotto, mahdollinen välisäilytys ja kuljetus suunnitellaan kohdelajin käyttäytymisen ja tarpeiden mukaan (Brownell ym. 2012). Kuljetuksessa on huomioitava kalatiheys tankissa, veden ja ilman lämpötila, kuljetuksen kesto sekä minimoitava kalojen käsittely.

Kalojen ylisiirtoja käytetään usein tilapäisinä ratkaisuinä ennen kalojen kulun turvaavien rakenteiden rakentamista (Larinier 2001, Brownell ym. 2012). Kalatien puuttuminen tai kustannukset kalatien toteuttamiseksi ovat yleisimpiä syitä kalojen ylisiirroille (Congress of The United States Office of Technology Assessment 1995). Ylisiirtoja voidaan myös käyttää perusteena kalatien rakentamiselle (Brownell ym. 2012). Kalat voidaan kuljettua yläjuoksulle kutualueille tai hautomoon poikastuotantoa varten (Larinier 2001).

Congress of The United States Office of Technology Assessment (1995) mukaan osa ylisiirtoja tehneistä toimijoista ovat huolissaan käsittelyn ja siirron aiheuttamista vaikutuksista kalojen käyttäytymiseen ja terveyteen. Kuljetukset tulisi toteuttaa varovaisuusperiaatteella kalojen stressitekijät minimoiden. Ylisiirroista kaloille aiheutuvia mahdollisia haittoja ovat suuntavaiston kadottaminen, sairastuminen ja siihen menehtyminen, kutuvaelluksen myöhästymisen sekä häiriö kotijoen löytämisvietissä, mikä voi johtaa harhailuun. Kalojen luontainen yhtäaikainen nousu sopivissa olosuhteissa voi aiheuttaa haasteita siirtojen toteutukseen (Congress of The United States Office of Technology Assessment 1995). Rajoitetut toimintaresurssit ja kustannukset rajaavat kalojen siirtoon käytettävissä olevaa aikaa. Rajallinen kapasiteetti kalamäärän siirtämiseksi voi luoda paineita suuriin siirtomääriin, mikä lisää kalojen vaurioitumisen riskiä. Jos suunnittelua ja toteutusta ei hoideta kunnolla, lopputulos ei välttämättä ole turvallinen/riskitön, oikea-aikainen ja tehokas, koska olennaiset riskit liittyvät kalojen käsittelyyn, rajoitettuun siirtomäärään, vaelluksen ajoittamiseen, prosessin ylläpitoon ja rahoitukseen (Brownell ym. 2012).

Yhdysvalloissa Columbia joella on siirretty kalanpoikasia alavirran suuntaan tankkiautoilla ja proomuilla (Congress of The United States Office of Technology Assessment 1995). Tällöin välttään suuren patoaltaan aiheuttamilta tappiolta, joutumiselta turbiineihin ja predaatiolta sekä patoaltaassa että sen alapuolella. Kuitenkin smolttien siirto saattaa viivästyttää alasvaellusta ja vaikuttaa negatiivisesti niiden fysiologiseen kehitykseen.

### **3.6.2 Ylisiirrot Oulujoella**

Oulujoella lohien ylisiirtoja on tehty vuosina 2014–2017 osana Oulujoen vesistön puitesopimusta (OUMO) (Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto 2014a, 2015a, 2016a, 2017a). Ylisiirtojen toteuttajana on ollut Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (PKL). Kalat siirrettiin Oulujoen pääuomaan laskeviin Kutu- ja Utosjokeen (Taulukko 5). Lisäksi Montan kiinniottolaitteella pyydystettyjä lohia ja taimenia on ylisiirretty vuonna 2020 (Hämäläinen 2020).

Montan voimalaitospadon yhteyteen valmistui Fortumin omistama ja Montan Lohi Oy:n operoima kalojen kiinniottolaite elokuussa 2017 (Oikarinen 2017, Hämäläinen 2020, LIITE 3). Kiinniottolaitteen avulla on tarkoitus pyydystä kudulle nousevia vaelluskaloja ja siirtää niitä kalankuljetusautolla Kutujokeen ja Utosjokeen (Hämäläinen 2020). Vuosittainen kiinniottolaitteen rahoitus tulee Oulujoen vesistön puitesopimuksen kautta.

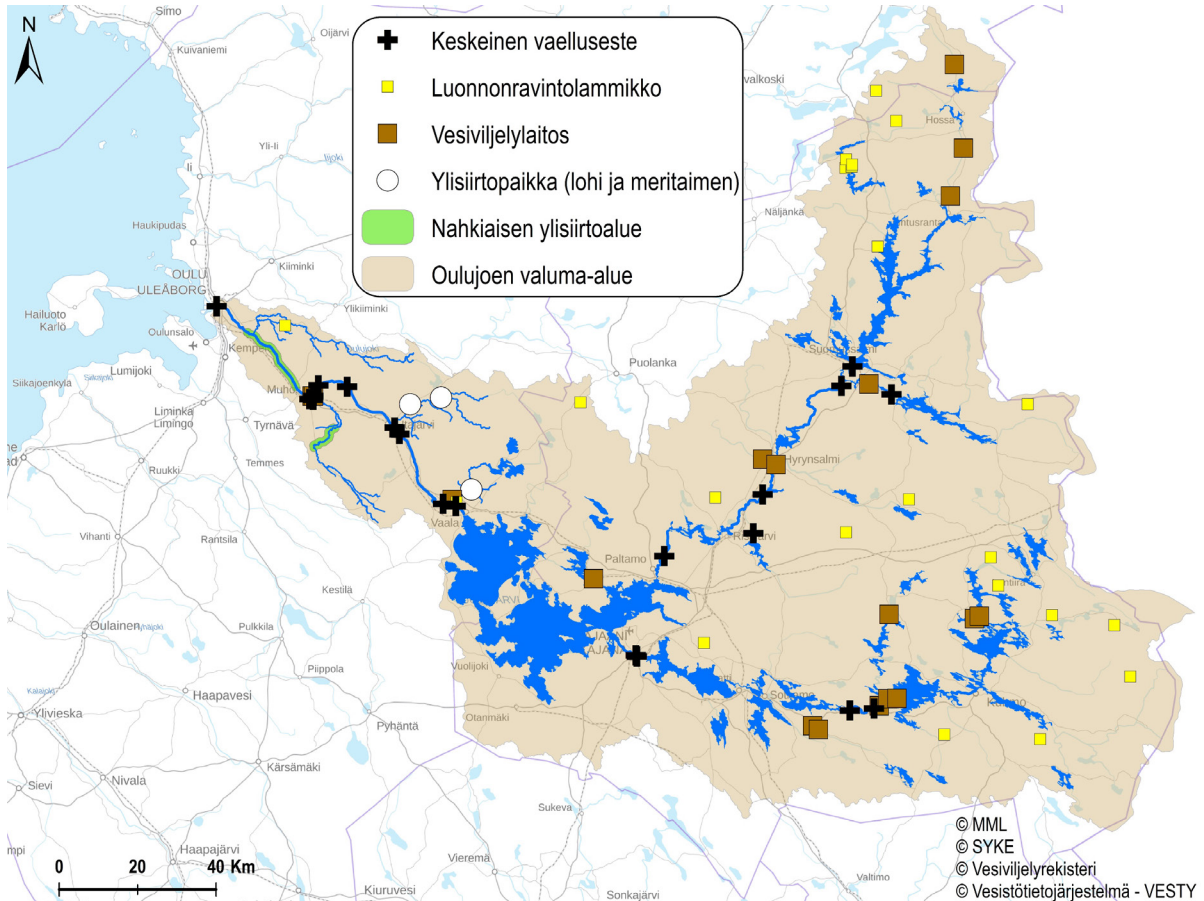
Hämäläisen (2020) mukaan Montan kalojen kiinniottolaite on ainut laatuaan ja kyseessä on pilottihanke. Tästä syystä laitteen kehitystyö ja käytön optimointi on vienyt paljon aikaa (Hämäläinen 2020). Laitteessa on ollut paljon teknisiä ongelmia käyttöönoton jälkeen ja siihen on vuosien aikana jouduttu tekemään paljon muutostöitä (Oikarinen 2017, Hämäläinen 2020). Ensimmäiset ylisiirrot kiinniottolaitteella pyydystetyillä merilohilla ja meritaimenilla tehtiin syksyllä 2020 (Taulukko 5) (Hämäläinen 2020). Siirtoja tehtiin kahdessa erässä ja molemmat erät vapautettiin Utosjoen Autiokoskeen.

Kiinniottolaitteen kehitystyön aikana on myös seurattu laitteeseen hakeutuvien merilohien ja meritaimenien sukupuolijakaumaa (Fortum 2021). On havaittu, että Merikosken kalatien vesitysolosuhteet suosivat koiraslohien nousua mikä näkyy myös Montan kiinniottolaitteeseen pyrkineiden lohien sukupuolijakaumassa. Tämä saattaa aiheuttaa haasteita tuleville ylisiirroille, jos naaraslohia ei saada tarpeeksi ylisiirtoa varten (Fortum 2021). Meritaimenen sukupuolijakauman on havaittu olevan tasapainoisempi Merikoskessa ja Montassa.

**Taulukko 5.** Oulujoen vesistöalueella ylisiirretyt lohet ja taimenet vuosina 2014–2017 ja 2020.

Vuosi	Lohi (kpl)		Taimen (kpl)	
	Utosjoki	Kutujoki	Utosjoki	Kutujoki
2014	33	16	-	-
2015	23	16	-	-
2016	52	24	-	-
2017	20	-	-	-
2020	18	-	6	-

Lohien ja taimenien ylisiirtopaikat sekä nahkiaisten ylisiirtoalueet Oulujoella on kuvattu samassa kartassa (Kuva 3). Lohien ja taimenien ylisiirroista on tiedossa vapautuspaikka. Nahkiaisten ylisiirtoeria on niin paljon, että yksittäistäisiä vapautuspaikkoja on haastava esittää kartassa, joten asia on esitetty tiedossa olevana vapautusalueena. Karttoihin (Kuvat 2, 3 ja 4) on rajattu vain keskeisimmät kalojen vaellusesteet VESTY-patorekisteristä, koska patoaineisto on laaja.



**Kuva 3.** Lohien ja taimenien ylisiirtopaikat sekä nahkiaisten ylisiirtoalueet Oulujoella. Lisäksi karttassa näkyy vesiviljelyn pitopaikat, joissa on hautomo, emokala-, poikas- tai ruokakalalaitos.

### 3.6.3 Ylisiirrot Iijoella

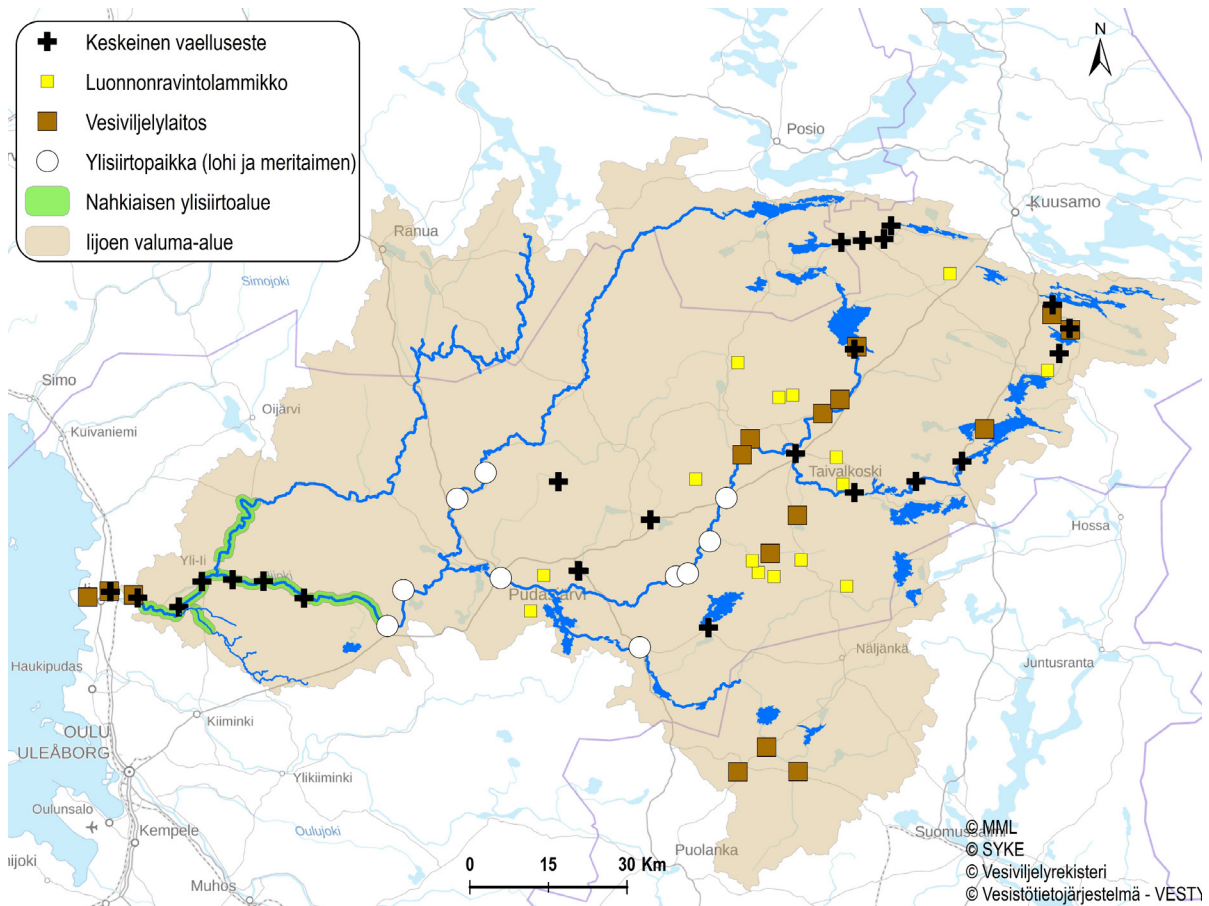
lijoen vaelluskalakantojen elvyttämiseen tähtäävä ”Vaelluskalat palaavat Iijokeen”-hanke käynnistyi vuoden 2008 lopussa (Orell ym. 2011). ”Hankkeen päätavoitteena oli lijoen vaelluskalojen luonnonvaraisen lisääntymisen ja vesivoimatalouden harjoittamisen yhteensovittaminen lijoen lohikannan ja Perämeren lohisaaliiden turvaamiseksi” (Orell ym. 2011). Tarkoituksena oli selvittää, voidaanko aikuisia lohia siirtämällä käynnistää luonnonpoikastuotanto lijoen rakentamattomana säilyneellä keski- ja yläjuoksulla. Luonnonpoikastuotanto voi käynnistyä, jos siirretyt lohet jäävät voimalaitosten yläpuolisille jõesosille, hakeutuvat lisääntymiseen soveltuville kutualueille ja pariutuminen onnistuu (Orell ym. 2011). Hankkeen puitteissa tehtiin lohien ylisiirtoja ja siirrettyjen kalojen radiotelemetriaseurantaa vuosina 2009–2010 (Taulukko 6) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimesta (RKTL). Kalat pyydystettiin Iijokisuulta lohiloukuilla ja Raasakan padon alapuolelta virtavesipaunetilla (Kanninen 2011).

Vuonna 2011 ei pystytty toteuttamaan lohien ylisiirtoja, koska saaliit olivat niukat ja samaan aikaan oli tarve pyydystää lohia tutkimuskäyttöön (Hirvonen & Laine 2011). Vuonna 2012 lohien ylisiirto toteutui, mutta ylisiirtojen toteuttaja ei ole tiedossa (Anonyymi 2012, Juntunen 2017). Vuonna 2013 lijoen ylisiirrot toteutti Oulun kalatalouskeskus (Kaski 2013).

Perämeren kalatalousyhteisöjen liitto on toteuttanut lohien ylisiirtoja lijoella vuosina 2014–2017 (Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto 2014b, 2014c, 2015b, 2016b, 2017b) (Kuva 4). Mukana olleet kaupalliset kalastajat ovat pyydystäneet kalat rysillä läheltä jokisuuta (Anttila 2020). Kalat kuljetettiin maihin veneessä olevassa lasikuitusäiliössä, jossa oli hapetus. Kalat siirrettiin lasikuitualtaisiin väliaikaissäilytykseen lähelle lijokisuuta sijaitsevan Rantakestilän hautomon ulkoaltauksiin. Kalojen kuntoa ja käytöstä seurattiin ja huonokuntoiset tai vahingoittuneet kalat toimitettiin silloiseen Eviraan tautinäytekaloiiksi. Anttila (2020) mukaan kalojen jatkokuljetus toteutettiin 1–3 päivän sisällä mereltä pyynnistä. Kalojen kuljetukseen on käytetty lava-auton päällä olevaa 800 litran säiliötä, teliperäkärryllä olevaa 1 200 litran säiliötä ja kalankuljetusautoa, jossa 5–6 kpl 2,4 m<sup>3</sup> allasta. Säiliöissä kuljetettiin 10–20 kalaa ja kalankuljetusautolla 50–60 kalaa. Kuljetusmuoto on valittu kalamäärän mukaan, kalojen hyvinvointi, hyvät hapetusolosuhteet sekä optimaalinen vedenlämpötila huomioiden (Anttila 2020). Ylisiirtoluvissa lupaehtona oleva eläinlääkäriin tekemä kalojen tarkastus on toteutettu pääasiassa kalojen ollessa lasikuitualtaassa ennen jatkokuljetukseen lastausta. Eläinlääkäriin tehtävien priorisoinnista johtuen kalat ovat muutaman kerran tarkastettu myös kuljetusmatkan varrella. Kalojen kuljetus on lopetettu, jos lastausveden lämpötila on ollut yli +18 °C. Kuljetuskalusto- ja välineistö on desinfioitu Virkonilla jokaisen kalaerän vapauttamisen jälkeen (Anttila 2020).

**Taulukko 6.** lijoen vesistöalueella ylisiirretyt lohet ja taimenet vuosina 2009–2017, lukuun ottamatta vuotta 2011, jolloin ylisiirtoja ei ole tehty.

Vuosi	Lohi (kpl)			Taimen (kpl)		
	lijoen pääuoma	Livojoki	Korpijoki	lijoen pääuoma	Livojoki	Korpijoki
2009	-	30	20	-	-	-
2010	19	11	-	-	-	-
2012	192	67	-	-	-	-
2013	176	64	-	-	-	-
2014	130	100	-	-	-	-
2015	94	35	-	-	-	-
2016	210	40	-	-	-	-
2017	144	42	-	-	5	1



**Kuva 4.** Lohien ja taimenien ylisiirtopaikat sekä nahkiaisten ylisiirtoalueet lijoella. Lisäksi kartassa näkyy vesiviljelyn pitopaikat, joissa on hautomo, emokala-, poikas- tai ruokakalalaitos.

### 3.6.4 Ylisiirrot Kemijoella

Lohien ja meritaimenien ylisiirtoja on vuosien 2009–2020 välisenä aikana toteutettu Kemijoen vesistöalueella Kemijoen pääuoman alaosassa sekä yläosassa Savukoskella ja Pelkosenniemellä, Kemijoen sivujoilla Vähäjoella, Louejoella ja Pisajoella sekä Ounasjoella ja sen sivujoilla Aakenusjoella ja Venejoella (Kuva 5, Taulukko 7). Ensimmäiset Kemijoen valuma-alueella tehdyt lohien ylisiirrot toteutettiin Telelohi 2009-hankkeen puitteissa vuonna 2009 (Kannainen (2011)). Ylisiirtoja jatkettiin Askel Ounasjoelle II-hankkeessa vuosina 2010–2011 (Jaukkuri ym. 2012) ja Askel Ounasjoelle III-hankkeessa vuosina 2012–2013 (Lohijokitiimi 2018). Vuosina 2014–2017 ja 2019–2020 ylisiirtoja on tehty Paluu-hankkeessa (Lohijokitiimi 2015a, 2015b, 2016, 2017, 2020, 2021).

Paluu-hankkeen tarkoituksena on ollut ylisiirtää mahdollisimman useita Kemijokisuulta ja Isohaarasta pyydystettyjä lohia ja taimenia alisen Kemijoen sekä Ounasjoen vapaana virtaaville jokiosuuksille. Hankkeen aikana on pyritty käynnistämään kyseisten jokiosuusten luontainen poikastuotanto (Viitala 2015).

**Taulukko 7.** Kemijoen vesistöalueella ylisiirretyt lohet ja taimenet vuosina 2009–2020, lukuun ottamatta vuotta 2018, jolloin ylisiirtoja ei ole tehty. Lisäksi vuonna 2019 on siirretty Isohaaran patoaltaaseen 29 kalaa, joiden laji ei ole tiedossa. Ylisiirtopaikat ovat lueteltu yläjuoksulta alaspäin.

Kalalaji	Joen osa	Ylisiirtopaikka	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2019	2020	
Lohi (kpl)	Kemijoen pääuoma	Pahtakoski	-	-	-	-	-	-	104	-	115	-	-	
		Savukoski	-	-	-	-	-	-	-	47	119	-	174	
		Pelkosenniemi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
		Valajaskoski	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-
		Petäjaskoski	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-
		Koivu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-
		Louesaari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
		Ossauskoski	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-
		Tervolan patoallas	-	-	-	-	-	51	-	52	15	2	-	-
		Isohaaran patoallas, Taivalkoski	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	8	17
Ounasjoen pääuoma	Ounasjoen sivujoki	Ounasjoki	52	329	105	-	-	323	821	946	1141	21	267	
		Aakenusjoki	-	-	-	-	-	-	82	-	-	-	-	
		Molkojoki	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98	-	-
		Vähäjoki	-	-	-	-	-	162	244	-	-	-	-	
		Pisajoki	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	
		Louejoki	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	14	-
		Taimen (kpl)	Kemijoen sivujoki	Pisajoki	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
Louejoki	-			-	-	-	-	33	-	-	12	23	-	
Ounasjoki	-			-	-	-	-	-	-	-	-	33	42	
Isohaaran patoallas, Taivalkoski	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-
Tervolan patoallas	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-

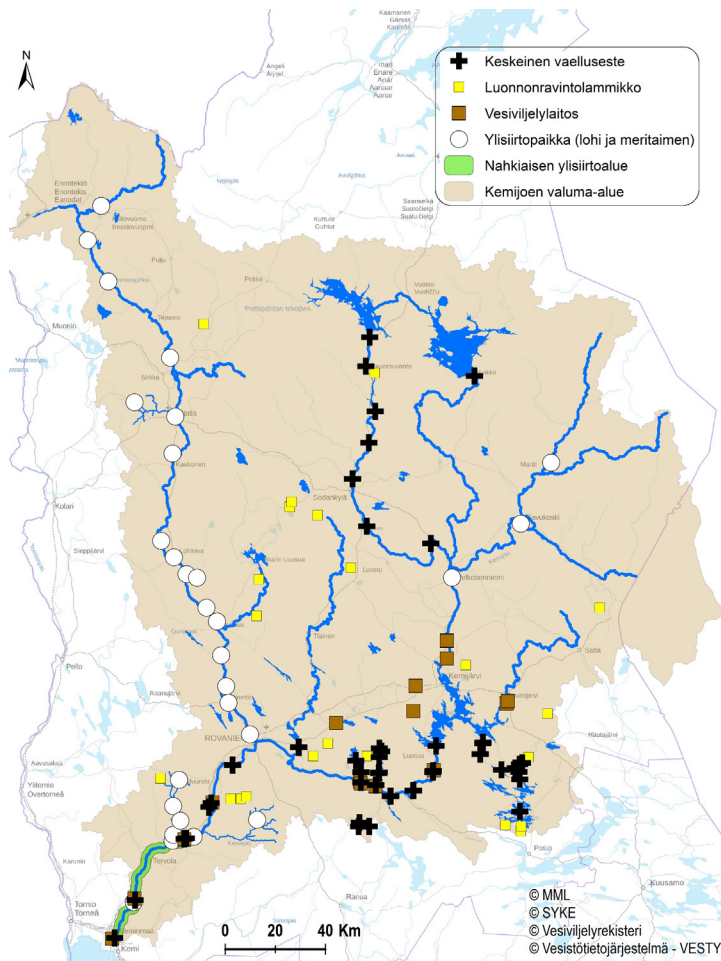


### 3.6.5 Ylisiirron vaiheet

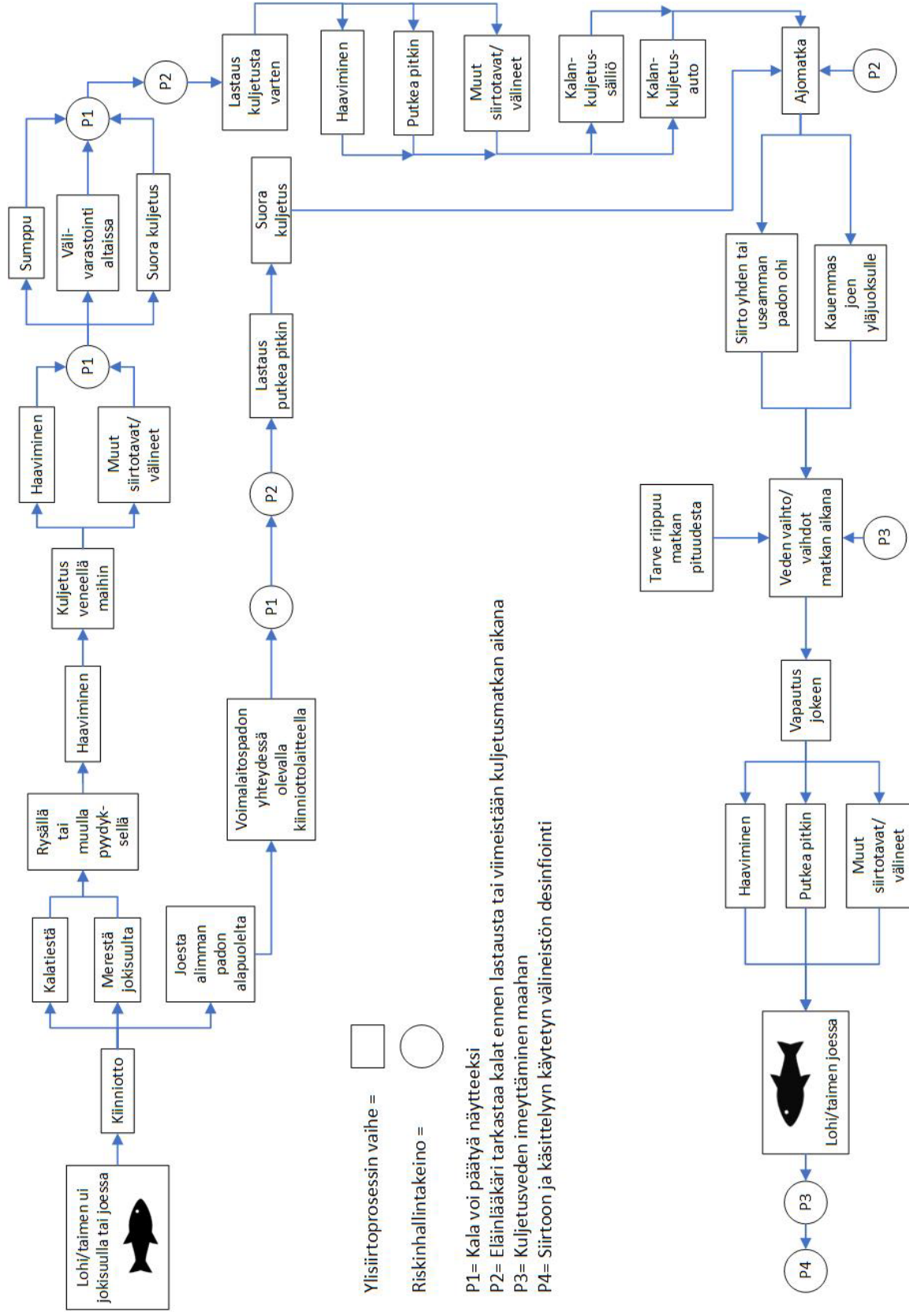
Tutkimuksen aikana kerättyjen ylisiirtoja tehneiden toimijoiden tietojen perusteella koottiin ylisiirtoprosessikaavio lohien ja taimenen (Kuva 6) sekä nahkiaisten ylisiirtojen vaiheista (Kuva 7). Toimijoiden välineistö, olosuhteet ja siirtomatkat ovat erilaiset kullakin joella, mutta ylisiirtoprosessin vaiheet ovat hyvin samankaltaiset. Kalojen kuntoa tulee tarkkailla silmämääräisesti koko ylisiirtoprosessin ajan ja vahingoittuneet, sairaat tai poikkeavasti käyttäytyvät kalayksilöt tulee toimittaa näytteeksi Ruokavirastoon.

Ylisiirtoprosessin vaiheet lohelle ja taimenelle ovat (Kuva 6):

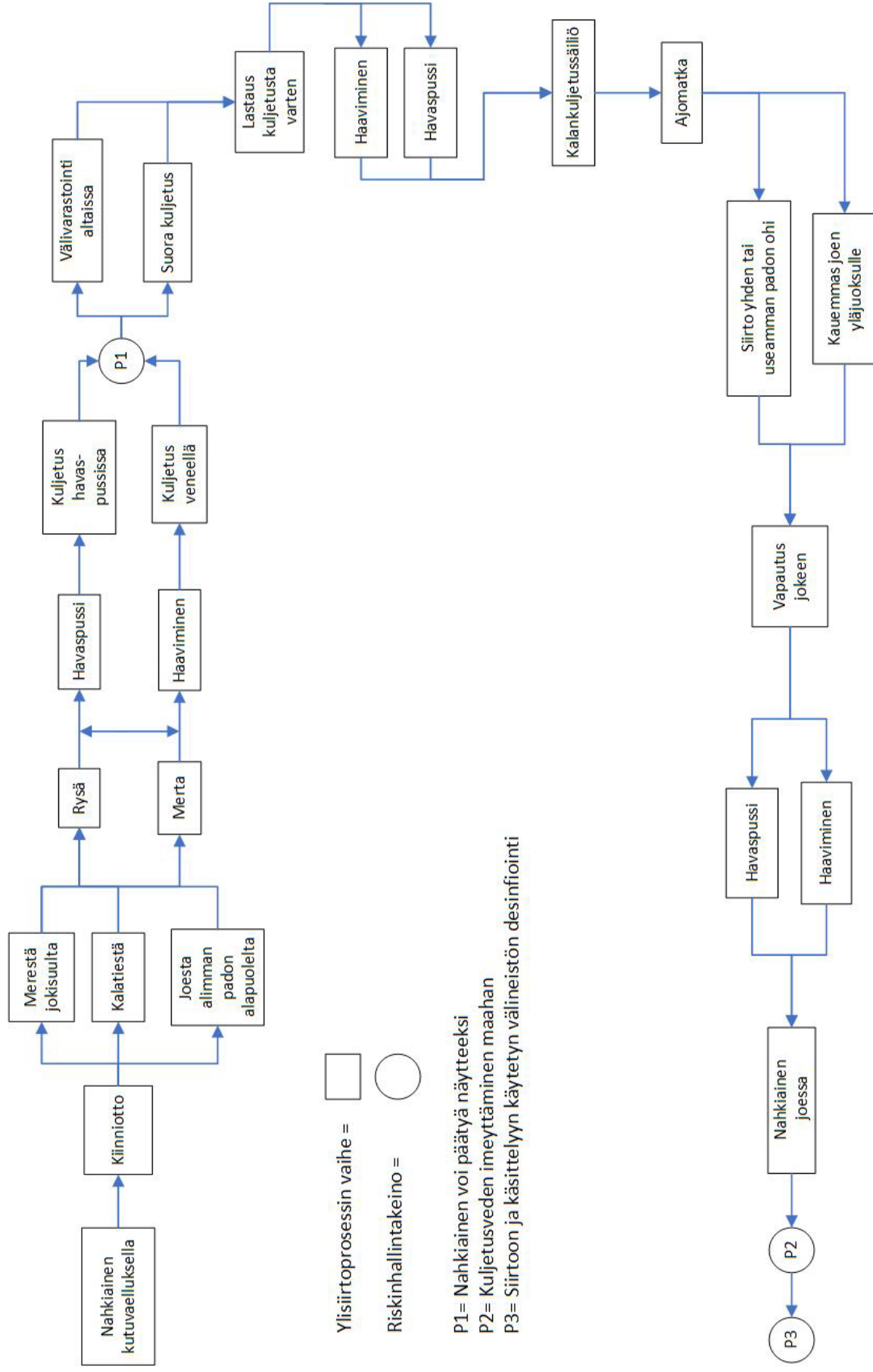
- kalojen pyydystäminen
- mahdollinen kalojen välisäilytys ennen kuljetusta
- eläinlääkärin tekemä tarkastus kaloille
- kalojen kuljetus
- kalojen vapauttaminen jokeen
- kuljetusveden imeyttäminen maahan
- siirtoon käytetyn välineistön ja kaluston desinfiointi
- Lohikalojen (Kuva 6) ja nahkiaisten ylisiirrot (Kuva 7) eroavat toisistaan vain siinä, ettei nahkiaisille tehdä eläinlääkärin tarkastusta ja siirtomatkat ovat lyhyempiä.



**Kuva 5.** Lohien ja taimenien ylisiirtopaikat sekä nahkiaisten ylisiirtoalueet Kemijoenjoella. Lisäksi kartassa näkyy vesiviljelyn pitopaikat, joissa on hautomo, emokala-, poikas- tai ruokakalalaitos.



Kuva 6. Lohen ja taimenen ylsiirron prosessikaavio.



Kuva 7. Nahkiaisten ylisiirron prosessikaavio.

### 3.6.6 Kalasydän

Kemijoella kaloja on siirretty Taivalkosken padon yli Kalasydämellä vuosina 2019–2020 (Fishheart 2019, Fishheart 2021). Laitteistoa testattiin Isohaaran padon alapuolella vuonna 2018, mutta kaloja ei testin aikana siirretty padon yli. Voimassa olevan eläintautilain mukaan Kalasydämen toiminta on luvanvaraista (76/2021).

Kalasydänjärjestelmä on hydraulisesti toimiva kalatie, jossa ohjaimien ja houkutusvirtaaman avulla järjestelmään uineet kalat ohjataan vaellusesteen ohitse lappovettä ja vedenpainetta hyödyntäen (Fishheart 2018). Laitteisto on mahdollista siirtää padolta tai joelta toiselle (Fishheart 2020). Kalasydän on kaksikammioinen ja toisen vaellusväylän ollessa käytössä toinen on avoinna, jotta uudet kalat voivat uida sisään (Sohlberg 2021b). Kalasydänlaitteisto ottaa veden padon yläpuolelta ja laitteistossa kierrettyään vesi purkautuu padon yläpuolelle (Maaseudun Tulevaisuus 2018). Koko siirron ajan kalat ovat vedessä (Sohlberg (2021a)). Kalasydän Oy:n mukaan konenäön kamerat tunnistavat Kalasydämeen uivat kalat ja antavat ylösviennille impulssin, mikäli kalat täyttävät ennakkoon määritellyt kriteerit (Fishheart 2018). Konenäkö tunnistaa värejä ja kalalajin (Sohlberg 2021b) sekä kalan koon (Fishheart 2018). Laitteiston havaitessa kalat, veden virtaus pysähtyy ja suunta kääntyy vastavirtaan ja kalat pumpataan padon yli 0,6 baarin paineella (Fishheart 2018). Yrityksen mukaan veden paine vaihtuu tasaisesti ja kalat siirtyvät laitteiston läpi vahingoittumattomina (Maaseudun Tulevaisuus 2018). Kalojen ylös menon frekvenssi on vapaasti valittavissa, mutta käytännössä siirtoon vaikuttaa kalojen uintiaktiivisuus laitteen sisälle (Sohlberg 2021b). Kalasydän soveltuu myös nahkiaisen siirtoihin (Sohlberg 2021c). Vuonna 2019 elokuun alun ja syyskuun lopun välillä Taivalkosken padonyhteydessä Kalasydäntä käytti 347 kpl yli 40 cm pituisia lohikalaa. Näistä suurin osa oli istutusperäisiä merilohia ja 24 % meritaimenia. 50–70 cm kaloista suurin osa istutusperäisiä lohia (Fishheart 2019). Sohlberg (2021a) mukaan kaudella 2020 Kalasydäntä käytti Taivalkoskella n. 2 500 kalaa, joista 387 olivat lohikaloja.

### 3.6.7 Nahkiaisten ylisiirrot

Suomessa nahkiaiskantojen tärkein hoitotoimenpide rakennetuissa vesistöissä on nahkiaisten siirto noususteiden yli voimalaitosten patoaltaisiin (Hiltunen ym. 2013). Nahkiaiset talvehtivat lähellä ylisiirtopaikkoja ja kutu tapahtuu keväällä. Hiltunen ym. (2013) mukaan ”ylisiirtojen tavoitteena on toukkatuotannon ja nahkiaissaaliiden turvaaminen lähes luonnontilaisella tasolla”. Ruotsissa voimayhtiöillä ei ole Suomen käytännön mukaista ylisiirtovelvoitetta, joka on osaltaan johtanut nahkiaiskannan taantumiseen (Hiltunen ym. 2013). Ylisiirroilla on ollut merkitys nahkiaiskannan säilymiselle, mutta nahkiaissaaliitit ovat olleet laskusuunnassa varsinkin 2000-luvulla.

Oulujoen, Iijoen ja Kemijoen kalatalousvelvoitteisiin kuuluu patoamisen takia nahkiaisen ylisiirrot. Oulujoella nahkiaisten vuosittainen siirtovelvoite on 50 000 kpl, Iijolla 60 000 kpl ja Kemijoella 100 000 kpl (Taulukko 8). Ylisiirrettävistä nahkiaisista tulee veloitteen mukaan toimittaa 60 kpl näytekaloja Ruokavirastoon kalatautitarkkailua varten. Oulujoella nahkiaisten ylisiirroista vastaa Oulun kaupunki (Oikarinen 2021) ja Ii- ja Kemijoella Voimalohi Oy (Rahikkala 2021).

### ***Nahkiaisten ylisiirtojen käytännön toteutus***

Nahkiaisten pyynti tapahtuu elo-syyskuussa kutunousun aikana (Hiltunen ym. 2013). Nahkiainen on rauhoitettu 1.4.–15.8. välisen ajan (Valtioneuvosto 1360/2015), mikä vaikuttaa myös pyynnin ajankohtaan. Pyynti tapahtuu joessa alimman nousuesteen alapuolella tai jokisuussa. Hiltunen ym. (2013) mukaan nahkaisrysan pyyntisyvyys on Pohjanmaan jokialueilla yleisimmin noin 1,5 metriä ja pesän vannehalkaisija 0,5 metriä, mutta pyyntipaikka vaikuttaa rysän kokoon ja pyyntisyvyyteen.

### ***Nahkiaisten ylisiirrot Oulujoella***

Oulujoella nahkaiset pyydystetään merroilla Merikosken voimalaitoksen välittömästä läheisyydestä ja siirretään säilytykseen Merikosken voimalaitoksen tiloissa oleviin säilytysaltaisiin (Oikarinen 2021). Sumpituksen kesto riippuu veden lämpötilasta ja saalismääristä. Mikäli saalismäärät ovat isoja ja vesi lämmintä, nahkaiset siirretään ilman sumputusta. Näytteiden toimitus Ruokavirastoon on yleensä tapahtunut syyskuussa veden hieman jäähtyttyä (Oikarinen 2021). Altaista nahkaiset nostetaan haavilla saaviin, punnitaan ja kannetaan kuljetussäiliöön. Kuljetukseen käytetään 1 000–1 200 litran kalankuljetussäiliötä, joissa nahkaiset ovat isoissa havaspusseissa, n. 10 kg nahkaisia/pussi. Vapautustilanteessa nahkaiset nostetaan kuljetussäiliöstä havaspussissa saaviin ja kannetaan joen törmälle, missä pussi siirretään veteen ja avataan. Oikarisen (2021) mukaan kuljetusmääriin vaikuttaa vedenlämpötilan lisäksi saalismäärät. Vuonna 2020 kuljetuserät vaihtelivat n. 500–2 700 kpl välillä.

### ***Nahkiaisten ylisiirrot lijoella ja Kemijoella***

lijoella ja Kemijoella nahkiaisten ylisiirroista vastaa Voimalohi Oy (Pylväs 2020). Lijoella ylisiirrettävät nahkaiset ovat pyydystetty pääasiassa rysillä Raasakan voimalaitoksen alapuolelta ja tarpeen mukaan myös lijokisuulta tai ylisiirrettäviä yksilöitä on ostettu paikallisilta kalastajilta (Laitala 2016). Rahikkala (2021) mukaan lijoella ylisiirtoihin tarkoitettu nahkaispyynti tehdään nahkaisrysilä (70–80 %) ja loput merroilla. Kemijoella nahkiaisten ylisiirtopyynti tapahtuu 95–100 % nahkaismerroilla ja rysäpyyntiä kehitetään. Pyydyksestä kiinniotetut nahkaiset siirretään havaspusseihin, joita pidetään vedessä veneen reunalla, kunnes pyydys on tyhjennetty. Tämän jälkeen havaspussit siirretään ajomatkan ajaksi kalankuljetussäiliöön, jossa on hapetus (Rahikkala 2021). Näytteeksi menevät nahkaiset erotetaan siirrettävien joukosta. Nahkaiset ovat kuljetuksen aikana havaspusseissa ja ne vapautetaan vasta rantavedessä. Tavoitteena on toteuttaa nahkiaisten ylisiirto suoraan pyynnin jälkeen. Rahikkalan (2021) mukaan lijoella ja Kemijoella on mahdollista käyttää väliallasta pienen nahkiaismäärän säilyttämiseen. Veden lämpötila vaikuttaa nahkiaisten kuljetusmääriin ja yleisin siirtomäärä on Rahikkalan (2021) mukaan n. 100 kg eli n. 2 000 kpl.

### ***Nahkiaisten ylisiirrot ennen***

Vuodesta 1983 alkaen Kemijoella nahkaisia on siirretty Isohaaran altaan lisäksi Ounasjokeen, Vanttauskoskelle, Tervolan sivujokiin (Hiltunen ym. 2013). Vuonna 1986 lijoella ja Kemijoella nahkiaisten ylisiirrot kiellettiin voimalaitosten yläpuolisille alueille kalatautivaaran vuoksi. Tämän jälkeen ylisiirrot on tehty pitkään pelkästään Isohaaran patoaltaaseen ja myöhemmin myös Taivalkosken voimalaitoksen yläpuolelle. Hiltunen ym. (2013) mukaan Kemijoen nahkaisaalus on romahtanut vuodesta 2003 lähtien eikä ylisiirtovelvoitteita ole saatu

välttämättä vuosittain kokonaisuudessaan täytettyä. Aiheutunutta vajetta on paikattu hyvinä pyyntivuosina ylimääräisillä erillä (Voimalohi 2020). Vuonna 2012 nahkiaisia siirrettiin myös lijoen ja Oulujoen nahkiaispyyntöistä. Oulujoella nahkiaisia on ylisiirretty 1980-luvulta 2000-luvun alkupuolelle asti myös Sanginjokeen nykyisten ylisiirtopaikkojen lisäksi. Lijoella ylisiirtopaikat ovat pysyneet lähes samoina vuosikymmenien ajan.

Oulujoen ylisiirrettävät nahkaiset vapautetaan Muhosjokeen ja Oulujoen pääuomaan Laukkaan ja Madekoskelle (Oikarinen 2021). Kaikki vapautukset tapahtuvat Montan voimalaitoksen alapuolelle, joten ylisiirrossa ei tapahdu Merikosken kalatie huomioiden varsinaista ylisiirtoa. Kemijoella siirrot on tehty Isohaaran ja Taivalkosken patoaltaille (Pylväs 2020). Lijoella nahkiaisten ylisiirrot ovat tehty li:n Raasakan patoaltaan ja Pudasjärven Kipinän välisellä jokiosuudella (Rahikkala 2020), lisäksi ylisiirtoja on tehty Martimojokeen ja Siuruanjokeen (Pylväs 2020).

**Taulukko 8.** Nahkaisen velvoiteylisiirtomäärät ja ylisiirtokohteet 2010-luvulla Oulujoella, lijoella ja Kemijoella.

	Oulujoki	lijoki	Kemijoki
Nahkaisen velvoiteylisiirtomäärä/vuosi	50 000	60 000	100 000
Lain kohta	Vesiylioikeus 86/90	KHO 5203/80	KHO 2860/80
Ylisiirtokohteet 2010-luvulla	Merikosken voimalaitoksen ja Montan voimalaitoksen välinen jokiosuus, tarkemmat vapautuspaikat ovat Oulujoen pääuoman Laukka ja Madekoski.	Raasakan patoaltaan ja Pudasjärven Kipinän välinen jokiosuus	Isohaaran patoallas
	Muhosjoki	Martimojoki	Taivalkosken patoallas
	-	Siuruanjoki	-

### 3.6.8 Tautiseuranta ylisiirtojen yhteydessä

Nahkiaisten seuranta perustuu velvoiteistutusten määräyksiin, kun taas taimenen ja lohen seuranta tehdään ylisiirtojen vuoksi vaikkakaan lupaehtoissa ei ole määritelty mitään tarkkaa seurantamäärää.

Ylisiirtojen yhteydessä on otettu ylisiirrettävistä kalalajeista näytteitä, joista on määritetty kalatautien esiintymistä. Oulujoella näytemäärä on suurin piirtein yhtä suuri kuin ylisiirretty kalamäärä, lohen osalta (Taulukko 9). Ylisiirrettyjä taimenia ja siten myös näytekaloja on vain muutama vuosina 2014–2019. Ylisiirrettyjen nahkiaisten määrä on huomattavasti suurempi kuin näytteiksi päätyneiden nahkiaisten määrä (Taulukko 9). Oulujoella otettiin käyttöön vuonna 2020 Montan kiinniottolaite. Näytekaloja arvioitavana olevista vesistöistä on toimitettu myös muista syistä kuin ylisiirtojen seurantanäytteinä.

**Taulukko 9.** Oulujoen lohen, taimenen ja nahkiaisen ylisiirtomäärät ja seurantamäärät vuosina 2014–2020.

Oulujoki	Ylisiirrot			Seuranta		
	Lohi	Taimen	Nahkiainen	Lohi	Taimen	Nahkiainen
2014	49	0	50 111	48	0	60
2015	39	0	42 203	47	0	60
2016	76	0	51 331	31	0	60
2017	20	0	51 615	20	0	60
2018	6	0	48 991	44	2	60
2019	5	0	50 037	40	0	120
2020*	18	6	45 630	21**	0	ei tietoa
Yhteensä	213	6	339 918	230	2	420

\*Montan kiinniottolaite

\*\*Lajioletus, aiemman perusteella

lijoella näytemäärä on suurin piirtein 60 % ylisiirretyn ryhmän määrästä, lohen osalta (Taulukko 10). Ylisiirrettyjä taimenia ja siten myös näytekaloja on vain muutamia kuten Oulujoella. Ylisiirrettyjen nahkiaisten määrä on korkeampi kuin Oulujoella. Näytteiksi päätyneiden nahkiaisten määrä on yhtä suuri kuin Oulujoella (Taulukko 10). lijoella ei siirretty lohia eikä taimenia lainkaan 2018–2019 mutta seurantanäytteitä otettiin runsaasti.

**Taulukko 10.** Iijoen lohen, taimenen ja nahkiaisen ylisiirtomäärät ja seurannat vuosina 2009–2019.

Iijoki	Ylisiirrot			Seuranta		
	Lohi	Taimen	Nahkiainen	Lohi	Taimen	Nahkiainen
2009	50	0	81 657	42	1	60
2010	30	0	63 245	37	0	60
2011	0	0	90 360	12	0	60
2012	259	0	90 360	141	1	60
2013	240	0	72 765	70	0	60
2014	230	0	21 203	71	0	60
2015	129	0	45 396	53	0	60
2016	250	0	66 152	109	0	60
2017	186	6	79 832	76	1	60
2018	0	0	0	82	0	60
2019	0	0	44 640	154	0	60
Yhteensä	1 374	6	655 610	847	3	660

Kemijoella ylisiirrettyjen määrä on huomattavasti suurempi kuin Oulu- ja Iijoen (Taulukko 11). Vuosina 2015–2017 ylisiirrettyjen lohien määrä oli jopa yli tuhat yksilöä. Lohia ja taimenia ei ole ylisiirretty 2018 mutta vuosina 2019–2020 ylisiirtoja on toteutettu. Myös Kemijoella taimenien ylisiirrot ovat olleet vähäisiä mutta siellä on seurantanäytteiksi päätynyt jopa enemmän taimenia kuin on ylisiirretty. Nahkiaisten ylisiirtomäärä on näistä kolmesta joesta selvästi korkein – nahkiaisten seurantamäärä on kuitenkin sama kuin muissakin joissa (Taulukko 11).

**Taulukko 11.** Kemijoen lohen, taimenen ja nahkiaisen yli siirtomäärät ja seurannat vuosina 2009–2019.

Kemijoki	Ylisiirrot			Seuranta		
	Lohi	Taimen	Nahkiainen	Lohi	Taimen	Nahkiainen
2009	60	0	75 369	21	7	60
2010	329	0	115 521	91	13	60
2011	105	0	26 813	58	25	60
2012	22	0	204 420	32	8	60
2013	50	0	35 070	25	5	60
2014	512	33	62 685	43	20	60
2015	1 251	0	120 939	32	0	60
2016	1 073	0	122 073	89	0	60
2017	1 562	24	88 704	94	0	60
2018	0	0	65 974	197	8	60
2019	45	77	57 657	124	11	60
Yhteensä	4 964	57	851 594	485	97	660

### Tutkitut taudit

Lohen ja taimenen näytteistä on analysoitu pääsääntöisesti IPN, IHN ja VHS. Viime aikoina samoista näytteistä on analysoitu myös SAV mutta ISA-tautia ei ole näytteistä tutkittu lainkaan (Taulukko 12). Nahkiaisen yli siirtonäytteistä on tutkittu vain VHS, IPN ja IHN – tautien esiintymistä.

Virustautinäytteet (VHS, IHN, SVC, IPN, EHN) otetaan yleensä sydäimestä (tai aivoista), pernasta ja munuaisen etuosasta. Tämä käy lohikaloille, mutta nahkiaisesta otetaan sydäntä ja aivoa. Enintään kymmenen kalan näytteet voidaan yhdistää ja näin yleensä tehdäänkin mahdollisuuksien mukaan. Maiti ja ovariaalinen käyvät myös näytteeksi edellä mainittuun tutkimukseen ainakin lohikaloilla, mutta maiti ja ovariaalinen eivät käy SAV tai ISA-tutkimukseen. SAV tutkitaan eri menetelmällä, mutta edellä mainittu elinnäytteenotto käy myös SAV-tutkimukseen eli samoista elinnäytteistä voidaan siis tehdä VHS, IHN, SVC, IPN, EHN ja SAV. ISA-tutkimusta varten näytteeksi otettaisiin ensisijaisesti munuaisen keskiosaa ja enintään viiden kalan näytteet voitaisiin yhdistää. Perämeren lohikalojen yli siirtonäytteistä ei kuitenkaan ainakaan viime aikoina ole tutkittu ISA-tautia ja nahkiaisista ei ole tehty ISA- eikä SAV-tutkimusta.

Ruokavirastossa analysoidaan lähtökohtaisesti SAV – ja ISA-tauteja vain PCR-menetelmillä. IHN-, VHS- ja IPN- tautien osalta seurantanäytteet analysoidaan ensin viruseristysmenetelmällä. Jos todetaan solutuhoa, jatketaan ELISA-testeillä ja/tai PCR:illä ja/tai sekvensoinnilla viruksen tunnistamiseksi (eli viruseristys ei yksinään riitä viruksen tunnistamiseen tai sen esiintymisen toteamiseen). Välillä seurantanäytteitä on analysoitu myös pelkällä PCR-menetelmällä, jos viruseristys ei ole onnistunut menetelmällisistä syistä (Kantala 2021).



**Taulukko 12.** Lohen ja taimenen yli siirtonäytteistä analysoidut virustaudit 2009–2020.

Vuosi	VHS	IPN	IHN	ISA	SAV
2009	+	+	+	-	-
2010	+	+	+	-	-
2011	+	+	+	-	-
2012	+	+	+	-	-
2013	+	+	+	-	-
2014	+	+	+	-	-
2015	+	+	+	-	+
2016	+	+	+	-	+
2017	+	+	+	-	+
2018	+	+	+	-	+
2019	+	+	+	-	+
2020	+	+	+	-	+

### 3.7 Riskin kohdentuminen – eli kalasto yli siirron alueella ja alueen vesiviljely

Tutkimuksessa mukana olevien valuma-alueiden kalasto on kuvattu lyhyesti painottuen niihin alueisiin, joihin kalojen ja nahkiaisten yli siirrot ovat kohdentuneet. Ajantasaista tietoa kyseisten valuma-alueiden kalalajeista ja kalakantojen tilasta oli vaikea löytää, koska selvityksiä on tehty vähän ja valtakunnalliseen kalatalousalueuudistukseen sisältyvä uusien käyttö- ja hoitosuunnitelmien laatiminen oli vielä kesken tätä osiota kirjoitettaessa.

#### 3.7.1 Oulujoen kalasto

Yli siirtoja on tehty vain Oulujärven alapuoliselle osalle valuma-alueella, joten tässä luvussa kuvaillaan vain Oulujoen pää- ja sivu-uomien kalastoa. Oulujoen alueella havaittuja kalalajeja ovat ahven (*Perca fluviatilis*), hauki (*Esox lucius*), made (*Lota lota*), kuore ja särkikalat (Oulun kaupunki 2019). Taimenkannat ovat pääosin velvoiteistutusten varassa. Lisäksi Oulujoen alueella on tavattu kuhaa, kivisimppua (*Cottus gobio*), kivennuoliaista (*Barbatula barbatula*) (Turunen 2021) sekä kirjoeväsimppu (*Cottus poecilopus*), kolmipiikki (*Gasterosteus aculeatus*), mutu (*Phoxinus phoxinus*), lohi, taimen, nahkiainen ja pikkunahkiainen (*Lampetra planeri*) (Tuohino 2021). Harjasta tavataan ainakin Muhosjoessa ja jossain määrin myös Oulujoen pääuomassa (Turunen 2021). Siikaa esiintyy Merikosken alapuolella. Lohi, taimen, harjus ja siika ovat pääosin istutusten varassa, mutta kaikkien lajien luontaista lisääntymistäkin on havaittu (Tuohino 2021).

Meritaimenen lisääntymisalueita on kunnostettu Hupisaarten alueella Oulujoen alaosassa (Oulun kaupunki 2019). Kalat pääsevät alueelle Merikosken kalatien alaosan kautta. Sanginjoella on havaittu taimenen luontaista lisääntymistä (Oulun kaupunki 2019). Oulujoen lohikanta on muodostunut velvoiteistutuksien pohjalta ja nahkiaiskantaa pidetään yllä velvoiteyli siirroilla. Vaellussiikakanta on myös istutusten varassa. Kirjolohta on istutettu Sanginjokeen (Oulun kaupunki 2019) ja sitä istutetaan myös Muhosjokeen ja Oulujoen pääuomaan (Turunen 2021).

### 3.7.2 Lijoen kalasto

lijoen vesistön luontaiseen kalastoon kuuluvat ahven, hauki, harjus, kiiski (*Gymnocephalus cernua*), kivenuoliainen, kivisimppu, kirjoeväsimppu, kymmenpiikki (*Pungitius pungitius*), kolmipiikki, kuore, lahna (*Abramis brama*), made, muikku, mutu, salakka (*Alburnus alburnus*), seipi (*Leuciscus leuciscus*), siika, särki (*Rutilus rutilus*), säyne (*Leuciscus idus*), taimen, vaellussiika, ruutana (*Carassius carassius*), nahkiainen, ankerias (lijoen vesistön kalastusalue 2006). Lisäksi kalanviljelylaitoksilla ovat tallessa lijoen omaa kantaa olevat lohi, meritaimen ja vaellussiika. Istutettuina lajeina alueella esiintyy kuha, pohja- ja planktonsiika, kirjolohi, puronieriä (*Salvelinus fontinalis*) sekä joillakin järvillä järvikutuista harjusta. Lijoen vesistön kalastusalueen (2006) mukaan rakennetulla jokiosuudella kalasto koostuu pääasiassa hauesta ja vähempiarvoisista kaloista sekä istutetusta kirjolohesta. Lijoen keski- ja yläjuoksulla ja useimmilla sivujoilla esiintyy harjusta ja taimenta sekä hyvin heikosti siikaa. Alkuperäisiä taimenkantoja on monissa alueen puroissa ja noin puolessa alueen puroista esiintyy taimenta.

Järvialueiden kalasto, varsinkin vesistön alaosilla, muodostuu hauista ja vähempiarvoisista kaloista. Lijoen vesistön kalastusalueen (2006) mukaan ”parhaat muikku- ja siikavedet sijaitsevat vesistön keski- ja yläosissa”. ”Taimenta esiintyy mm. alueen suurimmissa järvissä (Korvuan- ja Kostonjärvi)” (lijoen vesistön kalastusalue 2006). Muutamilla järvillä (Pintamon-, Tyrä-, Pyhä- ja Jaurakkajärvi) uutena saalislajeina tavataan myös kuhaa.

### 3.7.3 Kemijoen kalasto

Karttatarkastelussa Kemijoen pääuoma on jaettu kolmeen alueeseen: alaosa, keskiosa ja yläosa. Kemijoen alaosa käsittää jokiosuuden mereltä Rovaniemelle asti. Keskiosa on Rovaniemeltä Kemijärven järviältä pohjoisosaan ja ylin osa Kemijärven järviältä pohjoisosasta Kemijoen latvoille asti. Lisäksi Ounasjoki on rajattu omaksi alueeksi.

Keränen (2021) mukaan Kemijoen pääuoman kalakantojen tilasta on vähän tutkimuksiin perustuvaa tietoa. Kemijoella velvoiteistutetaan seuraavia kalalajeja: järvitaimen, sisävesisiika ja harjus (Voimalohi Oy 2018) (Taulukko 13). Kemijoen ala-, keski- ja yläosaan istutetaan järvitaimenta sekä yläosaan purotaimenta. Kemijoen pääuoman vaellussiikaistutuksista pääosa on korvattu kirjolohella, korvausistutuksissa on käytetty myös kuhaa, purotaimenta, harjusta ja muutamia eriä vaellussiikaa. Myös harjusistutuksia on korvattu kirjolohella ja kuhalla Kemijoen pääuomassa. Ounasjokeen alaosaan istutetaan järvitaimenta ja keski- ja yläosalle purotaimenta (Voimalohi Oy 2018).

**Taulukko 13.** Kemijoelle tehtyjen velvoiteistutusten alueet ja kalalajit. + tarkoittaa, että alueelle on tehty istutus ja tarkoittaa, ettei kyseistä lajia ole istutettu alueelle.

Kemijoki	Järvitaimen	Purotaimen	Vaellussiika	Kirjolohi	Kuha	Harjus
Alaosa	+	-	+	+	+	-
Keskiosa	+	-	+	+	+	-
Yläosa	+	+	+	+	+	+
<b>Ounasjoki</b>						
Alaosa	+	+	+	-	-	+
Keskiosa	+	+	+	-	-	+
Yläosa	+	+	+	-	-	+

Lähde: Voimalohi Oy (2018)

Ala-Kemijoen pääuoman ja patoaltaiden kalastorakenteesta ei ole koekalastuksiin perustuvaa tietoa (Keränen 2021). Alueen luontaisesti lisääntyvät valtalajit ovat todennäköisesti ahven ja särki, lisäksi tavattu myös haukea, kirjolohta, madetta, kuhaa, särkikalaja, kuoretta sekä kiiskeä. Isohaaran kalaportaasta nousee jonkin verran valtaosin viljelyperäistä lohta ja taimenta yläpuoliseen patoaltaaseen. Istutusperäisiä harjus-, siika- ja taimenkantoja pidetään heikkoina.

Louejoki ja Pisajoki laskevat Loueputaan kautta Kemijokeen Ossauskosken alapuolella. Huhtala (2018) mukaan Pisajoessa on harjuskanta, joka lisääntyy luontaisesti. Taimenen luontaisesta lisääntymisestä ei ole tietoa. Louejoesta on tavattu harjusta, haukea ja ahventa (Huhtala 2018). Ei ole varmaa lisääntyykö taimen luontaisesti Louejoessa. Huhtala (2018) viittaa Laine & Viitala (1996), jonka mukaan vuonna 1996 tehdyissä sähkökoekalastuksissa yleisimmät kalat olivat kivisimppu, made ja mutu. Lisäksi saaliiksi saatiin yksittäinen hauki ja kymmenpiikki, pikkunahkiaisia, harjusta sekä joitakin Louejokeen tehdyistä istutuksista peräisin olevia taimenia. Huhtala (2018) mukaan Louejoen istutukset ovat toteutettu satunnaisesti vaihtelevin kalamäärin ja lajein, lähinnä kalastuskuntien istutuksina sekä Ossauskosken kalanviljelylaitoksen velvoitteen hoidon ulkopuolelle jäävillä poikasilla.

Ounasjoella tavattuja kalalajeja ovat hauki, harjus, ahven, siika, taimen, made, kirjolohi ja särkikalat (Paksuniemi 2019). Ounasjoen pohjoisosassa Enontekiön alueella on tavattu myös seipiä, särkeä, säynettä ja kiiskiä (Keränen 2021). Ounasjokeen on istutettu järvilohia, peledsiikaa (*Coregonus peled*), lahnaa ja siikaa. Ounasjokeen laskevaan Raato-ojaan on istutettu puronieriää.

Keski-Kemijoen patoaltaiden kalastorakenteesta ei ole koekalastuksiin perustuvaa seurantatietoa (Keränen 2021). Kalastustiedusteluiden tulosten perusteella patoaltaiden valtalajit ovat istutettu kirjolohi, hauki ja ahven. Lisäksi alueella on havaittu madetta ja särkikalaja.

Keränen (2021) mukaan Kemijärven yläpuolisella osalla on tavattu ahventa, haukea, harjusta, taimenta, siikaa, madetta, kirjolohta, puronieriää, seipiä ja muita särkikalaja. Alueen harjuskanta vaihtelee vesistöittäin, mutta on heikentynyt. Myös siikakanta on heikentynyt. Taimenkanta on heikko ja yhtenä syynä saattaa olla hauen leviäminen taimenen kutupaikoille, koska haukikanta on alueella vahva. Jotkut paikallisista purotaimenkannoista ovat elinvoimaisia.

### **3.7.4 Vesiviljelyn pitopaikkojen altistumisriskien arviointi**

Ylisiirrettyjen lohien, taimenien ja nahkiaisten mahdolliset uintireitit ja niiden mahdollinen aiheuttamakontaminaatoriski vesiviljelylaitoksiin arvioitiin silmämääräisesti tiedossa olevien kohde valuma-alueiden ylsiirtotietojen, VESTY-patorekisterin ja Vesiviljelyrekisterin tietojen, maastokartan sekä ilmakuvien perusteella. Epäselvät tapaukset on tulkittu altistumisriskin alaisiksi alueiksi.

VESTY-patorekisterin tietojen pohjalta tarkasteltiin kalojen kulkumahdollisuuksia keskeisimpien vaellusteiden lisäksi myös muiden valuma-alueilla olevien vaellusteiden osalta. Kaikista rekisterin padoista ei ole tietoa onko este totaalinen vai osittainen. Kuvissa 7–9. näkyvät vain keskeiset vaellusesteet.

Tarkastelussa mukana olevat vesiviljelypitopaikat ovat rajattu niin, että tuotantomuodoista ovat mukana vain emokala-, poikas- ja ruokakalalaitokset sekä hautomot. Pitopaikat, joista ei ollut tiedossa koordinaatteja jätettiin pois aineistosta. Tarkastelussa huomioitiin Vesiviljelyrekisterin mukaan toiminnassa olevat pitopaikat, mutta tietojen ajantasaisuudesta ei ole täyttä varmuutta.

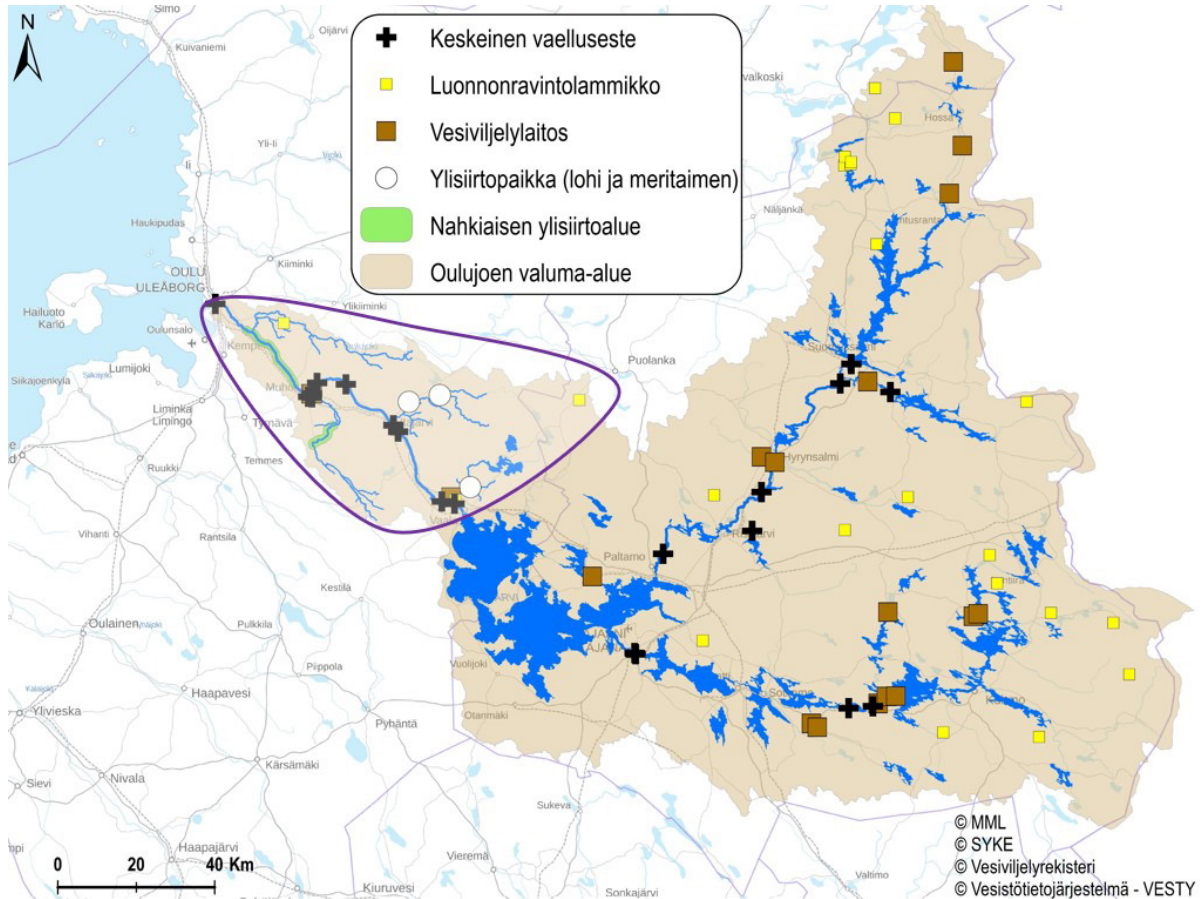
### ***Altistumisalue Oulujoella***

Oulujoen alueella nahkiaisen ylisiirrot keskittyvät Oulujoen pääuomaan ja Muhosjokeen. Molemmilta ylsiirtoalueilta nahkiaisten on mahdollista uida Montan laitoksen alapuolelle. Oulujoen pääuomasta nahkiaisilla on pääsy myös Sanginjokeen.

Utosjokeen ylsiirrettyillä lohilla ja taimenilla on mahdollista uida Oulujoen pääuomaa ylävirtaan Utajärven alueella. Alavirran suuntaan kalojen on mahdollista uida Utajärven ja Ala-Utoksen voimalaitoksen kautta, jos ne selviävät elävinä voimalaitosten läpi. Alasvaellus jopa merelle asti voisi olla mahdollista, jos kala selviää elävänä patoaltaiden ja voimalaitosten läpi.

Kutujokeen ylsiirrettyjen lohien on mahdollista uida ylävirtaan Vaalan Jylhämän voimalaitospadolle asti ja alavirtaan, jos ne selviävät voimalaitosten läpi. Kutujokeen siirrettyillä lohilla on mahdollista kontaminoida Oulujoessa (Vaalassa) olevia kassilaitoksen kaloja.

Jylhämän pato estää kalojen kulun Oulujärveen ja sen yläpuolisille alueille (Kuva 8), joten todennäköisyys ylisiirtojen aiheuttamiin tautikontaminaatioihin kyseisellä alueella on pieni/vähäinen. Lohien, taimenien ja nahkiaisten ylisiirrot vaikuttavat pitopaikkoihin Oulujoen pääuomassa ja sivujoissa Vaalan Jylhämän padosta alaspäin. Altistumisalttiita pitopaikkoja on yhteensä viisi.



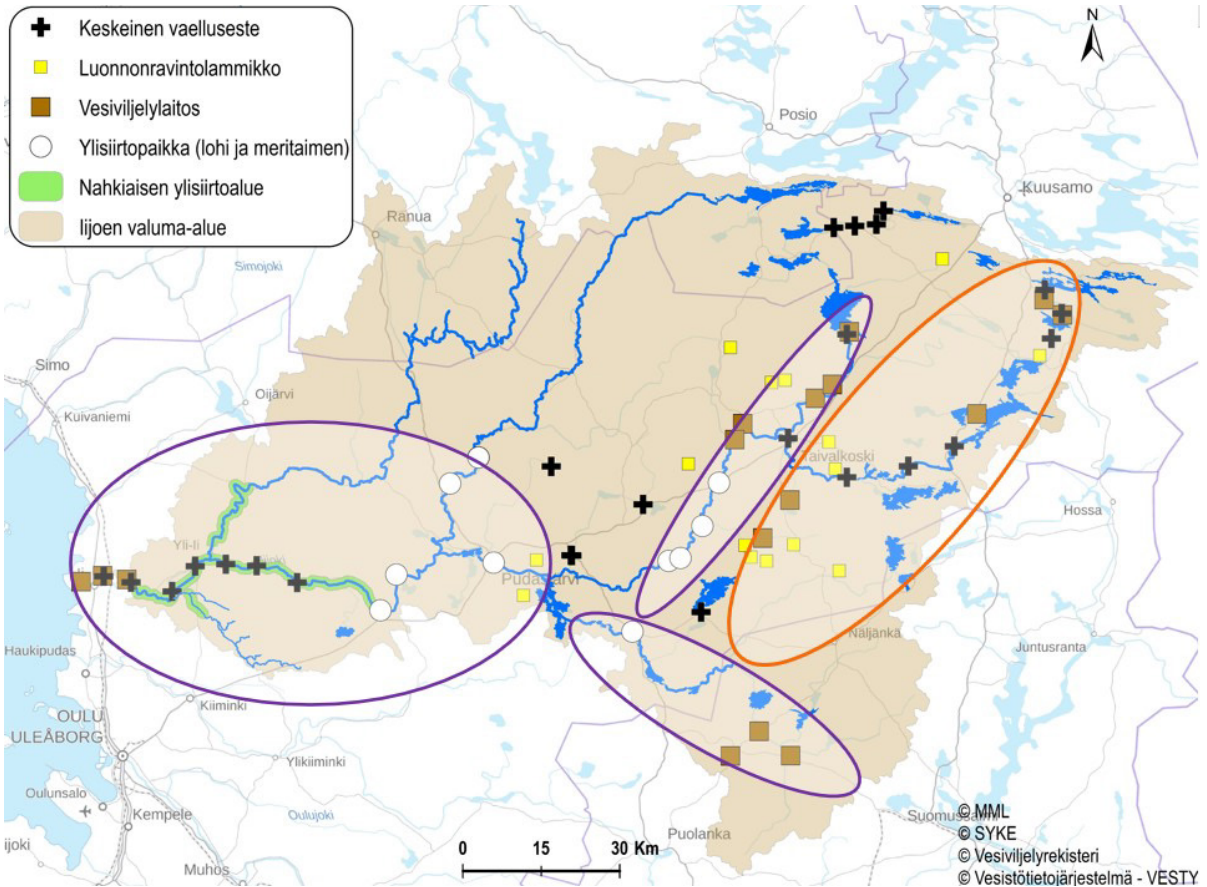
**Kuva 8.** Oulujoen ylisiirtojen altistumisalue on rajattu kuvaan violetilla viivalla.

### Altistumisalue lijoella

Kaikilta lijoen alueen ylisiirtopaikoilta lohilla on mahdollista vaeltaa alas merelle asti, jos ne selviävät läpi matkalla olevista voimalaitospadoista. Kaikilta ylisiirtopaikoilta lohien on mahdollista uida Kuusamossa sijaitsevan Soilun voimalaitokselle asti, sekä niihin sivujokiin alimpaan noususteeseen asti. Taivalkosken voimalaitoksen säännöstelypato estää kalojen kulun lijoen pääuomassa Taivalkoskelta ylöspäin, vaikka tulva-aikana pato ei muodosta täydellistä vaellusestettä. Tuohinon (2021) mukaan säännöstelypadossa on kalatie, joka toimii vain vesitilanteen salliessa, joten Taivalkosken säännöstelypadosta huolimatta lijoen yläosa on myös määritelty mahdolliseksi altistusalueeksi.

Ylisiirrettyjen lohien ja Haapakosken yläpuolelle vapautettujen nahkiaisten on mahdollista uida Puolangan Lylyjoelle asti. Kaikilta nahkiaisten ylisiirtoalueilta nahkiaisten on mahdollista vaeltaa alas merelle asti. Haapakosken voimalaitospadon yläpuolelle ylisiirretyillä nahkiaisilla on mahdollista uida Soilun voimalaitokselle, jos ne pystyvät ylittämään Kostonjoessa ja Kostonjärven yläpuolella olevat pohjapadot.

Ylisiirretyt lohet, taimenet ja nahkaiset voivat aiheuttaa altistumista lähes koko lijoen vesistön alueella niissä uomissa, joihin kaloilla ja nahkiaisilla on pääsy (Kuva 9). Valuma-alueella on 24 pitopaikkaa, joiden altistuminen on mahdollista.



**Kuva 9.** Iijoen vesistön mahdollinen altistumisalue on laaja ja se on rajattu kuvaan kolmella violettireunaisella alueella. On epävarmaa, onko kaloilla pääsy Taivalkosken padon kalatiestä Iijoen yläosaan, joten Iijoen latvaosa on rajattu oranssilla viivalla.

### Altistumisalue Kemijoella

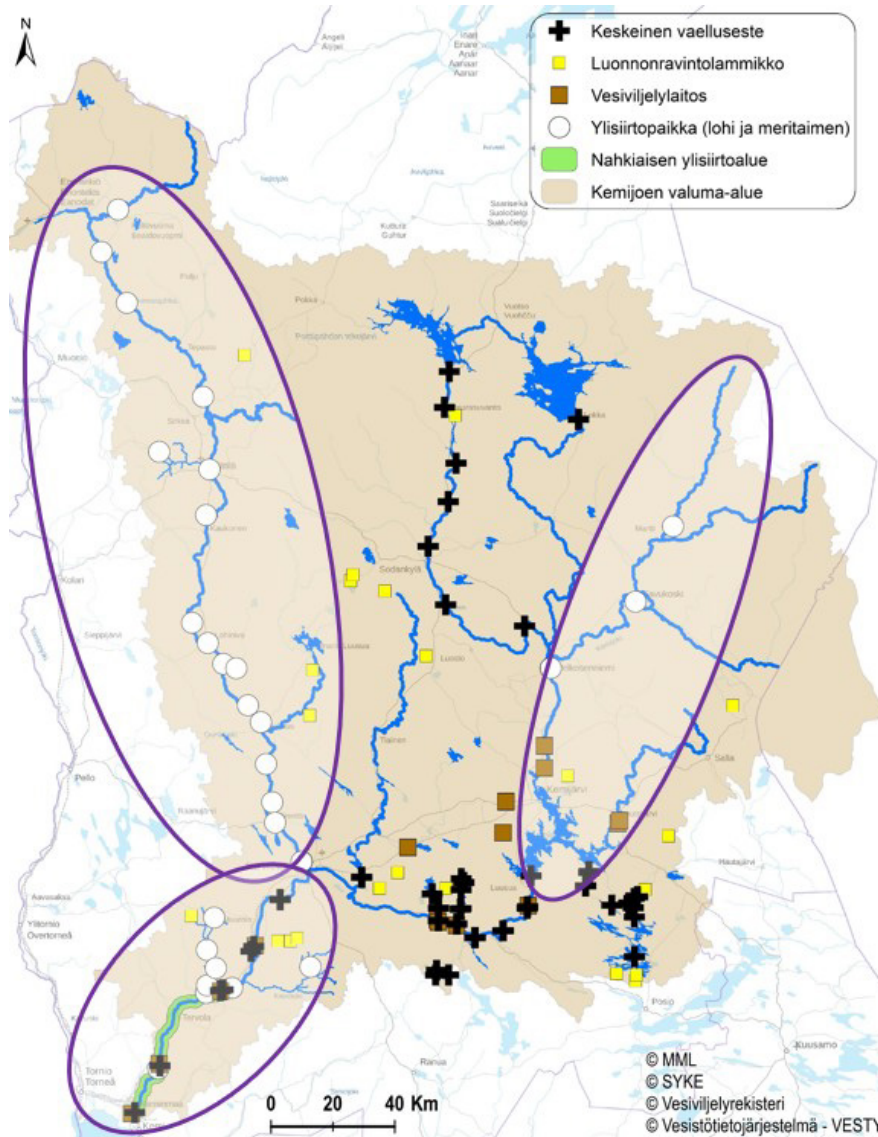
Savukoskelle Kemijoen pääuomaan ylisiirrettyjen lohien on mahdollista uida alavirtaan Kemijärven eteläpuolella olevan Seitakorvan voimalaitoksen padolle asti ja mahdollisesti myös siitä alaspäin ja ylävirtaan vapaalla jokiosuudella sekä sivuomissa. Permantokosken voimalaitos estää kaloja nousemasta Raudanjokeen.

Kemijoen sivuhaaraan, Ounasjokeen, ylisiirretyillä lohilla on mahdollista uida alavirtaan merelle asti, jos selviävät voimalaitospadoista. Lohilla on myös pääsy Ounasjoen sivujokiin sekä Ounasjoen pohjoisosaan Enontekiölle asti.

Vähäkoskeen ylisiirretyillä lohilla on pääsy Petäjäskosken voimalaitoksen alapuolelle asti ylävirtaan ja alavirtaan merelle asti, jos ne selviävät hengissä alapuolisten voimalaitosten läpi. Louejokeen ja Pisajokeen ylisiirretyillä lohilla on pääsy Ossauskosken voimalaitospadon alapuolelle asti ja alavirtaan merelle asti, jos ne selviävät hengissä alapuolisten voimalaitosten läpi.

Taivalkosken voimalaitoksen yläpuolelle ylisiirretyillä nahkiaisilla on pääsy Ossauskosken voimalaitospadon alapuolelle asti sekä jokiosuudella oleviin sivujokiin sekä mahdollisesti myös alavirtaan. Isohaaran padon yläpuolelle ylisiirretyillä nahkiaisilla on pääsy Taivalkosken voimalaitos alapuolelle asti sekä jokiosuudella oleviin sivujokiin sekä mahdollisesti myös alavirtaan.

Kemijoen vesistöalueen altistumisalue voidaan jakaa kolmeen osaan Savukoski ja sen alapuolinen alue, Ounasjoki sekä Kemijoen alaosa (Kuva 10). Savukoskelle tehtyjen ylisiirtojen aiheuttama mahdollinen altistumisalue on suuri. Ounasjokeen tehdyt ylisiirrot altistavat Ounasjoen valuma-alueella sekä Kemijoen alaosassa olevat pitopaikat. Kemijoen alaosalle istutettujen lohien ja nahkiaisten aiheuttamaa altistumisuhkaa rajaavat voimalaitospadot ja vaikutus on alavirtaan päin. Savukosken ja Seitakorvan voimalaitoksen välisellä alueella on 14, Ounasjoen valuma-alueella on kolme ja Kemijoen alaosalla seitsemän pitopaikkaa, joiden altistuminen on mahdollista.



**Kuva 10.** Kemijoen ylisiirtojen altistumisalueet ovat rajattu kuvaan kolmella violetilla viivalla rajatulla alueella.

## Yhteenveto

Altistuspotentiaali kohdentuu pieneen määrään laitoksia tutkimusalueella. Tehdyn tarkastelun perusteella mahdollisesti altistuvia viljelylaitoksia on vähän ja yksittäisten laitosten sijasta keskitytään alueelliseen tarkasteluun. Vesiviljelyrekisterin tietojen perusteella ei saada tarkkaa kuvaa tutkimusalueen pitopaikkojen tuotantomääristä. Tiedossa on, että alueella on merkittävä määrä kalatuotantoa. Altistuspotentiaali keskittyy niihin uomiin ja sivu-uomiin, joihin lohia, taimenia tai nahkiaisia ylisiirretään sekä niihin uomiin, joihin ylisiirretyillä kaloilla on mahdollisesti pääsy.

Tehty arvio pätee vain tässä tutkimuksessa mukana olleille alueille. Jos kalojen ylisiirtoja tehdään muille kuin tässä tutkimuksessa mainituille paikoille ja alueille muuttavat ne altistumispotentiaalia mahdollisesti myös alueiden sisällä. Uusia ylisiirtopaikkoja suunniteltaessa ylisiirtojen altistumispotentiaali pitää arvioida uudelleen. Altistumisriskitarkastelu tulee tehdä uudelleen myös silloin, jos vesistöstä poistetaan/lisätään vaellusesteitä. Myös vesistön kalastossa luontaisesti tai istutusten seurauksena tapahtuvat muutokset tulee huomioida tarkastelussa, jos kalastossa on kalataudeille alttiita lajeja.

On vaikea arvioida miten lohet, taimenet ja nahkiaisit käyttäytyvät ylisiirron jälkeen. Nahkiaisit usein pysyttelevät lähellä vapautusalueetta (Aronsoo & Wennman 2012). Lohikalat saattavat yksilöstä riippuen hakeutua myös muihin uomiin, jos niillä on esteetön pääsy. Jos lohi kokee, ettei ylisiirtopaikka tai olosuhteet ole sille sopivat se saattaa uida pitkiäkin matkoja (Jaukkuri ym. 2012) tai myöhemmin saman syksyn aikana palata takaisin ylisiirtopaikalle (Marttila ym. 2018). Syynä kalojen poikkeavaan käyttäytymiseen saattavat olla ylisiirron aiheuttama stressi tai kalojen alkuperä (Marttila ym. 2017). Jos ylisiirrettävät kalat ovat istutusperäisiä, niillä ei ole poikasvaiheen kokemusta joesta. Marttila ym. (2017) mukaan kalojen aiemmalla kokemuksella patojen yläpuoliselta alueelta näytti olevan parantava tekijä istutusperäisten kalojen nousumotivaatioon. Myös ylisiirtoalueiden olosuhteilla on arvioitu vaikutusta lohien käyttäytymiseen, virtaamalla ja lämpötilalla on havaittu olevan yhteys ylisiirtojen onnistumiseen. Ylisiirrettyjen kalojen motivaatio hakeutua ylisiirtoalueella sijaitseville kutupaikoille on osoittautunut lisääntyneen lähempänä kutuaikaa (Marttila ym. 2017).

Tässä tutkimuksessa tehdyssä karttatarkastelussa arvioitiin kalojen kulkumahdollisuuksia ala- ja ylävirtaan, sivujokiin sekä vesistön osiin maastokartan uomaverkoston ja patotietojen perusteella. Kalojen alasvaellusta rajoittavat voimalaitokset. Sukukypsien lohien on mahdollista selvitä läpi vesivoimalaitoksesta (Jaukkuri ym. 2012, Marttila ym. 2018), mutta jos matkalla on useita voimalaitoksia, selviytymistodennäköisyys laskee.

Telemetriaseurannassa naaraiden on havaittu ylisiirron jälkeen uivan pidempiä matkoja kuin koiraat (Jaukkuri ym. 2012, Marttila ym. 2016). Marttila ym. mukaan saattaa olla mahdollista, että naaraat olisivat koiraita aktiivisempia sopivan kutupaikan etsimisessä ja koiraat asettuisivat kutupaikalle nopeammin, jos löytävät sopivan kutuparin.

On myös huomioitava se, että sairaut tai viruksia kantavat yksilöt voivat tartuttaa tauteja muihin ylisiirtoalueen kalalajeihin. Altistuspotentiaali riippuu ylisiirtopaikasta ja myös vesistön osasta sekä kalojen kulkua rajoittavista padoista sekä muista nousuesteistä. Altistumispotentiaaliin vaikuttaa vesiviljelylaitoksen tuotantomuoto, kalasto ja vesityslähde. Altistumispotentiaalini arviointi vie aikaa ja vaatii karttanlukutaitoa, asiantuntemusta vaelluskaloista, patotietorekisterin tuntemusta, sekä pääsyä kyseisiin rekistereihin.



### 3.8 Tautien esiintyminen Itämerellä ja ylisiirtojen keräyspaikalla

#### 3.8.1 Esiintyminen luonnonkalaseurantojen perusteella

Rannikkovaltioiden raportoimat seurantamäärät ovat olleet vuosittain vaihtelevia, mutta korkeimmillaan niin korkeita, että tautien odottaisi tulevan esiin seurannassa (Taulukot 14 ja 15). Luonnonkalojen seurannoissa on löydetty viime aikoina ISA- ja IPN-tautia, Ruotsista ja Tanskasta (Taulukko 16). Suomessa on löydetty rannikolta lohesta ja nahkiaisesta VHS-tautia, pistemäisesti.

IHN- ja SAV-tauteja ei ole löydetty vastausten perusteella luonnonkaloista Itämeressä. SAV-tautia on tosin tutkittu luonnonkaloista vain Tanskassa. Kaikki rannikkovaltiot eivät kuitenkaan vastanneet tiedusteluun ja tässä mielessä vastaukset eivät mahdollista tukevia loppupäätelmiä.

**Taulukko 14.** Itämeren rannikkovaltioille tehdyssä kyselyssä ilmoitetut luonnonkalojen seurantamäärät (kpl) vuonna 2019.

Seuranta 2019	VHS	IHN	IPN	ISA	SAV
<b>Ruotsi</b>					
lohi	500-1500	500-1500	500-1500	0	0
taimen	500-1500	500-1500	500-1500	0	0
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Tanska</b>					
lohi	11-100	11-100	11-100	11-100	11-100
taimen	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Viro</b>					
lohi	101-1000	101-1000	0	0	0
taimen	1-10	1-10	0	0	0
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Saksa</b>					
lohi	0	0	0	0	0
taimen	0	0	0	0	0
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Puola</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
<b>Liettua</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
<b>Latvia</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
<b>Venäjä</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa

**Taulukko 15.** Itämeren rannikkovaltioille tehdyssä kyselyssä ilmoitetut kalojen seurantamäärät (kpl/vuosi) ennen vuotta 2019.

Seuranta ennen vuotta 2019	VHS	IHN	IPN	ISA	SAV
<b>Ruotsi</b>					
lohi	500-1500	500-1500	500-1500	0	0
taimen	500-1500	500-1500	500-1500	0	0
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Tanska</b>					
lohi	11-1 000	11-1 000	11-1 000	11-1 000	11-1 000
taimen	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Viro</b>					
lohi	11-100	11-100	0	0	0
taimen	1-100	1-100	0	0	0
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Saksa</b>					
lohi	0	0	0	0	0
taimen	0	0	0	0	0
nahkiainen	0	0	0	0	0
<b>Puola</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
<b>Liettua</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
<b>Latvia</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
<b>Venäjä</b>					
lohi	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
taimen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa
nahkiainen	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa	ei tietoa

**Taulukko 16.** Itämeren rannikkovaltioille tehdyssä kyselyssä ilmoitetut kalojen tautilöydökset villien lohien ja taimenien seurannassa.

Tautilöydökset	VHS	IHN	IPN	ISA	SAV
<b>Ruotsi</b>					
lohi	-	-	+	.	.
taimen	-	-	+	.	.
<b>Tanska</b>					
lohi	-	-	-	+	-
taimen	-	-	+	-	-
<b>Viro</b>					
lohi	-	-	.	.	.
taimen	-	-	.	.	.
<b>Saksa</b>					
lohi	.	.	.	.	.
taimen	.	.	.	.	.

- = ei olla löydetty, + = on löydetty, . = ei olla tutkittu/ei tietoa

### 3.8.2 Esiintyminen vesiviljelyseurantojen perusteella

Itämeren rantavaltioiden merialueella on vaihteleva määrä kalankasvatusta, pääasiassa rannikon ympäristöolojen takia. Eniten verkkokassikasvatusta on Suomessa ja Ruotsissa saaristojen suojissa. Tanskassa suurin osa verkkokasseista sijoittuu myös saarien sisäpuoleiselle merialueelle. Saksassa, Puolassa, Baltian maissa ja Venäjällä merikasvatusta ei ole lainkaan, tai se on hyvin vähäistä.

Merialueen verkkokassilaitosten tautitilanteesta on saatavilla tietoa Euroopan unionin listaamien virustautien IHN-, VHS- ja ISA-tautien osalta. Näitä ei ole raportoitu lainkaan vuosina 2016–2019, lukuun ottamatta Suomessa Perämeren verkkokassissa todettua IHN tartuntaa vuonna 2017 ja Ahvenanmaalla 2021. Sen sijaan Puolassa on rannikkoalueella sisämaan laitoksia, joista IHN- tai VHS-tapauksia löytyy vuosittain (Taulukko 17). ISA-virusta ei ole koskaan todettu Itämeren kalanviljelylaitoksissa.

IPN-tartunta ei ole useimmissa maissa ilmoitettava eläintauti, joten tapaukset eivät tilastoidu. Suomessa vain genoryhmän 5 IPN-virustartunta on vastustettava tauti, sekin vain sisämaan alueella. Vuoden 2018 puolivälissä luovuttiin merialueen IPN-tartuntojen genoryhmän määrittämisestä rutiininomaisesti tapausten suuren lukumäärän vuoksi. Vuosina 2016–2019 IPN-virusta on löydetty Suomen merialueelta vuosittain 11–18 kertaa, näistä 2–9 tapausta on ollut Ahvenanmaalta. Viimeisin varmistettu genoryhmän 5 tartunta on todettu vuonna 2016 (tiedot Ruokavirasto). Suomessa siirrytään vuodesta 2021 käyttämään IPN-neutralointia merialueen virustautitutkimuksissa, joten jatkossa tartuntojen määrästäkään ei enää saada tietoa. Ruotsin rannikolla olevissa verkkokassikasvattamoissa esiintyy myös IPN-tartuntoja, mutta lukumäärät eivät ole tiedossa.

**Taulukko 17.** Verkkokassikasvatus Itämeressä ja kalatautilöydökset verkkokassiseurannan tai Itämereen laskevien vesistöjen kalanviljelylaitosten seurannassa.

Itämeren verkkokassikasvatus, tautitilanne 2016–2021						
Maa	Verkkokassikasvatusta	Kalatauti				
		VHS	IHN	IPN	ISA	SAV
Suomi	kyllä	0	1 <sup>a,c</sup>	1 <sup>muodot 2,5</sup>	.	.
Ruotsi	kyllä	0	0	1 <sup>muoto 2</sup>	.	.
Tanska	kyllä*	0	1 <sup>c</sup>	.	.	.
Saksa	kyllä	0	0	.	.	.
Puola	ei**	1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	.	.	.
Eesti	suunniteltu	.	.	.	.	.
Latvia	ei	.	.	.	.	.
Liettua	ei	.	.	.	.	.
Venäjä	kyllä	.	.	.	.	.

<sup>a</sup>= vuonna 2017

<sup>b</sup>= vuosina 2016–2019

<sup>c</sup>= vuonna 2021

\*kahta lukuun ottamatta sisäsaaristossa

\*\* tuloksissa mukana lähellä rannikkoa olevat laitokset

o=ei löydöksiä, 1= löydöksiä, .=tieto puuttuu

Lähteet: FAO 2003; European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases 2016; European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases 2017; European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases 2018; European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases 2019.

### 3.8.3 Toteutetun seurannan kyky havaita tauti

Tautiseurannan kyky löytää tautinen kala vuotuisen seurannan perusteella eli vuotuisen seurannan sensitiivisyys (Sse) voidaan arvioida, kun tunnetaan tautiseurannan menetelmän herkkyys, tautinäytteiden määrä ja asetetaan haluttu prevalenssitaso (kynnysprevalenssi) jolle tautiseurannan herkkyys arvioidaan. Kullekin joelle arvioitiin vuotuiset seurannan herkkyudet 1 % ja 2 % kynnysprevalenssin suhteen. Taudin analyysimenetelmän herkkyys oletettiin laskennassa olevan 100 %, populaatiokoon ei annettu vaikuttaa laskennassa (asetettiin suureksi), laskennassa hyväksyttiin 5 % virhe vuotuisen herkkyuden odotusarvossa. Vuotuiset herkkyyslaskelmat tehtiin käyttämällä Cameron & Baldock (1998) julkaisussa esitettyä menetelmää ja käyttämällä <https://epitools.ausvet.com.au/freecalcone> - osoitteesta löytyvää Epitools -työkalun 1-Stage freedom analysis, analyse results -välilehteä.

#### Oulujoen seuranta

**Taulukko 18.** Oulujoen lohi- ja nahkiaisseurannan vuosittainen herkkyys (Sse) 1 % ja 2 % kynnysprevalenssin suhteen.

Vuosi	Kynnysprevalenssi							
	1 %		2 %		1 %		2 %	
	Lohi		Lohi		Nahkiainen		Nahkiainen	
	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse
2014	0,38	0,62	0,61	0,39	0,45	0,55	0,70	0,30
2015	0,38	0,62	0,61	0,39	0,45	0,55	0,70	0,30
2016	0,27	0,73	0,47	0,53	0,45	0,55	0,70	0,30
2017	0,18	0,82	0,33	0,67	0,45	0,55	0,70	0,30
2018	0,36	0,64	0,59	0,41	0,45	0,55	0,70	0,30
2019	0,33	0,67	0,55	0,45	0,70	0,30	0,91	0,09
2020*	0,19	0,81	0,35	0,65	.	.	.	.

\*Montan yliirtolaite toiminnassa

Oulujoella seurannan sensitiivisyys on ollut alhaisin mutta myös siirretyt lohimäärät ovat olleet alhaisempia. Vuosittaisessa seurannassa tauti on voinut jäädä huomaamatta 0,62–0,82 todennäköisyydellä mutta yliirtojoukossa tämä tarkoittaisi, että joka toinen vuosi ryhmässä olisi saattanut olla viruspositiivinen kala (Taulukko 18).

Nahkiaiselta seurannan herkkyys on samalla tasolla kuin muissakin joissa. Ylisiirretyissä nahkiaisissa on voinut olla 400–500 viruspositiivista nahkiaista vaikka vuotuinen seuranta ei yhtään positiivista olisi löytänytään.

**lijoen seuranta**

**Taulukko 19.** Ilijoen lohi- ja nahkiais seurannan vuosittainen herkkyys (Sse) 1 % ja 2 % kynnyksprevalenssin suhteen.

Vuosi	Kynnyksprevalenssi							
	1 %		2 %		1 %		2 %	
	Lohi		Lohi		Nahkiainen		Nahkiainen	
	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse
2009	0,34	0,66	0,57	0,43	0,45	0,55	0,70	0,30
2010	0,31	0,69	0,53	0,47	0,45	0,55	0,70	0,30
2011	0,11	0,89	0,22	0,78	0,45	0,55	0,70	0,30
2012	0,76	0,24	0,94	0,06	0,45	0,55	0,70	0,30
2013	0,51	0,49	0,76	0,24	0,45	0,55	0,70	0,30
2014	0,51	0,49	0,76	0,24	0,45	0,55	0,70	0,30
2015	0,41	0,59	0,66	0,34	0,45	0,55	0,70	0,30
2016	0,67	0,33	0,66	0,34	0,45	0,55	0,70	0,30
2017	0,53	0,47	0,78	0,22	0,45	0,55	0,70	0,30
2018	0,56	0,44	0,81	0,19	0,45	0,55	0,70	0,30
2019	0,79	0,21	0,96	0,04	0,45	0,55	0,70	0,30

Myös lijoella tautiseurannan vuosittainen herkkyys (Sse) vaihteli suuresti lohella ja oli taas nahkiaisella vuodesta toiseen samalla tasolla. Koska yliiirtömäärät ovat kuitenkin olleet huomattavasti alhaisempia kuin Kemijoella, myös siirtoon liittyvä riski toteutetulla seurannalla on ollut pienempi. Olemme kohtalaisen varmoja, että jos yliiirtopopulaation prevalenssi olisi ollut tasolla, jossa yliiirrettävissä joukossa olisi ollut useampi viruspositiivinen kala, asia olisi tullut ilmi vuotuisessa seurannassa. Nahkiaiselta yliiirrettävässä populaatiossa olisi voinut olla 200-800 viruspositiivista nahkiaista – ilman että vuotuisessa seurannassa tautia olisi löydetty lainkaan ja vaikka taudin esiintyvyys olisi siis ollut 1 % tasolla yliiirtoon kerätyssä populaatiossa (Taulukko 19).

**Kemijoen seuranta**

**Taulukko 20.** Kemijoen lohi- ja nahkiais seurannan vuosittainen herkkyys (Sse) 1 % ja 2 % kynnyksprevalenssin suhteen.

Vuosi	Kynnyksprevalenssi							
	1 %		2 %		1 %		2 %	
	Lohi		Lohi		Nahkiainen		Nahkiainen	
	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse	Sse	1-Sse
2009	0,34	0,66	0,57	0,43	0,45	0,55	0,70	0,30
2010	0,31	0,69	0,53	0,47	0,45	0,55	0,70	0,30
2011	0,11	0,89	0,22	0,78	0,45	0,55	0,70	0,30
2012	0,76	0,24	0,94	0,06	0,45	0,55	0,70	0,30
2013	0,51	0,49	0,76	0,24	0,45	0,55	0,70	0,30
2014	0,51	0,49	0,76	0,24	0,45	0,55	0,70	0,30
2015	0,41	0,59	0,66	0,34	0,45	0,55	0,70	0,30
2016	0,67	0,33	0,66	0,34	0,45	0,55	0,70	0,30
2017	0,53	0,47	0,78	0,22	0,45	0,55	0,70	0,30
2018	0,56	0,44	0,81	0,19	0,45	0,55	0,70	0,30
2019	0,79	0,21	0,96	0,04	0,45	0,55	0,70	0,30

Kemijoen osalta seurannan vuosittainen kyky löytää tauti, jos se esiintyisi ylisiirtopopulaatiossa jollakin vakiotasolla vaihteli suuresti vuosien välillä, aivan kuten seurantamäärätkin. Nahkiaisen osalta vuosittainen seurannan sensitiivisyys on taas pysynyt vakiona kuten seurantamääräkin. Vuosittainen seurannan sensitiivisyys tarkoittaa, että olisimme löytäneet ainakin yhden tautisen kalan, jos niitä olisi populaatiossa esiintynyt esiintyvyyden mukaisella tasolla (1 tai 2 %).

Kemijoella lohien siirtomäärät olivat viimeisinä vuosina (2016–2017) yli tuhat yksilöä ja tällä kynnyksenprevalenssin tasolla (1 %) tämä tarkoittaa, että ylisiirtoon kerättyjen kalojen joukossa voi olla korkeintaan jotakuinkin 10–16 tautista yksilöä. Olemme siis 0,59–0,61 todennäköisyydellä varmoja, että tauti olisi löytynyt seurantanäytteestä, jos todellinen prevalenssi olisi ollut 1 %. Nahkiaisten osalta vuotuisen ylisiirrettävien viruksia kantaviin yksilöihin liittyvä riski on kertaluokkaa suurempi ja seurantajärjestelmän herkkyys on hieman alhaisempi kuin lohella vuosina 2016–2017. Pelkästään vuotuisen seurannan perusteella arvioituna ylisiirrettävässä joukossa voisi olla 800–1 200 viruspositiivista nahkiaista vaikka seurantatuloksessa tautia ei olisi löydetty lainkaan ja tämä on vielä suhteessa todennäköisempää (1-Sse=0,55) kuin että tautisia olisi seurantanäytteessä löytynyt (Sse=0,45) (Taulukko 20).

### **3.8.4 Seurantajärjestelmän tuottama varmuus ylisiirtojen tautiriskistä, kun otetaan huomioon aiempi jokikohtainen seuranta**

Tautivapaudella ymmärretään, että olemme tietyllä tasolla varmoja, ettei taudin prevalenssi voi olla korkeampi kuin arviossa käytetty raja-arvo ottaen huomioon kyseisen vuoden ja aikaisempien vuosien tautiseurannan tulokset. Tämä varmuus riippuu siis siitä valitusta kynnyksenprevalenssista, jota pidetään riittävän alhaisena, ettei taudista ole todellista vaaraa, vaikka se sillä tasolla esiintyisikin. Tässä yhteydessä termistä käytetään nimeä **kynnyksenprevalenssi**. Varmuus taudin esiintymisestä korkeintaan kynnyksenprevalenssin tasolla kasvaa, kun seurantaa jatketaan vuosittain eikä tautia ole löydetty. Seurantatuloksen varmuuteen vaikuttaa myös ulkoa tuleva tautipaine, joka varsinkin lohien osalta voi olla merkittävä tekijä. Lohet käyvät Itämeren pääaltaassa syönnösvaelluksella, jossa ne voivat kohdata erilaisia tauteja mm. syödessään kaloja. Ulkoa tuleva tautipaine alentaa varmuutta tautivapaudesta.

Arvioinnissa tarvitaan muutama lähtöarvo-oletus:

Asetettu taudin kynnyksenprevalenssi ylisiirtoa varten kerätyssä populaatiossa (%): laskennassa käytettiin 1 % kynnyksenprevalenssia.

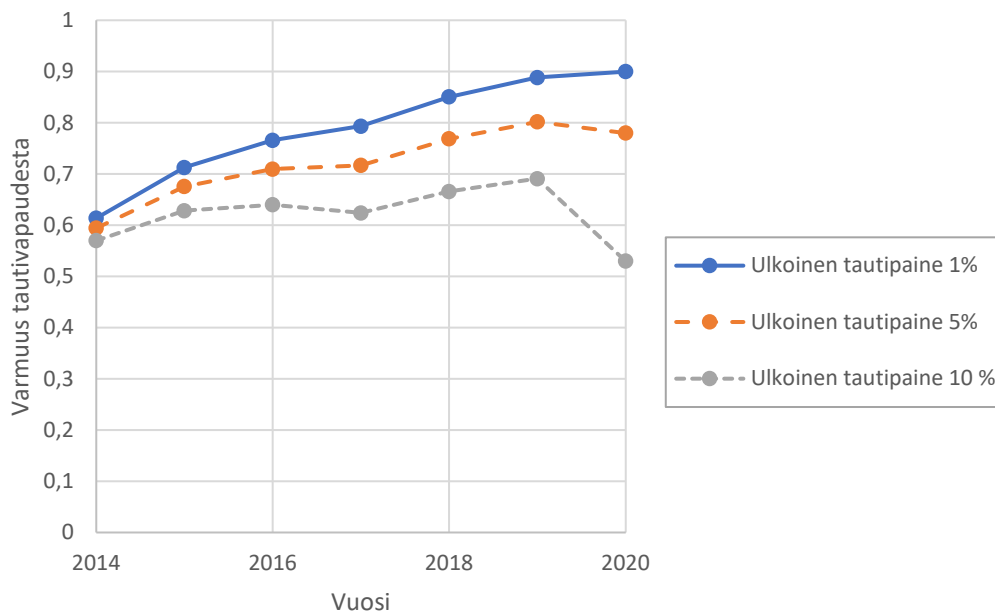
Todennäköisyys, että populaation kynnyksenprevalenssi oli korkeintaan 1 % ennen kuin seuranta on ylipäätään aloitettu, eli **varmuus lähtötasosta**. Laskelmissa käytettiin kahta eri varmuustasoa, toisaalta 50 % arvoa, joka tarkoittaa, että olemme yhtä varmoja ja epävarmoja, että kynnyksenprevalenssi on korkeintaan 1 % ja 95 % arvoa, joka tarkoittaa, että olemme todella varmoja, että taudin kynnyksenprevalenssi voi olla korkeintaan 1 % tasolla. Näitä kutsutaan jatkossa termillä **varmuus lähtötasosta**. Vuotuisten seurantojen sensitiivisyydet (Sse) otettiin edellisen luvun taulukoista (Taulukot 17–19).

Ulkoa tuleva tautipaine on tuntematon suure. Oletimme, että arvolla on käytännöllistä merkitystä välillä 1–10 %. **Ulkoisen tautipaine** tarkoittaa todennäköisyyttä, että vuoden

aikana, seurannan jälkeen, tautitilanne voisi muuttua niin, että taudin esiintyvyys saavuttaisi kynnyksenprevalenssin tason. Tämä vähentää edellisen vuoden seurannan näyttövoimaa, vaikka siinä ei tautia olisi löydettykään. Lohen osalta tämä tarkoittaisi, että syönnösvaelluksella olevat lohet kohtaisivat tautiepidemian, saisivat taudin ja kykenisivät palamaan jokeen todennäköisyydellä = ulkoinen tautipaine\*kynnyksenprevalenssi. Käyttämiemme parametrien perusteella arvioimme siis tilanteita, joissa seurannan jälkeisenä vuonna saapuvista lohista 1/1 000–1/10 000 voisi tuoda mukanaan jonkin arvioitavista taudeista, vaikka seurannassa tai koskaan aiemminkaan tautia ei olisi löydetty.

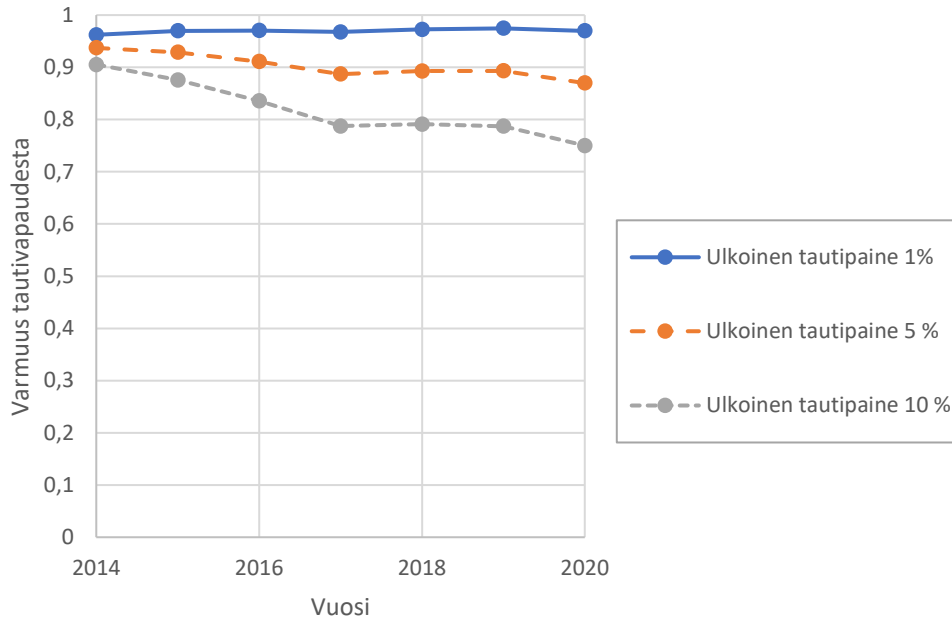
Kumuloituvan näyttövoiman laskelmat tehtiin <https://epitools.ausvet.com.au/freecalcone> -osoitteesta löytyvällä Epitools -työkalulla, Confidence of freedom, Multiple time periods-välilehdellä.

**Oulujoki, varmuus tautivapaudesta**



**Kuva 11.** Varmuus ylisiirrettävän lohen tautivapaudesta Oulujoessa (prevalenssi korkeintaan 1%), kun ulkoinen tautipaine oletetaan olevan 1%, 5% tai 10% ja varmuus tautivapaudesta ennen seurannan aloittamista on 50%.

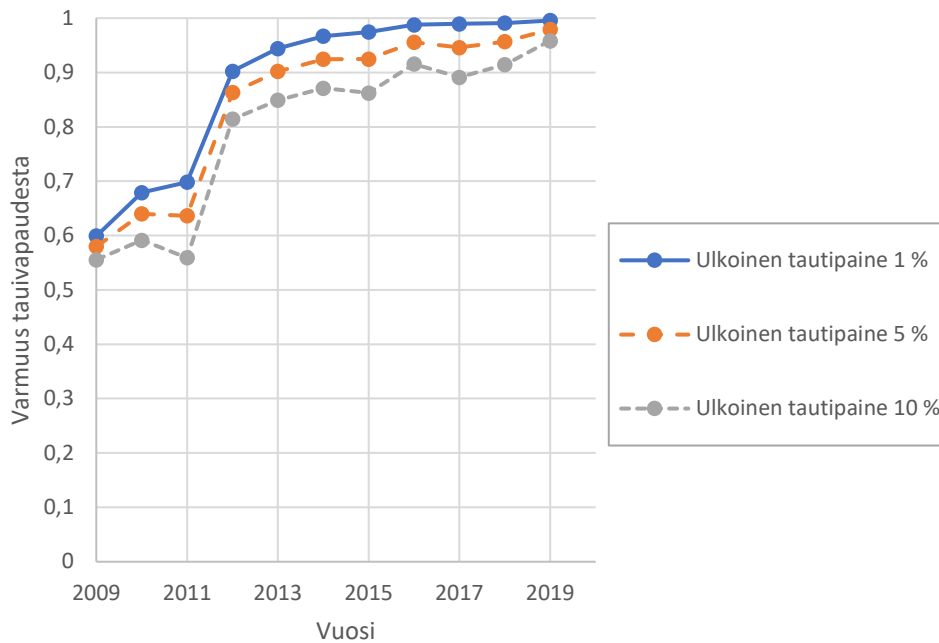
Oulujoella seurantamäärät olivat alhaisempia kuin muualla ja niinpä ulkoa tulevalta tautipaineella on merkittävä vaikutus varmuuteen tautivapaudesta. Oulujoella ollaan seurannan tässä vaiheessa näiden kolmen joen osalta epävarmimpia tautivapaudesta, oli alkuvarmuus ja ulkoinen tautipaine sitten millä taholla tahansa (Kuvat 11 ja 12). Vähäinen seurantamäärä vaikuttaa myös niin, että alkuoletus varmuudesta vaikuttaa selvästi myös varmuuteen tautivapaudesta vielä 7 seurantavuoden jälkeen, lisäinformaatiota ei ole pitkän seurannan aikana tullut paljoa (Kuvat 11 ja 12).



**Kuva 12.** Varmuus ylisiirrettävän lohien tautivapaudesta Oulujoessa (prevalenssi korkeintaan 1%), kun ulkoisen tautipaine oletetaan olevan 1%, 5% tai 10% ja varmuus tautivapaudesta ennen seurannan aloittamista on 95%.

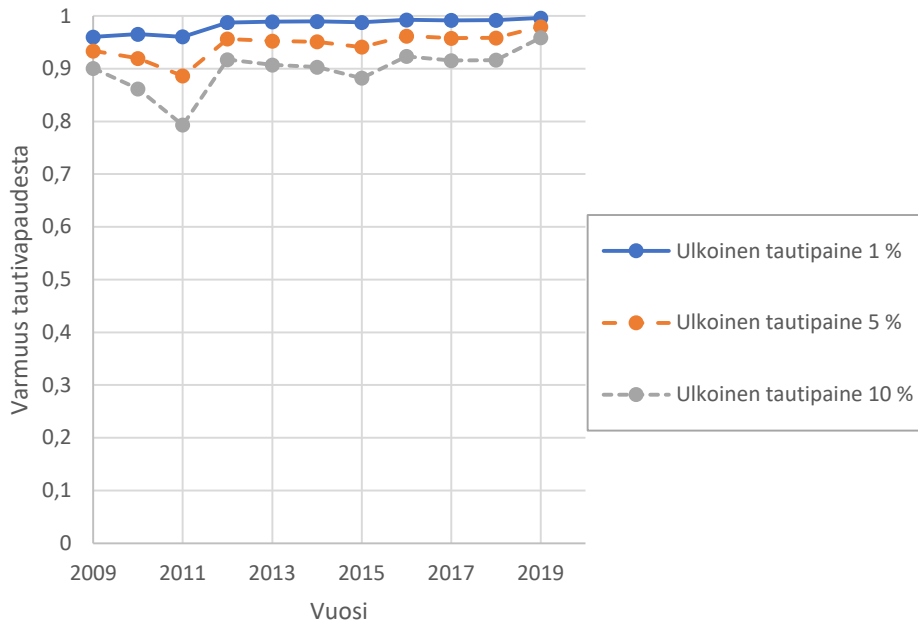
Taimenia on päätynyt Oulujoen seurantatutkimuksiin vain yhtenä vuotena eikä siten varmuus tautivapaudesta ole juuri kehittynyt arviointijakson (2014–2020) aikana.

**lįjoki, varmuus tautivapaudesta**



**Kuva 13.** Varmuus ylisiirrettävän lohien tautivapaudesta lįjoessa (prevalenssi korkeintaan 1%), kun ulkoisen tautipaine oletetaan olevan 1%, 5% tai 10% ja varmuus tautivapaudesta ennen seurannan aloittamista on 50%.



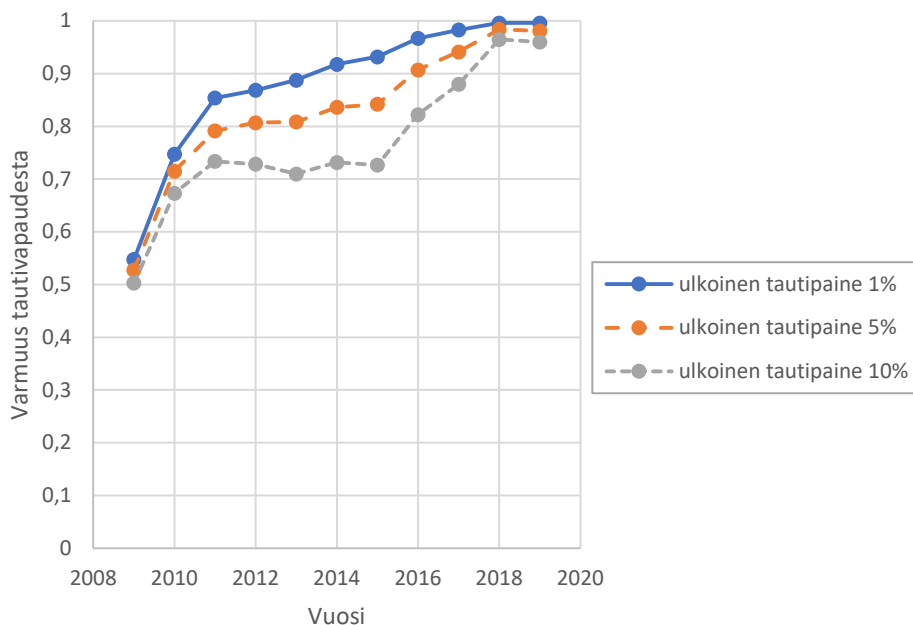


**Kuva 14.** Varmuus ylisiirrettävän lohen tautivapaudesta lijoessa (prevalenssi korkeintaan 1 %), kun ulkoinen tautipaine oletetaan olevan 1 %, 5 % tai 10 % ja varmuus tautivapaudesta ennen seurannan aloittamista on 95 %.

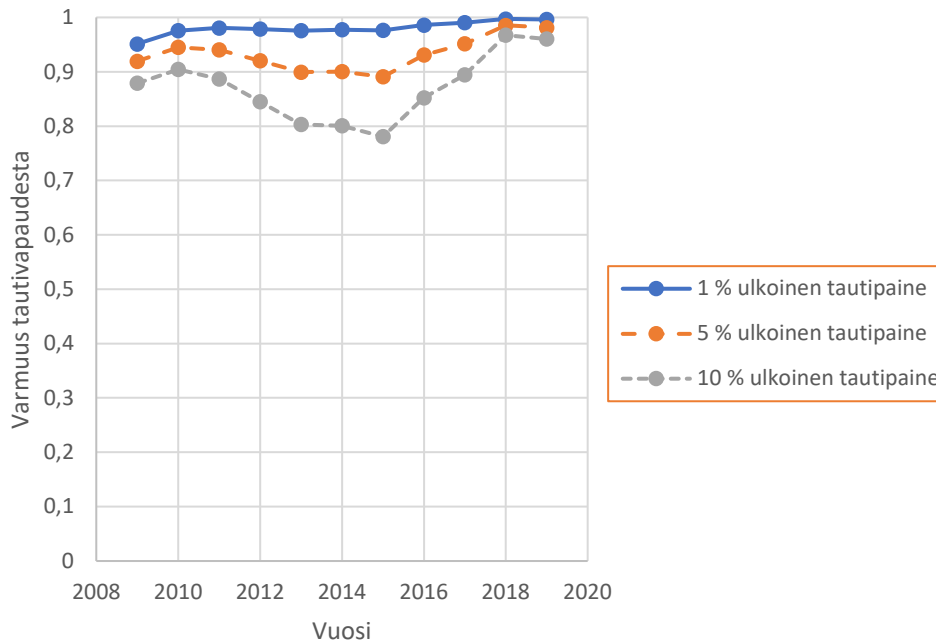
lijoella matala seurantamäärä vuosina 2009–2011 näkyy selkeästi matalampana varmuutena kuin myöhemmin seurannan aikana. Viimeisten vuosien seurannan mukaan olemme aika varmoja lijoen ylisiirtopopulaation tautivapaudesta, riippumatta lähtöoletuksista tai tautipaineen tasostakaan (Kuvat 13 ja 14).

lijoella taimenia on päätynyt seurantaan kolmena vuotena yhteensä kolme kappaletta. Ei ole tarkoituksenmukaista arvioida vuotuisen näytön kertymistä lijoella taimenen osalta.

#### Kemijoki, varmuus tautivapaudesta



**Kuva 15.** Varmuus ylisiirrettävän lohen tautivapaudesta Kemijoessa (prevalenssi korkeintaan 1 %), kun ulkoinen tautipaine oletetaan olevan 1 %, 5 % tai 10 % ja varmuus tautivapaudesta ennen seurannan aloittamista on 50 %.



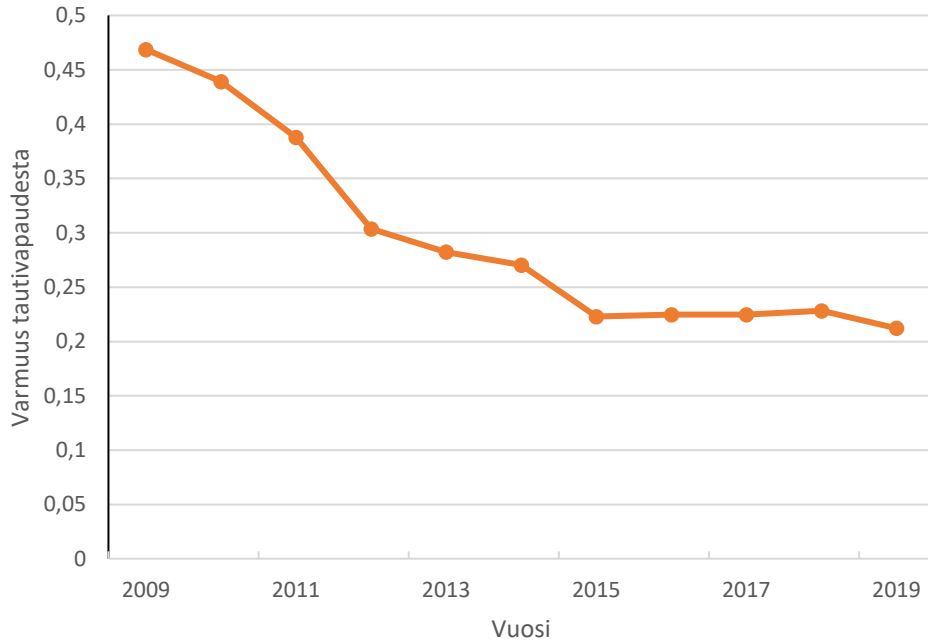
**Kuva 16.** Varmuus ylisiirrettävän lohen tautivapaudesta Kemijoessa (prevalenssi korkeintaan 1 %), kun ulkoinen tautipaine oletetaan olevan 1 %, 5 % tai 10 % ja varmuus tautivapaudesta ennen seurannan aloittamista on 95 %.

Kemijoen osalta varmuuden muutos ilmentää ensinnäkin sitä, että pitkäaikaisessa seurannassa varmuus kasvaa, kunhan vain taso on valittu sellaiseksi, ettei ulkoinen tautipaine ole suurempi kuin vuosittaisen seurannan tuoma lisävarmuus. Viimeisen neljän vuoden aikana seurantamäärässä oli selkeä kasvu, mikä osoittaa, että seurannan ollessa riittävällä tasolla ulkoinen tautipaineeseen ei enää ole kovin merkittävä tekijä. Jos seuranta lopetettaisiin, varmuus tautivapaudesta ryhtyisi alenemaan. Mitä korkeampi ulkoinen tautipaine olisi, sitä nopeammin varmuus tautivapaudesta alenisi (Kuvat 15 ja 16).

Oletus tautivapauden varmuudesta on myös merkittävä tekijä Kemijoella – varsinkin seurannan ensimmäisinä vuosina. Seurannan loppujaksolla seurantamäärät ovat niin korkealla tasolla, että aiempi lähtöoletus ei näyttäisi olevan kovin merkittävä tekijä Kemijoella. Lähtökohtana käytetty korkea varmuus (yliluottamus) ei auta myöskään, jos seurantamäärä on alimitoitettu suhteessa ulkoiseen tautipaineeseen nähden – kuten voidaan nähdä erityisesti kuvista 15 ja 16, jossa varmuus alenee vuotuisesta seurannasta huolimatta, kun ulkoinen tautipaine on 10 %.

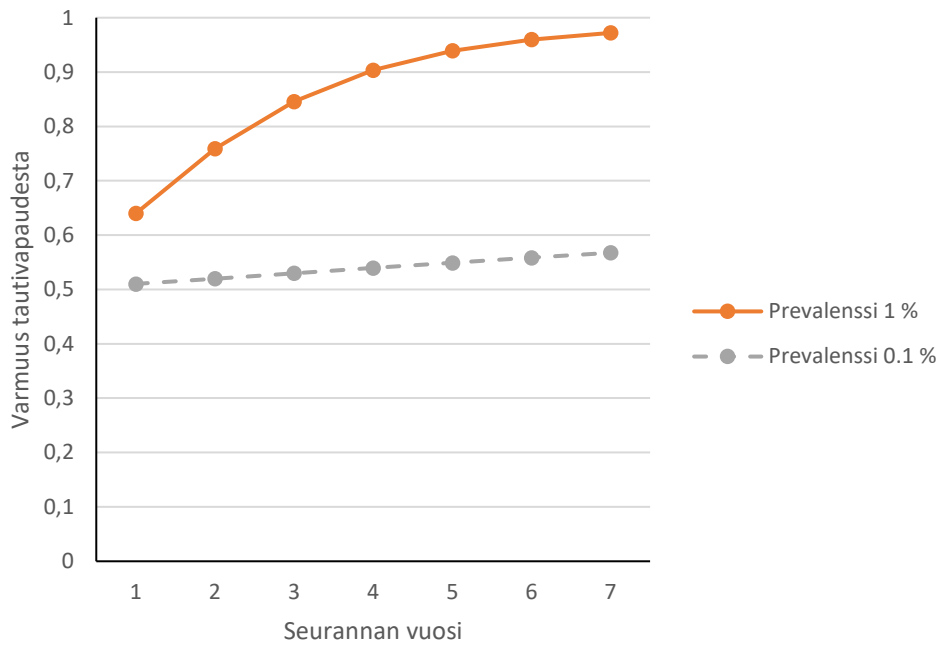
Vuonna 2017, kumulatiivisen jokikohtaisen näytön perusteella on suhteellisen epätodennäköistä (<10 %), että Kemijoen ylisiirroissa olisi siirretty yli 15 viruspositiivista kalaa – riippumatta lähtöoletuksista.

Taimenia on kerätty seurantaan Kemijoella vaihtelevasti (0–24 kpl/v). Määrä on niin alhainen, ettei varmuus tautivapaudesta nouse vuotuisen seurannan tuloksena, vaikka varmuutta arvioitaisiin 1 % kynnyksenprevalenssin perusteella ja vaikka käytettäisiin alhaisinta ulkoisen tautipaineen arvoa (1 %) (Kuva 17).



**Kuva 17.** Varmuus ylisiirrettävän taimenen tautivapaudesta Kemijoen (prevalenssi korkeintaan 1 %), kun ulkoinen tautipaine oletetaan olevan 1 %, ja varmuus tautivapaudesta ennen seurannan aloittamista on 50 %.

**Nahkiainen kaikissa seurannoissa**



**Kuva 18.** Tautivapauden kriteerinä olevan kynnysprevalenssin vaikutus (1 % tai 0,1 %), vuosittaisen varmuuden kehittymiseen ylisiirrettävän nahkiaisen tautivapaudesta kun näytemäärä on 60 kpl (ulkoinen tautipaine 1 %, varmuus alussa 50 %).

Nahkiais seuranta oli vuosittain vakio, 60 kpl /joki (poikkeus Oulujoki, jossa yhtenä vuonna seuranta kaksinkertainen). (Laskennassa alkuvarmuus 50 % ja ulkoinen tautipaine 1 %/vuosi). Nahkiaisien siirtomäärät ovat kymmeniä tuhansia- yli satatuhatta / joki vuodessa, niinpä 1 % kynnyksenprevalenssilla viruspositiivisia nahkiaisia voisi siirtyä yli satoja kappaleita. Nykyinen seurantamäärä tuottaa vuosien saatossa suhteellisen korkean varmuuden: jos viruspositiivisia ei löydy, ylisiirrosta voi olla korkeintaan satoja viruspositiivisia nahkiaisia (Kuva 17). Jos laskemme seurannan kynnyksenprevalenssin kymmenesosaan - eli arvioimme seurannan herkkyyden tilanteessa, jossa ylisiirrosta sallitaan yhteensä vain muutamia kymmeniä viruspositiivisia nahkiaisia- seurannan näyttövoima ei juuri kasva, vaikka seuranta jatkettaisiinkin vuosien ajan. Varmuuden taso on myös huomattavasti alhaisempi. Riittävän varmuuden saavuttamiseen tarvittaisiin tässä tapauksessa huomattavasti korkeampi näytemäärä.

### **3.8.5 Yhteenveto jokikohtaisesta kalatautiseurannasta**

Yksittäisen vuoden jokikohtainen seuranta ei ole kovin hyvä varmistus sille, ettei tautisia kaloja olisi voinut päätyä ylisiirron yhteydessä nousuesteen yläpuoliseen vesistöön. Kun seurantamäärää kasvatetaan, saadaan parempi varmuus, että jos tautia olisi ollut, se olisi myös löytynyt. Mutta koska näytteet analysoidaan myöhemmin, jo ylisiirtojen tapahduttua, tämä tieto tulee jälkikäteen. Pitkillä, riittävästi näytteitä sisältävillä seurannoilla sen sijaan saavutetaan kasvava varmuus tautivapaudesta, joka on pitkän seurannan loppupäässä jo korkealla tasolla (esim. Kemijoki). Tämäkään ei suojaa nopeilta muutoksilta tautitilanteesta, koska joka tapauksessa tieto muutoksesta tulee jälkikäteen, vuotuisten ylisiirtojen jälkeen. Jos seuranta lopettaisiin, varmuus tautivapaudesta ryhtyisi alenemaan ja se alenisi kutakuinkin samaa vauhtia kuin ulkoinen tautipaine saattaisi tuoda alueelle tauteja.

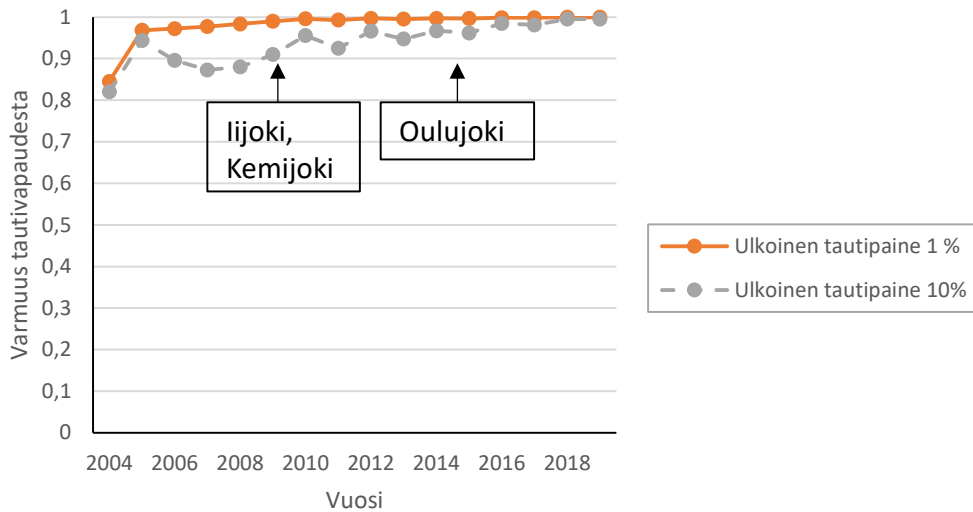
Kynnyksenprevalenssin asettaminen seurannalle on olennaista ja tulisi suhteuttaa ylisiirtotoiminnan määrään. Kemijoella saman kynnyksenprevalenssin käyttö eli sama seurannan herkkyyden taso sallii yli 10 viruspositiivisen lohen läpipääsyn ylisiirtojen yhteydessä, kun taas Oulujoella/lijoella toiminta voisi johtaa noin yhden viruspositiivisen kalan ylipääsyyn. Samoin koska taimenia siirretään vähemmän, saman kynnyksenprevalenssin soveltaminen johtaa taimenien osalta alempaan läpimenomahdollisuuteen ja vastaavasti nahkiaisien osalta puhutaan kertaluokaltaan aivan toisen suuruudesta, korkeammasta, läpimenomäärästä.

Varmuus tautivapaudesta kehitty vuosittaisten seurantojen edetessä vain, jos tautia seurataan näytteistä. SAV-taudin osalta seuranta on tehty vähemmän aikaa kuin IPN-, IHN- ja VHS- tautien osalta. Niinpä varmuus tautivapaudesta SAV-taudin osalta on hieman em. tautien tasoa alempana. ISA-taudin tautivapaudesta nykyisen kaltainen tautiseuranta ei kerro mitään.

### **3.8.6 Seurantatulosten yhdistäminen näyttövoiman lisäämiseksi**

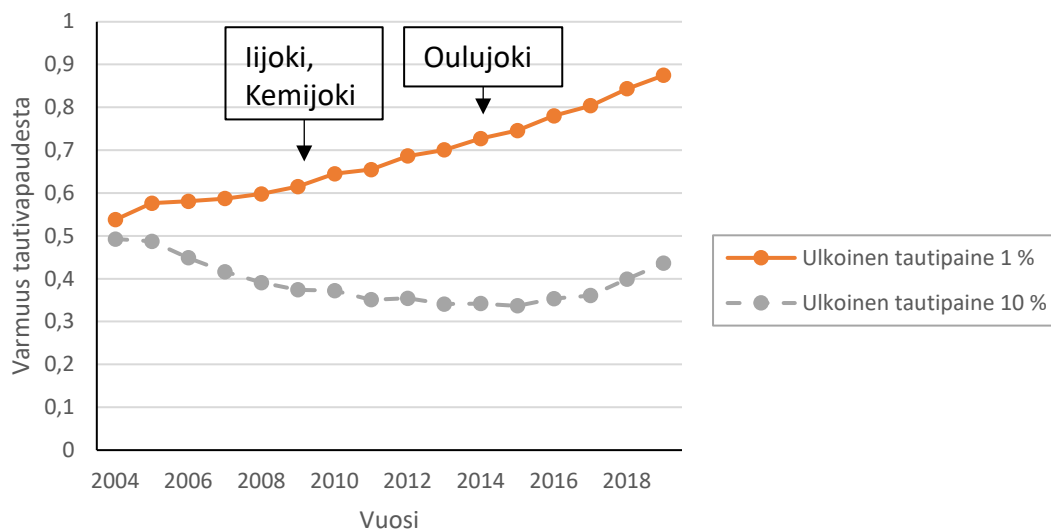
#### **Lohi**

Tätä lähestymistapaa voi käyttää, jos Perämerellä tapahtuva seuranta kohdistuu suhteellisen homogeenisesti ylisiirrosta käytettävään kalamateriaaliin eli tautitilanne on eri jokiin palaavissa osapopulaatioissa samanlainen. Parhaiten näyttövoimaa voi arvioida lohen ja nahkiaisien osalta. Taimenien osalta näyttövoima ei juuri parane, vaikka tällainen laskelma tehtäisiinkin.



**Kuva 19.** Kolmen joen lohen seurantatulosten perusteella laskettu varmuus tautivapaudesta (kynnysprevalenssi= 1 %, varmuus tautivapaudesta ennen seurantaa 50 %).

Kun jokien seurantatulokset yhdistetään ja mukaan otetaan myös seuranta vuosilta 2004–2008 huomioon, olemme suhteellisen varmoja (todennäköisyys yli 0,9), että seuranta olisi löytänyt viruspositiivisia kaloja, jos todellinen prevalenssi olisi ollut kynnysprevalenssin tasolla vuonna 2009, jolloin Kemijoella ja Iijoella aloitettiin ylisiirrot. Koska Oulujoen ylisiirrot aloitettiin myöhemmin, myös varmuus tautivapaudesta on korkeampi aloitushetkellä (Kuva 19).



**Kuva 20.** Kolmen joen lohen seurantatulosten perusteella laskettu varmuus tautivapaudesta (kynnysprevalenssi= 0,1 %, varmuus tautivapaudesta ennen seurantaa 50 %).

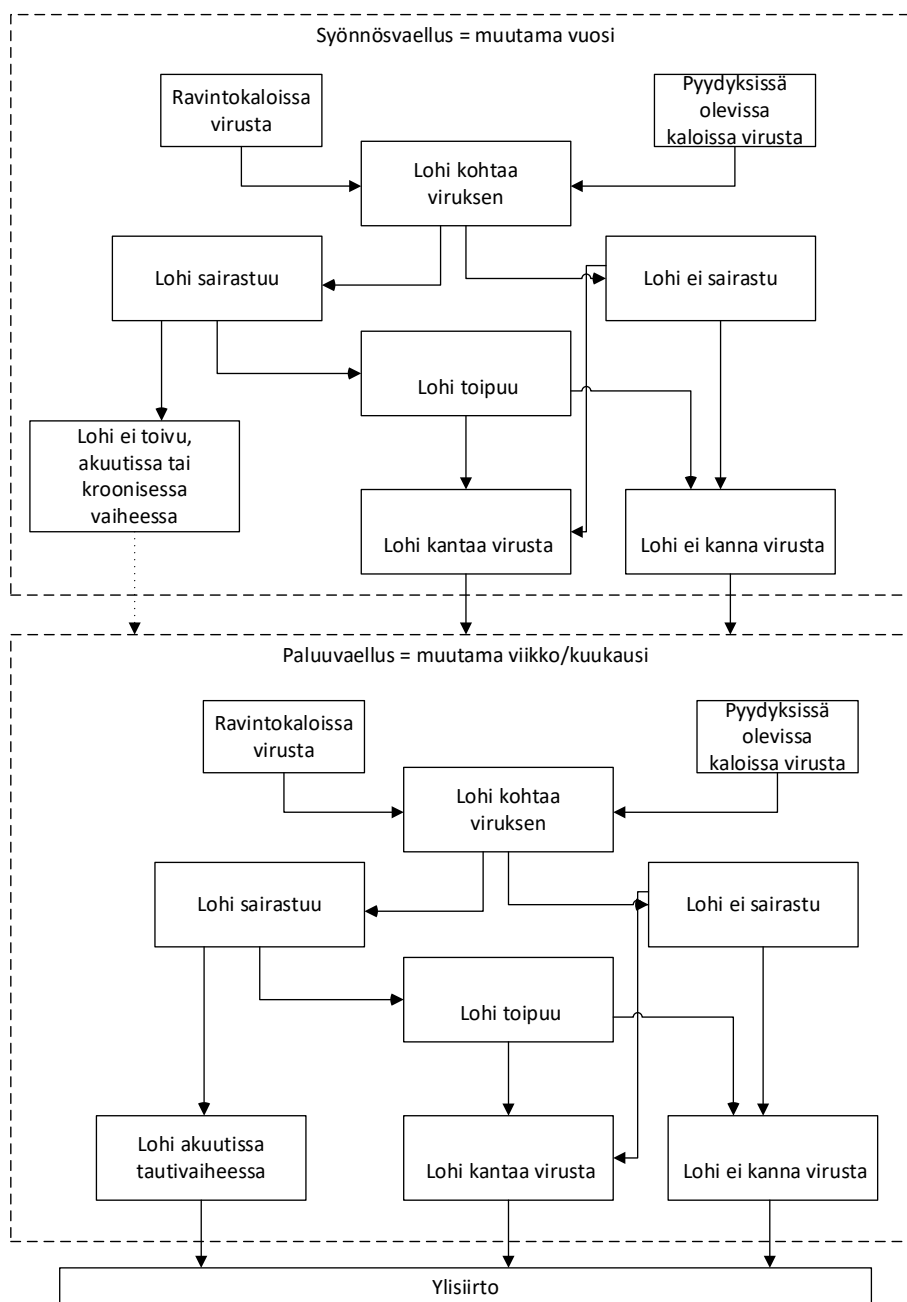
Jos haluaisimme olla seurantatulosten perusteella varmempia, että missään joessa ei minään vuonna siirrettäisi yli kymmentä viruspositiivista kalaa, laskenta täytyy tehdä alentamalla kynnysprevalenssia vastaavasti 0,1 %:iin. Kemijoella ylisiirretty lohimäärä oli viimeisinä ylisiirtojen vuosina ollut yli tuhat lohta ja näinäkin vuosina olemme yli 70 % varmoja, että seuranta olisi löytänyt positiivisia kaloja, jos sellaisia olisi esiintynyt 0,1 % kynnysprevalenssin tasolla – kunhan myös oletamme, että ulkoinen tautipaine on pysynyt alhaalla (1 % tasolla). Jos oletamme korkeampaa (10 %) ulkoista tautipainetta, seuranta ei ole ollut näinä vuosina riittävä tämän tavoitteen varmistamiseksi (Kuva 20).

## Nahkiainen

Kolmen joen seurantatulokset yhdistämällä, kun käytetään 0,1 % kynnyksen prevalenssia, seurannan näyttövoima kertyy huomattavasti nopeammin kuin jos jokien seurantatuloksia tarkasteltaisiin erillisinä. Seitsemän vuoden seurannan jälkeen varmuus, ettei yli ole voinut päästä yksittäisen joen osalta kuin korkeintaan muutamia kymmeniä viruspositiivisia nahkiaista vuodessa, kun seurannassa ei ole löytynyt yhtäkään positiivista nahkiaista, on lähes 75 %, kun se yksittäisen joen seurantatulosten perusteella oli vain 56 %.

### 3.9 Eläintautien leviämisen tunnistaminen yli siirtoprosessissa

#### 3.9.1 Lohi



Kuva 21. Lohen syönnösvaellus, paluuvaellus ja viruksen kohtaamisen vaihtoehdot, pelkistetty kuvaaja.

Valtaosa lohen syömästä kalasta tulee syötyä varsinaisen syönnösvaelluksen aikana, joka kestää 1–5 vuotta. Meressä vietetystä ajasta valtaosa vietetään syönnösvaelluksella. Lohen syönnösalueena on pääasiassa Itämeren pääallas. Jos kala kohtaa syönnösvaelluksen aikana sairaita kaloja esimerkiksi saalistaessaan, lohi voi sairastua ja jäädä joko viruksen kantajaksi tai ei kanna virusta enää toipumisen jälkeen. On myös mahdollista, että kala ei sairastu lainkaan mutta jää viruksen kantajaksi (Kuva 21).

Syönnösvaellukselta ylisiirron keräyspaikalle pääsee todennäköisesti pääasiassa kaloja, jotka eivät ole paluuvaellukselle lähtiessään sairaita. Akuutissa ja kroonisessa tautivaiheessa kalojen toimintakyky on rajoittunut: mm. uintikyky, hapenotto- ja suolatasapainon säätely ja orientaatio voivat olla rajoittuneita, minkä lisäksi sairaiden kalojen ravitsemustilanne on lähtökohtaisesti heikempi. Aikuisvaiheessa lohi on vähemmän altis sairastumaan tässä työssä käsiteltyihin virustauteihin, mikä myös alentaa akuutisti sairaiden kalojen esiintymisen todennäköisyyttä. Jos kala lähtee terveenä/toipuneena paluuvaellukselle se todennäköisesti kykenee tuomaan vain sellaisia tauteja mukanaan syönnösvaellukselta, joita se on kohdannut sen aikana, eli lähinnä Itämeressä esiintyviä endeemisiä viruksia kuten VHS I-tyyppi ja IPN genotyyppi 5 (YRKE-projekti 2021b). Jos Tanskasta luonnonkaloista löydetty ISA- tai viljelylaitokselta todettu IHN-tauti on päätyntä lohen ravintokohteenaan käyttämiin lajeihin myös näiden siirtyminen olisi mahdollista. Baltian pohjoisrannikolla on vähän kalanviljelyä ja myös Itämereen laskevien jokien suualueilla kalankasvatusta on suhteellisen vähän – niinpä voisi ajatella, että endeemisten tautien lisäksi uusi tautipaine syönnösalueelle tulee ainakin osin Tanskan salmen kautta tapahtuvan luonnonkalojen liikehinnan seurauksena. Joka tapauksessa syönnösvaelluksen altistuspotentiaali vaihtelee alueen epidemiologisen tilanteen mukaan. Lohen ravintokalojen tautiseuranta ei ole jatkuvaa, joten tietoa muutoksista ei välttämättä havaita ennen kuin tauti esiintyy runsaana alueella seuratuissa kalalajeissa (kuten lohi/taimen).

Vesiviljelyssä virustaudit puhkeavat tyypillisesti keväällä lämpötilan noustessa. Varsinainen tautien leviäminen on tapahtunut oletettavasti alemmissa lämpötiloissa, talven aikana, jolloin virukset säilyvät ympäristössä hyvin, mutta kalan immunologinen järjestelmä toimii hitaasti. Vastaavasti kesälämpötiloissa virusta löytyy vesiviljelyolosuhteissa huonosti ja kalan immunologia toimii tehokkaammin. Syönnösvaelluksella voisi periaatteessa tapahtua samanlainen ilmiö, jolloin viruksille altistuneet kalat sairastuisivat jo keväällä ennen varsinaista paluuvaellusta.

Joidenkin tautien esiintyvyys vaihtelee alueellisesti lohen ravintokohteissa (kuten kilohailissa ja sillissä/silakassa). Skall ym. (2005) mukaan VHS-tautia esiintyi eniten Bornholmin ympäristössä Itämeren pääaltaalla ja löydöksiä oli vähemmän sekä Tanskan salmen että Gotlannin suunnassa. Tämä myös lisää syönnösvaelluksen alueen merkitystä taudeille altistumisessa.

Paluuvaellus kestää viikkoja jopa kuukausia, riippuen mm. paluureitin pituudesta mutta kestoltaan se on kuitenkin vain pieni osa syönnösvaelluksen kestosta. Lohi syö paluuvaelluksen aikana vain murto-osan siitä kalamäärästä, jonka se syö syönnösvaelluksellaan. Tämän lisäksi sen ruokahalu alenee jo paluuvaelluksen aikana. Jokeen nouseva lohi ei ruokaile enää lainkaan. Niinpä altistus on todennäköisesti alhaisempi paluuvaelluksen aikana ruokailemalla kuin syönnösvaelluksella, joskin myös riippuvainen paikallisesta epidemiatilanteesta sen vaellusreitillä.

Palaava lohi voi altistua taudeille, jos se kohtaa kalanviljelylaitoksen lähistöllä voimakkaan alueellisen epidemian, joka leviää paikallisessa ravintokalapopulaatiossa. Tällä hetkellä Suomen kalanviljelylaitoksilla ei esiinny taudinpurkauksia VHS-, ISA- tai SAV- taudin osalta kun taas IPN on kasvatustiluksilla yleinen. Keväällä 2021 Ahvenmaalta on löytynyt IHN-tautia ja tätä raporttia kirjoitettaessa taudin levinneisyys ei ole täysin tiedossa. Suomen rannikon kalanviljelylaitoksien läheisyydessä lohi voisi kohdata IPN genotyyppi 5:den (YRKE-projekti 2021b) tai IHN-taudin, jos se on päätyntä lohien käyttämiin ravintokalalajeihin alueella ja lohi kohtaa sen paluuvaelluksen alkutaipaleella (jolloin ruokahalu on vielä tallella). Jos paluureitti kulkee Venäjän rannikon kautta, lohi voisi niin ikään kohdata kenties IHN- tai VHS-taudinpurkauksen (YRKE-projekti 2021b), jos sellainen siellä olisi ja se esiintyisi lähialueen kaloissa ja joita lohi sitten käyttäisi ravintonaan. Paluuvaelluksen aikana lohi voisi saada virustartunnan myös pyydyksessä, johon se on joutunut ja jossa on muita kaloja, joilla on jokin em. viruksista mukanaan ja joita tämä/nämä erittäisivät runsaasti. Paluuvaelluksen aikana tapahtuva tartunta tarkoittaisi sitä, että lohi saattaisi jopa päästä ylisiirron keräyspaikkaan, vaikka olisi akuutissa tautivaiheessa. Tämä olisi todennäköisempää, jos valtaosa paluumatkasta on tapahtunut ennen taudin puhkeamista. Veden lämpötila paluuvaelluksella on kuitenkin jo korkeampi, mikä saattaa alentaa taudin puhkeamisriskiä sekä viruksen toimintakykyä ja parantaa kalan immunologisen järjestelmän toimintakykyä.

Ylisiirron aikana lohi voi kohdata sairaan kalan joko pyydyksessä ennen kuin kalat kerätään ylisiirtoon, välisäilytyksen aikana tai varsinaisen ylisiirron aikana. Jos ylisiirtoerään on päätyntä viruspositiivinen kala, se voisi altistaa muita kaloja, jos kala erittää virusta – eli pääsääntöisesti on joko akuutissa tai kroonisessa tautivaiheessa tai oireeton virusta erittävä kantaja. Tämä todennäköisyys kasvaa, jos syönnösvaellukselta palanneen, viruspositiivisen kalan tauti puhkeaisi ylisiirtoprosessin aikana. Paluuvaelluksella tartunnan saanut kala voisi tartuttaa todennäköisemmin myös koska akuutin tautivaiheen mahdollisuus on korkeampi. Taudin puhkeamista voisi edesauttaa ylisiirtoprosessin pitkä kesto ja sen aikana syntynyt stressi.

### 3.9.2 Taimen

Taimenen osalta syönnösvaellus on suppeampi ja taimenen tautistatus heijasteleekin lähinnä Perämeren alueen tautitilannetta. Taimen voi altistua arvioinnissa oleville viruksille lähinnä, jos Perämeren alueen luonnonkaloissa (silakka, kilohaili, muikku) esiintyy jotakin em. taudeista tai jos taimen kohtaa pyydyksessä sairastuneen kalan. Alueen kaloista ei ole löydetty viime vuosina tässä riskiprofiilissa arvioituja tauteja, joten tältä osin riski altistua tauteihin vaikuttaisi ylipäätään alhaisemmalla kuin lohella. Jos Perämeren tautitilanne muuttuisi, taimen voisi joissakin tapauksissa kuitenkin olla myös tautiriski. Paluuvaellus on huomattavasti lohien paluuvaellusta lyhyempi ja akuutissa/kroonisessa vaiheessa olevan kalan pääseminen ylisiirron keräyspaikkaan on todennäköisempää kuin lohella. Tällä perusteella sairas taimen voisi altistaa muita kaloja tehokkaammin ylisiirron keräyspaikalla. Ylisiirron yhteydessä vaihtoehdot altistumiselle ovat samat kuin lohella. Taimen on alttiimpi rannikon tautitilanteelle, koska taimen tyypillisesti vaeltaa rannikon ja ulapan välillä ja käyttää ravintonaan enemmän paikallisia rannikolla esiintyviä kalalajeja.

### 3.9.3 Nahkiainen

Nahkiainen käyttää osittain samoja ravintokohteita (silakka, kilohaili, muikku) kuin taimen ja sen myötä altistuminen viruksille ravintoreittiä pitkin on samankaltainen. Nahkiainen käyttää



hyväkseen kuitenkin myös kuolleita kaloja, joka saattaa nostaa nahkiaisen altistumisriskiä. On epäselvää, kykeneekö nahkiainen muuttamaan em. virusten erittäjäksi vai kykeneekö se toimimaan vain passiivisena vektorina virukselle. Niinpä myös nahkiaisten toisilleen aiheuttama tartuntariski on epäselvä. Jokisuussa tai kalatien suussa voi parveilla paljon nahkiaisia, koska ne eivät pääse nousemaan kalatietä pitkin. Jokeen noustessaan nahkiainen ei kuitenkaan ruokaile ja onkin epätodennäköistä, että nahkiainen tartuttaisi nousevia lohia tai taimenia tässä vaiheessa.

### **3.9.4 Ylisiirto ja sen toteuttamistavan vaikutus riskiin**

Ylisiirron aiheuttamaan riskiin suuruuteen vaikuttaa kuormaan päätyneiden tartunnan saaneiden kalojen lisäksi myös yliiirron aikana tapahtuva mahdollinen ristikontaminaatio. Tähän vaikuttaa olennaisesti kuinka paljon kaloja yliiirtoerässä on mukana, missä taudin vaiheessa tartunnan saaneet kalat ovat ja yliiirron aikana tapahtuvan altistumisen kesto (YRKE-projekti 2021a). Myös kuljetuksen stressaavuus ja kuljetustiheys vaikuttavat ristikontaminaation aiheuttamaan lisäriskiin.

Akuutissa ja kroonisessa vaiheessa olevien kalojen viruksen erityis on korkeampaa kuin ulkoisesti terveiden kantajakalojen. Sairaiden kalojen aiheuttama riski yliiirron aikana kohdistuu samassa erässä oleviin muihin kaloihin. Mitä suurempi erä, sitä suurempi altistuneiden määrä. Jos kaloja säilytetään altaissa ennen yliiirtoa tai kuljetusmatka on pitkä, altistusaika yliiirron aikana pitenee ja todennäköisyys että jokin/jotkin altistuneista kaloista saa taudin kasvaa – varsinkin kun yliiirto itsessäänkin voi olla stressaava.

### **3.10 Seurausvaikutukset yliiirron tautiriskin toteutuessa**

Kaikki tässä työssä arvioitavista virustaudeista voivat periaatteessa tarttua yliiirron jälkeen nousuesteen yläpuoliseen kalalajistoon. Herkkiä lajeja löytyy kustakin arvioitavasta joesta. Käytännössä tartunta saattaisi tapahtua ravintoketjun kautta: joko yliiirretty kala saalistaisi jotakin, joka saisi tässä yhteydessä tartunnan tai se itse olisi saalistuksen kohteena tai ravinnonlähteenä. Koska nousuesteen yläpuolinen kalasto ei ole välttämättä altistunut vastaaville viruksille aiemmin, seuraukset tartunnasta ovat arvaamattomat. Toisaalta jokiympäristössä veden vaihtuvuus on suurta ja kalatiheys suhteellisen matala, joten tartunnan leviäminen populaatiossa kohtaisi myös vastavoimia.

Periaatteessa viruspositiivinen, virusta erittävä kala voisi altistaa myös kalanviljelylaitoksia, jotka ottavat vettä siitä nousuesteiden rajaamasta vesistön osasta, johon kalat on siirretty. Joissakin tapauksissa kala voisi jopa päästä kosketuksiin kalanviljelylaitoksen kalaston kanssa esim. poistoputken, laiterikon, verkkoaltaan reikien tai muun rakenteen kautta, mutta todennäköisyyden tälle voi olettaa olevan hyvin alhainen. Jos jokin arvioitavista viruksista päätyisi kalanviljelylaitoksen kalastoon, sillä olisi suoria terveysvaikutuksia ja taudin löytymisen jälkeen kalanviljelylaitos olisi taudin torjunnan, vastustamis- tai hävittämistoimien alaisena.

Kalanviljelylaitoksen toiminta voisi hankaloitua myös, jos yliiirto on kohdistunut vesialueelle, joka on käytännössä samaa epidemiologista aluetta: jos kalanviljelylaitoksen vesityslähteen alapuolella vesistössä ei ole nousuestettä erottamassa sitä yliiirtoalueesta. Tässä yhteydessä kalanviljelylaitoksen mahdollisuuksia siirtää elävää materiaalia kuten mätiä, poikasia ja

istukkaita tulisi säädellyksi ja onnistuisi vain saman tai huonomman tautistatuksen omaaville alueille. Osittain seurausvaikutukset ovat riippuvaisia alueen tautistatuksesta kyseisen taudin osalta ja myös tehdyistä taudinhallinnallisista ratkaisuista.

Kokonaisvaikutus mahdollisesta viruksen siirtymisestä yläpuoliseen vesistöön muulle kalataloudelle tulisi siis suorista vaikutuksista mahdollisiin luonnonkalapopulaatioihin sekä suorista ja välillisistä vaikutuksista kalanviljelylaitosten toimintaan. Vastuukysymykset riskin toteutuessa ovat epäselviä ja käytännössä ylisiirron ja yläpuolisessa vesistössä tehdyn tautilöydöksen välillä olevan yhteyden toteennäyttäminen voi olla hyvin vaikeaa.

## 4 Päätelmät

---

### 4.1 Riskinhallintamahdollisuudet ennen ylisiirtoa

Riskinhallintamahdollisuudet ennen ylisiirtoa ovat merkittävät. Jo suunniteltaessa ylisiirtoa jollakin joella olisi pohdittava ylisiirron tavoite tarkkaan laajalla ja pitkäjänteisellä näkökulmalla, sekä ylisiirrettävän määrän tarkoituksenmukaisuus suhteessa yläpuolella olevaan potentiaaliseen poikastuotantoalueeseen. Tautitilanne ylisiirron kalojen keräysalueella tulisi tuntea hyvin – eli sen pitäisi pohjautua useamman vuoden seurantatuloksiin alueen kalapopulaatioista. Samoin ylisiirron kohdealueen tautistatus tulisi tuntea ja tunnistaa seurausvaikutukset siitä, mitä seuraisi, jos ylisiirron seurauksena tämä tautistatus muuttuisi. Tämä edellyttää ylisiirron kohdealueen kalaston ja toisaalta kalanviljelyn tuntemusta.

Kalakannan palauttamista suunniteltaessa tulisi käydä läpi hankkeen hyödyt, riskit ja biologisesti rajoittavat tekijät (Anderson ym. 2014). Jälkiseuranta on tärkeää ja siinä tulisi kiinnittää huomiota saavutetaanko ennalta asetetut hyödyt ja muokata hanketta, jos niitä ei saavuteta. Anderson ym. (2014) mukaan jälkiseurannassa tulisi arvioida myös vaikutukset muihin kohdealueen lajeihin tai populaatioihin.

Ennakkosuunnittelu pitää aloittaa tarpeeksi ajoissa ja muistaa koko suunnittelun ajan miten monitahoisesta kokonaisuudesta ylisiirtotoiminnassa on kyse. Suunnitteluvaiheessa tulee selvittää, onko suunnitellulla ylisiirtopaikalla tai -alueella jo entuudestaan lohi- tai taimenpopulaatio.

Ylisiirrot muille kuin tässä tutkimuksessa mainituille paikoille ja alueille muuttavat altistumispotentiaalin tarkastelua. Uusia ylisiirtopaikkoja suunniteltaessa ylisiirron aiheuttama altistumispotentiaali pitää arvioida uudelleen. Tarkastelussa on myös huomioitava, jos altistumisriskialueen olosuhteet muuttuvat eli alueelta poistetaan/lisätään osittaisia tai totaalaisia vaellusesteitä. Myös vesistön kalastossa luontaisesti tai istutusten seurauksena tapahtuvat muutokset tulee huomioida tarkastelussa, jos kalastossa on kalataudeille alttiita lajeja. Näiden seikkojen takia on erittäin tärkeä panostaa mahdollisten uusien siirtopaikkojen tai alueiden kutualuepotentiaalin selvittämiseen ja niiden sijaintiin verrattuna vesiviljelynpitopaikkoihin. Koska kalapopulaation palauttamisella tähdätään luonnonvaraiseen kalakantaan, pitää kaikki vaelluskalan elämänsykliin vaiheiden tarpeet myös ottaa huomioon.

Tautistatuksen muutosvaikutusta epidemiatilanteessa pyritään alueellisesti rajaamaan kalojen noususteiden avulla, käyttäen niitä rajaamisperusteena. Vesiviljelylaitosten osalta rajaamisperusteena voisi käyttää myös pitopaikan vesityslähdettä sekä ylisiirron kohdealueen etäisyyttä vesityslähteestä. Nämä seikat edellyttävät paikallistuntemusta, erityisosaamista ja pääsyä viranomaisrekistereihin kuten vesiviljely- ja patorekisteriin, mutta tässäkin tapauksessa vaikutusten potentiaalia voi olla vaikea arvioida/ennakoida mm. vesiviljelyrekisterin tietojen tarkkuuden ja ajantasaisuuden sekä patorekisterin nousu-esteluokittelun ajallisen joustavuuden vuoksi.

Käytetyssä aineistossa nousi esille haasteita, jotka saattavat vaikuttaa ylisiirtojen suunnitteluun ja toteutukseen myös jatkossa. Käytettyjä aineistoja hallinnoi ja päivittää usea taho, minkä takia aineistojen hankkimiseen ja käsittelyyn pitää varata riittävästi aikaa.

Vesiviljelyrekisterin tietojen ajantasaisuudesta ei ole varmuutta ja 2000-luvulla luotu rekisteri ei enää palvele nykyisiä käyttötarpeita. Saman laitoksenumeron alla voi olla useita pitopaikkoja ja yksittäisen pitopaikan tietoja on vaikea saada erikseen. Kaikki toimijat eivät ole ilmoittaneet koordinaattitietoja vesiviljelyrekisteriin ja koska tässä tutkimuksessa pystyttiin huomioimaan vain ne pitopaikat, joista sijainti on tiedossa, on tarkastelusta saattanut jäädä ulkopuolelle merkittäviä toimijoita. Joidenkin pitopaikkojen tapauksessa oli vaikea arvioida, onko koordinaattitiedot ilmoitettu oikein. Vesiviljelyrekisteristä ei selviä pitopaikan vesityslähdettä, mikä helpottaisi altistumisuhka-arvioinnin tekemistä. Suurimman altistumispotentialin alla ovat jokeen sijoitetut verkkokassit, joiden läheisyyteen luonnonkaloilla on pääsy.

Vesistötietojärjestelmän (VESTY) käytössä tarvitaan kokemusta aineiston käytöstä ja sen taustoista. Karttatarkastelun yhteydessä haasteeksi nousi, ettei ollut tarkkaa tietoa aineiston ajantasaisuudesta ja ovatko tiedot tulkittavissa samalla tavoin kaikilla valuma-alueilla. Osittaisten vaellusesteiden määrittely maastossa on haasteellista ja kalojen kulkuun vaikuttaa veden korkeus ja virtausolosuhteet. Tehtäessä karttatarkastelua mahdollisista altistumisalueista joillakin alueilla oli haasteellista todentaa maaston kaltevuutta, korkeuseroja ja uomien virtaussuuntia, mikä on saattanut johtaa virheelliseen altistumisuhkarajaukseen.

Huusko ym. (2014) ovat keränneet tutkimuksessaan kirjallisuudesta arvioita vaelluspoikasten turbiinikohtaisen kuolleisuudesta. Kaplan- turbiineissa lohien kuolleisuus on arvioitu vaihtelevan 0–35 % ja taimenella 11–12 % välillä. Francis turbiineissa lohien kuolleisuus on arvioitu vaihtelevan 2,5–75 % ja taimenella vain yhden esimerkin perusteella 38 % (Huusko ym. 2014). Larinier (2008) mukaan suurena haasteena on kuolleisuuden kumuloituminen, jos joessa on useita voimalaitoksia, joiden läpi vaelluspoikasten tulisi uida päästäkseen merelle. Jos joessa on 10 voimalaitosta, joiden aiheuttama kokonaiskuolevuus on 40 %, voi yksittäisen voimalaitoksen aiheuttama kuolevuus olla vain 5 % (Larinier 2008). Vaelluspoikasten kuolleisuus voi vaihdella suuresti eri voimalaitosten välillä (Karppinen ym. 2017). Mustionjoella tehdyssä tutkimuksessa neljän voimalaitoksen aiheuttamat vaelluspoikasten kuolevuudet olivat 52 %, 53 %, 46 % ja 6 %. Karppinen ym. (2017) havaitsivat, että mitä pitempään poikaset viettävät patoaltaassa sitä suurempi riski niillä on joutua petokalojen saaliiksi.

Talvikoiden eli kuteneiden aikuisten kalojen alasvaellusta rakennetuissa vesistöissä on tutkittu vähemmän kuin vaelluspoikasten vaellusta (Huusko 2014). Aikuisten kalojen turbiinikuolleisuus on usein suurempaa kuin vaelluspoikasten, koska aikuiset kalat ovat kookkaampia (Ferguson 2008).

Congress of The United States Office of Technology Assessment (1995) mukaan osa ylisiirtoja tehneistä toimijoista ovat huolissaan käsittelyn ja siirron aiheuttamista vaikutuksista kalojen käyttäytymiseen ja terveyteen. Stressistä aiheutuvat biokemialliset ja fysikaaliset muutokset saattavat vaikuttaa lohien vaelluskäyttäytymiseen ja lisääntymisen onnistumiseen ylisiirrosta vapautumisen jälkeen (Marttila ym. 2017). Kuljetukset tulisi toteuttaa varovaisuusperiaatteella kalojen stressitekijät minimoiden (Congress of The United States Office of Technology Assessment 1995). Kuljetukset tulisi toteuttaa varovaisuus- periaatteella

kalojen stressitekijät minimoiden. Ylisiirroista kaloille aiheutuvia mahdollisia haittoja ovat suuntavaiston kadottaminen, sairastuminen ja siihen menehtyminen, kutuvaelluksen myöhästyminen sekä häiriö kotijoen löytämismatkoissa, mikä voi johtaa harhailuun. Kalojen luontainen yhtäaikainen nousu sopivissa olosuhteissa voi aiheuttaa haasteita siirtojen toteutukseen (Congress of The United States Office of Technology Assessment 1995). Rajoitetut toimintaresurssit ja kustannukset rajaavat kalojen siirtoon käytettävissä olevaa aikaa. Rajallinen kapasiteetti kalamäärän siirtämiseksi voi luoda paineita suuriin siirtomääriin, mikä lisää kalojen vaurioitumisen riskiä. Jos suunnittelua ja toteutusta ei hoideta kunnolla, lopputulos ei välttämättä ole turvallinen/riskitön, oikea-aikainen ja tehokas, koska olennaiset riskit liittyvät kalojen käsittelyyn, rajoitettuun siirtomäärään, vaelluksen ajoittumiseen, prosessin ylläpitoon ja rahoitukseen (Brownell ym. 2012).

Suunnitteluvaiheessa pitäisi myös määritellä ja kuvata varsinainen ylisiirtoprosessi ja sen vaiheet yksityiskohtaisesti: kalojen keräyspaikka ja ajankohta, välisäilytys ja sen kesto, mistä kuljetusvesi otetaan, kalojen tarkastus (kuka sen tekee ja missä vaiheessa), kuormaus, ylisiirron tekninen toteutus, ylisiirron purkupaikka ja välineiden desinfiointi sekä ylisiirrossa käytetyn veden imeytys maahan. Suunnitteluvaiheessa tulee arvioida kalojen kuljetusmatka ja siihen kuluva aika sekä mahdolliset vedenvaihtopaikat. Kalojen kuntoa ja vireystilaa tulee tarkkailla kaikissa ylisiirron vaiheissa. Ylisiirtoprojektin dokumentointi on myös hoidettava huolellisesti. Ennen toimenpiteiden aloittamista tulisi määritellä miten jälkiseuranta toteutetaan, miten se tehdään ja kuka sen toteuttaa.

Ylisiirron purkupaikan lähellä ei pitäisi olla kalanviljelylaitoksia. Kalanviljelylaitokselta löytyvien tautien osalta rajoitusalueiden laajuus on 5 km säteellä piirretty ympyrä vesiviljelylaitoksen ympärillä. Tätä voinee käyttää myös vähimmäisvaatimuksena ylisiirron purun etäisyydelle vesiviljelylaitoksesta. Viiden kilometrin etäisyyttä on käytetty myös kalasiirtojen riskinarviointimalleissa kriteerinä (Oidtmann ym. 2014). Ylisiirretyt kalat liikkuvat huomattavasti laajemmalla alueella ja tällä perusteella voi päätellä, että mikään etäisyys ei sinällään tarjoa täydellistä turvaa ylisiirron aiheuttamalle riskille, jos ylisiirretyt kalat pääsevät riittävän lähelle altistaakseen kalanviljelylaitoksen kaloja. Niinpä olisikin huomattavasti parempi, jos samassa nousuasteiden rajaamassa vesistön osassa ei olisi lainkaan kalanviljelyä ja alapuolisessa vesistöissä oleviin laitoksiin olisi mahdollisimman pitkä matka. Parempi olisi, jos etäisyyttä olisi enemmän ja toisaalta jos kohdealue rajautuu siten, että vesiviljelylaitokset jäävät nousuasteiden taakse suojaan. Tähän saattaa vaikuttaa myös kasvatettava lajisto, kirjolohi on herkempi usealle taudille kuin ne lajit, joita tässä työssä on käsitelty. Oidtmann ym. (2014) mukaan kirjolohi on yli 2 kertaa herkempi VHS-taudille kuin meritaimen ja verkkokassilaitos laitostyyppinä on oletettavasti alttiimpi vesistöissä oleville patogeeneille.

Kuljetusvesi pitäisi lähtökohtaisesti ottaa nousuasteen yläpuolisesta vedestä, jolloin voisi ajatella, että veden mukana ei siirry patogeeneja. Jos tämä ei ole mahdollista niin kuljetusvetenä pitäisi käyttää muuta makeanveden lähdeettä. Jos kuljetusvetenä käytetään merivettä, se tulee huolellisesti imeyttää maahan kalojen kuljetuksen jälkeen.

Ylisiirron onnistumismahdollisuuksia arvioidessa tulisi huomioida myös vaelluskalan elinkiertoja olisi arvioitava myös alusvaelluksen onnistumista. Uiminen turbiinien läpi altistaa kaloja useille stressitekijöille sekä korkealle kuolleisuudelle (Larinier 2001). Kalat voivat saada iskuja liikkuvista tai paikallaan olevista turbiinien osista (ohjaussiivekkeet tai turbiinin siivet), äkillinen kiihtyminen tai hidastuminen, äkilliset paineen vaihtelut ja kavitaatio.

Kuolevuusaste nuorille lohikaloille Francis- ja Kaplan-turbiineissa vaihtelee suuresti riippuen juoksupyörän ominaisuuksista (mm. halkaisija ja pyörimisnopeus), toiminta olosuhteista, putouskorkeudesta, kalalajista ja kalan koosta (Larinier 2001). Larinier (2001) mukaan Francis turbiinien aiheuttamat kalakuolemat vaihtelevat alle 5 % ja yli 90 % välillä. Kaplan-turbiineiden aiheuttamat kalakuolemat ovat keskimääräisesti matalampia, alle 5 % ja n. 20 % välillä. Francis-turbiineja käytetään voimalaitoksissa, joissa on suuri putouskorkeus.

Vaikka ulkoisia rakenteita käyttämällä yritettäisiin ohjata kalat turbiinien ohi, kulkeminen ohijuoksutusaukon kautta voi myös aiheuttaa kalalle vaurioita tai kuoleman (Larinier 2001). Kulku ohijuoksutusaukon kautta vapaapudotuksena on vähemmän riskialtis pienille kaloille kuin putoaminen vesipatsaan mukana (Larinier 2001). Isommille kaloille molemmat edellä mainitut tavat ovat yhtä riskialttiita. Hyppymäinen ohijuoksutuspatto on parempi kuin muut ratkaisut, koska hankautumisvaaraa ei ole ja etenkin pienet kalat pystyvät putoamaan vesipatsaan ulkopuolella. Padoilla, joiden korkeus on alle 10 m, ohijuoksutusratkaisuja pidetään usein turvallisimpina alasvaellusväylinä kaloille olosuhteissa, joissa on riittävä vesisyvyys padon alapuolella ja alla ei ole terävää kiviheitoketta tai virranohjaimia (Larinier 2001).

## 4.2 Riskinhallintamahdollisuudet ylisiirron aikana

Kalojen keräys ylsiirtoon on yksi paikka, jossa mahdolliseen tautien leviämisiin voi vaikuttaa. Olisi tärkeää, että ylsiirtoon pyydystettävien kalojen osalta valikointi tehtäisiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Ulkoisesti sairast tai poikkeavat kalat pitäisi jo tässä vaiheessa karsia pois. Tämä ei kuitenkaan varmista sitä, että joukossa ei voisi olla taudinkantajia vaan ainoastaan saattaa alentaa ylsiirrettävän joukon virusvapaiden kalojen tartuntariskiä. Kalojen virallinen tarkastus, mikäli sellaista lainsäädännössä tai lupaehdoissa edellytetään, olisi hyvä tehdä mahdollisimman nopeasti kalojen keräämisestä ylsiirtoon. Työpajassa kysyttiin: kuka olisi paras ennakkotarkastuksen tekijä? Osallistujien mielestä tehtävä olisi parasta suorittaa joko kunnaneläinlääkärin tai kalatauteihin erikoistuneen eläinlääkärin toimesta. Toimijan itsensä tekemää tarkastusta pidettiin selkeästi huonompana vaihtoehtona (YRKE-projekti 2021b).

Työpajan ennakkokyselyssä nähtiin tärkeänä ylisiirron riskinhallinnassa ylisiirron lyhyt kesto, pieni eräkokoko sekä alhainen kuljetustiheys (YRKE-projekti 2021a). Ylisiirron kesto vaikuttaa tautien siirtymisiin koska se voi pidentää altistusaikaa. Eräkokoko taas vaikuttaa riskinalaisen kalaryhmän kautta leviämisiin: jos ryhmä on iso, useampi kala voi saada tartunnan ylisiirron aikana. Alhainen kuljetustiheys vähentää stressiä ja toisaalta laimentaa mahdollista viruseritystä kuljetuksen aikana.

Jos välisäilytystä käytetään osana ylsiirtoprosessia, riski on sitä alhaisempi mitä lyhyemmän aikaa kalat ovat välisäilytyksessä ja toisaalta mitä vähemmän kalat stressaantuvat sen aikana. Kalat, jotka on hylätty ylsiirrettävien joukosta, olisi hyvä tutkia kalatautiseurannassa, mutta kuten aiemmista päättelyketjuista ilmenee, on tärkeää ottaa näytteiksi myös ulkoisesti terveitä kaloja riittävä määrä.

Kalatautiseuranta tuottaa tietoa kunkin ylsiirrettävän kalalajin epidemiologisesta tilanteesta ja on tärkeää jatkaa tätä seurantaa myös jatkossa. Seurannan lopettaminen alentaa varmuutta tautivapaudesta suurin piirtein samassa suhteessa kuin mitä vuotuinen ulkoinen tautipaine voisi tuoda viruspositiivisia kaloja ylisiirtojen keräyspaikoille. Tämä muuttuja on

tuntematon mutta todennäköisesti myös vaihtelee ajassa. Itämeri on avoin järjestelmä ja uusia tauteja voi päätyä syönnösalueen ravintokalalajeihin ja paluuvaelluksen reitillä oleviin paikallisiin populaatioihin. Tilanne voi siis elää ja on tärkeä tuntea Itämeren tautitilanteesta tapahtuvat muutokset.

Seurantatutkimusten avulla voi löytää vain niitä tauteja, joita kaloista tutkitaan. Tällä hetkellä kaloista ei tutkita ISA-tautia ja olisikin pohdittava pitäisikö se sisällyttää seurattavien tautien joukkoon. Jos jatkossa IPN-tautia ei tutkita seurantatutkimuksissa, myös informaatio tämän taudin esiintyvyyden osalta vähenee ja varmuus tautivapaudesta heikkenee. Jos yli siirtoja harkitaan uudella joella, tautiseuranta alueella kannattaisi käynnistää jo vuosia aikaisemmin, suunnitteluvaiheessa.

Yhtenä ongelmana seurantatutkimusten osalta on aikaviive – tulokset kunkin yli siirtovuoden osalta ovat käytettävissä vasta seuraavana vuotena ja niinpä seuranta ei reagoi nopeasti epidemiologisen tilanteen muutoksiin. Aikaviiveeseen voisi vaikuttaa myös keräämällä seurantanäytteet aikaisemmin. Olisiko mahdollista kerätä seurantanäytteet jo paluuvaelluksen aikana? Tämä ei todennäköisesti kuitenkaan toisi helpotusta perusongelmaan koska vaikka kalat kerättäisiin esimerkiksi Ahvenanmaan saaristossa -paluuvaelluksen aikana, niistä tuskin ehdittäisiin tehdä analyysit ennen kuin kyseisen vuoden yli siirtoja ryhdyttäisiin tekemään. Ahvenanmaalta kerättävistä kaloista ei myöskään tiedettäisi mihin jokeen ne olisivat menossa ja milloin, jolloin seuranta kohdistuisi myös muualle kuin yli siirtokohteisiin meneviin kaloihin.

Seurantatulosten lisäksi epidemiologista tilannetta on seurattava myös muulla tavalla ja harkittava miten tämä muu tieto olisi otettava huomioon yli siirtojen riskinhallinnassa. Jos voisi olettaa, että palaavien lohien jokikohtainen epidemiologinen tilanne on sama, seurantanäytteiden yhdistäminen toisi lisävarmuutta ja herkkyyttä epidemiologisen tilanteen tasosta. Kuten tässä työssä esitetyissä laskemissa on osoitettu, varmuus tautivapaudesta on suurempaa, jos jokien seurantatiedot yhdistettäisiin. Kenties seurannan organisoimisessa voisi olla etua myös jokikohtaisten yli siirtotoimijoiden välisestä yhteistyöstä?

Yli siirron riskiin voi periaatteessa vaikuttaa lisäämällä seurantamääriä, tämä ei suojaakaan akuutilta muutokselta tautitilanteesta mutta tuo lisää pidemmän aikavälin varmuutta ja tietoa tautitilanteesta. Tämä käytännössä tarkoittaisi esimerkiksi sitä, että seurantamäärä arvioitaisiin suhteessa yli siirron tavoitemäärään - eli määrittelemällä otannan laskentaan käytettävä kynnyksenprevalenssi siten, että mahdollinen viruspositiivisten kalojen määrä olisi samankokoinen ja hyväksyttävissä – vaikka yli siirrettävien kalojen määrä olisi erilainen. Projektin työpajassa kysyttiin hyväksyttävää viruspositiivisten kalojen määrää yli siirtojen yhteydessä ja vastaajat olivat hyvin yksimielisiä, että hyväksyttävä määrä on alle 1 kala per vuosi (YRKE-projekti 2021a). Käytännössä tämä voisi tarkoittaa seurantamäärien merkittävää korotustarvetta, Kemijoessa yli siirrettävien lohien osalta, jos yli siirrettävät määrät olisivat jatkossa 2016-2017 tasolla. Asian jatkopohdintaa varten tarvittaisiin näkemys siitä, kuinka monta viruspositiivista kalaa tarvitaan taudin levittämiseksi toiselle alueelle. Tieteellinen tutkimus ei vielä kykene tähän vastaamaan, joten asia jää myös tässä työssä avoimeksi.

Jos samaa perustetta (suhteuttamista toiminnan intensiteettiin) sovellettaisiin taimenen osalta seurantamäärän arvioinnissa, asetettava kynnyksenprevalenssi voisi olla lohta korkeampikin, koska yli siirrettävät määrät ovat alhaisempia. Tämän seurauksena taimenen

riittävä seurantamäärä olisi alhaisempi kuin lohen. Taimenen osalta seurannassa on ongelmana sen satunnaisuus ja alhainen seurantamäärä. Tieto tämän vuoksi ei kumuloidu samalla tavalla kuin lohella eikä varmuus tautivapaudesta parane seurannan jatkuessaan. Tämä johtunee ylipäätään ylisiirtoon käytettävissä olevan kalamäärän alhaisemmasta määrästä, taimenia esiintyy luonnossa ja myös istutetaan huomattavasti vähemmän kuin lohia.

Nahkiaisien osalta työpajassa määritelty riskitaso (<1 viruspositiivinen nahkainen) ei ole käytännössä saavutettavissa – ilman merkittävää lisäponnistusta. Tämä edellyttäisi kynnyksenprevalenssin asettamisen 0.01 %:iin ja seurantamäärän arvioimisen tällä perusteella. Käytännössä tämä edellyttäisi vuosittain tuhansien nahkiaisten analysoinnin. Nahkiaisien ylisiirtoihin liittyvä riski saattaa kuitenkin poiketa merkittävästi lohen ja taimenen ylisiirtoihin liittyvästä riskistä. Nahkiaisien rooli muiden lajien altistajana on tieteellisesti epäselvä, ei mm. tunneta hyvin kykenevätkö tässä työssä käsitellyt virukset ylipäätään monistumaan nahkiaisissa vai toimiiko laji vain virusten säilytyspaikkana. Nahkiaisien ylisiirrot tehdään yleensä vain yhden nousuesteen yli, lyhemmän matkan nousuesteen yläpuolelle tai joka tapauksessa eri paikoille kuin lohen ja taimenen ylisiirrot ja siten myös mahdolliset riskit kohdistuvat pienempään osaan jokea kuin lohen ja taimenen ylisiirrot. Nahkiaiset myös vaeltavat vähemmän ylöspäin kuin lohet/taimenet mm. heikomman uimiskykynsä vuoksi. Toisaalta nahkiaiset eivät ruokaile joessa, joten muiden kalojen altistuminen olisi mahdollista lähinnä vain silloin, jos muut lajit syövät nahkiaisia.

Yksi vaihtoehto riskinhallinnassa ylisiirrettävien kalojen tautistatuksen arvioimisessa olisi käyttää apuna välisäilytyksessä ns. sentinellikalvoja esimerkiksi kirjolohen poikaisia. Tätä on myös kokeiltu aiemmin, mutta tulokset eivät ole olleet hyviä. Riskinhallintakeinona tämä on myös siinä mielessä ongelmallinen, että samalla kun sentinellikalvoja altistetaan, myös muut ylisiirrettävät kalat altistuvat virukselle, mikä nostaa ylisiirron epidemiologista riskiä. Jotta menetelmästä olisi hyötyä, sentinellikalvat pitäisi myös pystyä analysoimaan ennen varsinaista ylisiirtoa, mikä entisestään pidentäisi ylisiirron kokonaisaikaa. Pitkässä välisäilytyksessä kalat altistuisivat helposti muille patogeeneille kuten esimerkiksi vesihomeelle.

Ylisiirroissa käytetty kalusto ja kuljetusvesi ovat relevantteja leviämisenriskiä nostavia tekijöitä ylisiirroissa ja myös tätä riskiä tulee alentaa tehokkaasti. Ylisiirroissa käytetty vesi tulisi imeyttää maahan sillä tavalla ettei se pääse ylisiirron kohdealueen vesistöön. Ylisiirroissa käytettävä kalusto tulisi desinfioida ylisiirron jälkeen ennen kuin kalustoa käytetään muuhun toimintaan. Viruksiin tehoavia desinfiointiaineita ovat mm. 1-2 % kaliumpersulfaatti (tuotenimiä mm. Hygisept, Virkon S) ja 2 % glutaraldehydi (Tuotenimiä mm. Parvocide H-Plus) ja riittävä vaikutusaika näillä aineilla on 30 minuuttia (Evara 2015). Kalusto täytyy pestä puhtaaksi ennen desinfiointia ja pesu täytyy tehdä paikassa, jossa pesuvedet eivät pääse vesistöön.

### **4.3 Vaihtoehtoinen toiminta ylisiirtojen korvaajana**

Vaihtoehtoisia menetelmiä tulee myös harkita ylisiirtojen korvaajana tai ylisiirtotoiminnan ohella. Ylisiirtoja ei välttämättä tarvittaisi, jos patoja ei olisi tai patojen yhteydessä olisi aina toimivat kalatiet tai ohitusuomat. Kalateiden ja ohitusuomien haasteena ovat kalliit toteutuskustannukset sekä olosuhteista tai rakenteista johtuva toiminnan epävarmuus. Toimivalla kalatiellä tarkoitetaan sellaista kalatietä, jonka nousevat kalat löytävät ja



ainakin osa niistä pääsee sen kautta yläpuoliseen vesistöön. Ylisiirtoja voidaan tarvita myös tukemaan leimautuneen kalakannan syntymistä yläjuoksulle vaikka vesistöissä olisivat toimivat kalatiet. Ylisiirrolla ja poikas-/mäti-istutuksilla luotu yläjuoksulle leimautunut kanta todennäköisesti hakeutuisi kutuvaellukselle palatessaan paremmin myös kalateihin/ohitusuomiin.

Kutunousu on valintapaine nouseville kaloille ja huonokuntoisten kalojen karsiutuminen nousun aikana ei ole luonnonpopulaatiolle pahaksi. Kalatie valikoi kaloja mm. uimiskyvyn kautta eli toimii myös jonkinlaisena huonokuntoisten kalojen karsijana (mm. putouskorkeudesta, nousun kaltevuudesta, kalatien pituudesta, lepopaikkojen määrästä ja virtausnopeudesta riippuen) vaikkakin mitään yleistä tehokkuutta tämän valinnan suhteen voi olla vaikea määrittää. Tutkimuskohteena olevissa vesistöissä on useita peräkkäisiä voimalaitoksia, mikä myös nostaa kustannuksia sekä kynnystä kalateiden toteuttamiselle. Nahkiaiselle mahdollisuus luontaiseen kutunousuun on vaellusesteetön uoma, koska lohikaloille tarkoitettu kalatie soveltuu nahkiaiselle usein vain, jos siihen on asennettuna nahkiaisharjaksia tai muita sen kulkua edistäviä rakenteita.

Suomessa on kehitetty Kalasydän, jossa kalat siirtyvät lappoveden ja pumpun yhteisvaikutuksesta veden virtauksen avulla padon yli (Fishheart 2018). Kalasydän soveltuu kalojen lisäksi myös nahkiaiselle (Sohlberg 2021c). Kalasydän voidaan ohjelmoida valitsemaan konenäön avulla tietyn kokoisia kaloja tai tiettyjä lajeja (Sohlberg 2021b). Kohdelajien siirron yhteydessä saattaa siirtyä myös muita lajeja. Kalasydänlaitteisto on liikuteltavissa eli sen on mahdollista siirtää padolta toiselle (Fishheart (2020)). Kalasydän toimii tietyssä mielessä samalla tavalla kuin kalatie, mutta siinä ylinostettavien kalojen kunto ei vaikuta ylinostamiseen – eli tässä mielessä Kalasydän ei valikoi. Tämä tarkoittaa, että myös huonokuntoisemmat kalat pääsevät kalasydämen avulla yläpuoliseen vesistöön. Koska kalat pumpataan veden mukana yläpuolelle, on Kalasydän toisaalta aktiivinen toimi – kuten ylisiirtokin. Toisaalta siinä ei ole samanlaista ennakoivalikointia tai kalojen terveystarkastusta kuin ylisiirroissa. Sohlberg (2021c) mukaan kalatauteja voidaan tunnistaa keinoälyn avulla, mutta vain ulkoisista merkeistä. Tässä työssä arvioidut taudit eivät välttämättä näy ulospäin.

Kutukalojen sijaan jokien vaelluskalapopulaatioiden ennallistamista voisi tehdä myös keräämällä nousuun pyrkivien kalojen mätiä ja hautomalla nämä poikasiksi ja istuttamalla nämä poikaset tai istuttamalla hedelmöitetty mäti suoraan poikastuotantoalueiden soraikkoon. Molemmassa vaihtoehdossa lypsettävien kalojen tautistatus voidaan määrittää ennen materiaalin päästämistä luontoon. Koska kuolleisuus luonnossa on korkea mäti- ja poikasvaiheessa, istutusmäärien täytyisi olla korkeita. Toisaalta kaikki kaloista, jotka olisivat ulkoisesti terveitä, voisivat luovuttaa sukutuotteitaan tähän tarkoitukseen eikä osaa tästä potentiaalista menetettäisi seuranta-äytteiden keräämisen yhteydessä. Luonnonvarakeskuksessa harjoitettu emokalastojen ylläpitotoiminta on jatkunut pitkään ja siinä sovellettavia riskinhallintakeinoja voisi soveltaa myös tämän tyyppisessä ylisiirtoja korvaavassa ennallistamisessa (Liite 2).

Joillekin jokialueille ei ole tarkoituksenmukaista yrittää saada luotua uudestaan lisääntymiskykyistä, merelle vaeltavaa kantaa. Jos alapuolella on useampi vesivoimalaitos, jonka turbiinien läpi vaelluspoikasten täytyisi päästä ennen merivaellukselle pääsyä, ylisiirtojen kautta tehtävä palauttamisyritys voi olla tuomittu epäonnistumaan, ellei samalla tehdä myös toimia, joilla turvataan alasvaelluksen onnistuminen, esimerkiksi ohijuoksu- ja ohjaavien rakenteiden avulla.

Myös pitkä vaellusmatka joessa, suuresti vaihteleva vedenkorkeus tai virtausolosuhteet ja osittaiset vaellusesteet voivat aiheuttaa vaelluskaloille haasteita löytää halutulle alueelle. Usein vaelluskalojen elin- ja lisääntymiskelpoisten olosuhteiden ja paikkojen luominen vaatii muutoksia koko valuma-alueella sekä pitkäjänteistä jopa useiden vuosikymmenien työtä. Luonnonvarakeskuksen toteuttamien ylisiirtojen ja telemetria seurantojen myötä on saatu tärkeää tietoa tehdyistä ylisiirroista ja kalojen käyttäytymisestä ylsiirron jälkeen. Tutkimuksissa ylisiirtoja on pystytty tekemään yksittäisille kohteille ja rajatulla kalamäärällä, joten lisää tutkimustietoa Suomen olosuhteissa toteutetuista ylisiirroista tarvitaan.

Jos ylisiirtoalueella ei ole poikastuotantoalueita, ylsiirtotoiminta on heikommin perusteltavissa ja kyseessä on silloin mitä ilmeisemmin vaelluskalakantojen käyttö vapaa-ajankalastuksen ja siihen liittyvän matkailun edistämiseen. Tähän liittyvien ratkaisujen yhteydessä on tarkoin punnittava ylsiirtoon liittyvää tautiriskiä ja suhteutettava se matkailun kautta saatavaan hyötyyn. Tuoko merestä ylsiirretty kala merkittävän lisäarvon muuhun istutettuun, saman lajin yksilöön, nähden?

Vapaa-ajankalastuksen kohdelajeiksi voitaisiin ylisiirtojen sijaan istuttaa kaloja tietyille vesistönsille. Myös luontaisesti esiintyvien kalalajien elinolosuhteita voisi parantaa, jotta kalakannat kestäisivät mahdollisen vapaa-ajankalastuksen. Istutettavilla lajivalinnoilla voitaisiin myös pyrkiä ”sisävesivaellukseen” eli, esim. istuttamalla järvitaimenta, järvilohia, järvisiikaa ja planktonsiikaa. Luonnollisesti järviin tukeutuva syönnösvaellus ja sen tuoma kasvupotentiaali on alhaisempi kuin merivaelluksen, koska ravintokalojen populaatiot ovat pienempiä. Menetelmällisesti tällaisen paikallisesti vaeltavan kannan luominen voi olla vaikeaa ja kaikkia edellytyksiä sen onnistumiselle ei varmaankaan vielä tunneta.

Tämän työn ulkopuolelle jäävät muut kalataudit, loiset ja muut akvaattiset patogeenit, jotka voivat levitä ylsiirron mukana joko kaloissa, kalusteissa tai kuljetusvedessä. Vuoden 2020 lokakuussa Kemijoen suulta pyydytyistä jokiravuista todettiin Ruokaviraston tutkimuksissa rapuruttotartunta. Tartunnan aiheuttaja oli rapuruttotyypin Pc, jota Suomessa ei ole aiemmin esiintynyt. Se on ominainen Pohjois-Amerikan eteläosan suoravuille *Procambarus clarkii*. Euroopassa sitä on todettu maissa, joissa suorapuja esiintyy myös luonnossa, kuten Espanjassa. Lisäksi sitä on löytynyt akvaarioissa pidettäviltä rapulajeilta.

Koska tätä tartunnanaiheuttajaa ei ole aiemmin löydetty näin pohjoisesta, sen laajemman leviämisen vaikutusta jokirapukantoihin on vaikea arvioida. Rapuruttotyypin Pc tunnetaan lämpimän veden rapuruttona, joka selviää muita tyyppejä paremmin korkeissa lämpötiloissa. Kemijoen viileässä vedessä se kuitenkin pystyi aiheuttamaan jokiravuille akuutin taudin, johon kaikki tutkittavaksi tulleet tartunnan saaneet ravut kuolivat. Jokiraputyypin ja täpläraputyypin rapurutoilla on todettu selkeitä eroja taudinaiheutuskyvyssä. Jokiraputyypin ruttotartunnasta tiedetään, että se voi jäädä piileväksi tartunnaksi myös jokirapukantoihin. Kemijoella 2006–2013 rapukannat tuhonnut ruttotartunta oli jokiraputyypin. Jatkotutkimuksia tarvitaan sen selvittämiseksi, miten nyt todettu uusi ruttotyypin käyttäytyy Suomen olosuhteissa verrattuna meillä jo esiintyviin tyyppiin.

## 5 Lähteet

- Ahlholm A (2002). Melojatkin valjastivat lijoen. Kaleva. Viitattu 18.7.2021. <https://www.kaleva.fi/melojatkin-valjastivat-ijoen/2225528>
- Anderson J, Pess G, Carmichael R, Ford M, Cooney T, Baldwin C, McClure M (2014). Planning Pacific Salmon and Steelhead Reintroductions Aimed at Long-Term Viability and Recovery. *North American Journal of Fisheries Management* 34: 72–93.
- Andersen L, Bratland A, Hodneland K, Nylund A (2007). Tissue tropism of salmonid alphaviruses (subtypes SAV1 and SAV3) in experimentally challenged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Arch. Virol.* 152: 1871–1883.
- Anonyymi (2012). Ijoki, ylisiirrot ja istutukset 2012. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen arkisto.
- Anttila K & Mänttari S (2009). Ultrastructural differences and histochemical characteristics in swimming muscles between wild and reared Atlantic salmon. *Acta Physiologica* 196:249-257.
- Anttila P (2020). Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto. Suullinen tiedonanto 1.12.2020.
- Armstrong JD, Kemp PS, Kennedy GJA, Ladle M, Milner NJ (2003). Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries Research* 62:143–170.
- Aronsuu K (2021). Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 3.5.2021.
- Aronsuu K, Marjomäki TJ, Tuohino J, Wennman K, Vikström R, Ojutkangas E (2015). Migratory behaviour and holding habitats of adult river lampreys (*Lampetra fluviatilis*) in two Finnish rivers. *Boreal Environment Research* 20: 120–144.
- Aronsuu K, Vikström R, Marjomäki TJ, Wennman K, Pakkala J, Mäenpää E, Tuohino J, Sarell J, Ojutkangas E (2019). Rehabilitation of two northern river lamprey (*Lampetra fluviatilis*) populations impacted by various anthropogenic pressures: lessons learnt in the past three decades. Editor Marjomäki TJ. *Proceedings of the Department of Biological and Environmental Science, University of Jyväskylä* 52 sivua + 2 liitettä.
- Aronsuu K & Wennman K (2012). Vesirakentamisen ja säännöstelyn sekä niihin liittyvien kompensatiotoimenpiteiden vaikutukset. Kalajoen kala, nahkiais- ja rapukantoihin Yhteenveto vuosien 1978–2010 velvoitetarkkailujen tuloksista. Elinvoimaa alueelle 5/2012. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino, liikenne ja ympäristökeskus. 82 s.
- Bandín, I & Dopazo, CP (2006). Newsletter 35 Restocking of salmon in Galician rivers: A health management program to reduce risk of introduction of certain fish viruses.
- Bang Jensen B, Kristoffersen AB, Myr C, Brun E (2012). Cohort study of effect of vaccination on pancreas disease in Norwegian salmon aquaculture. *Dis. Aquatic Org.* 102:23-31.
- Bartel R, Bradauskas B, Ikonen E, Mitans A, Borowski W, Garbaciak-Wesołowska A, Witkowski A, Błachuta J, Morzuch J, Bernas R, Kapusta A (2010). Patterns of river lamprey size and sex ratio in the Baltic Sea basin. *Arch. Pol. Fish.* 18:247-255.
- Brun, E (2003). IPN in Salmonids – A Review, VESO/NRC/FHF, Trondheim (2003) 118 sivua.
- Bowden TJ (2002). Development of a reproducible infectious pancreatic necrosis virus challenge model for Atlantic salmon, *Salmo salar* (L.). *Journal of Fish Diseases* 25:555-563.
- Brownell P, Haro A, McDermott S, Blott A, Rohde F (2012). Diadromous fish passage: a primer on technology, planning, and design for the Atlantic and Gulf coasts. U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. 163 sivua.
- Cameron AR & Baldock FC (1998). A new probability formula for surveys to substantiate freedom from disease. *Prev. Vet. Med.* 34: 1-17.
- Cieslak M, Wahli T, Diserens N, Haenen OLM, Schütze H (2017). Phylogeny of the infectious hematopoietic necrosis virus in European aquaculture. *PLoS One* 2017; 12(9): e0184490.
- Congress of The United States Office of Technology Assessment (1995). Fish Passage Technologies: Protection at Hydropower Facilities. OTA-ENV-641. Washington, DC: U.S. Government Printing Office 173 sivua.
- Dahl J, Dannewitz J, Karlsson L, Petersson E, Löf A, Ragnarsson B (2004). The timing of spawning migration: implications of environmental variation, life history, and sex. *Can. J. Zool.* 82:1864–1870.

- Dale OB, Orpetveit I, Lyngstad TM, Kahns S, Skall HF., Olesen NJ, Dannevig, BH (2009). Outbreak of viral haemorrhagic septicaemia (VHS) in seawater-farmed rainbow trout in Norway caused by VHS virus Genotype III. *Dis. Aquat. Org.* 85:93–103.
- Degerman E, Leonardsson K, Lundqvist H (2012). Coastal migrations, temporary use of neighbouring rivers, and growth of Sea trout (*Salmo trutta*) from nine northern Baltic Sea rivers. *ICES Journal of Marine Science* 69: 971–980.
- Deperasińska I, Schulz P, Siwicki AK (2018). Salmonid alphavirus (SAV) *J. Vet. Res.* 62:1-6. DOI: 10.2478/jvetres-2018-0001.
- Devold M, Krossøy B, Aspehaug V, Nylund A (2000). Use of RT-PCR for diagnosis of infectious salmon anaemia virus (ISAV) in carrier sea trout *Salmo trutta* after experimental infection. *Dis. Aquat. Org.* 40: 9–18. 10.3354/dao040009.
- Dixon P, Paley R, Alegria-Moran R, Oidtmann B (2016). Epidemiological characteristics of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV): a review. *Veterinary research* 47:63. DOI 10.1186/s13567-016-0341-1.
- Dorson M (1981). The influence of fish age and water temperature on mortalities of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, caused by a European strain of infectious pancreatic necrosis virus. *Journal of Fish Diseases* 4:213-221.
- Dverdal Jansen M & Oliveira V (2020). The surveillance programme for infectious salmon anaemia (ISA) and bacterial kidney disease (BKD) in Norway 2019. Norwegian Veterinary Institute. <https://www.vetinst.no/en/surveillance-programmes/infectious-salmon-anemia-isa>, 1-7 sivua.
- EFSA (2007). Possible vector species and live stages of susceptible species not transmitting disease as regards certain fish diseases. *EFSA J.* 584:1-163.
- Eldøy SH, Davidsen JG, Thorstad EB, Whoriskey FG, Aarestrup K, Naesje TF, Rønning L, Sjursen AD, Rikardsen AH, Arnekleiv JV (2017). Marine depth use of sea trout *Salmo trutta* in fjord areas of central Norway. *J. Fish Biol.* 91:1268–1283.
- Elliott J M (1989). Wild brown trout *Salmo trutta*: an important national and international resource. *Freshwater Biology* 21:1-5.
- Eriksson-Kallio AM, Holopainen R, Viljamaa-Dirks S, Vennerström P, Kuukka-Anttila H, Koski P, Gadd T (2016) Infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) strain with genetic properties associated with low pathogenicity at Finnish fish farms. *Dis. Aquat. Org.* 118:21-30
- Euroopan parlamentti ja neuvosto (2016/429). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/429, annettu 9 päivänä maaliskuuta 2016, tarttuvista eläintaudeista sekä tiettyjen eläinterveyttä koskevien säädösten muuttamisesta ja kumoamisesta ("eläinterveysäännöstö").
- Euroopan komissio (2018/1882). Komission täytäntöönpanoasetus (EU) 2018/1882, annettu 3 päivänä joulukuuta 2018, tiettyjen taudinehkäisy- ja taudintorjuntasääntöjen soveltamisesta luetteloitujen tautien eri luokkiin ja sellaisten lajien tai lajien ryhmien luettelon laatimisesta, jotka aiheuttavat merkittävän riskin kyseisten luetteloitujen tautien leviämislle.
- European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases (2016). Report on Survey and Diagnosis of Fish Diseases in Europe 2016. 82 sivua.
- European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases (2017). Report on Survey and Diagnosis of Fish Diseases in Europe 2017. 82 sivua.
- European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases (2018). Report on Survey and Diagnosis of Fish Diseases in Europe 2018. 82 sivua.
- European union reference laboratory For Fish and Crustacean diseases (2019). Report on Survey and Diagnosis of Fish Diseases in Europe 2019. 82 sivua.
- Evensen Ø & Santi N (2008). Infectious Pancreatic Necrosis Virus. In: *Encyclopedia of Virology (Third Edition)*.
- Evira (2015). Ohje kuljetuskaluston ja välineistön desinfiointista VHS-rajoitusalueelta poistuessa. Eviran ohje 15350/2. 4 sivua.
- FAO (2003). Maaraportit. <http://www.fao.org/fishery/countrysector>
- Ferguson J, Ploskey G, Leonardsson K, Zabel R, Lundqvist H (2008). Combining turbine blake-strike and life cycle models to assess migrating strategies for fish passing dams. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 65: 1568–1585.
- Fingrid (2021). Viitattu 4.3.2021. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkomarkkinainformaatio/alkuperatakuun-tapahtumat/voimalaitokset/>
- Fishheart (2018). Kalasydän ylitti odotukset Isohaarassa. Tiedote 25.10.2018. Viitattu 20.1.2021. <https://fishheart.com/news/kalasydan-ylitti-odotukset-isohaarassa>
- Fishheart (2019). Kalasydämen tulokset Taivalkoskella erinomaiset. Tiedote 10.12.2019. Viitattu 20.1.2021. <https://fishheart.com/news/kalasydamen-tulokset-taivalkoskella-erinomaiset>

- Fishheart (2020). Kalasydän laskettiin veteen Taivalkosken voimalaitoksella. Tiedote 8.8.2020. Viitattu 24.8.2021. <https://fishheart.com/news/kalasydan-laskettiin-veteen-taivalkosken-voimalaitoksella>
- Fishheart (2021). Kalasydän on potentiaalinen vaellusyhteysratkaisu rakennetuille joille. Tiedote 01.03.2021. Viitattu 23.8.2021. <https://fishheart.com/news/kalasydan-potentiaalinen-vaellusyhteysratkaisu-rakennetuille-joille>
- Fortum (2020). Viitattu 16.7.2020. <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/voimalaitoksemme/vesivoimalaitokset?vtab=accordion-item-93822>
- Fortum (2021). Montan kalojen ylisiirtolaitteen jatkuva kehittäminen tuottaa tulosta. Fortum OYJ paikallistiedote 18.01.2021. Viitattu 18.1.2021. <https://www.fortum.fi/media/2021/01/montan-kalojen-ylisiirtolaitteen-jatkuva-kehittaminen-tuottaa-tulosta>
- Frantsi C (1971). Infectious pancreatic necrosis virus--temperature and age factors in mortality. *Journal of wildlife diseases* 7:249.
- Gadd T, Jakava-Viljanen M, Einer-Jensen K, Ariel K, Tapiovaara H, Koski P, Sihvonen L (2010). Viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) genotype II isolated from European river lamprey *Lampetra fluviatilis* in Finland during surveillance from 1999 to 2008. *Dis. Aquat. Org.* 88: 189-198.
- Gadd T, Jakava-Viljanen M, Tapiovaara H, Koski P, Sihvonen L (2011). Epidemiological aspects of viral haemorrhagic septicaemia virus genotype II isolated from Baltic herring *Clupea harengus membras* L. *J. Fish Dis.* 34:517-529.
- Garver KA, Traxler GS, Hawley LM, Richard J, Ross JP, Lovy J (2013). Molecular epidemiology of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in British Columbia, Canada, reveals transmission from wild to farmed fish. *Dis. Aquat. Org.* 104: 85-91.
- Garver KA, Batts WN, Kurath G (2006). Virulence comparisons of infectious hematopoietic necrosis virus U and M genogroups in sockeye salmon and rainbow trout. *J. Aquat. Anim. Health.* 18: 232-243.
- Glover KA, Skar C, Christie KE, Glette J, Rudra H, Skaala, O (2006). Size-dependent susceptibility to infectious salmon anemia virus (ISAV) in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) of farm, hybrid and wild parentage. *Aquaculture* 254:82-91.
- Goodwin AE, Merry GE (2011). Mortality and carrier status of bluegills exposed to viral hemorrhagic septicemia virus genotype IVb at different temperatures. *J Aquat Anim Health* 23:85-91.
- Graham DA, Frost P, McLaughlin K, Rowley HM, Gabestad I, Gordon A, McLoughlin MF (2011). A comparative study of marine salmonid alphavirus subtypes 1-6 using an experimental cohabitation challenge model. *Journal of Fish Diseases* 34:273-286.
- Gregory, A., Munro, L. A., Wallace, I. S., Bain, N., & Raynard, R. S. (2007). Detection of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) from the environment in the vicinity of IPNV-infected Atlantic salmon farms in Scotland. *Journal of fish diseases*, 30(10), 621-630.
- Haikonen A, Romakkaniemi A, Ankkuriniemi M, Keinänen M, Pulkkinen K, Vihtakari M (2006). Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoessa vuonna 2005. Monitoring of the salmon and trout stocks in the River Tornionjoki in 2005. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Finnish Game and Fisheries Research Institute. Kala- ja riistaraportteja 379: 1-53 + 3 liitteenä.
- Hawley LM, Garver KA (2008). Stability of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in freshwater and seawater in various temperatures *Dis. Aquat. Org.* 82: 171-178.
- He M, Ding NZ, He CQ, Yan XC, Teng CB (2013). Dating the Divergence of the Infectious Hematopoietic Necrosis Virus. *Infect Genet Evol.* 18:145-150. doi: 10.1016/j.meegid.2013.05.014.
- Hershberger PK, Purcell MK, Hart LM, Gregg JL, Thompson RL, Garver KA, Winton JR (2013). Influence of temperature on viral hemorrhagic septicemia (Genogroup IVa) in Pacific herring, *Clupea pallasii* Valenciennes. *J. Exp. Marine Biol. Ecol.* 444:81-86.
- Hirvaskosken sähkö Oy (2020). Kirjallinen tiedonantoesäköpostilla 12.10.2020.
- Hirvonen A & Laine A (2011). Iijoki, ei yliriistoja 2011. Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.
- Hiltunen E, Tolonen R, Kaski O, Oikarinen J (2013). Nahkiainen - Perämeri, Tornio-Kokkola alue. Nahkiainen ennen, nyt ja tulevaisuudessa -hanke. 60 sivua + liite.
- Huhtala J (2018). Ala-Kemijoen sivujokien hydromorfologisen tilan inventointia. Taivalkosken voimalaitosaltaaseen laskevat joet. Lapin ELY-keskus. 40 sivua. <https://lohijokitiimi.fi/wp-content/uploads/Ala-Kemijoki.pdf>
- Huusko R, Orell P, Jaukkuri M, Mäki-Petäys A, Erkinaro J (2014). Lohen vaelluspoikasten alasvaellus rakennetuissa joissa – ongelmat ja ratkaisumahdollisuudet. RKT:n työraportteja 8/2014. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 41 sivua.
- Hämäläinen K (2020). Fortum Power and Heat Oy. Kirjallinen tiedoksianto sähköpostilla 15.12.2020.
- ICES (2009). Report of the Study Group on Data Requirements and Assessment Needs for Baltic Sea Trout (SGBALANST), 3-5 February 2009, Copenhagen, Denmark. ICES CM 2009/DFC:03. 97 sivua.

- lijoen vesistön kalastusalue (2006). Kalavesien käyttö- ja hoitosuunnitelma v. 2006. [https://www.iijoenvesilla.fi/images/tyokalut/khs\\_2007.pdf](https://www.iijoenvesilla.fi/images/tyokalut/khs_2007.pdf)
- Jansen MD, Taksdal T, Wasmuth MA, Gjerset B, Brun E, Olsen AB, Breck O, Sandberg M (2010a) Salmonid alphavirus (SAV) and pancreas disease (PD) in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in freshwater and seawater sites in Norway from 2006 to 2008. *J. Fish Dis.* 33: 391-402.
- Jansen MD, Wasmuth MA, Olsen AB, Gjerset B, Modahl I, Breck O, Haldorsen RN, Hjelmeland R, Taksdal T (2010b). Pancreas disease (PD) in sea-reared Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway; a prospective, longitudinal study of disease development and agreement between diagnostic test results. *J. Fish Dis.* 33: 723-736.
- Jansson E & Vennerström P (2014). Infectious diseases in cold water fish in marine and brackish water, kirjassa Woo PTK BD (toim.) Diseases and disorders in finfish in cage culture.
- Jaukkuri M, Orell P, Kannianen T, Vierelä M, Huusko R, Mäki-Petäys A, van der Meer O, Jokikokko E (2012). Ylisiirrettyjen lohien radiotelemetriatutkimus Kemi-Ounasjoella v. 2010-2011. RKTL:n työraportteja 11/2012. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 46 sivua.
- Jokikokko E (2002). Migration of wild and reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the river Simojoki, northern Finland. *Fish. Res.* 58:15-23.
- Jonsson B & L'Abée-Lund JH (1993). Latitudinal clines in life-history variables of anadromous brown trout in Europe. *Journal of Fish Biology.* 43 (Suppl A): 1-16.
- Jonsson S (2001). Stocking of brown trout (*Salmo trutta* L.); factors affecting survival and growth. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå. 25 p.
- Jordas K (2020). Suomen Ammattikalastajaliitto. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 15.10.2020.
- Juntunen S (2017). Yhteenveto lijoen merilohien ylisiirroista vuosina 2009-2017. Koonnut Sanna Juntunen 24.8.2017, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.
- Kallio-Nyberg I, Peltonen H, Rita H (1999). Effects of stock-specific and environmental factors on the feeding migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Baltic Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56: 853-861.
- Kallio-Nyberg I, Saura A, Ahlfors P (2002a). Sea migration pattern of two sea trout (*Salmo trutta*) stocks released into the Gulf of Finland. *Annales Zoologici Fennici* 39: 221-235.
- Kallio-Nyberg I, Jutila E, Saura A (2002b). Meritaimenen tila ja kalastus Pohjanlahden alueella. Kalatutkimuksia, Fiskundersökningar 182. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 69 sivua.
- Kallio-Nyberg I, Saloniemi I, Jutila E (2015). Growth of hatchery-reared sea trout (*Salmo trutta trutta*) on the Finnish coast of the Baltic Sea. *Boreal Env. Res.* 20: 19-34.
- Kallio-Nyberg I, Veneranta L, Saloniemi I, Jutila E, Pakarinen T (2017). Spatial distribution of migratory *Salmo trutta* in the northern Baltic Sea. *Boreal Env. Res.* 22: 431-444.
- Kannianen T (2011). Aikuisten lohien (*Salmo salar*, L.) ylisiirrot lohikantojen palauttamisessa: tuloksia li- ja Kemijoelta vuosilta 2009-2010. Pro-gradu -tutkielma. Oulun Yliopisto, Biologian laitos. 77 sivua.
- Kantala T 2021. Ruokavirasto. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 26.5.2021.
- Karppinen P, Vähä J, Vehanen T (2017). Lohen vaelluspoikasten käyttäytyminen ja kuolleisuus Mustionjoen voimalaitoksilla. Julkaisu 281/2017. Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry, Lohja. 37 sivua. Kaski O (2013). Elävien lohien pyydystys ja ylisiirto lijoella vuonna 2013. Ostopalvelutyö Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselle. ProAgria Oulun kalatalouskeskus.
- Kaleva (2020). Viitattu 4.3.2021. <https://www.kaleva.fi/pohjois-pohjanmaalla-ei-ole-jarkea-purkaa-pienia-v/1695677>
- Kelly FL & King JJ (2001). A Review of the Ecology and Distribution of Three Lamprey Species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): A Context for Conservation and Biodiversity Considerations in Ireland. *Biology and Environment.* 101B:165-185.
- Kemijoki Oy (2020). Viitattu 16.7.2020. <https://www.kemijoki.fi/toimintamme/voimalaitokset-ja-tuotanto.html>
- Keränen P (2021). Kalatalouspalvelut Pekka A. Keränen. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 12.4.2021.
- Kirjastovirma (2020). Viitattu 12.4.2021. <http://www.kirjastovirma.fi/oulujoki/voimalaitosrakentaminen>
- Kristensen ML, Righton D, del Villar-Guerra D, Baktoft H, Aarestrup K (2018). Temperature and depth preferences of adult brown trout *Salmo trutta* during the marine migration phase. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 599:209-224.

- Kristensen ML, Pedersen MW, Thygesen, UH, del Villar-Guerra D, Baktoft H, Aarestrup K (2019). Migration routes and habitat use of a highly adaptable salmonid (sea trout, *Salmo trutta*) in a complex marine area. *Animal Biotelemetry* 7:23.
- Koli L (2002). Suomen kalat. Kolmas painos. WSOY, Helsinki. 357 sivua.
- L'Abée-Lund JH, Jonsson B, Jensen AJ, Sættem LM, Heggberget TG, Johnsen BO, Næsje TF (1989). Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology* 58: 525–542.
- Laine A, Niva T, Mäki-Petäys A, Erkinaro J (2002). Kalabiologiset perusteet. Teoksessa: Loikkaako lohi Ounasjokeen? Vaelluskalojen palauttaminen Kemi-/Ounasjokeen. Esiselvitys. Lapin ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 271: 127–199.
- Laitala (2016). livojen merialueen kalatalousvelvoitteen tarkkailutulokset vuosina 2011–2015. Ahma Ympäristö Oy & PVO-Vesivoima Oy, Oulu. 81 sivua + 6 liitettä.
- Langeland A, L'Abée-Lund JH, Jonsson B, Jonsson N (1991). Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology* 60: 895–912.
- Larinier M (2001). Teoksessa: Marmulla, G (toim.) Dams, fish and fisheries. Opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fisheries Technical Paper. No. 419. Rome, FAO. 2001. 166 sivua.
- Larinier M (2008). Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France. *Hydrobiologia* 609: 97–108.
- Larsen LO (1980). Physiology of Adult Lampreys, with Special Regard to Natural Starvation, Reproduction, and Death after Spawning. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37:1762-1779.
- Lehtonen (2006). Suomalainen kalaopas. WSOY, Helsinki. 235 sivua.
- Lohijokitiimi (2015a). Kemi- ja Ounasjoen vaelluskalojen ylisiirtohanke PALUU 2014-2015. Loppuraportti.
- Lohijokitiimi (2015b). Liite 3. Siirtokausien 2014 ja 2015 istutuskohteet.
- Lohijokitiimi (2016). Kemi- ja Ounasjoen vaelluskalojen ylisiirtohanke PALUU 2016. Loppuraportti.
- Lohijokitiimi (2017). PALUU 2017. Raportti vaelluskalojen palauttamisesta Kemi- ja Ounasjokeen
- Lohijokitiimi (2018). Taulukko Lohijokitiimi ry:n vuosina 2009–2017 Kemijokisuusta /Isohaaran kalateiltä Kemijoen vapaana virtaaville jokiosuuksille siirtämistä kaloista.
- Lohijokitiimi (2020). PALUU 2019. Raportti vaelluskalojen ylisiirroista Kemi- ja Ounasjokeen/Vallitunsaaren kalatien pyyntilaitteen testaushanke. Raportissa: Raportti Isohaaran kalateiden käytöstä ja hoidosta sekä kehittämisestä syntyneistä kustannuksista v. 2019. sivut 37–45.
- Lohijokitiimi (2021). PALUU 2020. Väli­raportti, Isohaaran kalateiden toiminnan edistämistä ja testaamisesta sekä vaelluskalojen siirroista Kemi- ja Ounasjokeen. Raportissa: Raportti Isohaaran kalateiden käytöstä ja hoidosta sekä kehittämisestä syntyneistä kustannuksista v. 2020. sivut 8–19.
- Loiste Energia Oy (2020). Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 22.9.2020.
- Louhi P & Mäki-Petäys A (2003). Elämää soraikon ulkopuolella ja sisällä – lohen ja taimenen kutupaikan valinta sekä mädin elinympäristövaatimukset. Kalatutkimuksia, Fiskundersökningar 191. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 23 sivua.
- Lundqvist H, McKinnell SM, Jonsson S, Östergren J (2006). Is stocking with sea trout compatible with the conservation of wild trout (*Salmo trutta*)? In: Harris G. & Milner N. (eds.), *Sea Trout: Biology, Conservation and Management Proceedings of the 1st International Sea Trout Symposium, July 2004, Cardiff, Wales, UK*, Blackwell Publishing Oxford, sivut 356–371.
- Maaseudun Tulevaisuus (2018). ”Veden paine vaihtuu tasaisesti”, Kelluva kalatie otettiin käyttöön Kemijoella. Maaseudun Tulevaisuus, 26.7.2018. Viitattu 20.1.2021. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/era/artikkeli-1.275030>
- Maitland PS (2003). Ecology of river, brook and sea lamprey. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 5*, English Nature, Peterborough, UK. 52 sivua.
- Marttila M (2021) Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 4.8.2021.
- Marttila M, Jaukkuri M, Orell P, van der Meer O & Mäki-Petäys A (2016). Kemi-Ounasjoen ylisiirtolohien radiotelemetriaseuranta 2015. Ylisiirrettyjen lohien vaelluskäyttäytyminen ja levittäytyminen. Työraportti 14.1.2016. Luonnonvarakeskus. 7 s.
- Marttila M, Orell P, Erkinaro J, Romakkaniemi A, Huusko A, Jokikokko E, Vehanen T, Piironen J, Huhmarniemi A, Sutela T, Saura A, Mäki-Petäys A (2014). Rakennettujen jokien kalataloudelle aiheutuneet vahingot ja kalatalousvelvoitteet. Riistan- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 96 sivua.

- Marttila M, Orell P, van der Meer O (2018). Utosjoen ylisiirtolohien radiotelemetriaseuranta 2016-2017. Ylisiirrettyjen lohien vaelluskäyttäytyminen ja levittäytyminen. Työraportti 31.1.2018. Luonnonvarakeskus. 12 sivua.
- Mateus CS, Rodríguez-Muñoz R, Quintella BR, Alves MJ, Almeida PR (2012). Lampreys of the Iberian Peninsula: distribution, population status and conservation. *Endanger. Species Res.* 16:183-198.
- Marshall SH, Ramirez R, Labra A, Carmona M, Munoz C (2014). Bona fide evidence for natural vertical transmission of infectious salmon anemia virus in fresh water brood stocks of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in southern Chile. *J. Virol.* 88 (11): 6012–6018. 10.1128/JVI.03670-13 <https://jvi.asm.org/content/88/11/6012>
- McLoughlin MF & Graham DA (2007). Alphavirus infections in salmonids – a review. *J. Fish Dis.* 30: 511–531.
- McVicar, A. H., Sharp, L. A., Walker, A. F., & Pike, A. W. (1993). Diseases of wild sea trout in Scotland in relation to fish population decline. *Fisheries Research*, 17(1-2), 175-185.
- Meyers TR, Winton JR (1995). Viral hemorrhagic virus in North America. *Annual review of Fish Diseases* 5:3-24.
- Miranda LE (2001). Teoksessa: Marmulla, G (toim.) Dams, fish and fisheries. Opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fisheries Technical Paper. No. 419. Rome, FAO. 2001. 166 sivua.
- MMM (55/1980). Eläintautilaki.
- MMM (601/1980). Eläintautiasetus.
- MMM (1140/1987). Maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintöosaston päätös vastustettavista eläintaukeista.
- MMM (402/1989). Maa- ja metsätalousministeriön päätös elävän kalan ja mädin kuljettamisen ja luovuttamisen rajoittamisesta merestä sisävesistöön.
- MMM (59/1990). Maa- ja metsätalousministeriön eläinlääkintöosaston päätös eläintautien leviämisen ehkäisemisestä maahantuonnin yhteydessä.
- MMM (441/2013). Eläintautilaki.
- MMM (2015). Kansallinen lohi- ja meritaimenstrategia 2020 Itämeren alueelle. Valtioneuvoston periaatepäätös 16.10.2014. Maa- ja metsätalousministeriö 2/2015.
- MMM (76/2021). Eläintautilaki.
- MMM (320/2021). Maa- ja metsätalousministeriön asetus vesiviljelypitopaikkojen hyväksymisestä ja eläinterveyttä koskevista vaatimuksista maan sisäisissä vesieläinten siirroissa.
- MMM (324/2021). Maa- ja metsätalousministeriön päätös kalojen tarttuvan haimakuoliotaudin ja lohikalojen alfavirustartuntojen leviämisen estämiseksi perustettavasta rajoitusalueesta.
- MMM (325/2021). Maa- ja metsätalousministeriön asetus muista torjuttavista, valvottavista ja muista ilmoitettavista eläintaukeista, eläintautien ilmoittamisesta sekä mikrobikantojen toimittamisesta.
- MMM (326/2021). Maa- ja metsätalousministeriön asetus eräiden muiksi torjuttaviksi eläintaukeiksi
- MMM (327/2021). Maa- ja metsätalousministeriön asetus b- ja c-luokan eläintautien vastustamisesta.
- nimettyjen eläintautien vastustamisesta.
- Niva T (2001). Perämeren ja sen jokien lohi-istutusten tuloksellisuus vuosina 1959-1999. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 179. Riistan- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 67 sivua.
- Nordblom B & Norell AW (2000). Report of an outbreak of VHS (viral hemorrhagic septicaemia) in farmed fish in Sweden. Report for the standing Veterinary Committee Swedish Board of Agriculture, Department for Animal production and Health, Jönköping.
- Nordeng H & Bratland B (2006). Homing experiments with parr, smolt and residents of anadromous Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*: transplantation between neighbouring river systems. *Ecol. Freshw. Fish* 15: 488–499.
- Oidtmann BC, Pearcea FM, Thrusa MA, Peeler EJ, Ceolin C, Stärk KDC, Pozza MD, Diserens AAN, Reese RA, Angus Cameron A (2014). Model for ranking freshwater fish farms according to their risk of infection and illustration for viral haemorrhagic septicaemia. *Prev. Vet. Med.* 115 (2014) 263–279.
- OIE (2019). Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. [https://www.oie.int/index.php?id=2439&L=0&htmfile=chapitre\\_isav.htm](https://www.oie.int/index.php?id=2439&L=0&htmfile=chapitre_isav.htm). 18.11.2020.
- Oikarinen J (2017). Montan kalojen kiinniottolaitteen käyttöönotto ja ensimmäiset ylisiirrot – hanke. Työraportti hankkeen toteutumisesta. Montan Lohi Oy.



- Oikarinen J (2021). Montan Lohi Oy. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 12.2.2021.
- Oikeusministeriö (587/2011). Vesilaki.
- Ojutkangas E, Aronen K, Laukkanen E (1995). Distribution and abundance of river Lamprey (*Lampetra fluviatilis*) ammocoetes in the regulated river Perhonjoki. *Regul. River* 10:239-245.
- Orell P, Jaukkuri M, Kannianen T, van der Meer O, Mäki-Petäys A, Huusko R, Karppinen P, Marttila M (2011). Ylisiirrettyjen lohien radiotelemetria-seuranta Iijoen v. 2009-2010. Työraportti 28.1.2011.
- Oulun Energia (2021). Viitattu 20.4.2021. <https://www.oulunenergia.fi/vastuullisuus/merikosken-kalatie/kalaistutukset-osa-ymparistovastuuta/>
- Oulun Energia (2020). Viitattu 16.7.2020. <https://www.oulunenergia.fi/oulun-energia/energiantuotanto/voimalaitokset/merikoski/>
- Oulujoen ja merialueen kalatalousalue (2021). Oulujoen ja lähimerialueen kalastusopas. Viitattu 20.4.2021. <https://www.oulujoenkalastusopas.fi/saaliskalat/kalanistutukset/>
- Oulun kaupunki (2019). Oulun kaupungin omistamien vesialueiden kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma 2019 – 2023. Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut. <https://www.ouka.fi/documents/64417/133625/Oulun+kaupungin+omistamien+vesialueiden+kalataloudellinen+k%C3%A4ytt%C3%B6+ja+hoitosuunnitelma+2019-2023.pdf/8a9d5ff7-4a7d-4cdb-bfd1-eef20e8313ce>
- Pakarinen T (2020). Luonnonvarakeskus. Suullinen tiedonanto 15.6.2020.
- Paksuniemi S (2019). Selvitys kalastuksesta Ounasjoella vuonna 2017. Tutkimusraportti 26 - Rovaniemi 2019. Kemijoki Oy, toteuttanut Eurofins Ahma Oy. 20 s. [https://www.kemijoki.fi/media/selvitys-kalastuksesta-ounasjoella\\_2017.pdf](https://www.kemijoki.fi/media/selvitys-kalastuksesta-ounasjoella_2017.pdf)
- Parry L & Dixon P (1997). Stability of nine viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) isolates. *Bull. Eur. ASS. Fish Patol.* 1:31-36.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2014a). Merilohien ylisiirto Oulujoella vuonna 2014. Raportti.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2014b). Iijoen ylisiirto 2014. Raportti.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2014c). Iijoen kalatiet 2011–2013-hanke. Liite 2. Lohien vapauttamispaikat vuonna 2014.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2015a). Oulujoen merilohien ylisiirto Utos- ja Kutujokiin vuonna 2015. Raportti.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2015b). Iijoen merilohien ylisiirto 2015. Raportti.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2016a). Oulujoen merilohien ylisiirto Utos- ja Kutujokiin vuonna 2016. Raportti.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2016b). Iijoen merilohien ylisiirto 2016. Raportti.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2017a). Oulujoen merilohien ylisiirto Utosjokeen vuonna 2017. Raportti.
- Perämeren Kalatalousyhteisöjen Liitto (2017b). Iijoen merilohien ja -taimien ylisiirto 2017. Raportti.
- Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus (2008). Laine A toim. Palaako lohi Oulujokeen? Loppuraportti Oulu- ja Lososinkajoilla tehdyistä selvityksistä 2006–2007. Suomen Ympäristö 5. Pohjois-Pohjanmaan Ympäristökeskus, Oulu. 167 sivua.
- Pohjolan Voima (2020a). Viitattu 20.5.2020. <https://www.pohjolanvoima.fi/pvotarina/12-tarinaa-historiasta-2/iijoen-rakentaminen-2>
- Pohjolan Voima (2020b). Viitattu 15.7.2020. <https://www.pohjolanvoima.fi/vastuullisuus/vesivoima-ja-ymparisto/kalatiet>
- Pohjolan Voima (2020c). Viitattu 16.7.2020. <https://www.pohjolanvoima.fi/tuotamme-sahkoa-ja-lampoa/vesivoima/vesivoimalaitoksemme/>
- Pohjolan Voima (2020d). Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 19.9.2020.
- Pohjolan Voima (2021). Viitattu 20.4.2021. <https://www.pohjolanvoima.fi/raasakan-kalatie-sai-luvan-hyva-paatos-vaelluskaloille/>
- Polyakova NV, Kucheryavyy AV, Pavlov DS, Tsimbalov IA (2018). Feeding Habits of Larval European River Lamprey *Lampetra fluviatilis* from the Chernaya River (Baltic Sea Basin). *Journal of Ichthyology* 59:216–224.
- Pylväs M (2020). Voimalohi Oy. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 2.6.2020.
- Rahikkala V (2021). Voimalohi Oy. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 25.1.2021
- Rahikkala V (2020). Voimalohi Oy. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 3.6.2020.
- Raja-Halli M, Vehmas TK, Rimaila-Pärnänen E, Sainmaa S, Skall HF, Olesen NJ, Tapiovaara H (2006). Viral haemorrhagic septicaemia (VHS) outbreaks in Finnish rainbow trout farms. *Dis. Aquat. Org.* 72: 201-211.

- Rimstad E, Dale OB, Dannevig BH, Falk K (2011). Infectious Salmon Anaemia. In: Woo PTK, Bruno DW. editors. Fish Diseases and Disorders. Volume 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections. 2nd ed. Aberdeen: CAB International; (2011). sivut 143–165. 10.1079/9781845935542.0143 [https://www.researchgate.net/publication/232242162\\_Infectious\\_Salmon\\_Anaemia](https://www.researchgate.net/publication/232242162_Infectious_Salmon_Anaemia)
- RKT (1996). Makkonen J & Pursiainen M toim. Istutuspoikasten elinkaari – mätimunasta saaliiksi. Valtion kalanviljelyn XX neuvottelupäivät. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 110. Riistan- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki. 109 sivua + liitteet.
- Romakkaniemi A (2021). Luonnonvarakeskus. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 24.6.2021.
- Rovakaira Oy (2020). Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 28.9.2020.
- Saarivirta N (1954). Entinen Oulujoki, Historiikka ja muistitietoja. Oulujoki Osakeyhtiö. Kauppakirjapaino Oy, Helsinki. 307 sivua.
- Salojärvi K, Auvinen H & Ikonen E (1981). Oulujoen vesistön kalatalouden hoitosuunnitelma. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja, 1/1981. Helsinki. 277 sivua + liitteet.
- Schönherz AA, Hansen MH, Joegensen HB, Lorenzen N, Einar-Jensen M (2012). Oral transmission as a route of infection for viral haemorrhagic septicaemia virus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Fish Dis. 35:395–406.
- Schönherz AA, Lorenzen N, Einar-Jensen K (2013). Inter-species transmission of viral hemorrhagic septicemia virus (VHSV) from turbot (*Scophthalmus*) to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Gen. Virol. 94:869–875.
- Siefkes MJ & Li W (2004). Electrophysiological evidence for detection and discrimination of pheromonal bile acids by the olfactory epithelium of female sea lampreys (*Petromyzon marinus*). Journal of Comparative Physiology A. 190:193–199.
- Sigourney DB, Zydlewski JD, Hughes E, Cox O (2015). Transport, Dam Passage, and Size Selection of Adult Atlantic Salmon in the Penobscot River, Maine. North American Journal of Fisheries Management 35:1164–1176.
- Sohlberg M (2021a). Fishheart Ltd/Kalasydän Oy. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 20.1.2021.
- Sohlberg M (2021b). Fishheart Ltd/Kalasydän Oy. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 16.7.2021.
- Sohlberg M (2021c). Fishheart Ltd/Kalasydän Oy. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 8.6.2021.
- Skall HF, Olensen NJ, Møllergaard S (2005a). Prevalence of viral haemorrhagic septicaemia virus in Danish marine fish and its occurrence in new host species. Dis. Aquat. Org. 66:145–151.
- Smail D (1995) The pathology of an IPN-Sp sub-type (Sh) in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., post-smolts in the Shetland Isles, Scotland. Journal of Fish Diseases 18:631–638.
- Smail DA (1999) Viral hemorrhagic septicemia. Kirjassa: (toimittanut Woo O, Bruno D) Fish diseases and disorders, Book 3. CAB International, New York.
- Smail DA, Bruno DW, Dear G, McFarlane LA, Ross K (1992). Infectious pancreatic necrosis (IPN) virus Sp serotype in farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., post-smolts associated with mortality and clinical disease. Journal of Fish Diseases 15:77–83.
- Stene A, Bang Jensen B, Knutsen Ø, Olsen A, Viljugrein H (2014). Seasonal increase in sea temperature triggers pancreas disease outbreaks in Norwegian salmon farms. J Fish Dis, 37: 739–751.
- Suomen kalakirjasto (2020). Viitattu 20.5.2020. <https://www.suomenkalakirjasto.fi/iijoki/>
- Thorstad EB, Økland F, Aarestrup K & Heggberget TG (2008). Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts. Rev. Fish. Biol. Fisheries 18: 345–371.
- Thorstad EB, Whoriskey F, Rikardson AH, Aarestrup K (2011). Aquatic Nomads: The life and migration of the Atlantic salmon. Teoksessa: Aas Ø, Einum S, Klemetsen A & Skurdal J (Toim.). Atlantic salmon ecology. sivut 1–32.
- Torenza AE, Hetrick FM (1982). Comparative stability of two salmonid viruses and poliovirus in fresh, estuarine and marine waters. J. Fish Dis. 5 (3): 223–231.
- Tuohino J (2021). Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 28.6.2021.
- Turunen J (2021). Lapin ELY-keskus. Kirjallinen tiedonanto sähköpostilla 4.8.2021.
- Tuunainen P, Ikonen E, Auvinen H (1980). Lampreys and Lamprey Fisheries in Finland. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 1953–1959.
- UPM Energy (2020). Viitattu 16.7.2020. <https://www.upmenergy.com/fi/sahkontuotanto/>
- Valtioneuvosto (2012). Kansallinen kalatiestrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 8.3.2012.

- Valtioneuvosto (2015). Valtioneuvoston asetus kalastuksesta 1360/2015
- Vennerström P, Välimäki E, Hautaniemi M, Lyytikäinen T, Kapiainen S, Vidgren G, Virtala AM (2018). Wild fish are negligible transmitters of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) genotype Id in the VHS restriction zone in Finland. *Dis. Aquat. Org.* 131: 187-197.
- Vennerström P, Maunula L, Välimäki E, Virtala AM (2020). Presence of viral haemorrhagic septicaemia virus (VHSV) in the environment of virus-contaminated fish farms and processing plants. *Dis. Aquat. Org.* 138:145-154.
- Vesistöietojärjestelmä - VESTY (2021). Tiedot poimittu 3.3.2021.
- Videler JJ & Wardle CS (1991). Fish swimming stride by stride: speed limits and endurance. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 1:23-40.
- Viitala J (2015). Kemi- ja Ounasjoen vaelluskalojen ylisiirtohanke, Paluu 2014-2015. Loppuraportti. Lohijokitiimi. <https://lohijokitiimi.fi/wp-content/uploads/PALUU-hankkeen-loppuraportti-2015.pdf>
- Vike S, Nylund S, Nylund A. (2009). ISA virus in Chile: evidence of vertical transmission. *Arch Virol.* 154: 1-8. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00705-008-0251-2>
- Voimalohi Oy (2018). Kemijoen velvoiteistutukset & istutustoimenpiteiden tarkkailu vuonna 2017. 9 sivua + liitteet. <https://www.suomenkalakirjasto.fi/wp-content/uploads/2019/01/Kemijoen-istutusraportti-2017.pdf>
- Voimalohi Oy (2020). Taulukko nahkiaisten ylisiirtomääristä Kemijoella vuosina 1983-2019.
- Vrieze LA, Bergstedt RA, Sorensen PW (2011). Olfactory-mediated stream-finding behavior of migratory adult sea lamprey (*Petromyzon marinus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68: 523-533.
- Wagner CM, Twohey MB, Fine JM (2009). Conspecific cueing in the sea lamprey: do reproductive migrations consistently follow the most intense larval odour? *Anim. Behav.* 78: 593-599.
- Waldman J, Grunwald C, Wirgin I (2008). Sea lamprey *Petromyzon marinus*: an exception to the rule of homing in anadromous fishes. *Biology Letters* 4:659-662.
- Wallace, I. S., Gregory, A., Murray, A. G., Munro, E. S., & Raynard, R. S. (2008). Distribution of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) in wild marine fish from Scottish waters with respect to clinically infected aquaculture sites producing Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Journal of fish diseases*, 31(3), 177-186.
- Wolf K (1960). Virus Nature of Infectious Pancreatic Necrosis in Trout. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 104:105-108
- Wolf K (1988). *Viral haemorrhagic septicemia*. Teoksessa: *Fish Viruses and Fish Viral diseases*. Cornell University Press, New York.
- Ymparisto.fi (2020a). Viitattu 20.5.2020.
- [https://www.ymparisto.fi/fi/PohjoisPohjanmaan\\_ymparistohistoria/lijoen\\_ylaosan\\_vesiston\\_saannostely\(15277\)](https://www.ymparisto.fi/fi/PohjoisPohjanmaan_ymparistohistoria/lijoen_ylaosan_vesiston_saannostely(15277))
- Ymparisto.fi (2020b). Viitattu 20.5.2020.
- [https://www.ymparisto.fi/fi/PohjoisPohjanmaan\\_ymparistohistoria/lijoen\\_voimalaitosrakentaminen\(15330\)](https://www.ymparisto.fi/fi/PohjoisPohjanmaan_ymparistohistoria/lijoen_voimalaitosrakentaminen(15330))
- Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus (2019). Hyvärinen E, Juslén A, Kemppainen E, Uddström A, Liukko UMtoim. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 sivua.
- Yoshinaka T, Yoshimizu M, Ezura Y (2000). Adsorption and infectivity of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) with various solids. *J Aquat Anim Health* 12:64-68.
- YRKE-projekti (2021a). Workshopin (7.5.2021) ennakokyselyyn vastaukset.
- YRKE-projekti (2021b). Workshopin (7.5.2021) keskustelu.
- Zvezdina AO, Pavlova DS, Tsimbalova IA, Kucheryavya AV (2019). Experimental Study of Rheoreaction of the European River Lamprey *Lampetra fluviatilis* (L.) Downstream Migrating Smolts under Various Illumination. *Doklady Biological Sciences* 487:112-114.

## ***Liite 1 Tutkimuksessa kerättyjen aineistojen kuvaus***

### ***Kysely***

Projektin alkuvaiheessa kesällä 2020 Itämeren rannikkovaltioille lähetettiin kysely lohen, taimenen ja nahkiaisen tautiseurannasta. Tarkoituksena oli kysyä lohen, taimenen ja nahkiaisen tautiseurantamääriä ja tauteja, joita näistä oli analysoitu. Vain osa jäsenvaltioista vastasi. Vastauksia ei saatu Puolasta, Latviasta, Liettuasta eikä Venäjältä.

### ***Workshop***

YRKE-projektin workshop pidettiin 7.5.2021. Workshoppiin kutsuttiin noin 10 asiantuntijaa ja ennen työpajaa kutsutuille toimitettiin lohta koskeva ennakkokysely. Itse workshopissa oli tarkoitus käsitellä kohtia, jotka ennakkokyselyn perusteella jäivät epäselviksi sekä taimenta ja nahkiaista koskevia erikoiskysymyksiä.

## **Liite 2 Emokalaparvien perustamisprosessi Perämeren merellisistä kalakannoista**

Luonnonvarakeskus (Luke) turvaa 13 Pohjanlahden alueen lohi-, meritaimen-, vaellussiika- ja harjuskannan säilymisen ja poikastuotannon emokalanviljelyllä ja mädintuotannolla. Pohjanlahden alueelta perustetut emokalastot on viime aikoina sijoitettu sisämaahan Taivalkosken kalanviljelylaitokselle. Merialueen emokalastoja uudistettaessa toiminta on järjestetty siten, ettei mädin mukana siirtyisi merialueen kalatauteja emokalalaitokseen ja sisävesiin. Siirrot tehdään kalaterveysviranomaisen asettamin erityisehdoin ja poikkeusluvulla. Emokalojen on oltava tutkitusti terveitä ja mädin haudonta on kalaterveystutkimusten ajan järjestettävä karanteenissa ennen sisävesiin siirtoa siihen saakka, että kalaterveystutkimukset on tehty. Kaikki emokalat (koiraat ja naaraat), joista siirretään aikanaan mätiä emokalaparvia varten, tutkitaan kalatautien varalta lypsyt yhteydessä.

Emokalastojen perustamisen lisäksi Luke hankkii Perämeren alueen joista vaellussiian mätiä mm. voimalaitosyhtiöille viljeltäväksi sisämaan luonnonravintolammikoissa kalatalousvelvoitteita varten sekä tarjoaa karanteenihaudontapalveluita muille mädin hankkijoille. Näistä kaikki lohien ja taimenien emokalat tutkitaan kalatautien osalta ja sioista sekä harjuksista tutkitaan kunkin mädinhankintapaikan osalta 60 emokalaa.

Emonahkaisia hankitaan Perhonjoesta syksyllä säilytystä varten, ja ne lypsetään keväällä mädin saamiseksi valtion kalatalousvelvoitteen kesäkuun lopun toukkaistutuksia varten. Nahkaisista tutkitaan kalatautien varalta 60 emonahkaisia.

Pohjanlahden karanteenitarpeisiin sekä emokalojen keräilyyn ja säilytykseen käytetään Luken Kemijoen Isohaaran vesivoimalaitoksen alapuolella olevaa Keminmaan kalanviljelylaitosta. Laitos saa tulovetensä Isohaaran padon yläpuolelta.

### **Karanteenitoiminta Keminmaan laitoksessa**

Luke turvaa Tornionjoen, Iijoen, Simojoen ja Oulujoen lohien; Tornionjoen, Iijoen ja Lestijoen meritaimenien; Tornionjoen, Kemijoen, Iijoen ja Oulujoen vaellussiikojen sekä Perämeren harjuksen säilymisen ja poikastuotannon emokalanviljelyllä ja mädintuotannolla. Pohjanlahden alueelta perustetut emokalastot on sijoitettu sisämaahan Taivalkosken kalanviljelylaitokseen. Merialueen emokalastoja uudistettaessa toiminta on järjestetty siten, ettei mädin mukana siirrettäisi merialueen kalatauteja emokalalaitoksiin ja sisävesiin. Voimassa olevat eläinlääkintäviranomaisten kalatautien leviämistä ehkäisevät määräykset kieltävät elävien kalojen ja mädin siirrot merialueelta sisävesiin. Siirtoja voi tehdä vain viranomaisen poikkeusluvalla. Emokalaparvien uusimisen lisäksi poikkeuslupia on myönnetty merialueen vaellussiian vastakuoriutuneiden poikasten siirtoihin sisämaan luonnonravintoviljelyn tarpeisiin, kun siirrot järjestetään siten, ettei tautien siirtymisen riskiä ole.

### **Keminmaan kalanviljelylaitos**

Luke ja sitä edeltänyt Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) on käyttänyt Kemijokisuussa sijaitsevaa Lautiosaaren kalanviljelylaitosta emokalojen säilyttämiseen ja mädin haudontaan vuosina 1990–2008 ja Keminmaan kalanviljelylaitosta vuodesta 2008 lähtien. Keminmaan kalanviljelylaitoksen nykyiset toiminnot sisältävät emokalojen, mädin ja nahkiaisten hankinnan luonnosta eri kohteista, emokalojen lypsyt ja kalaterveysnäytteiden

oton, mädin haudonnan käsittelyineen, mädin kuoriuttamisen, poikasten ja emokalojen kasvattamisen sekä eri tuotteiden toimittamisen asiakkaille (Taulukko 21).

**Taulukko 21.** *Keminmaan kalanviljelylaitoksessa on seuraavat toiminnot. Kaikessa kalojen haudontatoiminnassa käytetään rumpusuodatettua UV-käsiteltyä vettä. Laitoksessa on kolme erillistä lohien, taimenien, siian ja harjuksen mädin haudontatilaa.*

Hautomot	Haudontalaitteistot	Kalalajit	Kapasiteetti mätilitraa
1.	Haudontasaavi	Lohi ja taimen	150
1.	Haudontasuppilot	Siika ja harjus	250
2.	Haudontasuppilot	Siika	440
3.	Haudonta-asetit	Lohi ja taimen	100
3.	Haudontasaavit	Lohi ja taimen	200

Laitoksen nahkiaishautomomo on erillään muista haudontatiloista, ja siinä on käytössä tulovesitys Kemijoesta, joka ilmastetaan. Hautomon suppilohaudontakapasiteetti on 70 litraa.

### **Mädin hankinta ja karanteenihaudonta emokalastojen perustamista varten**

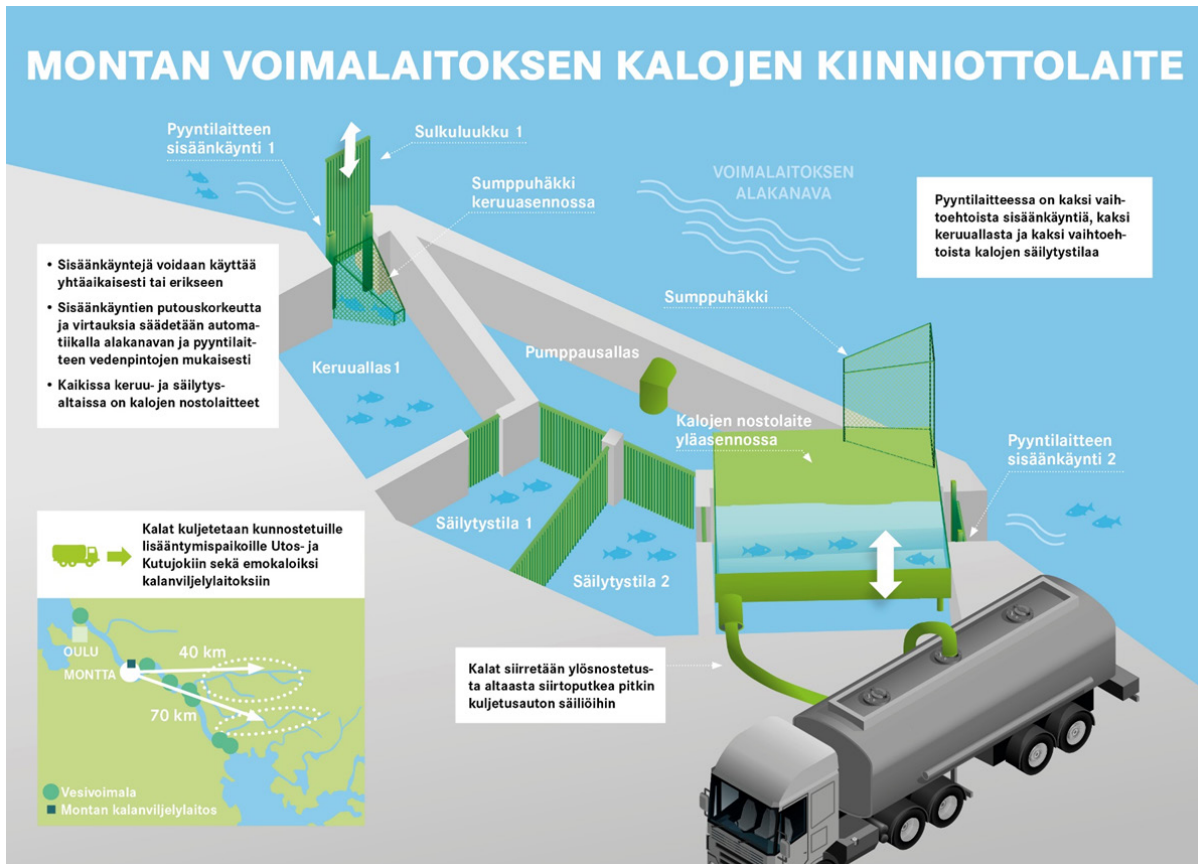
Sisämaan kalanviljelylaitoksissa viljellään merestä tai mereen avoimessa yhteydessä olevista vesistöistä peräisin olevia emokalaparvia. Emokalastojen perustamista, uudistamista tai täydentämistä varten merialueelta siirrettävä mäti on haudottava karanteenissa kalatautitutkimusten ajan ennen siirtoa sisävesiin. Mäti voidaan hankkia joko 1) suoraan luonnosta pyydystetyistä kutukaloista lypsämällä tai 2) kasvattamalla luonnosta pyydystetyt poikaset ruokintaviljelyllä aikuisiksi ja lypsämällä sukukypsyyden saavuttaneet kalat.

Useimpien lohi-, meritaimen ja vaellussiikakantojen mäti hankitaan lypsämällä Perämeren alueelta pyydystettyjä sukukypsiä kaloja. Emokalat kerätään kesällä ja syksyllä Keminmaan laitokseen, jossa kaloja säilytetään syys-lokakuulle lypsyä varten. Laitoksen 11 ulkona sijaitsevaa allasta (yht. 308 m<sup>2</sup>) on varattu luonnosta pyydystettyjen emokalojen säilyttämiseen.

Toisinaan sukukypsiä kaloja ei ole riittävästi saatavissa luonnosta mädinhankinnan tarpeisiin. Tällöin pyydystetään helpommin saatavia poikas- tai kasvuvaiheessa olevia kyseisen lajin ja kannan kaloja ja ne kasvatetaan ruokintaviljelyllä sukukypsiksi Keminmaassa. Sukukypsistä kaloista mäti ja maiti lypsetään ja siirretään karanteenihaudonnan jälkeen sisämaahan varsinaisen emokalaparven viljelyä varten. Näin on menetelty, kun on perustettu emokalastot esim. Tornionjoen lohien ja meritaimenen sekä Simojoen mereen vaeltavista smolttivaiheen poikasista sekä Perämeren Krunnien karikutuisesta harjuksesta. Keminmaan kalanviljelylaitoksen halliin on sijoitettu 11 kpl (yht. 84 m<sup>2</sup>) altaita poikasten ja emokalojen ruokintaviljelyä varten.

Sekä luonnosta pyydystetyistä että Keminmaassa ruokintaviljelyistä emokaloista lypsetty hedelmöitetty mäti haudotaan Keminmaassa silmäpisteasteelle ennen siirtämistä jatkohaudontaan sisämaan kalanviljelylaitoksiin. Mäti sijoitetaan Keminmaan muusta viljelystä erillään olevaan karanteenihautomoon, jossa käytetään rumpusiivilöityä ja uv-käsiteltyä vettä. Kaikki emokalat tutkitaan virus- ja bakteeritautien varalta ennen mädin siirtoa desinfioituna silmäpistemätinä.

### Liite 3 Montan kiinniottolaite



Lähde: Hämäläinen (2020).

## Liite 4

**Taulukko 23. Taimenen ja lohien yliiirto prosessin vaiheet ja riskinhallintavaihtoehtoja suunnittelun ja toteutuksen osalta.**

Vaihe	Riskitekijä	Suunnittelu	Toteutus
Lupa-anomus	Yliiirron tekeminen pitopaikan läheisyyteen	Selvitettävä missä lähimmät kalojen pitopaikat ovat ja mistä ne ottavat veden	Katso kysymyslista ja vastaa
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Suunnitellaan leviämisen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Vältetään yliiirtoerien purkamista kalojen pitopaikkojen lähelle
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	IPN- ja SAV-taudin leviämisen rajoitusalueelta ja mahdolliset muut tautien rajoitusalueet yliiirtoalueella	Seurantaan valitaan ulkoisesti poikkeavien tai sairaiden kalojen lisäksi myös terveitä kaloja
Luvan myöntäminen	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Suunnitellaan osaksi yliiirto prosessia	Seuranta käynnistetään ennen joiden yliiirtojen käynnistämistä mielellään useaa vuotta aikaisemmin
Kalojen keräys	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	IPN- ja SAV-taudin leviämisen rajoitusalueelta ja mahdolliset muut tautien rajoitusalueet yliiirtoalueella	Viranomaisen tekemä lupaharkinta (AVI)
Yliiirtoa varten	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Suunnitellaan pyyntitapa ja ajankohta (veden lämpötila, ilman lämpötila huomioiden)	Kalat pyydetään mahdollisimman vähän kaloja kuormittavalla tavalla
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Minimoidaan kalojen käsittelyä suunnittelemaan keräysaluetta ja henkilöiden vastuualueet kaloja kerätessä/siirrettäessä/kuormatessa	Minimoidaan kalojen käsittelyä edeltävänä aikana
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Mitoidaan/ajoitetaan kalojen keräys, kuormaustapa, säilytys ja yliiirrot toisiinsa	Pidetään kalojen säilytys ja kuljetuserät pieninä sekä säilytysaika alhaissa lyhyenä
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä ja erän sisäinen leviäminen	Suunnitellaan keräys ja kalojen siirto siten, että tarkkailu onnistuu edes jossakin vaiheessa	Seurataan kalojen käyttäytymistä ja terveydentilaa koko prosessin ajan
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä ja erän sisäinen leviäminen	Suunnitellaan etukäteen miten seuranta näytteet kerätään, säilytetään ja toimitetaan analyysijä varten Ruokavirastoon	Yliiirtoon valitaan vain ulkoisesti terveitä kaloja, sairaat ja homeiset yksilöt poistetaan erästä heti niitä havaittaessa
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Suunnitellaan leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Seuranta toteutetaan koko yliiirto toiminnan aikana hajautetusti ja dokumentoidaan suunnitellusti. Noudatetaan lupaehtoja määrättyä näytemäärää prosessin aikana. Lohien ja taimenten yliiirto luissa ei ole mainittu kapplemäärää näytekaloista, vain se, että näytekaloja pitää toimittaa Ruokavirastoon
	Kalojen virustautien leviäminen yliiirrettävien kalojen välityksellä ja yliiirtoerän sisällä sekä edellisistä erästä	Arvioidaan riittävän, ammattitaitoisen henkilöstö tarve ja riittävä kalusto desinfiointivälineineen toteuttamaan kalojen käsittely ennen kuljetusta	Käytetään desinfiointi välineitä ja kalustoa



Vaihe	Riskitekijä	Suunnittelu	Toteutus
Kalojen lastaus kuljetukseen	Kalojen fyysisen kunnon heikkeneminen?	Suunnitellaan lastaus etukäteen	Kalat lastataan välttämättä niiden stressaantumista ja vaurioitumista
Kalojen kuljetus	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien kalojen välityksellä ja ylisiirtoerän sisällä	Arvioidaan ammattitaitoisen henkilöstön tarve ja riittävä kalusto desinfiointivälineineen kalojen kuljetukseen	Kalat kuljettaa eläinkuljetuksiin pätevöitynyt henkilöstö
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien kalojen välityksellä ja ylisiirtoerän sisällä	Suunnitellaan etukäteen kuljetuksen aikataulu, reitit ja mahdolliset kuljetusveden vaihtopaikat sekä mahdollinen välisäilytys	Seurataan kuljetusveden lämpötilaa ja happipitoisuutta säännöllisesti kuljetuksen aikana
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien kalojen välityksellä	Suunnitellaan virallinen tarkastus kalojen terveystilasta ennen siirtoa hyvissä ajoin	Järjestetään virallinen tarkastus kalojen terveystilasta ennen siirtoa hyvissä ajoin
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien kalojen välityksellä ylisiirtoerän sisällä	Seurataan siirtopäivien sääennustetta ja lämpötilaa, jotta kuljetusolosuhteet olisivat suotuisat kaloille	Tarkkaillaan kalojen vointia kuljetuksen aikana
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien kalojen välityksellä ylisiirtoerän sisällä	Jos kuljetusmatkat ovat pitkiä, on tarpeen suunnitella tarvittavat vedenvaihdot	Pitkiä kuljetusmatkoja ja -aikoja vältetään
Kalojen vapautus ja siirtoon käytetyn veden käsittely	Kala- ja raputautien leviäminen kuljetusveden välityksellä	Suunnitellaan etukäteen mistä kuljetusvesi otetaan ja mihin se imeytetään sekä mahdolliset vedenvaihtopaikat kuljetuksen aikana	Huolehditaan, ettei mervettä ei päädy sisävesiin ja imeytetään kuljetusvetenä käytetty merivesi huolellisesti maahan. Noudatetaan lupaehdoissa määrättyä toimintatapaa kuljetusveden alkuperän suhteen.
	Kalatautien tarttuminen seuraaviin kuljetuseriin	Suunnitellaan kaluston desinfiointi huolellisesti	Desinfioidaan kalustuskalusto ja välineistön huolellisesti
	Kala- ja raputautien leviäminen kuljetusveden välityksellä	Suunnitellaan etukäteen mistä kuljetusvesi otetaan ja mihin se imeytetään sekä mahdolliset vedenvaihtopaikat kuljetuksen aikana	Jos mahdollista, käytetään kuljetusvetenä alimman nousuesteen yläpuolelta otettua vettä

## Liite 5

**Taulukko 24. Nahkaisen ylisiirtoprosessin vaiheet ja riskinhallintavaihtoehdot suunnittelun ja toteutuksen osalta.**

Vaihe	Riskitekijä	Suunnittelu	Toteutus
Lupa-anomus	Ylisiirron tekeminen pitopaikan läheisyyteen	Selvitettävä missä lähimmät kalojen pitopaikat ovat ja mistä ne ottavat veden	Katso kysymyslista ja vastaa
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien kalojen välityksellä - pitkällä aikavälillä	Seurantamäärät suunnitellaan siten, että eläintautiriskin arvioiminen on mahdollista ja riski itsessään hyväksyttävällä tasolla	Vältetään ylisiirtoerien purkamista kalojen pitopaikkojen lähelle Seurantaan valitaan ulkoisesti poikkeavien tai sairaiden nahkaisen lisäksi myös terveitä yksilöitä
Luvan myöntäminen	IPN- ja SAV-taudin leviämisriski rajoitusalueelta ja mahdolliset muut tautien rajoitusalueet ylisiirtoalueella		Viranomaisen tekemä lupaharkinta (AVI)
Nahkaisen keräys ylsiirtoa varten	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien nahkaisen välityksellä ylisiirtoerän sisällä	Suunnitellaan pyyntitapa ja ajan kohta (veden lämpötila, ilman lämpötila huomioiden)	Nahkaiset pyydytetään mahdollisimman vähän niitä kuormittavalla tavalla
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien nahkaisen välityksellä ylisiirtoerän sisällä	Minimoidaan nahkaisen käsittelyä suunnitelmalla keräysaikataulu ja henkilöiden vastualueet kaloja kerätessä/siirrettäessä/kuormatessa	Minimoidaan nahkaisen käsittely ylsiirtoa edeltävänä aikana
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien nahkaisen välityksellä ylisiirtoerän sisällä	Mitoitetaan/ajoitetaan nahkaisen keräys, kuormaustapa, säilytys ja ylsiirrot toisiinsa	Pidetään nahkaisen säilytys ja kuljetuserät pieninä sekä säilytysaika altaissa lyhyenä
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien nahkaisen välityksellä ja erän sisäinen leviäminen	Suunnitellaan keräys ja nahkaisen siirto siten, että tarkkailu onnistuu edes jossakin vaiheessa	Seurataan nahkaisen käyttäytymistä ja terveydentilaa koko prosessin ajan
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien nahkaisen välityksellä ja erän sisäinen leviäminen	Suunnitellaan etukäteen miten seurantaanäytteet kerätään, säilytetään ja toimitetaan analysoijalle varten Ruokavirastoon	Ylisiirtoon valitaan vain ulkoisesti terveitä nahkaisia, sairaat ja homeiset yksilöt poistetaan erästä heti niitä havaittaessa
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien nahkaisen välityksellä - pitkällä aikavälillä		Seuranta toteutetaan koko ylisiirtotoiminnan aikana hajautetusti ja dokumentoidaan suunnitellusti. Noudatetaan lupaehdoissa määrättyä näytemäärää prosessin aikana. Nahkaisella 60 kp/lupa.
	Kalojen virustautien leviäminen ylisiirrettävien nahkaisen välityksellä ja ylisiirtoerän sisällä sekä edellisestä erästä	Arvioidaan riittävän, ammattitaitoisen henkilöstön tarve ja riittävä kalusto desinfiointivälineineen toteuttamaan kalojen käsittely ennen kuljetusta	Käytetään desinfiointuja välineitä ja kalustoa

Vaihe	Riskitekijä	Suunnittelu	Toteutus
Nahkiaisten lastaus kuljetukseen	Nahkiaisten fyysisen kunnon heikkeneminen?	Suunnitellaan lastaus etukäteen	Nahkiaiset lastataan välttämällä niiden stressaantumista ja vaurioitumista
	Kalojen virustautien leviäminen ylisirrettävien nahkiaisten välityksellä ja ylisirtoerän sisällä	Arvioidaan riittävän, ammattitaitoisen henkilöstön tarve ja riittävä kalusto desinfiointivälineineen toteuttamaan kalojen kuljetus	Nahkiaiset kuljettaa eläinkuljetuksiin pätevyitynyt henkilöstö?
Nahkiaisten kuljetus	Kalojen virustautien leviäminen ylisirrettävien nahkiaisten välityksellä ja ylisirtoerän sisällä	Suunnitellaan etukäteen kuljetuksen aikataulu ja reitit sekä mahdollinen välisäilytys ennen ylisirtoa	Seurataan kuljetusveden lämpötilaa ja happipitoisuutta säännöllisesti kuljetuksen aikana
	Kalojen virustautien leviäminen ylisirrettävien nahkiaisten välityksellä ja ylisirtoerän sisällä	Seurataan siirtopäivien sääennustetta ja lämpötilaa, jotta kuljetusolosuhteet olisivat suotuisat nahkiaisille	Tarkkaillaan nahkiaisten vointia kuljetuksen aikana
	Kalojen virustautien leviäminen ylisirrettävien nahkiaisten välityksellä ja ylisirtoerän sisällä	Jos kuljetusmatkat ovat pitkiä, on tarpeen suunnitella tarvittavat vedenvaihdot	Pitkiä kuljetusmatkoja ja -aikoja vältetään
Nahkiaisten vapautus ja siirtoon käytetyn veden käsittely	Kala- ja raputautien leviäminen kuljetusveden välityksellä	Suunnitellaan etukäteen mistä kuljetusvesi otetaan ja mihin se imeytetään sekä mahdolliset vedenvaihtopaikat kuljetuksen aikana	Huolehditaan, että merivettä ei päädy sisävesiin ja imeytetään kuljetusvetenä käytetty merivesi huolellisesti maahan. Noudatetaan lupaehtoisissa määrättyä toimintatapaa kuljetusveden alkuperän suhteen
	Kalatautien tarttuminen seuraaviin kuljetuseriin	Suunnitellaan kaluston desinfiointi huolellisesti	Desinfioidaan kalustuskalusto ja välineistön huolellisesti
	Kala- ja raputautien leviäminen kuljetusveden välityksellä	Suunnitellaan etukäteen mistä kuljetusvesi otetaan ja mihin se imeytetään sekä mahdolliset vedenvaihtopaikat kuljetuksen aikana	Jos mahdollista, käytetään kuljetusvetenä alimman nousuesteen yläpuolelta otettua vettä

## Liite 6 Kysymyslista

Lupamenettelyssä/ylisiirron suunnittelussa pohdittavia/kysyttäviä asioita (ottamatta kantaa mitkä asiat ovat ratkaisevia lupamenettelyssä ja mitkä asiat jäävät suunnittelijan vastuulle).

- Mikä on ylisiirron tarkoitus?
- Mitä lajeja ylisiirretään?
- Paljonko kaloja on tarkoitus siirtää?
- Mistä ylisiirrettävät kalat pyydystetään?
- Minne ylisiirto on tarkoitus tehdä?
- Kuka suunnittelee ylisiirron ja kuka/ketkä sen toteuttavat?
- Onko jotain tahoa, jolta voisi pyytää apua ylisiirron suunnitteluun ja/tai toteutukseen?
- Onko samalla vesistöalueella (samalla noususteiden rajaamalla vesistöalueella) verkkokassilaitoksia, jos on monta/mitkä?
- Ottaako jokin kalanviljelylaitos vesitysvesiään samalta vesistöalueelta, jos on monta/mitkä?
- Mikä on etäisyys ylisiirron purkupaikasta lähimpään verkkokassilaitokseen/kalanviljelylaitoksen vesityspisteeseen samalla noususteiden rajaamalla vesistöalueella?
- Millä aikaikkunalla ylisiirrot tehdään? Mitkä ovat kriteerit aloittamiselle ja lopettamiselle?
- Onko ylisiirtoja tehty aiemmin samalle alueelle?
- Miten kauan ylisiirrettävän kalalajin tautiseurantaa on tehty ennen suunniteltuja ylisiirtoja?
- Mitä tauteja näytteistä on tutkittu?
- Mistä kalat kerätään ylisiirtoon ja tautiseurantaan?
- Millä tavalla ja kuka tautiseurannan tekee?
- Paljonko kaloja on tarkoitus lähettää seurantanäytteiksi? Onko ylisiirtoluvassa määritelty tautinäytemääriä?

- Millä tavalla kalat kerätään seurantaan?
- Miten kalat on tarkoitus kerätä ylisiirtoon ja miten ne valikoidaan?
- Missä vaiheessa on tarkoitus tehdä virallinen tarkastus ja kuka sen tekee?
- Millä välineillä kalat ylsiirretään?
- Mistä otetaan kuljetukseen käytettävä vesi?
- Miten paljon kaloja siirretään kerralla?
- Arvioi ylisiirron kesto ja matka.
- Miten kuljetuksen aikana varmistetaan kalojen hyvinvointi (ilmastus/hapetus/ vedenlämpötila jne...)?
- Kuka kuljettaa ja onko riittävä pätevyys kalojen kuljetukseen?
- Miten kalat puretaan ylsiirtokuormasta?
- Miten kalusto, välineistö ja suojavaatteet/kengät desinfioidaan?
- Minne kuljetusvesi imeytetään?
- Miten ylisiirto dokumentoidaan ja missä dokumentti on saatavilla? Miten kauan kyseisiä dokumentteja säilytetään?
- Miten ylisiirtojen jälkeinen seuranta toteutetaan ylisiirtopaikoilla tai vesistöissä?
- Kuka tai mikä taho on vastuullinen toimija ylisiirroissa?
- Keneltä voi kysyä lisätietoja ylisiirrosta?
- Mistä saadaan rahoitus kattamaan kulut?
- Entä, jos ylisiirtoprosessi ei toteudukaan suunnitelman mukaan. Onko varasuunnitelmaa tai vaihtoehtoisia toimintatapoja? Onko varauduttu taloudellisesti yllättävään muutokseen ja siitä seuranneisiin kuluihin?



# RUOKAVIRASTO

Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

[ruokavirasto.fi](https://ruokavirasto.fi)