

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Jukka Oinonen

PATOKARTOITUSHANKE SARAMOJOEN, VENEJOEN JA  
KISKONJOEN VESISTÖALUEILLA – VAELLUSESTEELLISTEN  
VIRTAVESIEN KUNNOSTUSMAHDOLLISUUDET

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2020



**Opinnäytetyö**  
**Toukokuu 2020**  
**Energia- ja ympäristötekniikan koulutus**  
Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

**Tekijä**  
Jukka Oinonen

**Nimeke**  
Patokartoitushanke Saramojoen, Venejoen ja Kiskonjoen vesistöalueilla – Vaellusesteellisten virtavesien kunnostusmahdollisuudet

### Tiivistelmä

Opinnäytetyö käsittelee Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen kesällä 2019 toteuttaman patokartoitushankkeen tuloksia. Hankkeessa kartoitettiin erilaisten vesistö rakenteiden nykytilaa ja vaellusesteellisyyttä kolmella vesistöalueella. Tutkimuskohteita olivat Saramojoen vesistöalue (04.47) Nurmeksessa, Venejoen vesistöalue (04.87) Kontiolahdessa ja Kiskonjoen vesistöalue (04.84) Polvijärven ja Juuan kuntien alueella.

Järvitaimen lisääntyy luontaisesti Saramojoen ja Venejoen vesistöalueilla. Kiskonjoen vesistöalueella ei tiettävästi ole tehty koekalastuksia, eikä alueella nykykäsityksen mukaan elä omaa taimenkantaa. Alan toimijat ovat kuitenkin kiinnostuneet istutus- ja kunnostustoimenpiteistä alueella.

Vesistö rakenteiden esteellisyyttä tutkittiin pääsääntöisesti järvitaimenen näkökulmasta. Vesistöalueilta kartoitettiin yhteensä 62 rakennetta, joista 19 muodosti vähintään kulkua haittaavan esteen pienille kaloille ja suuri osa myös taimenelle. Tutkimustulokset olivat samankaltaisia muiden vastaavien tutkimusten kanssa.

Saramojoen vesistöalueella merkittävimpinä kunnostuskohteina nähtiin Louhikosken voimalaitoksen kalatien, Kuohattijoen Myllykosken myllypadon ja Siltapuron rumpurakenteiden kunnostus. Venejoen vesistöalueella tärkeimmät kunnostuskohteet ovat Koskelan vanha myllypatopaikka ja Palojoen kalliokynnykset. Kiskonjoen vesistöalueen kalataloudellinen merkittävyys nähtiin heikkona alueen uomien suurten virtaamavaihteluiden takia.

Rakenteiden kunnostustarpeellisuutta tarkasteltaessa huomioidaan vesistöjen ekologinen tila, alueilla tehdyt kalataloudelliset ja valuma-aluekunnostukset sekä sähkökoekalastustulokset. Lisäksi työssä pohditaan rakenteiden kunnostusmahdollisuuksia sekä toimenpiteiden luvanvaraisuutta, kustannuksia ja kunnostustoimijoita.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 129  
Liitteet 4  
Liitesivumäärä 9

**Asiasanat**  
järvitaimen, ekologinen tila, vesistöjen kunnostus, kalatiet



**Thesis**  
**May 2020**  
**Degree Programme in Energy and Environmental Technology**  
Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+358 13 260 600

**Author**  
Jukka Oinonen

**Title**  
Dam Mapping Project in The Drainage Basins of Saramojoki, Venejoki and Kiskonjoki – Restoration Possibilities of Flowing Water with Migratory Blockades

**Abstract**

This thesis covers the results of the dam mapping project executed by ELY Center in 2019. In this project the current condition and the severity of the migratory blockades of the structures in water were mapped in three different drainage basins. The mapped drainage basins were the drainage basin of Saramojoki (04.47) in Nurmes, Venejoki (04.87) in Kontiolahti, and Kiskonjoki (04.84) in Polvijärvi and Juuka.

Brown trout reproduce in Saramojoki and Venejoki. In Kiskonjoki there has not been any recorded electrofishing studies nor any signs of brown trout. However, actors in this field are interested in planting and restoration efforts in the area.

The severity of the blockades was studied mostly from the perspective of brown trout. A total of 62 structures were mapped, of which 19 structures formed a migratory blockade for small fish and most of them also for brown trout. The results were similar from other studies in this field.

In Saramojoki the most influential targets of restoration were the power plant of Louhikoski, the mill dam of Myllykoski and the culvert constructions of Siltapuro. In Venejoki the most significant targets are the mill dam of Koskela and the small cascade in Palojoki. Kiskonjoki was discovered to be insignificant because of the huge water flow variance.

When the need for restoration of structures is evaluated, the ecological status, fishery restoration, restorations to catchment areas and electrofishing studies are taken into consideration. This thesis also concerns the possibilities for restoration, permissions for action, costs and actors involved.

**Language**  
Finnish

Pages 129  
Appendices 4  
Pages of Appendices 9

**Keywords**  
brown trout, ecological status, water body restoration, fishways

# Sisältö

1	Johdanto.....	10
2	Järvitaimenen elinkierto ja uhanalaisuus .....	11
2.1	Vaelluskäyttäytyminen.....	11
2.2	Elinolosuhteita heikentävät tekijät .....	13
2.3	Elinolosuhteita kohentavat toimenpiteet.....	16
2.4	Määrärahat elinolosuhteiden kohentamiseksi .....	24
3	Patokartoitushanke ja opinnäytetyön lähtökohdat .....	25
4	Vastaavia tutkimuksia ja hankkeita .....	27
5	Tutkimusmenetelmät .....	30
6	Patokartoitushankkeen kohdealueet.....	32
6.1	Saramojoen vesistöalue .....	32
6.1.1	Ekologinen tila .....	34
6.1.2	Virtaamatilanne patokartoitushankkeen ajankohtana .....	36
6.1.3	Sähkökoekalastukset.....	38
6.1.4	Kunnostustoimenpiteet .....	40
6.2	Venejoen vesistöalue .....	43
6.2.1	Ekologinen tila .....	44
6.2.2	Virtaamatilanne patokartoitushankkeen ajankohtana .....	45
6.2.3	Sähkökoekalastukset.....	47
6.2.4	Kunnostustoimenpiteet .....	48
6.3	Kiskonjoen vesistöalue.....	48
6.3.1	Ekologinen tila .....	50
6.3.2	Virtaamatilanne patokartoitushankkeen ajankohtana .....	52
6.3.3	Sähkökoekalastukset ja kunnostustoimenpiteet .....	54
7	Kohdealueilla kartoitetut vesistö rakenteet .....	55
7.1	Saramojoen vesistöalue .....	56
7.2	Venejoen vesistöalue .....	59
7.3	Kiskonjoen vesistöalue.....	61
8	Rumpurakenteiden vaellusesteellisyys ja rakenteiden kunnostusmahdollisuudet .....	62
8.1	Vaellusesteellisuuden raja-arvot.....	62
8.2	Rumpurakenteiden kunnostusmahdollisuudet.....	63
9	Vesistö hankkeiden ja kunnostustoimien luvanvaraisuus .....	64
9.1	Vesilain vaatimukset.....	64
9.2	Tieturvallisuus .....	66
9.3	Kulttuuriympäristön huomioiminen vesistö hankkeissa .....	67
10	Kohdealueiden vaellusesteelliset rakenteet ja niiden kunnostusmahdollisuudet .....	68
10.1	Saramojoen vesistö alueen rakenteet .....	69
10.1.1	Louhikosken säännöstelypato ja kalaporras .....	71
10.1.2	Myllykosken myllypato .....	80
10.1.3	Siltapuron ylitysrakenteet.....	82
10.1.4	Peurajoen välppäsilta .....	88
10.1.5	Pohjapadot .....	89
10.2	Venejoen vesistö alueen rakenteet .....	92
10.2.1	Koskelan myllypato.....	95
10.2.2	Palojoen kalliokynnykset.....	97
10.2.3	Pohjapadot .....	99
10.2.4	Kalliojoen kivipato .....	101

10.3 Kiskonjoen vesistöalueen rakenteet.....	102
11 Virtavesikunnostuksia tekevät toimijat .....	105
12 Kunnostustoimien kustannukset .....	108
12.1 Louhikosken voimalaitos .....	108
12.1.1 Kalaportaan vesittäminen .....	108
12.1.2 Luonnonmukainen kalatie.....	110
12.1.3 Tekninen kalatie .....	111
12.1.4 Säännöstelypadon purkaminen .....	113
12.2 Pienien patojen ja rumpurakenteiden kunnostuskustannukset.....	113
13 Pohdinta .....	114
13.1 Opinnäytetyö osana laajempaa tutkimuskenttää .....	114
13.2 Ensisijaiset kunnostuskohteet .....	115
13.2.1 Saramojoen vesistöalue .....	115
13.2.2 Venejoen vesistöalue .....	117
13.2.3 Kiskonjoen vesistöalue .....	117
13.3 Luotettavuus ja eettisyys .....	119
13.4 Opinnäytetyön merkitys.....	121
13.5 Lopuksi.....	122
Lähteet.....	124

## Kuvat

Kuva 1	Ala-Koitajoen Hiiskoskelle vuoden 2019 talkookunnostuksissa tehty pienpoikashabitaatti.
Kuva 2	Vehkasuonkosteikko Jukajoen vesistöalueella.
Kuva 3	Jouni Kivinen, Jukka Oinonen ja Henri Heiskanen vierittämässä uoman varteen nostettua perkuukiveä takaisin uomaan Lieksan Saarijoella vuonna 2018.
Kuva 4	Kuopion Palosenjoen talkookunnostusten yhteydessä vuonna 2019 tehty kutusoraikko.
Kuva 5	Ala-Koitajoen Hiiskoskeen tehtiin sammalkivisiirtoja talkookunnostusten yhteydessä vuonna 2019.
Kuva 6	Luonnonvarakeskuksen toteuttamasta emokalapyynnistä loka-kuussa 2019 saatu järvitaimenkoiras. Kyseinen yksilö pyydettiin Kuurnan voimalaitoksen alta.
Kuva 7	Kenttätutkimuksissa virtausnopeuden mittaukseen käytettiin ELY-keskuksen siivikkoa.
Kuva 8	Saramojoen vesistöalue.
Kuva 9	Venejoen vesistöalue.
Kuva 10	Kiskonjoen vesistöalue.
Kuva 11	Alivirtaamalla Kiskonjoki on latvaosistaan lähes kuivillaan. Kuva on otettu 29.7.2019 Kiskonjoen latvaosista, joen ylittävältä sillalta, hie-man Matokosken yläpuolelta.
Kuva 12	Saramojoen vesistöalueen vesistörakenteet.
Kuva 13	Venejoen vesistöalueen vesistörakenteet.
Kuva 14	Kiskonjoen vesistöalueen vesistörakenteet.
Kuva 15	Saramojoen vesistöalueen vaellusesteelliset vesistörakenteet.
Kuva 16	Louhikosken voimalaitoksen säännöstelypato. Kalaporras on padon vasemmassa reunassa.
Kuva 17	Kalaporras muodosti 26.6.2019 vaellusesteen kaloille.

- Kuva 18 Voimalaitoksen ohjuoksutusuoma 26.6.2019.
- Kuva 19 Vesi ohjataan halkaisijaltaan 1,9 m olevaa tuloputkea pitkin voimalaitoksen turbiineille (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 4). Kuvassa vasemmalla on voimalaitosrakennus.
- Kuva 20 Myllykosken myllypato hankaloittaa kalan nousua Kuohattijoessa.
- Kuva 21 Siltapuro 2 on betonirakenteinen putkisilta. Rakenteen voidaan katsoa muodostavan vaellusesteen kaloille ainakin alivirtaamatilanteissa.
- Kuva 22 Kohteella Siltapuro 4 virta oli kasannut puumateriaalia rumpujen yläpään, joka poistettiin maastokartoituksen yhteydessä.
- Kuva 23 Peurajoen välppäsillan tukipalkki voi muodostaa kulkua haittaavan esteen pienemmille kaloille vähän veden aikaan.
- Kuva 24 Talasjärven pato on korvattu puisella pohjapadolla.
- Kuva 25 Kujankijärven pato on korvattu puisella pohjapadolla, joka voi estää kalojen ohivaelluksen vähän veden aikaan.
- Kuva 26 Paasijärven padon tilalle on rakennettu kivinen pohjapato.
- Kuva 27 Venejoen vesistöalueen vaellusesteelliset rakenteet.
- Kuva 28 Salpuunpuron myllypato muodostaa totaalisen vaellusesteen kaloille, mutta pato ei ole kalataloudellisesti merkittävässä uomassa.
- Kuva 29 Salpuunpuron myllypadon yläpuolinen allas on voimakkaasti kasvettunut.
- Kuva 30 Koskelan myllypaikan patopenkkaan asennettu betonirumpu aiheuttaa vaellusesteen Venejoessa.
- Kuva 31 Patopenkan ohittava vanha ohjuoksutusuoma oli kartoitushetkellä 3.7.2019 lähes kuivillaan. Uoman latvaosissa oli runsaasti pienpöykäskivikoksi soveltuvaa kivimateriaalia.
- Kuva 32 Palojoen kalliokynnykset muodostavat luonnollisen vaellusesteen kaloille. Myllyn rauniot ovat joen oikealla reunalla.
- Kuva 33 Heinälammen vanha patopaikka voi muodostaa kiinteistön omistajan mukaan vaellusesteen kaloille vähän veden aikaan.
- Kuva 34 Ripulinjärven pohjapato voi muodostaa kulkua haittaavan esteen kaloille.
- Kuva 35 Teerijärvestä Kiskonjokeen laskevan Teeripuron betonirummut olivat 29.7.2019 kuivillaan muodostaen vaellusesteen kaloille.
- Kuva 36 Kiskonjoen vesistöalueen vaellusesteelliset rakenteet.
- Kuva 37 Kansalan myllypadon jäänteet vaikeuttivat Rauanjoella harjoitettua melontaa ja kalan kulkua.
- Kuva 38 Itä-Suomen Jokitalkkari -hankkeeseen kuuluvia talkookunnostuksia Lieksan Saarijoella vuonna 2018.
- Kuva 39 Ilomantsin Ala-Koitajoella tehdyt virtavesikunnostukset ovat Kuopion Teholouhinta Oy:n Juha Rouvisen suunnittelemia ja toteuttamia.
- Kuva 40 Lieksanjoen vanhaan uomaan on rakennettu vuonna 2004 viisi maimemointipatoa, joiden yhteydessä on luonnonmukaiset kalatiet (Turunen 2016).
- Kuva 41 Lieksan Saarijokeen vuonna 2017 rakennetut kalaportaavat mahdollistavat kalan kulun vanhan myllypadon ohi.
- Kuva 42 Majavanpato Heikinlamminpuron alaosissa Venejoen vesistöalueella 3.7.2019.
- Kuva 43 Jukka Oinonen viettämässä taukoa virtavesikunnostuskoulutuksen yhteydessä Lieksan Saarijoella vuonna 2018.

## Kuviot

- Kuvio 1 Saramojoen Roukkajankosken virtaamakeskiarvot vuosina 1974-2017 ja virtaamatilanne vuonna 2019, sekä seuranta-ajanjakson suurimmat ja pienimmät virtaamat.
- Kuvio 2 Rauanjoen virtaamakeskiarvo vuosina 1979-2017, virtaamatilanne vuonna 2019, sekä seuranta-ajanjakson suurimmat ja pienimmät virtaamat.
- Kuvio 3 Rauanjoen virtaamatilanne vuonna 2019, virtaamakeskiarvo vuosina 1979-2017, sekä tarkastelujakson suurimmat ja pienimmät virtaamat.
- Kuvio 4 Patokartoitushankkeessa kartoitetut vesistörakenteet.
- Kuvio 5 Patokartoitushankkeessa kartoitettujen vesistörakenteiden nykytila.
- Kuvio 6 Saramojoen, Venejoen ja Kiskonjoen vesistöalueilla kartoitettujen vesistörakenteiden vaellusesteellisyys.

## Taulukot

- Taulukko 1 Saramojoen Roukkajankosken virtaamatilanne (m<sup>3</sup>/s) patokartoitushankkeen maastopäivinä vuonna 2019, seuranta-ajanjakson (1974-2017) virtaamakeskiarvot, sekä pienimmät ja suurimmat virtaamat.
- Taulukko 2 Rauanjoen virtaamatilanne (m<sup>3</sup>/s) patokartoitushankkeen maastopäivinä vuonna 2019, seuranta-ajanjakson (1979-2017) virtaamakeskiarvot, sekä pienimmät ja suurimmat virtaamat.
- Taulukko 3 Rauanjoen virtaamatilanne (m<sup>3</sup>/s) patokartoitushankkeen maastopäivinä vuonna 2019, seuranta-ajanjakson (1979-2017) virtaamakeskiarvo, sekä pienin ja suurin virtaama.
- Taulukko 4 Saramojoen vesistöalueen vaellusesteellisten vesistörakenteiden tiedot.
- Taulukko 5 Rakenteen Siltapuro 1 tiedot 13.6.2019.
- Taulukko 6 Rakenteen Siltapuro 2 tiedot 13.6.2019.
- Taulukko 7 Rakenteen Siltapuro 3 tiedot 13.6.2019.
- Taulukko 8 Rakenteen Siltapuro 4 tiedot 13.6.2019.
- Taulukko 9 Venejoen vesistöalueen vaellusesteellisten rakenteiden tiedot.
- Taulukko 10 Kiskonjoen vesistöalueen vaellusesteellisten rakenteiden tiedot.

## Liitteet

- Liite 1 Patorakenteiden arviointilomake.
- Liite 2 Silta- ja rumpurakenteiden arviointilomake.
- Liite 3 Patokartoitushankkeessa käytetty tutkimusvälineistö.
- Liite 4 Kartoitetut vesistörakenteet.

## Keskeisiä käsitteitä

**Alivirtaamalla (NQ)** tarkoitetaan vuoden aikana uomassa mitattua pienintä virtaama-arvoa.

**Biologinen tila** kattaa ekologisessa tilaluokittelussa vesimuodostuman kalat, pohjaeläimet, vesikasvit, kasviplanktonin ja piilevät (Suomen ympäristökeskus 2019).

**Ekologisen tilan luokka** kertoo, kuinka paljon ihmistoiminta on muuttanut vesistön tilaa sen luonnontilasta. Ekologinen tila muodostuu vesistön biologisista, fyysikaalis-kemiallisista ja hydrologis-morfologisista ominaisuuksista. (Suomen ympäristökeskus 2019.)

**Fysikaalis-kemiallinen tila** kattaa ekologisessa tilaluokittelussa veden laatutekijät (kokonaisfosfori ja -typpi, pH, sekä näkösyvyys) (Suomen ympäristökeskus 2019).

**Hydrologis-morfologinen tila** kattaa ekologisessa tilaluokittelussa mm. vaellusesteet ja keskimääräisen talvialeneman (Suomen ympäristökeskus 2019).

**Keskivirtaamalla (MQ)** tarkoitetaan seuranta-ajanjakson virtaamien keskiarvoa.

**Kokonaisfosforilla (kok. P)** tarkoitetaan vedessä olevan fosforin kokonaismäärää. Se on kokonaistypen ohella toinen vesistöjen pääravinteista.

**Kokonaistypellä (kok. N)** tarkoitetaan vedessä olevan typen kokonaismäärää. Se on kokonaisfosforin ohella toinen vesistöjen pääravinteista.

**Kutupesällä** tarkoitetaan vaelluskalojen kohdalla naaraan pohjasoraan kaivamaa kuoppaa, jonne se laskee mätimunansa koiraan hedelmöitettäväksi.

**Lisääntymisalueella** tarkoitetaan vaelluskalojen kohdalla yleisesti virtaavan veden alueita.

**Luonnonmukaisella kalatiellä** tarkoitetaan luonnon uomaan mukailevaa kalatietä. Ne rakennetaan usein luonnonkivistä ja niihin voidaan tehdä erilaisia virtavesielinympäristöjä, kuten kutualueita. Luonnonmukainen kalatie soveltuu useimmiten kaikille kalalajeille ja niiden monimuotoisuus on teknistä kalatietä suurempi. (Suomen ympäristökeskus 2016.)

**pH:lla** tarkoitetaan veden happamuutta. Neutraali arvo on pH 7. Tätä pienemmät arvot ovat happamia ja suuremmat emäksisiä. pH on oksoniumionikonsentraation kymmenkantaisen logaritmin vastaluku.

**Pohjapadolla** tarkoitetaan vesistörakennetta, jolla voidaan mm. nostaa uoman vedenkorkeutta, hidastaa virtaamaa ja pidättää vedessä virtaavaa kiintoainesta (Suomen ympäristökeskus 2020).



**Putkisillalla** tarkoitetaan uomassa olevaa rumpurakennetta, jonka halkaisija on yli 2 metriä (Eloranta 2010).

**Smoltilla** tarkoitetaan lohien tai taimenen vaeltavaa poikasta (Luonnonvarakeskus 2016).

**Syönnösalueella** tarkoitetaan aluetta, jonne kalat vaeltavat kasvamaan kutaajankohtiensa välillä (Luonnonvarakeskus 2016).

**Sähkökoekalastuksella** tarkoitetaan matalassa virtavedessä tai rantavedessä tapahtuvaa koekalastusmenetelmää, jossa kalat tainnutetaan tasavirralla kalastotutkimusta varten. Kalat vapautetaan tutkimuksen jälkeen takaisin vesistöön. (Luonnonvarakeskus 2016.)

**Säännöstelypadolla** tarkoitetaan patorakennetta, jolla voidaan säädellä vedenkorkeutta ja virtaamaa.

**Teknisellä kalatiellä** tarkoitetaan kalatietä, joka on useimmiten rakennettu ”ei luonnon -materiaaleista”, kuten betonista. Tekninen kalatie vie yleensä luonnonmukaista kalatietä vähemmän tilaa ja sen nousukaltevuus on suurempi. Teknisen kalatien toimivuus voi olla luonnonmukaista huonompi ja kustannukset voivat olla huomattavasti korkeammat.

**Uittotammella** tarkoitetaan uittotoiminnassa käytettävää uittopatoa, jotka sijaitsevat pääsääntöisesti pienemmissä uomissa.

**Vaellusesteellä** tarkoitetaan yleensä vesiuomassa olevaa rakennetta, joka vaikeuttaa tai estää kalojen tai muiden vesistöä käyttävien eläinlajien ohivaelluksen. Esteitä voivat olla niin ihmisen rakentamat, kuin luonnonmukaiset esteet. Esteellisyys voi muodostua sekä ylä-, että alavirtaan kuljettaessa.

**Vaelluskalalla** tarkoitetaan lajia, joka syntyy virtavesissä, viettää kasvuvaiheensa järvessä tai meressä ja palaa synnyinjokeensa lisääntymään (Maa- ja metsätalousministeriö 2020).

**Valuma-alueella** tarkoitetaan sitä maantieteellistä maa-aluetta, jolta vesimuodostuma (esim. joki tai järvi) kerää vetensä.

**Vesistöalueella** tarkoitetaan sitä maantieteellistä aluetta, johon kuuluvat vesimuodostumat valuma-alueineen.

**Virtaamalla (Q)** tarkoitetaan vesitilavuuden siirtymistä kuvitteellisen pinnan ohi tietyssä aikayksikössä. Hydrologiassa eli vesitieteissä yleisinä yksikköinä käytetään m<sup>3</sup>/s (kuutiometriä sekunnissa) ja l/s (litraa sekunnissa).

**Ylitysrakenteella** tarkoitetaan ensisijaisesti vesistöissä olevia silta- ja rumpurakenteita.

**Ylivirtaamalla (HQ)** tarkoitetaan vuoden aikana uomassa mitattua suurinta virtaama-arvoa.

## 1 Johdanto

Suomen joki- ja purouomia on muokattu voimakkaasti ihmistoiminnan tarpeisiin viimeisten satojen vuosien aikana. Nämä ihmisen toimintaa ja taloutta kohentaneet muutokset ovat kuitenkin heikentäneet merkittävästi vaelluskalakantojemme tilaa. Merkittävimpinä tekijöinä voidaan pitää metsä- ja voimatalouden tarpeisiin tehtyjä vesistömuokkauksia. Valtaosa Suomen joki- ja purouomista on perattu uittotoimintaan soveltuvaksi, jonka seurauksena vaelluskalojen lisääntymisalueet ovat lähes tuhoutuneet. Valuma-alueiden ojittaminen metsätalouden tarpeisiin on heikentänyt vedenlaatua niin lisääntymis- kuin syönnösalueilla. Lisäksi uomien patoaminen uittotoiminnan ja voimatalouden tarpeisiin on hankaloittanut vaelluskalojen luontaista elinkiertoa syönnös- ja lisääntymisalueiden välillä.

Muun muassa edellä mainituista syistä vaelluskalakannat ovat heikentyneet Suomen virtavesissä merkittävästi. Vaelluskaloistamme meritaimen ja järvilohi on luokiteltu äärimmäisen uhanalaisiksi lajeiksi. Perämeren lohi, ankerias, vaellussiika ja taimenen sisävesikannat napapiirin eteläpuolella ovat sen sijaan erittäin uhanalaisia. (Maa- ja metsätalousministeriö 2020.) Tästä syystä Suomessa on viime vuosikymmeninä ryhdytty laajamittaisiin toimiin vaelluskalojen elinolosuhteiden kohentamiseksi ja kantojen elvyttämiseksi. Muun muassa kalastuslainsäädäntöä on muokattu vaelluskaloihin kohdistunutta kovaa kalastuspainetta vähentäväksi, sekä kantoja on pyritty vahvistamaan elvytysistutuksien, petokalapyynnin ja kalasiirtojen avulla. Lisäksi lisääntymis- ja pienpoikasalueita on kunnostettu ja valuma-alueilta uomiin tulevaa kuormitusta on saatu vähennettyä valuma-aluekunnostuksin. Yksi merkittävä toimi on myös turhien patojen ja muiden vaellusesteiden kartoittaminen ja poistaminen jokijatkumossa.

Tämä opinnäytetyö pohjautuu ensisijaisesti kohdealueilla olevien vaellusesteellisten vesistörakenteiden kartoitukseen ja kunnostusmahdollisuuksien arviointiin. Rakenteiden vaellusesteellisyyttä tarkastellaan ensisijaisesti kohdevesistöissä elävän uhanalaisen järvitaimenen näkökulmasta.

## 2 Järvitaimenen elinkierto ja uhanalaisuus

### 2.1 Vaelluskäyttäytyminen

Taimenella *Salmo Trutta* on useita ekologisia muotoja, joista Suomen sisävesissä elää vaeltava järvitaimen *S. trutta m. lacustris* ja paikallinen purotaimen *Salmo trutta f. fario*. Paikallista purotaimenta kutsutaan myös tammukaksi. Samojen taimenkantojen yksilöt saattavat lähteä syönnösvaellukselle järvialtaisiin tai jäädä paikallisiksi yksilöksi virtavesiin. Tätä käyttäytymistä säätelevät merkittävästi perinnölliset tekijät, mutta myös saatavilla oleva ravinto. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.)

Erään arvion mukaan paikallisten yksilöiden voidaan katsoa turvaavan taimenkannan säilyminen, mikäli vaeltaville yksilöille tapahtuu jotain syönnösvaelluksen aikana (Syrjänen & Kivinen 2018). Paikalliset yksilöt jäävät useimmiten pienikokoisemmiksi, kuin vaeltavat taimenet (Pohjois-Savon ELY-keskus & Järvi-Suomen kalatalouspalvelut 2020).

Järvitaimen lisääntyy virta- ja koskialueilla, mutta esimerkiksi järvilohesta poiketen se voi lisääntyä myös pienemmissä puroissa ja ojissa. Taimen voi lähteä syönnösvaellukselle sekä ylä- että alavirtaan päin, joskin ylävirtaan vaeltavat yksilöt ovat harvinaisempia. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.)

Järvitaimen kutee virtavesien sorapohjalle syys-marraskuussa (Pohjois-Savon ELY-keskus & Järvi-Suomen kalatalouspalvelut 2020). Naaras kaivaa soraan ns. kutupesän, johon se laskee mätimunansa. Koiras hedelmöittää mätimunat, minkä jälkeen naaras peittelee ne sorapatjan alle. Mätimunat tarvitsevat kehittyäkseen runsaasti happea, joten naaras tekee kutupesän useimmiten virtaussuuntaan katsottuna nousevaan rinteeseen ja kiihtyvään virtaukseen. Tällöin virtaava vesi kulkee sorapatjan läpi samalla hapettaen mätimunia.

Parhaita kutupaikkoja ovat kosken niskat tai muuten kuristuvat virtaukset. Mätimunat kehittyvät sorapatjan alla talven yli, ja poikaset kuoriutuvat seuraavana

keväänä. (Syrjänen & Kivinen 2018.) Poikaset viettävät ensimmäiset elinvuotensa synnyinjoessaan. Taimenen poikaset vaativat loheen verrattuna enemmän suojapaikkoja, joita jokialueilla luovat mm. kivet, vesi- ja rantakasvillisuus, liekopuut ja rantapenkat (kuva 1). (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.)



Kuva 1. Ala-Koitajoen Hiiskoskelle vuoden 2019 talkookunnostuksissa tehty pienpoikashabitaatti (Kuva: Teppo Linjama).

2–5 vuoden kuluttua, vaeltavat poikaset eli smoltit parveutuvat ja lähtevät syönösvaellukselle järvialtaisiin. Tällöin taimenen pituus on noin 18–25 cm. Syönösvaellus tapahtuu yleensä alkukesästä. (Pohjois-Savon ELY-keskus & Järvi-

Suomen kalatalouspalvelut 2020.) Järvitaimen on sukulaislajiaan lohta paikallisempi kala, joten taimenen syönnösvaellukset eivät välttämättä ole kovinkaan pitkiä (Pohjois-Savon ELY-keskus & Järvi-Suomen kalatalouspalvelut 2020). Järvitaimenen pääravintoa järviolueilla ovat muikut ja kuoreet. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018).

Naaras saavuttaa lisääntymiskypsyyden 5–7 vuotiaana ja koiras 2–4 vuotiaana. Lisääntymiskypsyyden saavutettuaan ja järviolueella kasvettuaan taimen vaeltaa kotijokeensa lisääntymään. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.) Vaellusta ohjaa mm. kotijoen ominaisuus. Nousuvaellus tapahtuu elokuun alusta jopa marraskuun puoliväliin (Raunio & Kirsi 2013). Vaellusajankohtaan voi vaikuttaa mm. vuotuiset veden lämpötilavaihtelut. Tutkimusten mukaan emokala saattaa kutea jopa saman kiven juurelle useita kertoja elämänsä aikana (Syrjänen & Kivinen 2018). Järvi-Suomessa vaeltavien taimennaaraiden keskikoko on kutuaikaan yli 60 cm. Taimennaaras voi kutea useita kertoja elämässään, mutta yleensä se pitää vuoden tai kaksi taukoa ennen seuraavaa kutua. Koiraat pystyvät kutemaan peräkkäisinä vuosina. Kevätkutuisiin kaloihin verrattuna taimennaaras tuottaa kokonsa nähden niukasti mätimunua. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.)

## **2.2 Elinolosuhteita heikentävät tekijät**

Järvitaimen on luokiteltu ns. Punaisessa kirjassa erittäin uhanalaiseksi eläinlajiksi napapiirin eteläpuolisessa Suomessa. Paljon muun muassa mediahuomiota saanut saimaannorppa on nykyisellään luokiteltu samaan uhanalaisuusluokkaan järvitaimenen kanssa. (Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus 2019.) Järvitaimenen uhanalaisuus on seurausta monesta eri tekijästä. Merkittävimminä tekijöinä voidaan pitää vesistöarakentamista, vedenlaadun heikkenemistä sekä erityisesti nuorempiin yksilöihin kohdistunutta ylikalastusta. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.)

Vesistöihin ja valuma-alueille kohdistuneet vaelluskalojen elinolosuhteita heikentäneet toimenpiteet ovat seurausta varsinkin sotien jälkeen voimistuneesta

metsä- ja voimataloudesta. Metsän kasvun parantamiseksi valuma-alueiden metsämaita pyrittiin kuivattamaan hyvin laajamittaisilla ojitustoimilla. Erään arvion mukaan jopa kolmasosa maailman metsänkuivatusojista sijaitsee Suomessa (Syrjänen & Kivinen 2018). Metsäojitukset ovat heikentäneet merkittävästi Suomen virtavesien ja järvi-altaiden vedenlaatua. Koska vesiensuojeluteknisiä rakenteita ei vielä tuolloin ollut kehitetty, metsäalueilta tulevat happamat, humuspitoiset ja ravinteikkaat vedet johdettiin puhdistamattomina vesistöihin. (Tossavainen 2018.) Varsinkin vesistöjen happamuus on ollut merkittävä vedenlaadullinen vaelluskalojen elinympäristöjä heikentävä tekijä.

Valtaosa Suomen joki- ja puroomista on perattu uittotoimintaa varten. Puiden sujuvan kulun turvaamiseksi pääosa kivistä ja liekopuista pyrittiin poistamaan jokiuomista. (Syrjänen & Kivinen 2018.) Lisäksi monia meanderoivia eli voimakkaasti mutkittelevia jokiosuuksia oikaistiin uittomatkan lyhentämiseksi ja uiton sujuvoittamiseksi (Tossavainen 2018). Nämä toimet yhdessä ovat heikentäneet vaelluskalojen lisääntymisalueiden monimuotoisuutta.

Jokiuomat ovat perkausten jäljiltä usein kapeita, syviä ja rännimäisiä, eikä niissä ole juuri lainkaan vaelluskalojen kaipaamia virtaamaeroja. Poikasten suojapaikat puuttuvat peratuista uomista lähes kokonaan, eikä ravintoa ja suojaa tarjoavaa kasvillisuutta välttämättä ole riittävästi. Lisäksi myöskään nouseville emokaloille ei ole juurikaan suurempien kivien tarjoamia lepo- ja kutupaikkoja. Kova virtausnopeus on myös voinut huuhtoa taimenen vaatiman kutusoran pois parhailta lisääntymispaikoilta jokien suvantoalueille. Valuma-alueelta tulevan kuormituksen takia kutualueet ovat myös voineet liettyä. (Syrjänen & Kivinen 2018.)

Yksi merkittävä tekijä vaelluskalakantojen heikkenemiseen on uomien patoaminen niin uitto- ja myllytoiminnan, kuin voimatalouden tarpeisiin. Uittotoiminnassa jokia padottiin uittopadoilla eli tammilla. Tammien yläpuolelle kerrytettiin vettä ja kun riittävä määrä puuta oli padon yläpuolella, tammen luukut avattiin ja puut vapautettiin pulssin omaisesti jokiuomaan kohti seuraavaa tammea. Myllytoiminnassa vettä padotettiin myllypadon yläpuolelle. Viljan jauhamisajan koittaessa patoluukut avattiin ja vesi johdettiin myllyn rattaille, jotka pyörittivät jauhinkiviä.

Lähes jokainen Suomen suurimmista joista, mutta myös pienempiä jokiuomia, on valjastettu voimatalouteen. Varsinkin pienemmillä laitosyksiköillä ei välttämättä ole ollut minkäänlaisia säännöstely- tai kalatalousvelvoitteita, jonka seurauksena vaelluskalojen nouseminen voimalaitospatojen ohi on ollut jopa täysin mahdollista. Lisäksi kalojen vapaa vaeltaminen on ollut haastavaa myös pienemmissä uitto- ja myllytoimintaan valjastetuissa uomissa. Patorakenteiden lisäksi myös mm. tienrakennuksen yhteydessä tehtävät ylitysrakenteet, etenkin rumpurakenteet, ovat hankaloittaneet merkittävästi taimenen vaellusta varsinkin pienemmissä uomissa. Rumpurakenteiden vaikutuksesta taimenen vaellukseen kerrotaan tarkemmin luvussa 8.

Jokien patoaminen voi hankaloittaa vaelluskalojen liikkumista niin ylä-, kuin alavirtaankin päin. Patoaminen voi estää vaelluskalojen vaeltamisen koskialueilta parhaille syönnösalueilleen, minkä seurauksena ne joutuvat jäämään syönnökselle jokien välialtaisiin. Patoaminen voi myös estää vaelluskalojen nousemisen niiden kotijoen lisääntymisalueille, jolloin kalat joutuvat kutemaan epäedullisemmille alueille patojen alapuolella. (Syrjänen & Kivinen 2018.) Karkean arvion mukaan kohteella, missä taimen ei pääse esimerkiksi patorakenteen takia vaeltamaan syönnösalueelleen, voi kestää arviolta kymmenen sukupolvea, minkä jälkeen paikalliset yksilöt muuttuvat dominoiviksi taimenpopulaatiossa (Kivinen 2019).

Rakentamattomissa vesistöissä luonnonvaraiset taimenkannat lähes katosivat lisääntyneen kalastuspaineen seurauksena. Merkittävin tekijä oli aluksi nailonverkkojen käyttöönotto, mutta myöhemmin myös lisääntynyt vetouistelu ja koski-kalastus sekä ammattimaisen pyyntitekniikan kehittyminen. Luontaisen taimenkannan vähittäiseen häviämiseen ei edes aluksi osattu kiinnittää huomiota, koska kalanviljely ja istutukset pitivät yllä kalastettavan taimenkannan. Taimenen aiempi alamitta ei myöskään turvannut lisääntymiskoon saavuttamista. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.)

Alkuperäiset taimenkannat ovat saattaneet myös joutua kilpailemaan elinalueista istutettujen kalojen kanssa, ja istukkaat ovat saattaneet pahimmillaan jopa syr-

jäyttää alkuperäiset yksilöt. Lisäksi vieraslaji-istutukset ovat lisänneet järvitaimenen poikasiin kohdistunutta predaatiota eli petokalojen saalistusta. Predaatio ja elinaluekilpailu ovat lisääntyneet virkistyskalastuksen tarpeisiin koskialueille istutetun kirjolohen ja syönnösalueille yleisesti istutetun kuhan seurauksena.

### **2.3 Elinolosuhteita kohentavat toimenpiteet**

Valuma-alueilla harjoitettujen toimien, kuten metsä- ja maatalouden, vesistöihin aiheuttamaa kuormitusta on pyritty vähentämään monenlaisin toimenpitein. Lannoitteiden käyttöä on vähennetty sekä metsä-, että maataloudessa. Lisäksi suoraan vesistöihin johdettuja metsä- ja pelto-ojia on tukittu, sekä ojiin ja valuma-alueille on tehty vesiensuojeluteknisiä rakenteita. Rakenteina metsäojitusalueilla on käytetty muun muassa kosteikkoja, pintavalutuskenttiä ja laskeutusaltaita. Lisäksi ojiin on tehty pohjapatoja, lietekuoppia, sekä kaivu-, ja perkauskatkoja. (Tossavainen 2018.)

Kosteikolla tarkoitetaan yleensä laajaa ja matalahkoa kaivettua allasta, jonka tarkoituksena on vähentää vedessä olevia ravinteita ja kiintoainesta (kuva 2). Kosteikossa olevat makrofytyt eli suuret vesikasvit käyttävät hyödykseen vedessä olevia ravinteita, kuten typpeä ja fosforia. Lisäksi vedessä elävät mikrobit muuttavat liukoisia typen muotoja nitrifikaatio- ja denitrifikaatioprosessien kautta typrikaasuksi, joka vapautuu ilmakehään. Muun muassa Karelia-ammattikorkeakoulun tekemissä kenttätutkimuksissa kosteikkojen on myös havaittu neutraloivan veden happamuutta. (Tossavainen 2018.)





Kuva 2. Vehkasuonkosteikko Jukajoen vesistöalueella (Kuva: Jukka Oinonen).

Pintavalutuskenttien avulla pyritään vähentämään vedessä olevia liukoisia ravinteita sekä kiintoainesta. Kenttä pyritään yleensä rakentamaan kevyesti viettävään maahan, ja sen pinta-alan tulisi olla vähintään 1–2 % yläpuolisen valuma-alueen pinta-alasta. Paras maalaji on turveperäinen maa, joka suodattaa tehokkaasti vedessä olevia ravinteita ja kiintoainesta. Turveperäinen maa voi tosin lisätä pintavaluntana kulkevan veden happamuutta ja humuspitoisuutta. Ojiin tehtävät kaivu- ja perkauskatkot toimivat kosteikon tapaan pienimuotoisina ravinteiden ja kiintoaineksen pidättäjinä. (Tossavainen 2018.)

Laskeutusaltaiden ja lietekuoppien tarkoituksena on vähentää veden mukana kulkevaa kiintoainesta. Molempien rakenteiden ansiosta uomassa kulkevan veden virtausnopeus hidastuu ja kiintoaines laskeutuu painovoiman vaikutuksesta altaan pohjalle. Laskeutusallas on yleensä lietekuoppaa hieman suurempi ja syvempi allas. Laskeutusaltaiden yhteyteen rakennetaan myös usein pohjakynnyksiä, jotka pidättävät veden mukana kulkeutuvaa kiintoainesta. Lietekuopat ovat suoja-alueiden ohella myös yksi keino vähentää maataloudesta koituvaa vesistökuormitusta. Valuma-alueille tehtävät erityyppiset vesiensuojelutekniset rakenteet usein konstruoidaan ketjumaisesti koko ojitusalueelle, jolloin ravinteiden ja kiintoaineksen pidättämistä voidaan tehostaa. (Tossavainen 2018.)

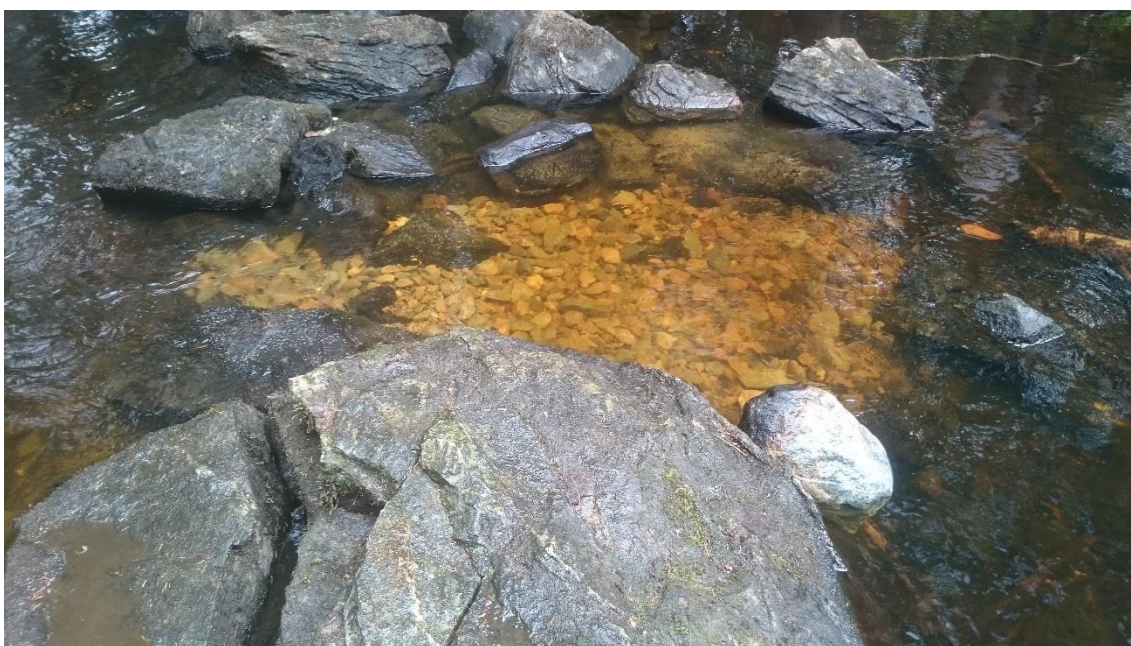
Kun valuma-alueelta uomiin laskevan vedenlaatu on saatu kohennettua vaelluskalojen elinolosuhteille sopivaksi, kannattaa uomissa aloittaa kalataloudelliset kunnostukset. Virtavesikunnostuksissa uoman tila pyritään saamaan samalle tasolle, kuin se on ollut ennen uittoperkauksia. Merkittävimpana tekijänä voidaan pitää koskipinta-alan kasvattamista. Taimen on reviirikala, joka tarvitsee omaa tilaa lisääntyäkseen. Koskialaa voidaan kasvattaa esimerkiksi uomaa leventämällä, sivu-uomia vesittämällä sekä jatkamalla koskipituutta. Lisäksi uoman virtausoloja tulee monimuotoistaa. Tämä onnistuu muun muassa siirtämällä uittoperkuissa uoman varteen nostetut kivet takaisin koskeen ja lisäämällä uomaan liekopuita (kuva 3).

Isoimmat kivet voivat toimia emokalojen lepokivinä ja ns. ankkurikivinä kutusoraikkojen etupuolella. Pinnan yläpuolelle ulottuvat kivet myös hapettavat uomassa virtaavaa vettä. Halkaisijaltaan nyrkin kokoisesta pään kokoiseen olevat kivet soveltuvat parhaiten pienpoikasalueille, jotka tehdään matalampaan ja hidasvirtaisempaan uoman osaan kutusorakoiden välittömään läheisyyteen. Pienpoikasalueille kannattaa myös lisätä liekopuita, joiden pinnalle kertyy ajan myötä poikasten tarvitsemaa ravintoa. Puut tarjoavat kivien tapaan myös suojapaikkoja pienpoikasille. Lisäksi uomiin kannattaa lisätä kutusoraa, mikäli sitä ei ole koskessa riittävästi tai se puuttuu kokonaan. Kutusorana käytetään yleensä 12-64 mm läpimitaltaan olevaa seulanperäkiveä (kuva 4). Läpimitta on yleensä hieman suurempi kuin harjussoralla, mutta pienempi kuin lohisoralla. (Syrjänen & Kivinen 2018.)

Kunnostustoimien jälkeen koskialue voi olla kasvillisuudeltaan karu, varsinkin jos kunnostus on tehty koneellisesti. Kasvillisuuden kasvua voidaan nopeuttaa muun muassa tekemällä ns. sammalkivisiirtoja kunnostamattomilta koskialueilta kunnostetuille alueille (kuva 5). Kunnostustoimien onnistumisesta on myös syytä tarkkailla myöhemmin esimerkiksi kutupesätarkkailuin ja sähkökoekalastuksin. Virtavesikunnostuksissa yleisenä ongelmana on tosin ollut rahoituksen järjestäminen alku- ja loppuseurantaan. (Syrjänen & Kivinen 2018.)



Kuva 3. Jouni Kivinen, Jukka Oinonen ja Henri Heiskanen vierittämässä uoman varteen nostettua perkuukiveä takaisin omaan Lieksan Saarijolla vuonna 2018 (Kuva: Ringa Luostarinen).



Kuva 4. Kuopion Palosenjoen talkookunnostusten yhteydessä vuonna 2019 tehty kutusoraikko (Kuva: Jukka Oinonen).



Kuva 5. Ala-Koitaon Hiiskoskeen tehtiin sammalkivisiirtoja talkookunnostusten yhteydessä vuonna 2019 (Kuva: Teppo Linjama).

Jokiuomissa olevat vaellusesteet on syytä pyrkiä kartoittamaan ja poistamaan jo ennen edellä mainittuja virtavesikunnostuksia tai viimeistään niiden yhteydessä. Tällöin saadaan turvattua vaelluskalojen vapaa vaeltaminen syönnösalueelta kunnostetuille koskialueille ja takaisin. Erilaisista patojen ja muiden vaellusesteiden kunnostustoimenpiteistä kerrotaan tarkemmin opinnäytetyön luvuissa 8 ja 10.

Vaelluskaloihin kohdistuneen kovan kalastuspaineen seurauksena kalastuslain säädäntöön on tehty paljon muutoksia. Muun muassa rasvaeväleikatun järvi- taimenen alamitta nostettiin 50 cm:iin. Lisäksi taimen on rauhoitettu joissa ja puroissa 1.9.-30.11. välisenä aikana. Alamitat ja rauhoitusajat astuivat voimaan 1.1.2016. (Maa- ja metsätalousministeriö 2020.) Uhanalaisille ja taantuneille kaloille asetettiin myös korvaushinnat, jotka tulivat voimaan 17.5.2019. Napapiirin eteläpuolisissa sisävesissä yli 25 cm pituisen rauhoitetun järvi- taimenen kalastaja joutuu maksamaan valtiolle korvauksia 2440 €/kala. Tätä pienemmillä yksilöillä korvaushinta on 10 % edellä mainitusta. (Finlex 2019.)

Näiden säädösten lisäksi paikallisilla ELY-keskuksilla on oikeus kalastuslain (379/2015) 53 §:n ja 54 §:n nojalla rajoittaa tai kieltää kalastus vesialueilla, joissa esimerkiksi esiintyy kalalaji tai -kanta, jonka elinvoimaisuus on heikentynyt tai vaarassa heikentyä. Oikeuksiin kuuluu muun muassa pyydysrajoitukset, kalastusajankohtaan ja -paikkaan perustuvat rajoitukset, sekä pituusrajoitukset. (Kalastuslaki 379/2015.) Lisäksi myös kalatalousalueilla on oikeus rajoittaa kalastusta omilla vesialueillaan. Kalastus tulee kuitenkin järjestää kalatalousalueen laatiman ja ELY-keskuksen hyväksymän käyttö- ja hoitosuunnitelman (KHS) mukaisesti. Käyttö- ja hoitosuunnitelmat astuvat voimaan 2020-luvun alusta. Vesialueiden omistajat eli osakaskunnat vastaavat kalastuslain mukaisesti kalakan-  
tojen hoidosta ja hyödyntämisestä omilla vesialueillaan. (Pohjois-Savon ELY-keskus 2018.) Vuonna 2016 voimaan tulleen kalastuslain myötä vanhat kalastus-  
alueet lopettivat toimintansa ja tilalle perustettiin 118 kalatalousaluetta, jotka aloit-  
tivat toimintansa vuoden 2019 alusta (Kalatalouden keskusliitto 2020).

Vieraslaji-istutuksia on pyritty vähentämään niin koskialueilla kuin järvioltaissa. Ongelmaksi monella kalatalousalueella on kuitenkin muodostunut virkistyskalas-  
tuksen tarpeiden ja uhanalaisten kalalajien elinolosuhteiden turvaamisen yhteen-  
sovittaminen. Esimerkiksi kirjolohi-istutusten vähentäminen tai niistä kokonaan  
luopuminen voi olla haastavaa alueilla, joissa kirjolohen kalastuksesta aiheutuva  
retkeily on tärkeimpiä tulonlähteitä paikallisille matkailuyrittäjille (Turunen 2019).  
Istutuksista aiheutuvan elinaluekilpailun ja predaation ohella myös luonnon peto-  
kalojen aiheuttamaa predaatiota on pyritty pienentämään petokalapyynnein, jotka  
kohdistetaan yleensä koskien välialtaisiin. Pohjois-Karjalassa petokalapyyntiä on  
toteutettu muun muassa Ala-Koitajoen koskialueiden välialtaissa (Rouvinen  
2019).

Järvitaimenkantoja on pyritty ylläpitämään kalanviljelyn ja istutusten avulla. Esi-  
merkiksi syksyllä nousevat järvitaimenen ja -lohen emokalat pyydetään Pohjois-  
Karjalassa Kuurnan ja Lieksankosken voimalaitospatojen alapuolelta (kuva 6).  
Osa emokaloista siirretään autokyydillä patojen yläpuolisille lisääntymisalueille,  
mutta osa niistä viedään kalanviljelylaitoksiin. (Turunen 2016.)

Kalanviljelylaitoksissa emokalat lypsetään, minkä jälkeen osa mädistä pakataan mätirasioihin ja istutetaan koskialueille. Osa mädistä sen sijaan jää laitokselle ja niistä kasvatetaan poikasia kasvatuslaitosten altaissa. Kun poikaset ovat kasva-  
neet, ne siirretään yleensä 1–2 vuoden ikäisinä luonnon vesistöihin. Ennen luon-  
toon laskemista laitoksessa kasvatetun kalan rasvaevä leikataan useimmiten  
pois. Tämä toimii merkinä viljellyn ja luontaisen kalan välillä. Nykylainsäädännön  
mukaan napapiirin eteläpuolisessa Suomessa ainoastaan laitokasvatettuja ja  
rasvaeväleikattuja järvilohia ja -taimenia saa pyytää ruokakalaksi (Maa- ja met-  
sätalousministeriö 2020).



Kuva 6. Luonnonvarakeskuksen toteuttamasta emokalapyynnistä lokakuussa 2019 saatu järvitaimenkoiras. Kyseinen yksilö pyydettiin Kuurnan voimalaitoksen alta (Kuva: Henri Heiskanen).

Mätirasiaistutuksia pidetään tuottoisempina kuin poikasistutuksia, koska mätirasioista kuoriutuvat kalat käyvät läpi ns. luonnonvalinnan ja parhaat yksilöt kehittyvät pienpoikasiksi. Nämä luonnon virtavesissä syntyneet poikaset ovat myös usein virkeämpiä ja osaavat varoa muun muassa petokalojen saaliiksi joutumista. Syy miksi poikasia kasvatetaan myös kasvatuslaitoksissa on se, että mikäli mätirasioissa olevalle mädille tai ns. luonnonmädille tapahtuu jotain koskialueella, ei vuoden koko poikastuotantoa menetetä. Syinä virtavesissä olevan mädin tuhoutumiseen voivat olla esimerkiksi vedenlaadun äkillinen heikkeneminen tai virtaolosuhteiden rajut muutokset. (Luonnonvarakeskus 2018.)

Laitoksessa kasvatettujen kalojen vaarana ovat sen sijaan laitoksilla ajoittain esiintyvät tautiepidemiat ja vesihome (Luonnonvarakeskus 2019). Koska kasvatustiheydet ovat altaissa suuria, voi vesihome pahimmillaan tappa kaikki samassa altaassa olevat poikaset. Poikasten elinvoimaisuutta ja myös vastuskykyä erilaisia tauteja vastaan on pyritty lisäämään kalankasvatustiluksilla ns. virikekasvatustiluksien avulla. Menetelmässä muun muassa kasvatustiluksien veden virtausolosuhteita säädellään mukaillen luonnon olosuhteita. (Luonnonvarakeskus 2018.)

Vaikka istutustoimenpiteet ovat välttämättömiä uhanalaisten vaelluskalakantojen ylläpitämiseksi, on istutuksia kuitenkin pyritty vähentämään muun muassa kansallisen kalatieratratian päätavoitteiden mukaisesti. Vuonna 2011 valmistuneen kalatieratratian toiminta-ajatuksena on painopisteen siirtäminen istutuksista kalojen luontaisen lisääntymiskierron ylläpitämiseen ja palauttamiseen, muun muassa kalatieratkaisujen, virtavesikunnostusten ja uomien vesittämissä avulla. (Valtioneuvosto 2012.)

Niin Pohjois-Karjalan alueella kuin muuallakin Suomessa emokalapyyntien ongelmana on ollut syönnökseltä nousevien emokalojen ja varsinkin naaraiden vähäinen määrä. Vuonna 2015 siirrettiin ensimmäiset järvitaimenet emokalat Lieksankosken ja Kuurnan voimalaitosten alta Lieksassa sijaitsevan Ruunaan kunnostetuille koskialueille. Emokaloja saatiin yhteensä vain 16 kpl, joista puolet saatiin Kuurnan voimalaitoksen alapuolelta Pielisjoesta ja puolet Lieksankosken voimalaitosten alapuolelta Lieksanjoesta. Emokaloista naaraita oli ainoastaan kolme kappaletta, joka ei ole läheskään riittävä määrä populaation geneettisen monimuotoisuuden ylläpitämiseen. Naaraiden vähäinen määrä ei sinänsä vaikuta saatavien yksilöiden määrään, koska yksi naaras voi saada laitosolosuhteissa jopa tuhansia poikasia. Ongelma on kannan monimuotoisuuden säilyttäminen, koska populaation jatkuminen on muutaman emokalan varassa. (Piironen 2015.)

Koska Lieksankosken ja Kuurnan voimalaitospatojen alapuolelta pyydettyjen emokalojen määrät ovat ainakin toistaiseksi olleet vielä hyvin pieniä, ei suurten kustannusten takia voimalaitospatojen yhteyteen ole rakennettu kalateitä. Jos nousevien emokalojen määrää saataisiin lisättyä esimerkiksi muutamiin satoihin

yksilöihin, tulisi kalateiden rakentaminen ja autokuljetuksista luopuminen mahdollisesti ajankohtaiseksi. (Piironen 2015.)

Populaatioiden geneettisen monimuotoisuuden lisäämiseksi eri taimen- ja lohikantoja on pyritty risteyttämään keskenään laitosolosuhteissa. Esimerkiksi Saimaan järvilohka on pyritty risteyttämään Kymijoen elävän ns. Nevan lohien kanssa. Nevan lohi on Laatokan järvilohien ohella Saimaan järvilohien lähin sukulainen. (Elinvoimainen järvilohi ry 2019.) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on myös selvittänyt laitosolosuhteissa kasvatettujen lijojen meritaimenten ja lijojen latvaosissa eläneiden Ohtajan purotaimien risteytysmahdollisuuksia. Lijoen meritaimen on hävinnyt luonnosta ja sen kantaa ylläpidetään laitosolosuhteissa. Hybridisaatiolla eli kahden kannan risteytyksellä selvitettiin taimenen elossa säilyvyyttä munavaiheessa. (Lautala 2003.)

Lohikantojen risteytystutkimuksissa on saatu positiivisia tuloksia ja hybridejä tullaan jopa istuttamaan keväällä 2020 luonnon vesiin. (Elinvoimainen järvilohi ry 2019). Sen sijaan taimenten hybridimunien elossa säilyvyys oli Riista- ja kalatalouden tutkimuskeskuksen tekemässä tutkimuksessa heikkoa. Syynä heikkoon tulokseen saattoi olla käytettyjen villikantojen liian suuri geneettinen yksipuolisuus. (Lautala 2003.)

#### **2.4 Määrärahat elinolosuhteiden kohentamiseksi**

Vaelluskalojen elinolosuhteiden kohentamiseksi on asetettu määrärahoja, niin Euroopan Unionin, kuin valtion tasolta. Sipilän hallituksen ”Vaeltavien ja uhanalaisten kalakantojen elvyttäminen” -kärkihankkeesta kohdennettiin vuosien 2016–2018 aikana yhteensä 9,25 milj. euroa vaelluskalakantoja elvyttäviin toimenpiteisiin. Tästä summasta osa ohjattiin myös kalateiden rakentamiseen. (Vaikuta Vesiin 2019.) Muun muassa Lieksanjoella voimalaitospatojen ohi tehtävät emokalojen ylisiirrot kuuluvat osin valtion rahoittamaan kärkihanketoimintaan (Turunen 2016).



Marinin hallitusohjelmassa vuodelle 2020 kalankulkua helpottaviin toimenpiteisiin on suunniteltu jaettavaksi 6 milj. euroa. Kalateiden suunnittelua on rahoitettu myös maa- ja metsätalousministeriön momentilla ”Vesi- ja kalataloushankkeiden tukeminen 30.40.31”. (Vaikuta Vesiin 2019, 26.) Vesi- ja kalataloushankkeisiin on asetettu momentin mukaan määrärahoja yhteensä noin 11,1 milj. euroa (Vesilaitosyhdistys 2019).

Myös vesilaissa (587/2011) määritettyjä kalatalousmaksuja voidaan suunnata kalatiehankkeisiin, mikäli hanke on sisällytetty kalatalousmaksun käyttösuunnitelmaan. Kalatalousmaksut ovat kalastusta tai kalakantoja heikentävän toiminnan seurauksena kalatalousviranomaiselle maksettavia korvauksia. Maksu on vaihtoehto kalatalousvelvoitteelle, joka voi tarkoittaa esimerkiksi velvoiteistuksia tai kalatien rakentamista. (Vaikuta Vesiin 2019, 26–27.)

Lisäksi Euroopan aluekehitysvaroja (EAKR), sekä Euroopan Unionin hankerahoja voidaan ohjata kalatiehankkeisiin (Valtioneuvosto 2012). EU:n hankerahoitusta voidaan saada muun muassa meri- ja kalatalousrahaston (EKTR), sekä LIFE-hankkeen kautta. (Vaikuta Vesiin 2019, 26–27.)

Kalankulkua edistävät toimenpiteet voidaan toteuttaa myös luvan haltijoiden velvoitteina. Tällöin luvanhaltija vastaa hankkeen kustannuksista. Vapaaehtoisten kalatiehankkeiden rahoittajina ovat toimineet luvanhaltioiden lisäksi muun muassa valtio, kalastusalueet, kunnat ja yritykset. (Vaikuta Vesiin 2019, 26.)

### **3 Patokartoitushanke ja opinnäytetyön lähtökohdat**

Valtakunnallisen, maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman, patokartoitus-hankkeen tarkoituksena on kartoittaa vanhojen vesistöarakenteiden tilaa, kuntoa ja vaellusesteellisyyttä sekä lupatilannetta ja omistussuhteita. Lisäksi vesi- ja kalatalousviranomaiset sekä vesilainvalvojat saavat käyttöönsä kattavan aineiston

toiminta-alueidensa vesistö rakenteiden tilasta. Kartoitukset voivat tuoda lisätietoa niin vesien ekologisen tilan arviointiin, vesilainvalvontaan kuin kalataloudellisten kunnostuskohteiden määrittämiseen. (Muuri 2018, 1.)

Patokartoitushanke tukee osaltaan muun muassa kansallisen kalatiestrategian ja Euroopan Unionin vesipolitiikan puitteiden eli vesipuitteiden tavoitteita. Vuonna 2011 valmistuneen kalatiestrategian päämäärinä ovat uhanalaisten vaelluskalakantojen vahvistaminen ja luonnon monimuotoisuuden lisääminen, sekä kestävien kalastusmahdollisuuksien parantaminen. Tavoitteisiin pyritään muun muassa siirtämällä painopistettä istutuksista kalojen luontaisen lisääntymiskierroksen ylläpitämiseen ja palauttamiseen, esimerkiksi kalateitä rakentamalla. EU:n vuonna 2000 voimaan tulleen vesipuitteiden tavoitteet ovat lisänneet tarvetta parantaa vaelluskalojen luontaista elinkiertoa myös rakennetuissa vesistöissä. (Valtioneuvosto 2012.) ELY-keskusten on määrä toteuttaa patokartoitushanketta omilla toiminta-alueillaan.

Opinnäytetyössä käsitellään kesällä 2019 Pohjois-Karjalan ELY-keskuksessa toteutetun patokartoitushankkeen tuloksia. Opinnäytetyön laatija teki viimeiset Energia- ja ympäristötekniikan opintoihinsa liittyvät harjoittelut kyseisen hankkeen parissa. Opinnäytetyössä arvioidaan kohdealueilla olevien vesistö rakenteiden tilaa, kuntoa ja vaellusesteellisyyttä. Työssä pohditaan myös vaihtoehtoja rakenteiden kunnostus- ja poistomahdollisuuksista, sekä kunnostusten tekijöistä. Lisäksi arvioidaan kunnostustoimien kustannuksia ja luvanvaraisuutta. Patokartoitushankkeessa ei vielä toistaiseksi keskitytty rakenteiden lupatilanteiden ja omistussuhteiden tarkempaan selvitykseen. Tästä syystä näihin tekijöihin ei paneuduta tarkemmin myöskään opinnäytetyössä.

Kartoitettaviksi kohteiksi valittiin Pohjois-Karjalan alueelta Saramojoen, Venejoen ja Kiskonjoen vesistöalueet. Kohteiden valintaan vaikutti ensisijaisesti niiden kalataloudellinen merkittävyys. Saramojoen ja Venejoen vesistöalueet ovat uhanalaisen järvitaimenen elinalueita. Kiskonjoen vesistöalueella ei tiettävästi ole järvitaimenkantaa, mutta kohteen valintaan vaikutti alan toimijoiden kiinnostus kohteen kalataloudellisesta potentiaalista ja taimenen istuttamisesta alueelle.

Patokartoitushankkeessa tutkittiin vesistöalueilla sijaitsevia patorakenteita, kuten vanhoja uittotammia, sekä mylly- ja voimalaitospatoja. Kartoituksen oletuksena oli, että uittotammet olisi pääsääntöisesti purettu uittosäännön kumoamisen yhteydessä, mutta joitain patorakenteita on voinut tästä huolimatta jäädä jäljelle uomaan kalojen vaellusesteiksi. Hankkeen päätavoitteiden eli vanhojen patorakenteiden kartoituksen lisäksi tarkasteluun otettiin myös vesistöalueilla sijaitsevia rumpurakenteita. Tähän vaikutti se, että rumpurakenteiden tiedettiin aikaisempien tutkimusten valossa heikentävän merkittävästi vaelluskalojen ja muiden vesieläinten liikkumista.

Opinnäytetyössä rakenteiden vaellusesteellisyyttä tarkastellaan ensisijaisesti kohdealueilla elävän uhanalaisen järvitaimenen näkökulmasta. Lisäksi työssä tuodaan esille rakenteiden vaikutus myös muiden kalojen ja vesieläinten liikkumismahdollisuuksiin.

Opinnäytetyön päätarkoituksena on koota yhteen patokartoitushankkeessa kerätty aineisto ja tuoda esille vaihtoehtoja vaellusesteiden poistamiseksi. Rakenteiden kunnostustarpeellisuutta tarkasteltaessa huomioidaan muun muassa rakenteen sijainti ja vesistöjen ekologinen tila. Lisäksi otetaan huomioon alueilla tehdyt kalataloudelliset ja valuma-aluekunnostukset sekä koekalastusten tulokset.

#### **4 Vastaavia tutkimuksia ja hankkeita**

Pohjois-Karjalan ELY-keskuksessa toteutetun patokartoitushankkeen kaltaisia tutkimuksia on tehty myös muualla Suomessa. Etelä-Savon ELY-keskus toteutti vuosina 2018–2019 patokartoitushanketta omalla toiminta-alueellaan. Etelä-Savo toimi tuolloin samaisen maa- ja metsätalousministeriön rahoittaman hankkeen pilotointialueena. Pääosa hankkeen aikana tarkastelluista patorakenteista liittyi myllyjen, sahojen ja voimalaitosten toimintaan. Lisäksi mukana oli erilaisia säännöstely- ja pohjapatoja. Hankkeen aikana kartoitetuista 89:stä patorakenteesta 46 rakennetta muodosti merkittävän ja 11 rakennetta kulkua haittaavan

esteen vaelluskaloille. Sen sijaan vain 32 patorakennetta eli reilu kolmannes ei muodostanut lainkaan estettä. (Muuri 2018.)

Valtaosa rakenteista, jotka muodostivat merkittävän vaellusesteen, olivat jollain muotoa käytössä, eli niillä padotettiin tai säännösteltiin vettä. Lisäksi merkittäviä esteitä muodostui myös esimerkiksi vanhojen patojen raunioista. Käytössä olevat patorakenteet, jotka eivät muodostaneet vaellusestettä olivat kaikki ylisyöksypaatoja. Hankkeen aikana kartoitettiin myös potentiaalisia säännöstelypatokohteita, jotka olisivat omistajan suostumuksella mahdollista muuttaa pohjapadoiksi. Tällaisia rakenteita ilmeni 12 kpl. (Muuri 2018.)

Vuonna 2016 valmistui Suomen ensimmäinen maakunnanlaajuinen rumpurakennetutkimus, jossa kartoitettiin yli 2 000 ylitysrakennetta Keski-Suomen alueella. Kartoitukset toteutettiin vuosina 2005–2015. Ylitysrakenteista 85 % oli rumpuja eli halkaisijaltaan alle 2 m olevia rumpurakenteita. Vuosina 2013–2014 kartoituista 830 rummusta lähes 40 % muodosti pysyvän vaellusesteen. Tutkimuksen mukaan yleisimmät esteellisyyden aiheuttajat rumpurakenteissa olivat rummun alapään liian suuri putouskorkeus, liian kova virtausnopeus, veden mataluus, rakenteen pohjan sileys ja rakenteen suulla olevat esteet. Tutkimusraportti käsittelee mm. rumpurakenteiden aiheuttamaa laajaa ympäristöongelmaa, rakenteiden kunnostusmahdollisuuksia, sekä kunnostustoimenpiteisiin liittyviä säädöksiä ja ohjeistuksia. (Eloranta & Eloranta 2016.)

Metsähallitus ja Eräpalvelut Pohjanmaa toteuttivat vuosina 2016-2018 ”Esteet pois!” -hankkeen Iijoen vesistöalueella Pohjois-Suomessa. Hankkeen aikana kartoitettiin 628 ylitysrakennetta. Näistä rakenteista täydellisiä tai osittaisia vaellusesteitä oli 52 %. Hankkeen aikana kunnostettiin myös 35 vaellusesteellistä rakennetta, kehitettiin kunnostusmenetelmiä, sekä kunnostettiin puroja puuainesta lisäämällä. (Moilanen & Luhta 2018.) Kartoituksen tuloksista valmistui vuonna 2018 loppuraportti (Moilanen & Luhta 2018), opinnäytetyö (Kirkkomäki 2018) ja Pro gradu -tutkielma (Kocis 2018).

WWF on toteuttanut vuosina 2017–2019 ”Patokato”-hanketta ja vuonna 2019 käynnistynyttä ”Vauhtia vaellukseen” -hanketta. Nämä hankkeet keskittyivät ensisijaisesti vaellusesteellisten pato- ja rumpurakenteiden kartoitukseen ja kunnostukseen, sekä muihin käytännön toimenpiteisiin. (WWF 2020a & 2020b.) Kohteita on ollut myös Pohjois-Karjalan alueella.

Varsinaista vaellusestetutkimusta on tehty Suomessa kuitenkin vielä toistaiseksi vähän. Jyväskylän yliopistossa tutkittiin tierumpujen, risupatojen ja putousten aiheuttamaa vaellusesteellisyyttä sähkökalastuksen ja kalamerkintöjen avulla. Tutkimuksissa sähkökalastettiin eri pituisia taimenia oletettujen vaellusesteellisten rakenteiden yläpuolelta, kalat merkittiin ja siirrettiin rakenteen alapuolelle. Takaisinpyyntimenetelmällä selvitettiin pystyvätkö taimenet uimaan rakenteen ohi. Oleellista tutkimuksessa oli taimenen kotiutumiskäyttäytyminen, eli ominaisuus pyrkiä takaisin sinne mistä se on pyydetty. Takaisinpyyntien aikaväli vaihteli monen vuoden ajalta kerätyssä aineistossa suuresti, ollen muun muassa vuosina 2010–2011 7–14 vrk. (Uusitalo 2015.)

Tarkastelluista yhdeksästä rakenteesta itse tehtyjä risupatoja, luonnon risupatoja ja luonnonmukaisia kalateitä oli kaikkia 2 kpl. Loput kolme rakennetta olivat tierumpuja. Seitsemällä kohteella yhdeksästä ainakin osa taimenista palasi esteen ohi alkuperäiselle pyyntipaikalle. Ainoastaan yksi tierumpu ja yksi itse tehty risupato estivät täydellisesti kalojen ohivaelluksen. Tutkimuksessa täydellisen esteen kriteerinä oli, ettei yksikään tarkasteluryhmän kaloista pääse rakenteen ohi. (Uusitalo 2015.)

Jyväskylän yliopiston tutkimuksen mukaan rumpurakenteen vaellusesteellisyys muodostui mahdollisesti rummun alapään liian suuresta putouk korkeudesta ja kesäsateiden aiheuttamista suurista virtaamavaihteluista. Itse tehdyn risupadon ohi ei uinut yhtään kalaa, mutta syynä saattoi olla kalojen siirron jälkeinen kuiva-jakso, jolloin virtaama aleni suuresti. Rumpukohteen tuloksen luotettavuutta alensi tutkimuksen mukaan alhainen kalojen ylisiirtomäärä. (Uusitalo 2015.)

Tutkimuksessa havaittiin, että 164–244 mm pituiset taimenet pystyivät uimaan jopa 7 astetta kaltevuuskulmaltaan olevan rummun läpi, eikä tiheään näköinen risupatokaan välttämättä estä kalan ohivaellusta. Erään arvion mukaan jopa 1 prosentin eli 0,57 asteen kaltevuuskulma rumpurakenteessa saattaa hankaloittaa kalojen ohivaellusta (Eloranta & Eloranta 2016, 178). Tutkimuksista valmistui vuonna 2015 Pro gradu -tutkielma ”Risupadot, putoukset ja tierummut taimenen (Salmo trutta) vaellusesteinä pienissä virtavesissä – kotiutumiskäyttäytymiseen perustuva tutkimus”. (Uusitalo 2015.)

Edellä mainitut tutkielmat ja hankkeet toimivat opinnäytetyön tietoperustana ja vertailukohteina. Jyväskylän yliopistossa tehtyä tutkimusta lukuun ottamatta kaikissa edellä mainituissa tutkimuksissa on käytetty samankaltaisia tutkimusmenetelmiä kuin Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen tekemissä kartoituksissa, joten tulosten vertailu on opinnäytetyössä mahdollista.

## **5 Tutkimusmenetelmät**

Opinnäytetyön maastoaineisto kerättiin kesä-elokuun 2019 aikana. Vesistöalueilla olevat rakenteet kartoitettiin pääsääntöisesti ympäristöhallinnon ylläpitämän Hertta-järjestelmän vesistötyöt-tietokannan (VESTY) pohjalta. Lisäksi kohdealueita tutkittiin ELY-keskukselta löytyvän aineiston, kuten kalataloudellisten kunnostusten loppuraporttien pohjalta.

Ennen maastotöitä kartoitettavat kohteet merkittiin matkapuhelimessa toimivaan ”Maastokartat” -mobiilisovellukseen, minkä avulla suunnistaminen kohteille onnistui vaivattomasti. Puhelimen GPS -yhteyden tarkkuus katsottiin riittäväksi kyseiseen työtehtävään. Varmuuden vuoksi kartoitettavista rakenteista tehtiin myös maastotyöhön soveltuvat kohdekartat ArcGIS -paikkatieto-ohjelmalla. Lisäksi maastotöitä varten tehtiin kartoituksia selkeyttävät toimintalomakkeet (Liitteet 1 ja 2), joihin kirjattiin ylös tarvittavat tiedot ja rakenteita koskevat mittaustulokset. Lomakkeiden pohjina käytettiin Etelä-Savon ELY-keskuksen tekemiä arviointilomakkeita.

Kenttätutkimuksissa käytettiin Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen tutkimusvälineistöä (Liite 3). Muun muassa virtausnopeudet mitattiin kuvassa 7 esitetyllä ELY-keskuksen siivikolla. Tutkimuksissa ei tehty sähkökalastuksia ja ylisiirtoja, kuten Jyväskylän yliopiston Pro gradu -tutkimuksessa. Kyseinen toiminta ei olisi sovelnut tähän kartoitukseen mm. rakenteiden suuren määrän takia. Täten patokartoitushankkeessa saatuja tuloksia verrataan opinnäytetyössä muihin vastaaviin tutkimuksiin ja niissä annettuihin vaellusesteellisuuden raja-arvoihin. Kolmelta vesistöalueelta kartoitettiin toimistotyönä yhteensä 62 rakennetta (Liite 4), jotka käytiin muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kartoittamassa maastossa. Opinnäytetyö on siis kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus, jossa on myös toiminnallinen puolensa.



Kuva 7. Kenttätutkimuksissa virtausnopeuden mittaukseen käytettiin ELY-keskuksen siivikkoa (Kuva: Teppo Linjama).

Työtehtävän pääpaino oli pato- ja rumpurakenteiden ominaisuuksien kartoittamisessa, joten maastoinventoinneissa ei tehty vedenlaadullista, eikä laajempaa hydrologis-morfologista tarkastelua. Näiden tekijöiden tarkasteluun käytetään lä-

hinnä ympäristöhallinnon Hertta -tietokannasta saatavaa aineistoa. Maastokartoituspäivien jälkeen kohteiden tiedot koottiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaan ja VESTY- tietokantaan. Näiden lisäksi kohteista tehtiin aluekohtaiset Word -raportit ja ArcGIS -kartat.

Patokartoitushanke tehtiin Etelä-Savon ELY-keskuksen toteuttaman patokartoitushankkeen toimintatapoja mukaillen. Keskeinen ero tutkimuksissa oli se, että ennen maastokartoituksia Etelä-Savossa selvitettiin järjestelmällisesti rakenteiden omistussuhteet ja omistajien mielipiteet rakenteiden tulevaisuudesta. Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen tarkoituksena on selvittää rakenteiden omistajat ja heidän intressinsä jätkikäteän lähinnä kunnostusta vaativien rakenteiden osalta. Lisäksi opinnäytetyössä keskitytään ensisijaisesti rakenteiden vaellusesteellisyyden selvittämiseen ja mahdollisiin kunnostustoimenpiteisiin. Etelä-Savon ELY-keskuksen patokartoitushankkeen toimintatavoista poiketen opinnäytetyössä tuodaan esille myös rakenteiden kunnostukseen erikoistuneita toimijoita sekä kunnostuskustannuksia.

## **6 Patokartoitushankkeen kohdealueet**

### **6.1 Saramojoen vesistöalue**

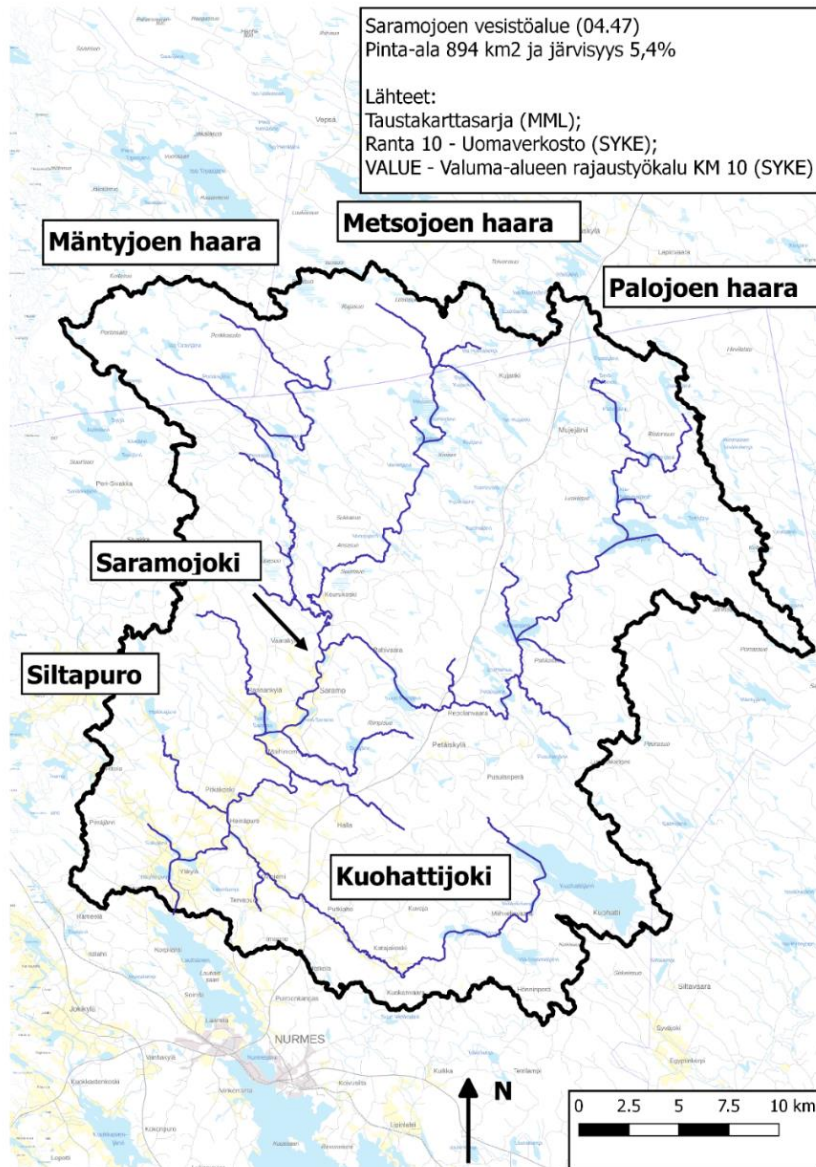
Saramojoen vesistöalue (04.47) sijaitsee Pielisen pohjoispuolella. Se on Vuoksen vesistöalueen (04) 2. jakovaiheen vesistöalue ja kuuluu Pielisen-Karjalan kalatalousalueeseen. Saramojoen vesistöalue on kooltaan 894 km<sup>2</sup>, ja sen järvisyys on 5,4 % (Suomen ympäristökeskus 2020). Suurin osa vesistöalueesta sijaitsee Pohjois-Karjalassa Nurmeksen kaupungin alueella. Vesistöalueen pohjoisimmat osat ovat sen sijaan Kainuun maakunnan puolella. Saramojoen vedet laskevat Ylikylänjoen kautta Pielisen pohjoisimpaan lahteen, Lautiaiseen. Saramojoen keskivirtaama on noin 11 m<sup>3</sup>/s (Valkonen & Laakkonen 2015, 18). Saramojoen vesistöalue on esitetty kuvassa 8.

Saramojoen vesistöalueella peruskartalle merkittyjä koskia on 80–90 kpl. Kaikki merkittävimmät vesiväylät on perattu puunuittoa varten. Uittotoiminta lopetettiin



Saramojoen vesistöalueella vuoden 1962 tienoilla. Vesistöä ovat kuormittaneet sen historian aikana lähinnä valuma-alueen latvaosilla harjoitettu metsätalous ja alaosilla harjoitettu maatalous. (Kaijomaa & Korhonen 1986, 15–16.) Viljelysmaiden osuus valuma-alueen pinta-alasta on 2,5 % (Suomen ympäristökeskus 2020).

Hiidenportin kasallispuisto sijaitsee pääosin Saramojoen vesistöalueella. Lisäksi mm. kalastajien suosiossa oleva Peurajärven virkistysalue, sekä Paistinvaaran vanhojen metsien suojelualue sijaitsevat vesistöalueella (Metsähallitus 2020b). Peurajärven itäpuolella sijaitsevaan Iso-Valkeiseen istutetaan pyyntimittaista kirjolohta (Metsähallitus 2020a). Kirjolohea lisäksi Peurajärven-Hiidenportin urheilukalastusalueelle on istutettu järvitaimenia (Kaijomaa & Korhonen 1986, 16). Peurajärven alueella kulkee myös kaksi helppokulkuista rengasreittiä. Alue ei kuitenkaan ole luonnonsuojelualuetta. (Metsähallitus 2020b.) Metsojen varressa Kourukoskella sijaitsee muun muassa majoitus-, metsästys- ja kalastusmahdollisuuksia tarjoava Kourun erä- ja luontopalvelu (Eräverkko 2020). Kourukoskella on harjoitettu kirjolohea kasvatusta. Saramojoella sijaitsee myös Louhikosken voimalaitos (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2020).



Kuva 8. Saramojoen vesistöalue.

### 6.1.1 Ekologinen tila

Tässä opinnäytetyössä vesistöjen tilaluokittelut perustuvat vesienhoidon 2. suunnittelukauden (2016–2021) arviointiin. Kolmannen suunnittelukauden (2021–2027) arviointia ollaan parhaillaan tekemässä, mutta sitä ei ole vielä julkaistu. (Belinskij ym. 2018, 5.) Ekologisessa tilaluokittelussa vesimuodostuman tilaa verrataan tilaan, jossa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittavaa vaikutusta eliöstössä. Mitä vähemmän ihminen on vaikuttanut vesistön tilaan, sitä parempi on sen ekologinen laatu. Ekologiseen luokitteluun vaikuttavat ensisijaisesti vesistön biologiset laatutekijät, mutta lisäksi myös vedenlaatu ja hydrologis-morfologiset ominaisuudet. (Suomen ympäristökeskus 2019.)

Ekologisessa tilaluokittelussa biologisia laatutekijöitä ovat vesistön vesikasvit, kasviplankton, piilevät, pohjaeläimet ja kalasto. Vedenlaatu koostuu veden fysiikaalis-kemiallisista ominaisuuksista. Ne ovat kokonaisravinteet (kokonaistyyppi ja -fosfori), happamuus (pH-minimi), sekä näkösyvyys. (Suomen ympäristökeskus 2019.) Jokien hydrologis-morfologiseen tilaan eli HyMo-tilaan vaikuttavat jokirei-tillä olevien vesistörakenteiden aiheuttamat nousuesteet, allastuminen eli raken-nettu putouskorkeus, uomaan kohdistetun rakennetun osuuden pituus suhteessa uoman kokonaispituuteen, virtaaman vuorokausivaihtelun suuruus suhteessa keskivirtaamaan, sekä virtaamavaihtelut luonnonmukaiseen virtaamaan verrat-tuna (Mononen, Käki, Ranta & Rämö 2016, 58).

Pintavedet jaetaan ekologiselta tilaltaan viiteen luokkaan. Ne ovat erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Sama luokkajako on käytössä myös vesistön biologista, fysiikaalis-kemiallista ja hydrologis-morfologista tilaa arvioitaessa. (Suomen ympäristökeskus 2019.) Euroopan unionin vuonna 2000 laatiman vesi-politiikan puitedirektiivin mukaisesti jäsenvaltioiden tuli saavuttaa pinta- ja pohja-vesissään ”hyvä tila” vuoteen 2015 mennessä (EUR-Lex 2017). Suomessa tähän on pyritty muun muassa vesienhoitolaissa määritetyin toimenpitein ja nämä toi-met jatkuvat edelleen (Finlex 2004).

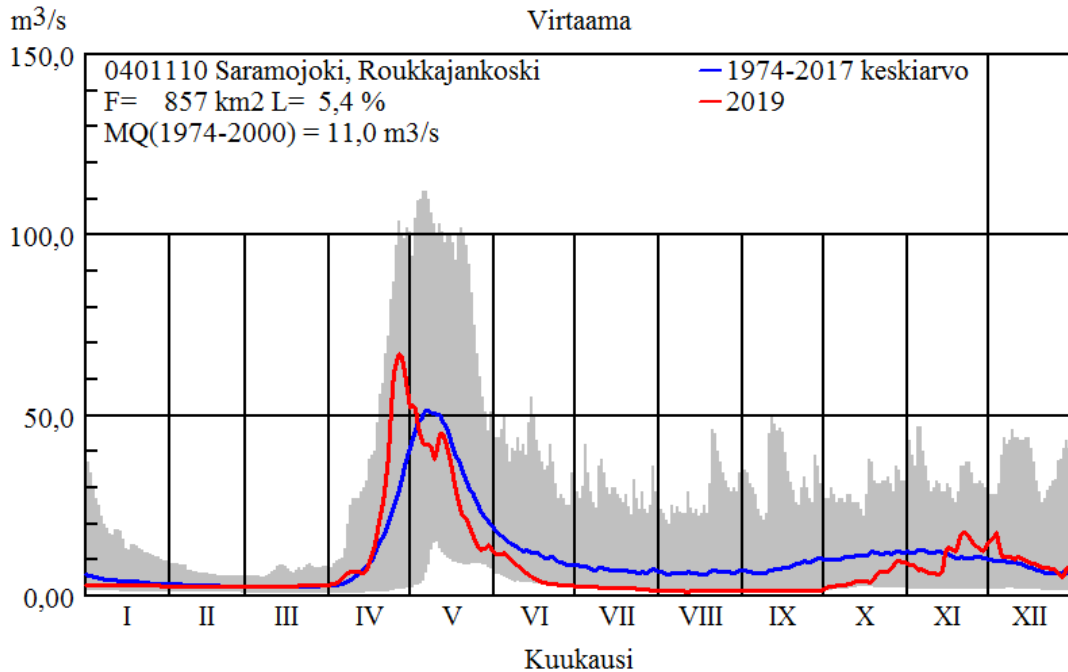
Ekologisessa tilaluokittelussa Saramojoki on määritelty pintavesityypiltään keski-suureksi turvemaiden joeksi. Saramojoki ja sen suurimmat sivu-uomat on luoki-teltu ekologiselta tilaltaan tasolle ”hyvä” ja fyysinen muuttuneisuus uomissa on tasolla ”ei voimakkaasti muutettu”. Saramojoen ekologista tilaa heikentää muun muassa sen hydrologis-morfologinen muuttuneisuus. Tilaluokittelun mukaan muuttuneisuus on pääsääntöisesti seurausta joella harjoitetusta voimatalou-desta. HyMo-tilaltaan Saramojoki on arvioitu luokkaan ”tyydyttävä”. Latvavesissä ekologista tilaa heikentävät muun muassa veden ajoittainen happamuus, kalas-ton heikkous ja kalastossa mahdollisesti esiintyvät liian korkeat elohopeapitoisuu-det.

Varsinkin veden happamuus on ongelmana vesistöalueella. pH-minimi laskee kaikissa suurimmissa uomissa tyydyttävälle tasolle (pH-minimi = 5–5,5). Kalas-tossa esiintyvän elohopean riski kasvaa tyypillisimmin karuissa humusvesissä

vesistöjen latvoilla, sekä turvealueiden joissa. (Suomen ympäristökeskus 2013.) Vesistössä esiintyvä elohopea ja muut raskasmetallit muodostuvat haitallisiksi kaloille veden happamuuden laskiessa. Tällöin elohopea voi saostua kalan kiduksiin vaikeuttaen sen hengitystä. Veden yleisenä happamuusrajana kalastolle pidetään pH-arvoa 5,5. (Tossavainen 2018.) Raja-arvo tosin vaihtelee eri kalalajien välillä. Taimenella mädinkehityksen ja poikastuotannon raja-arvo on pH 5,5, kun taas aikuisvaiheessa kalasto voi hävitä vesistöstä happamuuden laskiessa arvoon 5,0 (Kilpinen 1988).

### **6.1.2 Virtaamatilanne patokartoitushankkeen ajankohtana**

Saramojoen Roukkajankoskessa on jatkuvatoiminen virtaamanmittauspaikka. Paikalla on mitattu joen virtaamaa vuodesta 1974 lähtien. Saramojoen keskivirtaama MQ(1974–2000) on 11 m<sup>3</sup>/s. Seuranta-ajanjaksolla (1974–2017) kaikkein pienin mitattu virtaama (NNQ) on 1,06 m<sup>3</sup>/s ja suurin (HHQ) jopa 112 m<sup>3</sup>/s. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Saramojoen Louhikoskella on harjoitettu voimataloutta vuodesta 1925 lähtien (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2020). Tästä huolimatta Roukkajankoskella mitattuja virtaamia voidaan pitää lähes luonnonmukaisina, koska Louhikosken voimalaitos on ns. jokivoimalaitos. Voimalaitoksella ei siis ole säännöstelyallasta, eikä sen toiminnan yhteydessä ole täten harjoitettu vesistön säännöstelyä. Roukkajankoski sijaitsee Louhikosken alapuolisessa Saramojossa.



Kuvio 1. Saramojoen Roukkajankosken virtaamakeskiarvot vuosina 1974–2017 ja virtaamatilanne vuonna 2019, sekä seuranta-ajanjakson suurimmat ja pienimmät virtaamat (Kuvio: SYKE, ymparisto.fi).

Vesistö rakenteiden vaellusesteellisyyttä tarkasteltaessa on tärkeää huomioida kohteella vallitseva virtaamatilanne oikein. Mikäli kartoitusta ei tehdä vaellusajankohtana, tulee virtaamatilanne osata myös suhteuttaa vaellusajankohtina vallitseviin virtaamiin. Maastokartoitukset Saramojoen vesistöalueella toteutettiin kuuden työpäivän aikana 13.6., 24.6. – 27.6. ja 5.8.2019. Päiväkohtaiset virtaamat patokartoitushankkeen ajankohtana 2019 ja seuranta-ajanjakson (1974–2017) keskiarvot, sekä suurimmat ja pienimmät virtaamat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Saramojoen Roukkajankosken virtaamatilanne ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) patokartoitushankkeen maastopäivinä vuonna 2019, seuranta-ajanjakson (1974–2017) virtaamakeskiarvot, sekä pienimmät ja suurimmat virtaamat (Lähde: SYKE, ymparisto.fi).

pvm	m <sup>3</sup> /s			
	vrk-arvo (2019)	ka (1974-2017)	min (1974-2017)	max (1974-2017)
13.6.	6,30	12,76	4,10	39,00
24.6.	3,20	10,04	3,30	31,00
25.6.	3,10	9,53	3,20	27,00
26.6.	3,00	9,26	3,30	28,00
27.6.	3,00	9,01	3,30	27,00
5.8.	1,49	6,11	1,70	20,00

Kesä 2019 oli Itä-Suomessa erityisen kuiva. Tämä näkyi myös Saramojoella varsinkin loppukesän keskimääräistä pienempinä virtaamina (kuvio 1). Maastokartoituspäivien virtaamatilanne Saramojoessa lähenteli seuranta-ajanjakson 1974–2017 samojen päivien alimpia arvoja ollen jopa kesäkuun lopussa ja elokuussa hieman näiden alapuolella (taulukko 1).

Taimenen emokalojen nousuvaellus tapahtuu karkeasti arvioituna elokuun alusta marraskuun puoliväliin (Raunio & Kirsi 2013). Siten ainoastaan Saramojoen vesistöalueella tehdyn viimeisen maastokartoituspäivän voidaan katsoa sijoittuneen aivan vaellusajankohdan alkuun. Vaellusajankohtana elokuun alusta marraskuun puoliväliin virtaamatilanne on vaihdellut Saramojoessa virtaamakeskiarvojen (1974–2017) mukaan 6,00–12,81 m<sup>3</sup>/s välillä. Sen sijaan seuranta-ajanjakson (1974–2017) pienimmät virtaamat elokuun alusta marraskuun puoliväliin ovat välillä 1,10–3,00 m<sup>3</sup>/s. (Suomen ympäristökeskus 2020.)

Virtaamatilanne patokartoitushankkeen maastopäivinä vaihteli Saramojoessa 5.8.2019 mitatun 1,49 m<sup>3</sup>/s ja 13.6.2019 mitatun 6,30 m<sup>3</sup>/s välillä. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Kun näitä virtaamia verrataan Saramojoen virtaamakeskiarvoihin elokuun alusta marraskuun puoliväliin (1974–2017) voidaan päätellä, että Saramojoen vesistöalueella patokartoitushankkeessa vuonna 2019 esteettömäksi arvioitu rakenne on todennäköisesti esteetön myös taimenen vaellusajankohtana. Muun muassa rumpu- ja pohjapatorakenteiden kohdalla vaellusesteellisyys aiheutuu usein uoman pienen virtaaman ja alhaisen vesisyvyyden seurauksena.

### **6.1.3 Sähkökoekalastukset**

Saramojoen vesistöalueella on tehty kalataloudellista seuranta muun muassa sähkökoekalastuksin. Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus ry teki Saramojoessa ja siihen laskevassa Siltapurossa sähkökoekalastuksia 29.–31.8.2016. Siltapurolla kalastettiin kaksi koealaa yhden poistopyynnin menetelmällä. Ensimmäinen koeala sijaitsi Hoikantien läheisyydessä noin 500 m Riihivaarantieltä ylävirtaan päin. Koealueen pinta-ala oli noin 100 m<sup>2</sup>. Saaliiksi saatiin neljä taimenta kahdesta eri

kokoluokasta. 0+ ikäisiä eli kesänvanhoja taimenia oli 1 kpl. Lisäksi näköhavain-  
toja saatiin kahdesta noin 15 cm pituisesta taimenesta. Taimentiheys oli siis 4 kpl  
aarille. Toinen koeala sijaitsi noin 500 m Hoikanjärven eteläpuolella. Koealueen  
pinta-ala oli noin 113 m<sup>2</sup> ja siltä saatiin yhteensä yhdeksän taimenta useasta eri  
ikäluokasta. 0+ ikäisiä taimenia oli 5 kpl. Lisäksi näköhavainnoja saatiin yhdestä  
0+ ikäisestä ja kolmesta vanhemmasta taimenesta. Taimentiheydeksi saatiin siis  
8 kpl aarille. (Paajanen 2016.)

Siltapuron lisäksi Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus koekalasti yhden noin 400  
m<sup>2</sup> olevan koealan Saramojoen Pitkäkossessa. Saaliiksi ei saatu yhtään tai-  
menta, mutta yksi noin 20 cm:n pituinen poikanen nähtiin koekalastuksen yhtey-  
dessä. Sähkökoekalastusten perusteella Siltapuro varmistui taimenen lisäänty-  
misalueeksi ja 0+ ikäisten poikasten esiintyminen alueella viittaa luontaiseen li-  
sääntymiseen. (Paajanen 2016.)

Sähkökoekalastustuloksia esitettäessä yleiseksi tavaksi on muodostunut ilmoit-  
taa kalalajien poikastiheys yhtä aaria eli 100 m<sup>2</sup> kokoista aluetta kohden (poi-  
kasta/aari). Kun koekalastuksissa saatujen kalalajien määrät suhteutetaan sa-  
malle pinta-alalle, voidaan poikastiheyksiä vaivattomasti vertailla keskenään. Nä-  
köhavainnoja ei lasketa mukaan yksilötiheyksiin.

Saramojoella on myös toteutettu sähkökoekalastuksia vuosina 1995, 1996 ja  
1999. Koekalastettuja koskia olivat Huttusenkoski, Niemelänkoski, Heikkilän-  
koski ja Pitkäköske. Taimenen esiintymisestä saatiin viitteitä ainoastaan  
30.8.1999 Heikkilänkoskelta ja 7.8.1996 Pitkäköskelta. Heikkilänkoskesta saatiin  
75 m<sup>2</sup> koealalta kaksi yli 0+ ikäistä taimenta ja lisäksi saatiin näköhavainnot kah-  
desta noin 15 cm mittaisesta poikasesta. Taimentiheys oli siis 2,7 taimenta aa-  
rille. Pitkäkösken 100 m<sup>2</sup> koealalta saatiin kaksi 0+ ikäistä taimenta, tiheyden ol-  
lessa täten kaksi taimenta aarille. (Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus  
2001, 48–52.)

Saramojokeen laskevalla Kuohattijoella on toteutettu sähkökoekalastuksia vuo-  
sina 1996 ja 2000. Koealoja oli Myllysuon ja Miihkelinlammen läheisyydessä,  
Kuohatinkoskella, Pitkäköskella ja Myllykoskella. Myllysuon 240 m<sup>2</sup> suuruiselta

koealalta saatiin 6.8.1996 kaksi yli 0+ ikäistä taimenta. Lisäksi saatiin näköhavainnot yhdestä 15–20 cm pituisesta taimenesta. Taimentiheys oli siis 0,8 taimenta aarille. Pitkäkoskelta saatiin 7.9.2000 kolme yli 0+ ikäistä taimenta. Koealueen pinta-ala oli 150 m<sup>2</sup>, jolloin taimentiheys oli 2 kpl aarille. Myllykoskesta saatiin 7.9.2000 yhteensä yhdeksän taimenta 200 m<sup>2</sup> suuruiselta koealalta. Yksi taimenista oli 0+ ikäinen ja loput kahdeksan yli 0+ ikäisiä. Lisäksi saatiin näköhavainnot neljästä taimenesta. Taimentiheys Myllykoskella oli siis 4,5 taimenta aarille. Miihkelinlammen läheiseltä koealalta ja Kuohatinkoskesta ei saatu taimenhavaintoja. (Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus 2001, 34–37.)

Luonnonvarakeskuksen hallinnoiman koekalastusrekisterin perusteella LUKE on tehnyt koekalastuksia Saramojoen vesistöalueella vuosina 2008 ja 2009. Koekalastukset on toteutettu Saramojoella ja Kuohattijoella, sekä Saramojoen latvavesistöissä Mäntyjoella ja Peurajoella. Koealoja oli Saramojoen alueella Heikkilänkoskella ja Pitkäkoskella, Peurajoella Peurakoskella, Mäntyjoella Saunakoskella ja Kuohattijoella Koivukoskella. Koekalastuksissa ei saatu yhtään taimenta. Sen sijaan Mäntyjoen Saunakoskelta saatiin 19.8.2009 yksi 17,1 cm pitkä luontainen harjus. Kyseisen koealan pinta-ala oli noin 186 m<sup>2</sup>. (Luonnonvarakeskus 2020) Koekalastusten perusteella Saramojoen vesistöalueen uomissa taimentiheydet ovat pienehköjä, mutta luontaisesta lisääntymisestä on saatu viitteitä niin Saramojoella, Kuohattijoella, kuin Siltapurolla.

#### **6.1.4 Kunnostustoimenpiteet**

Saramojoella on kunnostettu vuonna 1997 kolme koskea lähinnä virkistyskalastusta ajatellen. Kunnostetut kosket ovat Saramojoen kolme ylintä koskea: Niemelänkoski, Heikkilänkoski ja Huttulankoski. (Haakana 2013.) Kunnostukset on siis tietävästi toteutettu kalastettavan kannan suojapaikkojen ja elinolosuhteiden parantamiseksi, eikä koskialueille ole täten tehty esimerkiksi lisääntymis- ja pienpoikasalueita.



Pohjois-Karjalan ympäristökeskus on tehnyt Kuohattijoella kalataloudellisia kunnostuksia vuosina 2000–2002. Kunnostukset toteutettiin yhdeksässä koskikohteessa. Kunnostusten loppuraportin mukaan kohteita olivat Myllysuon ja Miihkelinlammen yläpuoliset kosket, Miihkelinlammen alapuolinen kunnostuslaue, Jokikankaankoski, Lehminlammen yläpuolinen virta-alue, Ala-Sammaljärven koski, Pitkääkoski, Tuohikoski sekä Tamppikoski. Myllykosken kunnostusta ei toteutettu. Tuohikosken ja Jokikankaankosken soraistukset jätettiin tekemättä haasteellisten kulkuyhteyksien takia. (Koikkalainen 2002.)

Kuohattijärvellä toteutettiin vuosina 1996–1997 Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen vetämä ”Kuohattijärvi -hanke”, jonka päätavoitteina olivat metsätaloudesta aiheutuvan hajakuormituksen pienentäminen, kalataloudelliset kunnostustyöt ja järven virkistyskäyttöarvon parantaminen. Hajakuormitusta pyrittiin pienentämään mm. pintavalutuskenttien, laskuojien rakennetuina ojajatkoksina ja vesien ohjauksella alkuperäisiin uomiin. Hankkeen aikana laskuojien rakennettiin lähes 100 pintavalutuskenttää ja kunnostettiin 30 purokohdetta, joiden yhteispituus oli 3 km. Tehtyjen pintavalutuskenttien ansiosta Kuohattijärveen kohdistuvista ainevirtaamista pystyttiin pidättämään lähes kolmannes. Tutkimustulosten mukaan tehdyt toimet paransivat hieman Kuohattijärven vedenlaatua. (Tossavainen, Karjalainen & Karjalainen 1999, 77–81.)

Lisäksi kolmeen Kuohattijärvi -hankkeen aikana kunnostettuun puroon tehtiin huhti-kesäkuussa 1998 koeluontoinen taimenen mäti- ja poikasistutus, jonka tarkoituksena oli selvittää uomien vedenlaadun ja talvehtimispaikkojen soveltuvuutta taimenelle. Istutusten onnistumista seurattiin sähkökoekalastuksin elokuussa 1998. Saaliiksi saatiin muutamia taimenen poikasistukkaita, jonka perusteella havaittiin, että kalaistutukset olivat onnistuneet ja taimenet olivat levittäytyneet kunnostettuihin puroihin. Mätirasiaistutuksista ei saatu havaintoja istutuspaikoilta. Tähän saattoi vaikuttaa koko kesän jatkuneet suuret virtaamat, jotka mahdollisesti kuljettivat poikaset kauas alavirtaan. (Tossavainen, Karjalainen & Karjalainen 1999, 80.)

Kalataloudelliset kunnostustyöt tehtiin Kuohattijärvessä elävän muikun elinolosuhteiden kohentamiseksi. Muikkusaaliit olivat ryhtyneet pienemään 1960–

1970 lukujen aikana ja syyksi epäiltiin metsätaloudesta aiheutuvaa kuormitusta. Kuohattijärven ympäristöhoitohankkeen aikana järven pohjan tilaa selvitettiin ja havainnointiin, että suuri osa muikun kutualueista oli liettynyt. Pohjasedimentin sisältämän orgaanisen aineksen hajoaminen kulutti paljon happea, jonka vaikutuksesta sedimentin pinnalle oli muodostunut vähähappinen tai täysin hapeton tila. Tästä syystä järven pohjaa pöyhittiin ja hapetettiin raivausnuotalla 200 hehtaarin alalla noin kuuden metrin syvyyteen saakka vuosina 1996–1997. Tulosten perusteella muikun poikasten määrää saatiin jopa viisinkertaistettua järvihehtaaria kohden vuoden 1997 kesästä vuoden 1998 kesään verrattuna. Nuottaustoi-  
mien lisäksi järvellä tehtiin hankkeen aikana myös hieman hoitokalastusta. (Tossavainen, Karjalainen & Karjalainen 1999, 81–82.)

Kuohattijärvellä tehtyjen kunnostusten jälkeen myös Saramojoen latvavesistöissä on tehty laajamittaisesti kunnostustoimia lähinnä metsätaloudesta koituvan hajakuormituksen vähentämiseksi. Vuosina 1998–2000 Saramojoen vesistöalueella toteutettiin Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen vetämä ns. Mujejärven-Palojärven vesistöalueen ympäristöhoitohanke. Metsätaloudesta koituvaa kuormitusta pyrittiin vähentämään muun muassa luontaisten uomien vesittämisellä, ojatkoksilla ja pintavalutuskentillä. Pintavalutuskenttiä tehtiin yhteensä vajaa 430 kpl ja uomia kunnostettiin noin 15,2 km:n matkalta. Hankkeeseen kuului myös uittotoiminnan ja metsäojitusten yhteydessä perattujen purojen kunnostusta ja perattujen jokikohteiden kunnostustarpeen selvittämistä. Lisäksi hankealueen vedenlaadun kehitystä seurattiin sekä ennen hanketta, että sen jälkeen. Hankkeen edetessä vedenlaadussa havaittiin lievää myönteistä kehitystä. Alueen keskeisimmillä järvillä tehtiin kalastorakennetutkimuksia ja järvien keskeisten alueiden pohjasedimentin laatu tarkastettiin kenttäanalyysien avulla. Mujejärven pohjaa kunnostettiin raivausnuottauksella, jonka ansiosta pohjan happitilannetta saatiin kohennettua. (Tossavainen 2002.)

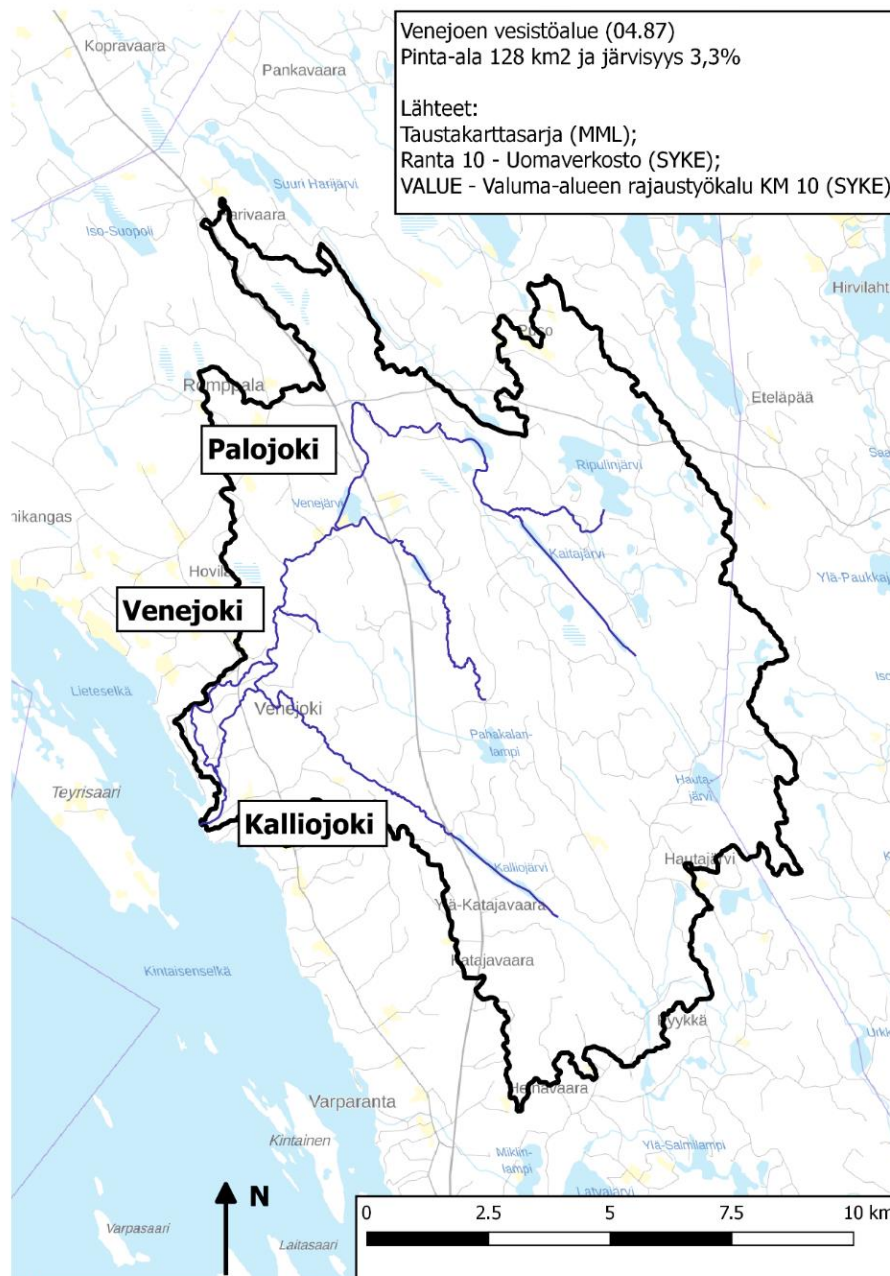
Samankaltaisia metsätalouden hajakuormitusta pienentäviä kunnostustoimenpiteitä on tehty Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen toimesta myös Saramojoen latvaosissa olevien Mäntyjoen ja Metsojoen vesistöalueilla vuosina 2000–2001. Tämän hankkeen toimenpiteitä ei kuitenkaan ole raportoitu tarkemmin. (Tossavainen 2020.)

Maanmittauslaitos muutti Metsojoen nimen 2000-luvun alussa. Tätä ennen joki oli Mehtojoki ja alueella tehtyä hanketta kutsuttiin Mäntyjoen–Mehtojoen vesistöalueiden ympäristönhoitohankkeeksi. (Tossavainen 2020.)

## **6.2 Venejoen vesistöalue**

Venejoen vesistöalue (04.87) sijaitsee Pohjois-Karjalassa Kontiolahden kunnan alueella. Se on Vuoksen vesistöalueen (04) 2. jakovaiheen vesistöalue ja kuuluu Höytiäisen kalatalousalueeseen. Vesistöalueen pinta-ala on 128 km<sup>2</sup> ja järvisyys 3,3 %. Viljelysmaiden osuus valuma-alueen pinta-alasta on 0,6 %. (Suomen ympäristökeskus 2020). Valuma-alueesta suomaata on 22 %, josta ojitettua suota on 65 % (Mononen 1991).

Vesistöalue koostuu kahdesta suuremmasta joesta, Venejoesta ja Kalliojoesta, sekä niiden latvavesistöistä. Venejoki ja Kalliojoki yhdistyvät yhdeksi uomaksi vajaa 1,5 km ennen laskuaan Höytiäisen länsiosiin (Maanmittauslaitos 2020). Höytiäisen reitin vesistöalueella järvet ja joet ovat mannerjäätikön muovaamia, joka ilmenee vesistöjen selvänä luode-kaakko-suuntaisuutena (Mononen 1991). Venejoen vesistöalueella tämä näkyy muun muassa Kalliojärven ja -joen, sekä Kaitajärven kohdalla. Vesistöalueella on tehty 1970– ja 1980-luvuilla laajamittaisia avohakkuita (Mononen 1991). Venejoen vesistöalue on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Venejoen vesistöalue.

### 6.2.1 Ekologinen tila

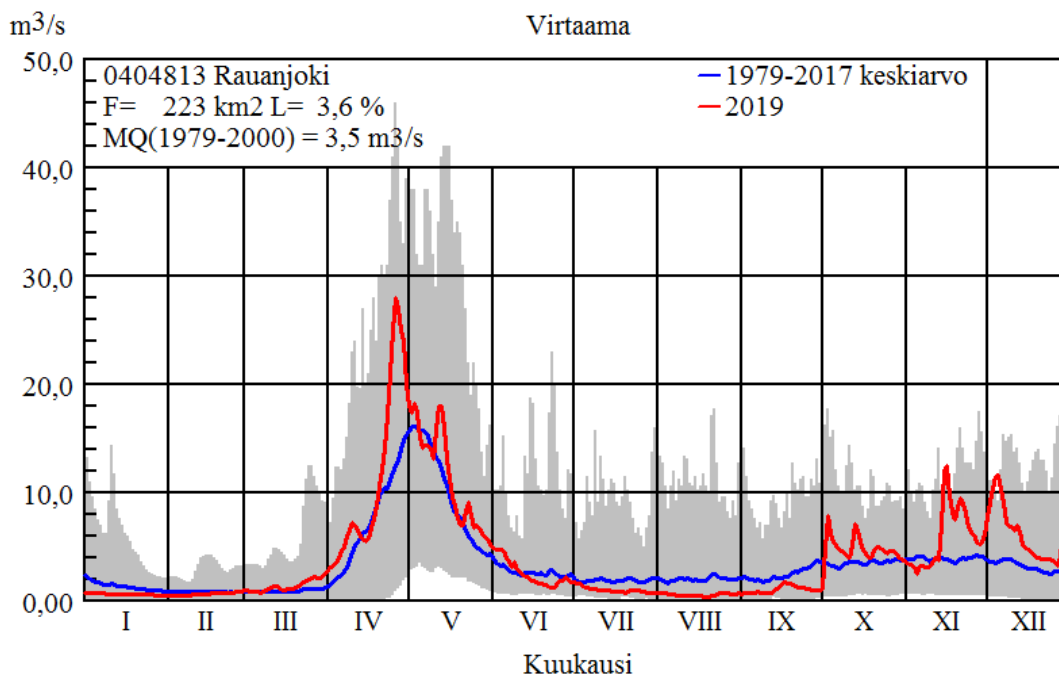
Venejoki ja Kalliojoki on luokiteltu pintavesityypiltään keskisuuriksi turvemaiden joiksi. Niiden ekologinen tila on ”hyvä” ja fyysinen muuttuneisuus ”ei voimakkaasti muutettu”. Ekologista tilaa uomissa heikentävät lähinnä Kalliojoella ajoittainen veden happamuus, sekä kaloissa mahdollisesti esiintyvä elohopea. Happamuus Kalliojoella laskee tilaluokittelussa tyydyttävälle tasolle (pH-minimi 5–5,4). Vuosien 2006–2012 pH-keskiarvo Kalliojoessa on 5,2. (Suomen ympäristökeskus 2013.)

Kalliojoen vesistöalueella metsäojituksista johtuva veden happamuus, mutta myös ravinteikkaus ja humuspitoisuus ovat olleet ongelmana jo 1980-luvulla (Mononen 1991). Nykyisin vedessä olevien ravinteiden määrä on vähentynyt. Ekologisen tilan luokittelussa Kalliojoessa esiintyvän kokonaistypen osuus on hyvällä tasolla (kok. N = 450–900 µg/l) ja kokonaisfosforin jopa erinomaisella tasolla (kok. P < 20 µg/l). Vuosien 2006–2012 keskiarvot ovat kok. P = 11 µg/l ja kok. N = 532 µg/l. (Suomen ympäristökeskus 2013.)

### **6.2.2 Virtaamatilanne patokartoitushankkeen ajankohtana**

Venejoen vesistöalueella ei ole tehty säännöllisesti virtaamamittauksia, kuten Saramojoella. Tästä syystä Venejoen virtaamatilanteen arviointiin käytetään läheisen Rauanjoen virtaamamittaustuloksia. Rauanjoella on ollut jatkuvatoiminen virtaamamittauspaikka vuodesta 1979 lähtien (Suomen ympäristökeskus 2020). Ruanjoki sijaitsee noin 15 km Venejoen purkupisteen länsipuolella ja laskee Höytiäisen luoteisosiin Ruanlahteen.

Rauanjoen virtaamakäyttäytyminen on arviolta samaa luokkaa Venejoen kanssa, koska sadantamäärät ja haihdunta ovat alueilla samankaltaisia. Lisäksi vesistöalueiden järvisyys on lähes sama. Venejoen vesistöalueen järvisyys on 3,3 % ja Rauanjoen vesistöalueen 3,6 % (Suomen ympäristökeskus 2020). Tällöin vesistöalueilla olevien järviäntaiden kyky tasoittaa virtaamavaihteluja on samaa luokkaa. Kummallakaan vesistöalueella ei myöskään harjoiteta voimataloutta, joten vesistöjä ei säännöstellä.



Kuvio 2. Rauanjoen virtaamakeskiarvo vuosina 1979-2017, virtaamatilanne vuonna 2019, sekä seuranta-ajanjakson suurimmat ja pienimmät virtaamat (Kuvio: SYKE, ymparisto.fi).

Venejoen vesistöalueen maastokartoitukset toteutettiin 3.7. ja 4.7.2019. Kumpikaan maastopäivistä ei siis sijoittunut taimenen nousuajankohtaan. Virtaamatilanne läheisessä Rauanjoessa oli tuolloin keskivirtaaman (3,5 m<sup>3</sup>/s) alapuolella. Virtaama 3.7. oli 1,57 m<sup>3</sup>/s ja 4.7. 1,52 m<sup>3</sup>/s (kuvio 2). Virtaamat olivat lähes samaa luokkaa kyseisten päivien keskiarvojen (1979–2017) kanssa (taulukko 2). (Suomen ympäristökeskus 2020.)

Taimenen vaellusajankohtana elokuun alusta marraskuun puoliväliin virtaamakeskiarvo (1979–2017) Rauanjoessa on ollut pienimmillään 1,63 m<sup>3</sup>/s ja suurimmillaan 4,19 m<sup>3</sup>/s. Sen sijaan virtaamaminimi (1979–2017) Rauanjoella on ollut vaellusajankohtana välillä 0,10–0,80 m<sup>3</sup>/s. (Suomen ympäristökeskus 2020.)

Verrattaessa patokartoituksen aikaisia Rauanjoen virtaamia taimenen vaellusajankohdan virtaamakeskiarvoihin (1979–2017) huomataan, että kartoituksen aikaiset virtaamat olivat keskimääräisiä vaellusajankohdan virtaamia pienempiä. Tästä voidaan päätellä, että myös Venejoella patokartoituksen aikaiset virtaamat ovat todennäköisesti olleet taimenen vaellusajankohdan keskimääräisiä virtaamia pienempiä. Tällöin myös Venejoella patokartoitushankkeessa esteettömiksi

arvioitua rakenteita ovat todennäköisesti esteettömiä myös taimenen vaellusajan kohtana kuivimpia vuosia lukuun ottamatta.

Taulukko 2. Rauanjoen virtaamatilanne (m<sup>3</sup>/s) patokartoitushankkeen maastopäivinä vuonna 2019, seuranta-ajanjakson (1979–2017) virtaamakeskiarvot, sekä pienimmät ja suurimmat virtaamat (Lähde: SYKE, ymparisto.fi).

	m <sup>3</sup> /s			
pvm	vrk-arvo (2019)	ka (1979-2017)	min (1979-2017)	max (1979-2017)
3.7.	1,57	1,77	0,60	5,70
4.7.	1,52	1,73	0,60	6,50

### 6.2.3 Sähkökoekalastukset

Venejoen vesistöalueella on tehty kalataloudellista seuranta sähkökoekalastuksin 1990–2000 lähes vuosittain. Ensimmäiset koekalastukset ovat tietävästi vuodelta 1985. Seuranta on sijoittunut Venejoelle, Kalliojoelle ja Palojoelle. (Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus 2001.)

Venejoella koealat sijaitsivat Myllynpohjantien sillan, Kuohunpuron purkupisteen, Ulkopalstan, Koskelan myllytilan ja Venesaaren läheisyydessä. Kalliojoella koealat sijaitsivat Varparannantiellä olevan sillan läheisyydessä, sekä Suurihiekalle vievällä tiellä olevan sillan yläpuolella. Näiden lisäksi koealoja oli myös Venejoesta Kalliojokeen laskevassa Haarapurossa, sekä Kalliojoen ja Haarapuron yhtymäkohdan läheisyydessä. Palojoen koealat sijaitsivat Kajaanintien varressa olevan levähdyspaikan ylävirran puolella Palojoessa, sekä Suurivaarantien sillan kupeessa olevien myllyn raunioiden kohdalla. (Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus 2001, 73–82.)

Ulkopalstan koealaa, Kalliojoen sillan toista koealaa ja Suurihiekalle vievän tien koealaa lukuun ottamatta kaikilta Venejoen vesistöalueen koeloilta saatiin saaliiksi taimenia. Osilla koealoista taimentiheydet olivat myös Itä-Suomen mittapuulla hyvinkin korkeita. Suurin tiheys Venejoella oli Koskelan myllytilan läheisyydessä jopa 71,3 taimenta aarilla. Koekalastus tehtiin 13.8.1991. (Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus 2001, 73–82.)

Lisäksi suurehkoja taimentiheyksiä on saatu myös Kalliojoelta Varparannantien sillan läheisyydessä olevalta koealalta, sekä Palojoelta Suurivaarantien sillan kupeessa olevien myllyn raunioiden viereiseltä koealalta. Kalliojoen koealalta saatiin 8.9.1993 taimentiheydeksi 16,25 poikasta aarille ja Palojoen koealalta 7.9.1993 saatiin 42,5 taimenta aarille. Näiltä koealoilta on saatu myös muina ajankohtina melko suurehkoja poikastiheyksiä. Muilla Venejoen vesistöalueen koealoilla taimentiheydet vaihtelivat välillä 0,8–6 yksilöä/aari. Useilta koealoilta saatiin myös kesänvanhoja poikasia, mikä viittaa siihen, että taimen lisäänty luontaisesti vesistöalueen kaikissa pääuomissa. (Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus 2001, 73–82.)

LUKE on toteuttanut viimeisimmän koekalastuksen Venejoen vesistöalueella. Koekalastus tehtiin 15.9.2015 Suurihiekalle vievällä tiellä olevan sillan tuntumassa. Pinta-alaltaan noin 259 m<sup>2</sup> kokoiselta koealalta ei saatu saaliiksi yhtään taimenta. (Luonnonvarakeskus 2020.)

#### **6.2.4 Kunnostustoimenpiteet**

Venejoen vesistöalueella tehtiin kalataloudellinen kunnostus vuonna 1997. Kunnostusalue rajautui karkeasti Haarapuron ja Kalliosaaren väliseen Venejokeen ja Kalliojokeen. (Rouvinen 1997.) Lisäksi Pohjois-Karjalan vesipiiri teki Venejoessa kiveämistöitä uittosäännön kumoamisen yhteydessä kesällä 1984. Kiveämiset toteutettiin muutaman sadan metrin matkalla. (Kaijomaa & Korhonen 1986, 43.) Valuma-aluekunnostuksia ei Venejoen vesistöalueella ole tiettävästi tehty.

### **6.3 Kiskonjoen vesistöalue**

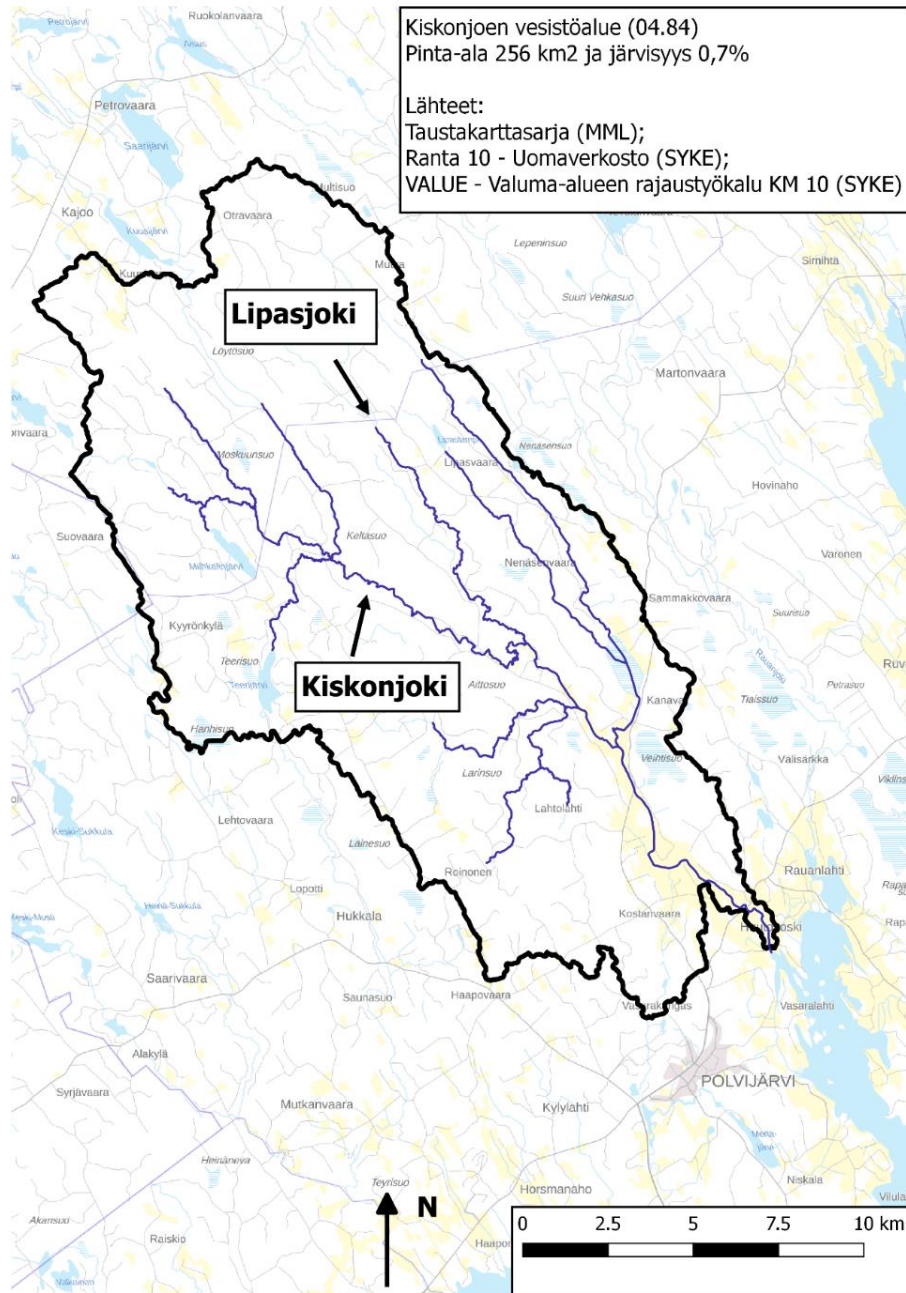
Kiskonjoen vesistöalue (04.84) sijaitsee Pohjois-Karjalassa Polvijärven ja Juuan kuntien alueella (kuva 10). Se on Vuoksen vesistöalueen (04) 2. jakovaiheen vesistöalue ja kuuluu Höytiäisen kalatalousalueeseen. Kiskonjoen vesistöalueen pinta-ala on 256 km<sup>2</sup> ja järvisyys 0,7 %. Viljelysmaiden osuus valuma-alueesta on 4,8 %. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Valuma-alueen pinta-alasta suo- maata on peräti 34 %, josta on ojitettu 87 % (Mononen 1990).



Vesistöalue koostuu kahdesta suuremmasta joesta, Kiskonjoesta ja Lipasjoesta, sekä niihin laskevista pienemmistä uomista. Kiskonjoki laskee vetensä Höytiäisen luoteisosiin. Vesistöalueella ei ole suurempia järviä, minkä seurauksena virtaamavaihtelut ovat uomissa voimakkaita. Suurimmat järvet ovat Miihkalinjärvi ja Teerijärvi, jotka molemmat laskevat Kiskonjokeen. Miihkalinjärven pinta-ala on noin 54 ha ja Teerijärven noin 66 ha (Järviwiki 2020). Lipasjoella ei ole latvajärveä.

Kiskonjoen vedenlaatua ovat ajoittain heikentäneet valuma-alueella harjoitettu maatalous ja metsäojitukset. Nämä tekijät ovat kasvattaneet Kiskonjokeen koituvaa humus- ja ravinnekuormaa. Lisäksi joen alaosa on ruopattu. (Pro Höytiäinen ry 2020.) Kiskonjoen vesistöalueella veden korkea väriluku sekä alhaiset pH:n ja alkaliniteetin arvot ovat olleet tyypillisiä. Kiskonjoen valuma-alueen uudisojitukset on toteutettu pääsääntöisesti 1960– ja 1970–luvulla. Lisäksi valuma-alueella on tehty maankuivatus- ja perkaustöitä 1950–, 1970– ja 1980–luvulla. (Mononen 1990.)

Kiskonjoen perkaukset toteutettiin metsäojituksista johtuvien tulvahaittojen vähentämiseksi. Valuma-alueen metsämaista on ojitettu yhteensä noin 4 800 hehtaaria eli noin 19 % valuma-alueen pinta-alasta. Suurin osa Höytiäisen vesistöalueella 1970– ja 1980–luvulla tehdyistä metsälannoituksista sijoittui Rauanjoen ja Kiskonjoen vesistöalueille. Kiskonjoen vesistöalueella pistemäistä jätevesikuormitusta on aiheutunut Nenäsensuon vuolukivilouhoksen kuivatusvesistä, jotka ovat kohottaneet Kiskonjokeen laskevan Kukkaropuron typpi- ja nikkelikuormitusta. (Mononen 1990.)



Kuva 10. Kiskonjoen vesistöalue.

### 6.3.1 Ekologinen tila

Kiskonjoki on keskisuuri turvemaiden joki, jonka ekologinen tila on hyvä. Saramojen ja Venejoen tapaan myöskään Kiskonjokea ei ole muokattu voimakkaasti. Minkään yksittäisen tekijän ei voi sanoa alentavan Kiskonjoen ekologista tilaa. Uoman pituudesta 20-25 % on perattu, joka laskee hieman joen hydrologis-morfologisia ominaisuuksia, mutta tämä ei juurikaan vaikuta ekologisen tilan kokonaisarviointiin. (Suomen ympäristökeskus 2013.)

Kiskonjoen kohdalla hydrologis-morfologisen tila-arvioinnin puutteena voisi pitää, ettei se ota huomioon joen luonnonmukaisia suuria virtaamavaihteluja ja tästä johtuvia mahdollisia haittoja joen lajistolle. Arviointi keskittyy lähinnä ihmisen toteuttamien vesistömuokkausten, kuten vesistörakentamisen ja säännöstelyn, heikentäviin vaikutuksiin joen luonnonmukaisessa tilassa. Kiskonjoen HyMo-tila on tasolla ”hyvä” (Suomen ympäristökeskus 2013).

Saramojoen ja Venejoen vesistöalueiden tapaan myös Kiskonjoen vesistöalueella kaloissa esiintyvän elohopean riski kasvaa valuma-alueella esiintyvien turvemaiden vuoksi. Vesistöalueella on tehty elohopean seuranta ainoastaan 23.5.1984. Tuolloin elohopea-arvot kaikilla seurantapaikoilla ovat olleet alle määrittämissä rajan (L 0,1 µg/l). (Suomen ympäristökeskus 2013.)

Ekologisen tilan luokittelussa Kiskonjoen fysikaalis-kemialliset ominaisuudet ovat hyvällä tasolla. Ajoittain ongelmana olleet veden ravinnepitoisuus ja happamuus eivät alenna nykyisin juurikaan veden laatua. Veden pH-minimi on ekologisen tilan luokittelussa jopa erinomaisella tasolla (pH-minimi > 5,7). Kokonaistypen ja -fosforin arvot ovat sen sijaan hyvällä tasolla (kok. N = 450–900 µg/l ja kok. P = 20–40 µg/l). pH-minimi Kiskonjoen Huutokoskella vuosina 2006–2012 on 5,8. Kokonaistypen keskiarvo on samalla ajanjaksolla 29 µg/l ja kokonaistypen 678 µg/l. (Suomen ympäristökeskus 2013.)

Kiskonjoen toisen latvajärven, Teerijärven, happitilanteessa on havaittu merkittäviä ongelmia. Vuosien 2006–2012 seurantatulosten mukaan liukoisen hapen keskiarvo on 4,9 mg/l (vaihteluväli 0,1–8,9 mg/l). Keskipäivällä alusvedessä voi olla jopa täysin hapeton tila. (Suomen ympäristökeskus 2013.) Useimpien kalojen elinolosuhteiden kannalta hyvänä rajana pidetään 5 mg/l. Ympäristöhallinnon ylläpitämisen Herta-aineiston pohjalta Teerijärvessä on viitteitä ainakin ajoittaisesta sisäisestä kuormituksesta, joka voi olla seurausta veden vähähappisuudesta. Vähähappisuus taas johtuu järven pohjaan kertyneestä liiallisesta orgaanisesta aineksesta, joka hajotessaan kuluttaa happea.

Kokonaistypen ja -fosforin resuspensiota, eli sedimentoituneen aineen uudelleen veteen sekoittumista on havaittavissa varsinkin kesäkerrostuneisuuden aikaan.

Kokonaistypen ja -fosforin arvot edustavat tällöin alusvedessä lievästi rehevää tai rehevää tilaa. Päälyllyvedessä kokonaistypen ja -fosforin arvot voivat sen sijaan olla samanaikaisesti huomattavasti pienempiä, keskimäärin lievästi rehevän tilan alarajoilla. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Ekologisen tilan arvioinnin mukaan Teerijärven päälyllyveden kokonaisfosforin keskiarvo vuosina 2006–2012 on 17 µg/l ja kokonaistypen 475 µg/l, jotka molemmat edustavat luokittelussa erinomaista tasoa (Suomen ympäristökeskus 2013). Arvot ovat myös tyypillisiä lievästi reheville järville.

### **6.3.2 Virtaamatilanne patokartoitushankkeen ajankohtana**

Kiskonjoen vesistöalueella ei ole Venejoen tapaan jatkuvatoimista virtaaman seuranta paikkaa. Kiskonjoen vesistöalue sijaitsee Rauanjoen vesistöalueen länsipuolella ja vesistöalueet sivuavat toisiaan. Kiskonjoen vesistöalueen virtaamavaihtelut kuitenkin eroavat Rauanjoen virtaamakäyttymisestä, koska Kiskonjoen vesistöalueen järvisyys on vain 0,7 %, eikä alueella ole suurempia latvajärviä. Tästä syystä Kiskonjoen vesistöalueella ei ole samankaltaista virtaamavaihteluja tasoittavaa puskurikykyä kuin Rauanjoen vesistöalueella, jolloin uomien virtaamakäyttyminen on äärevämpää.

Vaelluskalojen selviytymisen kannalta Kiskonjoen alivirtaamajaksot voivat koitua ongelmaksi. Varsinkin mätimunien selviytyminen talven yli voi olla haastavaa, mikäli virtaama jokiuomassa on vähäinen. Tällöin mätimunat eivät välttämättä saa kehittyäkseen riittävästi happea ja varsinkin ranta-alueilla olevat kutupesät voivat pahimmillaan jopa jäätyä pinnankorkeuden laskiessa. Lisäksi myös vaellusajankohdan vähäinen virtaama ja vesisyvyys voivat muodostaa taimenelle nousuesiteitä joen potentiaalisimmille lisääntymisalueille. Suuret virtaamavaihtelut voivat myös aiheuttaa voimakasta rantaeroosiota, joka voi näkyä joessa virtaavan veden kiintoaineen lisääntymisenä ylivirtaama-aikana (Tossavainen 2018).

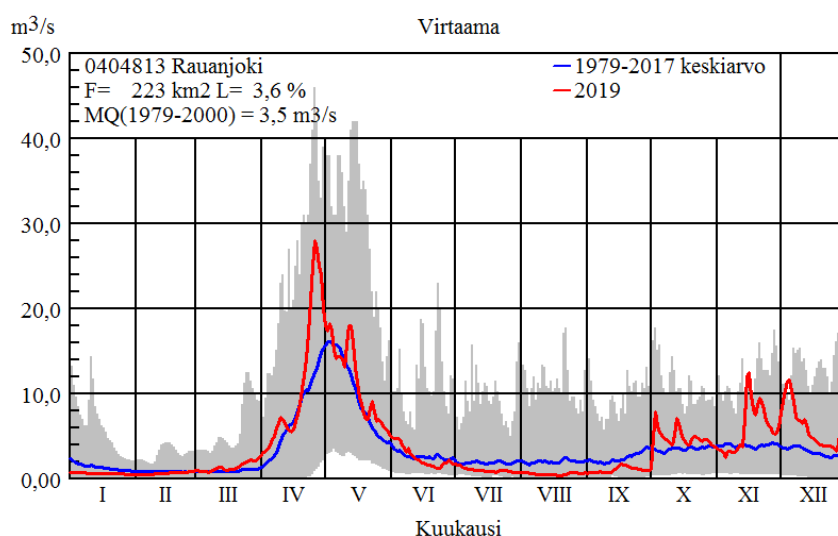
Kiskonjoen vesistöalueen maastokartoitukset toteutettiin 29.7.2019. Kartoitus tehtiin siis hieman ennen taimenen ensisijaista vaellusajankohtaa. Virtaama (0,72 m<sup>3</sup>/s) Rauanjoessa lähenteli tuolloin alivirtaamaa (taulukko 3). Vaikka Rauan- ja

Kiskonjoen virtaamakäyttäytymistä ei voi täysin verrata keskenään, voidaan kuitenkin arvioida, että alivirtaaman vallitessa Rauanjoella, myös Kiskonjoella elettiin todennäköisesti alivirtaamaa. Alhaisen järvisyysprosentin vuoksi veden vähyys vain ilmeni Kiskonjoella voimakkaammin kuin Rauanjoen vesistöalueella. Myös silmämääräisesti arvioituna virtaamatilanne lähenteli Kiskonjoessa alivirtaamaa. Varsinkin joen latvaosat olivat lähes kuivillaan (kuva 11).

Taulukko 3. Rauanjoen virtaamatilanne ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) patokartoitushankkeen maastopäivänä vuonna 2019, seuranta-ajanjakson (1979-2017) virtaamakeskiarvo, sekä pienin ja suurin virtaama (Lähde: SYKE, ymparisto.fi).

	m <sup>3</sup> /s			
pvm	vrk-arvo (2019)	ka (1979-2017)	min (1979-2017)	max (1979-2017)
29.7.	0,72	2,02	0,30	7,90

Syysateiden seurauksena Rauanjoen virtaamat kasvavat seuranta-ajanjakson (1979-2017) perusteella syyskuun puolivälistä aina marraskuun loppuun (kuvio 3). Syysateet kasvattavat myös Kiskonjoen virtaamia, mutta virtaamamuutokset ovat todennäköisesti paljon voimakkaampia. Tästä voidaankin arvioida, että myös Kiskonjoen vesistöalueella patokartoitushankkeen aikana vaellusesteettömäksi arvioitu rakenne on todennäköisesti esteetön myös taimenen vaellusajankohtana.



Kuvio 3. Rauanjoen virtaamatilanne vuonna 2019, virtaamakeskiarvo vuosina 1979-2017, sekä tarkastelujakson suurimmat ja pienimmät virtaamat (Kuvio: SYKE, ymparisto.fi).



Kuva 11. Alivirtaamalla Kiskonjoki on latvaosistaan lähes kuivillaan. Kuva on otettu 29.7.2019 Kiskonjoen latvaosista, joen ylittävältä sillalta, hieman Matokosken yläpuolelta (Kuva: Jukka Oinonen).

### 6.3.3 Sähkökoekalastukset ja kunnostustoimenpiteet

Kiskonjoen vesistöalueella ei ole tehty koekalastusrekisterin eikä Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskuksen kalatalousyksikön tietojen perusteella sähkökoekalastuksia. Vesistöalueella ei tiettävästi elä omaa taimenkantaa, mutta alan toimijat ovat kiinnostuneet kannan elvyttämisestä alueelle. Kiskonjokeen on suunniteltu tehtäväksi poikasisutuksia keväällä 2020. Joen latvaosiin on tarkoitus istuttaa vuoden ikäisiä järvitaimenen poikasia 2 500 kpl ja erilaisia poikasisutuksia jatketaan viiden vuoden ajan. (Turunen 2020; Pro Höytiäinen ry 2020.) Kiskonjoen vesistöalueella ei ole tiettävästi tehty kalataloudellisia tai valuma-

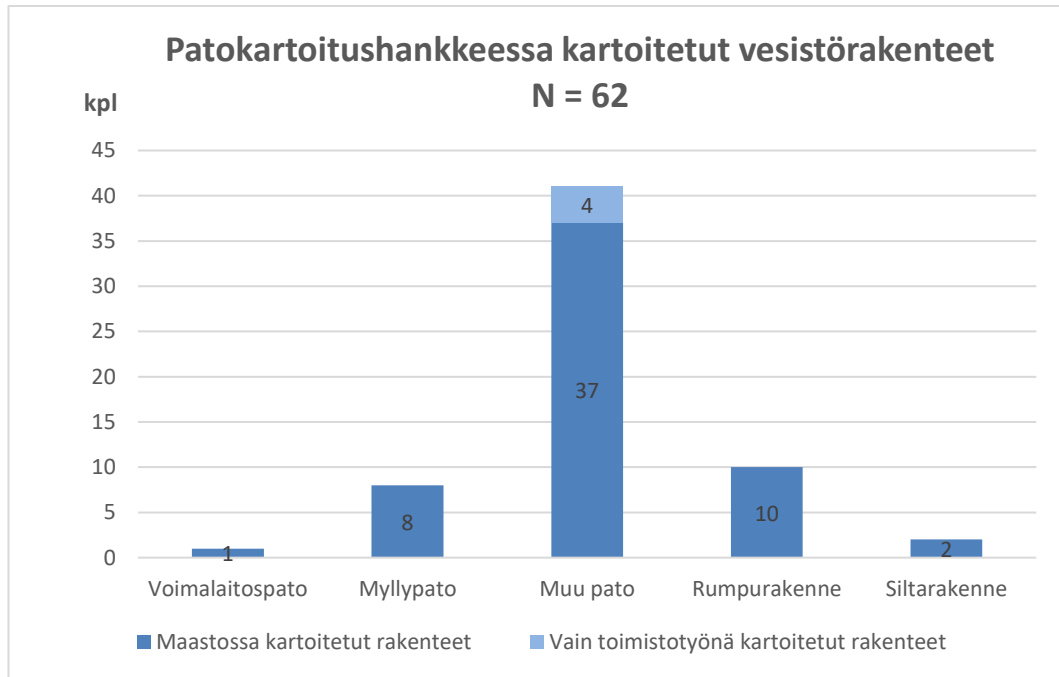
aluekunnostuksia. Kalataloudellisiin kunnostuksiin on kuitenkin herännyt kiinnostusta alan toimijoiden keskuudessa (Pro Höytiäinen ry 2020).

## **7 Kohdealueilla kartoitetut vesistö rakenteet**

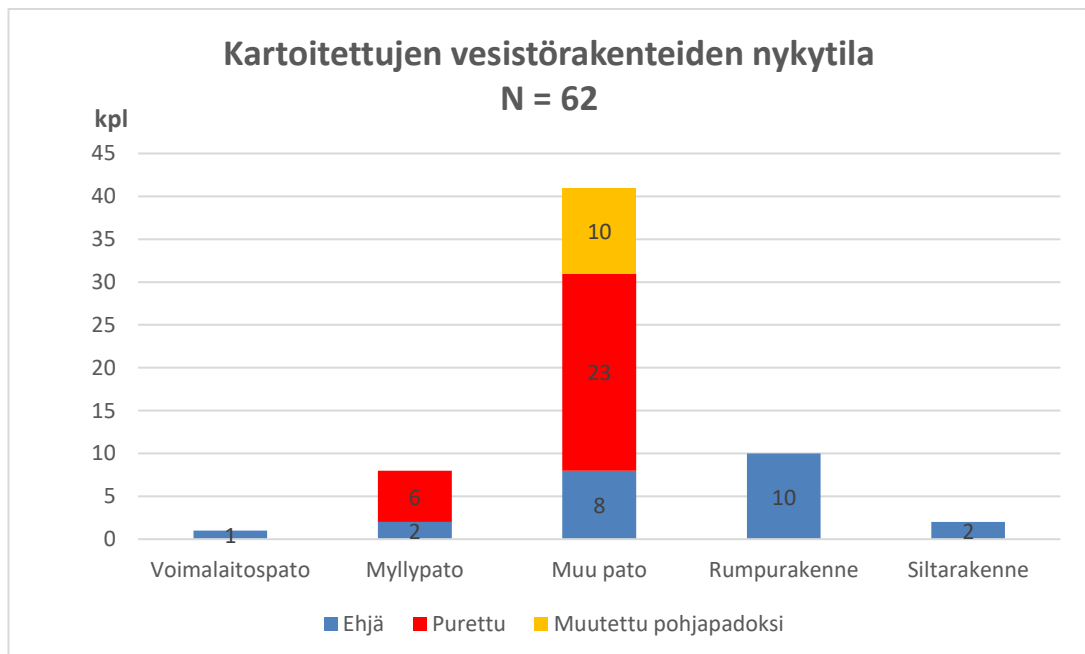
Patokartoitushankkeen aikana kolmelta vesistöalueelta kartoitettiin toimistotyönä yhteensä 62 rakennetta. Näistä rakenteista 58 kpl käytiin tarkastamassa maastossa. Näistä 58 rakenteesta voimalaitospatoja oli 1 kpl, myllypatoja 8 kpl, muita patoja 37 kpl, rumpurakenteita 10 kpl ja siltarakenteita 2 kpl. Luokka ”Muu pato” käsittää lähinnä uitto- ja säännöstelypatoja.

Kaikista 46 maastossa kartoitetusta padosta oli jäljellä vain 8 rakennetta. Lopuista 38 patorakenteesta 28 kpl oli purettu ja 10 kpl muutettu pohjapadoksi. Neljästä maastossa kartoittamatta jätetystä rakenteesta yksi oli vuonna 2014 puretuksi määritetty uittopato ja kolme kalataloudellisesta näkökulmasta merkityksentöntä säännöstelypatoa.

Kartoitetut rakenteet, sekä niiden sijainti, tila, vaellusesteellisyysluokka ja esteellisuuden kuvaus on esitetty opinnäytetyön liitteestä 4. Kuviossa 4 on havainnollistettu patokartoitushankkeessa kartoitetut vesistö rakenteet ja kuviossa 5 rakenteiden nykytila.



Kuvio 4. Patokartoitushankkeessa kartoitetut vesistö rakenteet.



Kuvio 5. Patokartoitushankkeessa kartoitettujen vesistö rakenteiden nykytila.

## 7.1 Saramojoen vesistöalue

Maastokartoitukset Saramojoen vesistöalueella toteutettiin kuuden työpäivän aikana 13.6., 24.6. – 27.6. ja 5.8.2019. Saramojoen vesistöalueelta kartoitettiin toimistotyönä yhteensä 35 rakennetta, joista 31 käytiin tarkastamassa maastossa. Yksi toimistotyönä kartoitettu rakenne oli käyty inventoimassa maastossa ELY-



keskuksen toimesta vuonna 2014 ja kolme rakennetta jätettiin pois kartoituksesta lähinnä niiden sijainnin perusteella. Nämä kolme Lahnapuron rakennetta sijaitsevat Metsojoen pääuoman ulkopuolella, eikä niiden siten katsottu vaikuttavan kalan kulkuun. Vuonna 2014 kartoitettu patorakenne on todettu puretuksi ja vaellusesteettömäksi. Maastossa kartoitetuista 31 rakenteesta uitto- ja säännöstelypatoja (muu pato) oli 19 kpl, myllypatoja 4 kpl, rumpurakenteita 5 kpl, siltoja 2 kpl ja voimalaitospatoja 1 kpl. Rakenteet on esitetty kuvassa 12.

Kartoitetuista 19 uitto- ja säännöstelypadosta oli purettu 16 rakennetta. Ainoat käytössä olevat padot ovat hieman Metsojoen pääuoman ulkopuolella olevat kolme patorakennetta, jotka kuuluvat Kourukosken kalanviljelyaltaiden yhteyteen. Nämä rakenteet eivät siis estä kalan kulkua Metsojoen pääuomaa pitkin. Puretuista padoista seitsemän oli korvattu pohjapadolla.

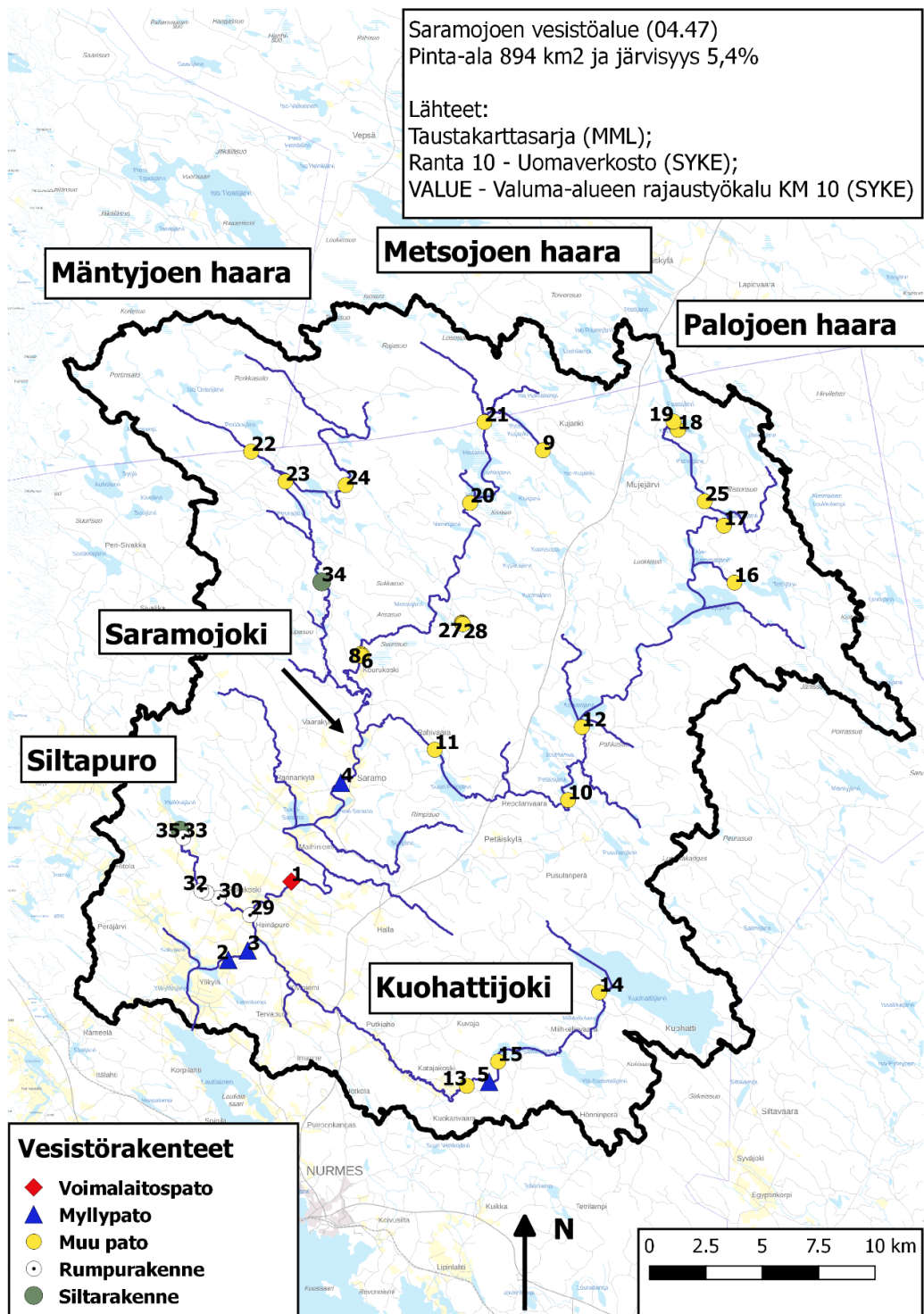
Neljästä myllypadosta kolme oli purettuja. Näistä kolmesta myllypaikasta kahdella myllyrakennus oli täysin purettu ja kolmannella paikalla oli jäljellä ainoastaan myllyn rauniot. Kuohattijoen Myllykoskella myllyrakennus ja säännöstelypato ovat vielä toiminnassa.

Saramojoen vesistöalueella kartoitetut viisi rumpurakennetta sijaitsevat kaikki Saramojoen alapäähän laskevassa Siltapurossa. Rakenteista neljä on rumpuja ja yksi putkisilta, eli halkaisijaltaan yli 2 m oleva rumpurakenne. Näistä neljä oli maantien alittavia rakenteita ja yksi metsäautotien alittava rakenne.

Patokartoitushankkeessa ei ensisijaisesti ollut tarkoituksena kartoittaa siltarakenteita. Saramojoen vesistöalueella sijaitseva "Peurajoen välppäsilta" otettiin mukaan kartoitukseen, koska se oli arvioitu aiemman maastokartoituksen yhteydessä vaellusesteeksi. Toinen siltarakenne tuli mukaan kartoitukseen sattumalta, kun Siltapurossa oleva ylitysrakenne "Siltapuro 6" osoittautui maastokäynnin yhteydessä metsäautotiellä olevaksi, uoman ylittäväksi betoniseksi ajorampiksi.

Kartoitettu voimalaitospato sijaitsee Saramojoen Louhikoskessa. Säännöstelypadon yhteyteen on rakennettu tekninen kalatie, jonka toimivuutta selvitettiin patokartoitushankkeessa. Louhikosken voimalaitoksella on putouskorkeutta 11 m ja

suunnitteluvirtaama laitokselle on  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Voimalaitoksen kokonaisteho on 0,5 MW ja keskimääräinen vuosienergian tuotto 2 200 MWh. Louhikoskelle rakennettiin voimalaitos jo vuosina 1924–1925. Laitos uusittiin vuonna 1987 ja se automatisoitiin 1990-luvun alkupuolella. Voimalaitoksen omistaa Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2020.)



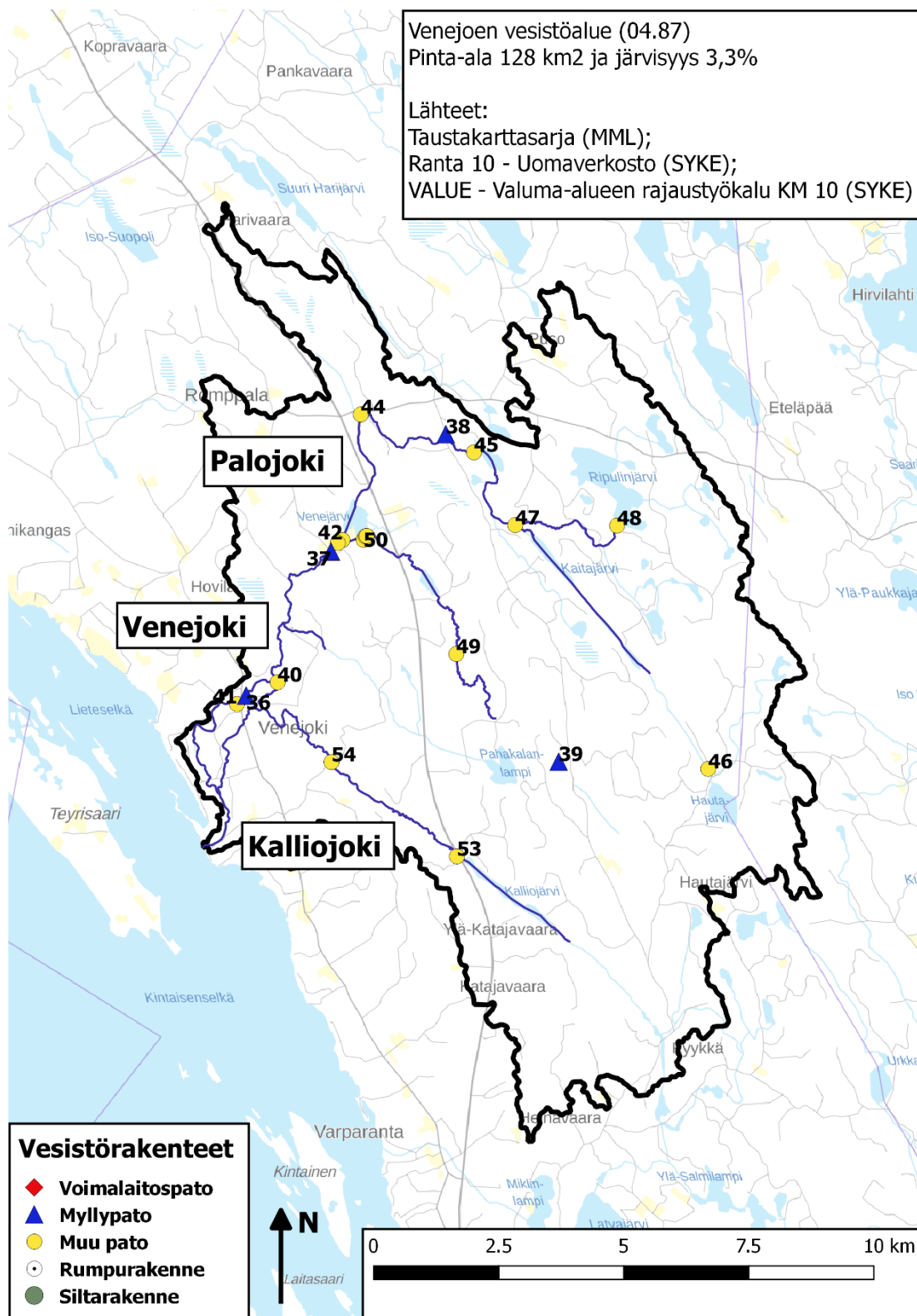
Kuva 12. Saramojen vesistöalueen vesistö rakenteet.

## 7.2 Venejoen vesistöalue

Venejoen maastokartoitukset toteutettiin kahden työpäivän aikana 3.–4.7.2019. Toimistotyönä kartoitettiin yhteensä 19 rakennetta, jotka käytiin kaikki tarkastamassa maastossa. Rakenteista 4 oli myllypatoja ja 15 muita patorakenteita (kuva 13).

Myllypadoista kolme oli purettu. Ainoa jäljellä oleva pato oli Salpuunpuron myllypato. Koskelan myllypaikalla vanhan patopenkan läpi on asennettu arviolta viisi metriä pitkä rumpuputki. Myllypaikoista ainoastaan Koskelan tilalla myllyrakennus on vielä jäljellä, mutta mylly ei ole toiminnassa.

Venejoen vesistöalueen muista 15 patorakenteesta vain Heikinlamminpuron kaksi ”teräsponskipatoa” ovat käytössä. Kohteella Heikinlamminpuron rantapenkkaa on tuettu rantaan hakatuilla puuparruilla. Lisäksi Venejärven etelärannan rantapenkkaa on tuettu tulvariskin välttämiseksi maapadolla. Puretuista padoista kolme on korvattu pohjapadolla.

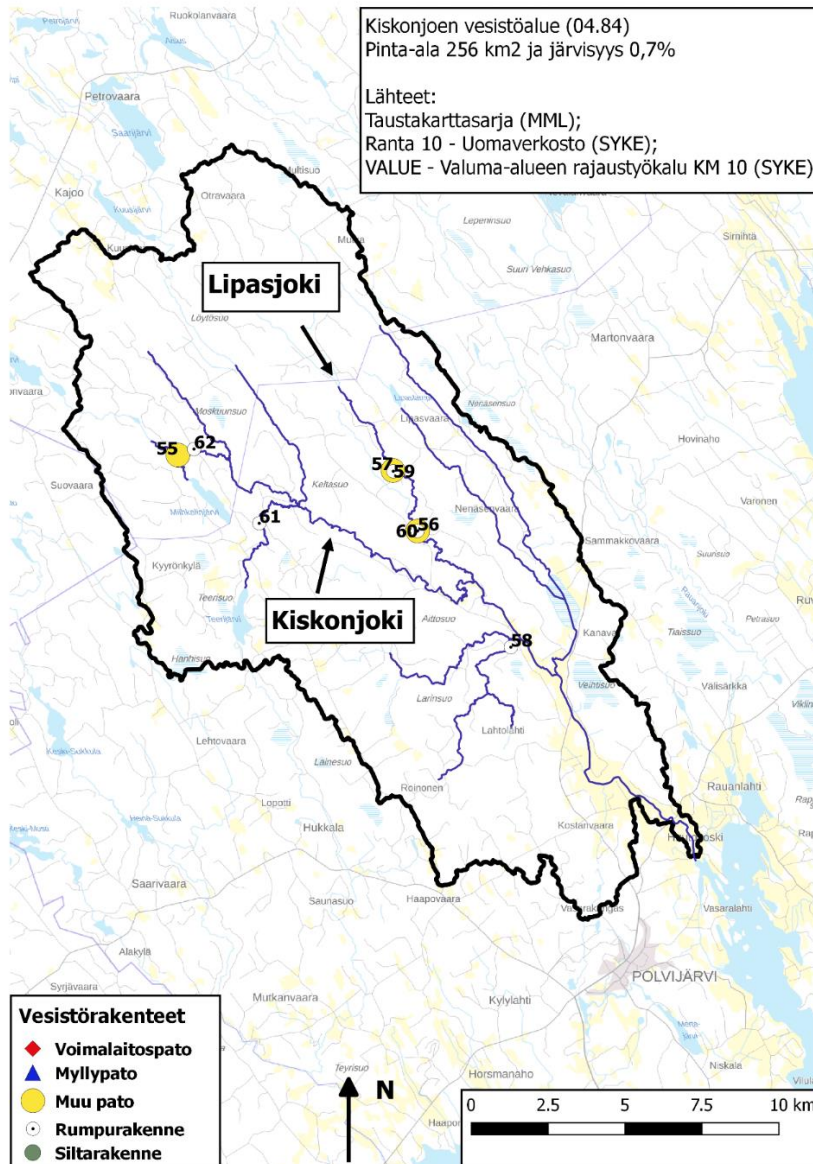


Kuva 13. Venejoen vesistöalueen vesistö rakenteet.

### 7.3 Kiskonjoen vesistöalue

Kiskonjoen maastokartoitus toteutettiin yhden työpäivän aikana 29.7.2019. Vesistöalueella kartoitettiin yhteensä kahdeksan rakennetta, joista kolme oli patoja ja viisi rumpurakenteita. Rakenteet on merkattu alla olevaan karttaan (kuva 14).

Kaikki Kiskonjoen vesistöalueella kartoitetut patorakenteet oli purettu. Rumpurakenteista kaksi oli metallisia aaltorumpuja ja kolme betonirumpuja. Kaikki kolme betonirumpukohdetta olivat kahden vierekkäin asennetun rumpuputken rakenteita. Multapuron ja Lipaspuron aaltorummut ovat leveydeltään yli kaksi metriä, joten ne luokitellaan putkisilloiksi.



Kuva 14. Kiskonjoen vesistöalueen vesistö rakenteet.

## **8 Rumpurakenteiden vaellusesteellisyys ja rakenteiden kunnostusmahdollisuudet**

### **8.1 Vaellusesteellisyyden raja-arvot**

Suomen pienissä virtavesissä on arvioitu olevan satojatuhansia maantierumpuja (Eloranta 2010). Näistä rummuista kolmasosan on arvioitu olevan vaellusesteellisiä kaloille ja jopa puolet virtavesiä vaelluksessaan käyttäville eläinlajeille (Metsähallitus & ELY-keskus 2018).

Rumpurakenteen esteellisyys voidaan jakaa neljään luokkaan: täydellisiin, osittaisiin ja ajoittaisiin esteisiin, sekä esteettömiin rakenteisiin. Esteettömällä rakenteella tarkoitetaan rakennetta, jonka kaikki kalalajit ja kokoluokat pystyvät ohittamaan virtaamatilanteesta huolimatta. Osittaisella esteellä tarkoitetaan rakennetta, joka estää tiettyjen lajien tai kokoluokkien vaelluksen rakenteen ohi. Ajoittainen este estää lajien liikkeen esim. ali- tai ylivirtaaman vallitessa. Täydellinen este estää kaikkien lajien ja kokoluokkien vaeltamisen rakenteen ohi virtaamatilanteesta huolimatta. (Metsähallitus & ELY-keskus 2018.)

Rumpurakenteiden kohdalla monet tekijät voivat vaikuttaa rakenteen vaellusesteellisyteen. Usein vaelluseste myös muodostuu monen eri tekijän yhteisvaikutuksesta. Yleisin esteellisyyttä aiheuttava tekijä on rumpurakenteen alapään liian suuri putouskorkeus. Jo 10 cm pudotuksen on arvioitu estävän useimpien kalalajien nousun ylävirtaan päin. Rakenteen alapäässä tulisi olla myös syvempi ns. kiihdytysallas, jossa kala voi lisätä nopeutta ja tehdä ponnistuksen rummulle. Huonon uintikyvyn omaaville eläinlajeille, kuten katkoille, rummun alapäässä ei saisi olla lainkaan putouskorkeutta. (Metsähallitus & ELY-keskus 2018.)

Rakenteen sisällä vaellusesteellisyyttä aiheuttavat useimmiten liian vähäinen vesisyvyys ja liian suuri virtausnopeus. Vesisyvyyden tulisi olla rummussa aina vähintään 20 cm, myös alivirtaaman vallitessa. Virtausnopeuden noustessa yli 0,4 m/s kevätkutuisten kalojen ohivaellus hankaloituu merkittävästi. (Metsähallitus & ELY-keskus 2018.) Syyskutuisilla kaloilla, kuten taimenella, virtausnopeus saa

olla hieman suurempi, mutta se ei saisi kuitenkaan nousta yli 0,8 m/s. Vesisyvyydestä ja virtausnopeudesta aiheutuvat ongelmat korostuvat vesistöalueilla, joissa ei ole virtaamavaihteluja tasoittavia suurempia järvioltaita. (Eloranta 2010.)

Vaellusesteellisyyttä rumpurakenteiden kohdalla voivat myös aiheuttaa mm. rakenteen pituus ja pimeys sekä pohjan materiaali. Rummun pituus saisi olla enimmillään 20 metriä (Eloranta 2010). Pituuden kasvaessa virtausnopeus ei saisi olla kova, koska muutoin kala voi joutua liian kovaan fyysiseen rasitukseen ja päätyä virran mukana takaisin rummun alapäähän. Rummun pohjan materiaali on merkityksellinen uoman pohjaa liikkumisessaan käyttäville eläimille. Esimerkiksi paljaassa ja liukkaassa muoviputkessa virtaa vasten eteneminen voi olla haastavaa. (Metsähallitus & ELY-keskus 2018.)

Kalojen ja joidenkin vesistöjä kulkureittinään käyttävien hyönteisten on havaittu välttävän pimeitä rumpurakenteita. Lisäksi rummun yläpäähän virran mukana kulkeutuneet oksat ja muu materiaali voivat muodostaa vaellusesteen. (Eloranta 2010.) Virheellisesti asennettu rumpurakenne voi estää lajien kulun myös alavirtaan päin kuljettaessa (Metsähallitus & ELY-keskus 2018).

## **8.2 Rumpurakenteiden kunnostusmahdollisuudet**

Ekologisesti paras rumpurakenne on sellainen, jonka eläinlajit pääsevät ohittamaan nopeasti ja vaivattomasti. Tästä syystä etenkin uusia rumpuja asentaessa olisi syytä ottaa huomioon myös ekologinen puoli. Ekologisiin perustavoitteisiin rumpurakentamisessa kuuluu, että rummun tulisi olla kaikkien eläinten läpi kuljettavissa pahimpia tulvahuippuja lukuun ottamatta. (Eloranta 2010.)

Rummun olisi syytä olla vähintään uoman levyinen, jolloin se ei kurista ja samalla nopeuta virtausta rakenteen sisällä. Ylimoittaminen voi johtaa liian alhaiseen vesisyvyyteen varsinkin alivirtaamajaksolla, kun taas alimitoittaminen liian kovaan virtausnopeuteen ylivirtaamalla. (Metsähallitus & ELY-keskus 2018.) Rumpurakenne tulisi asentaa uoman pohjan alapuolelle, jolloin rummun alapäähän ei muodostu putouskorkeutta. Luonnonmukainen pohja olisi ekologisesti paras

vaihtoehto. Jos rummun alapäässä on putouskorkeutta, sitä voidaan vähentää allastamalla rummun alapuolista uomaa esimerkiksi kivistä tai puusta rakennetuin kynnyksin. (Eloranta 2010.) Vesipinnan noustessa myös rummun sisäpuolinen vesisyvyys voi kasvaa ja virtausnopeus hidastua (Metsähallitus & ELY-keskus 2018). Kovaa virtausnopeutta voidaan myös kompensoida rummun sisään asennettavilla lamelleilla tai suuremmilla kivillä. Tällöin kalat saavat hitaamman virtauksen omaavia lepopaikkoja virtaushidastimen takaa. (Eloranta 2010.)

Usean rummun kohteilla virtaamavaihteluiden aiheuttamaa ajoittaista vaellusesteellisyyttä voidaan vähentää asentamalla rummut hieman eri korkeuksille tai asentamalla toisen rumpuputken yläpäähän vettä padottava levy, joka päästää kyseiseen rumpuun vettä ainoastaan ylivirtaama-aikana. Tällöin ali- ja keskivirtaamalla vain toinen rumpuputki on vesitetty ja vesisyvyys on täten siinä suurempi. Lisäksi kuivillaan oleva rumpu voi muodostaa kuivakäytävän helpottamaan maaeläinten, kuten saukon, turvallista ohikulkua maantien ali. Tällöin rumpurakenteeseen ei välttämättä tarvitse asentaa ns. hyllyrakenteita maaeläimille. (Metsähallitus & ELY-keskus 2018.)

Rummun kaltevuuskulma saisi olla enimmillään 1 %. Rumpurakenteiden asentamista jyrkemmillä uomaosuuksilla tulisi välttää. Näillä kohteilla olisi syytä suosia muita ylitysrakenteita, kuten siltoja, jolloin virtausnopeus ei kasva rakenteessa liian suureksi. (Eloranta 2010.) Pienemmillä virtavesikohteilla sillan rakentamista on tosin usein saatettu välttää rumpurakennetta suurempien kustannusten takia.

## **9 Vesistöhankeiden ja kunnostustoimien luvanvaraisuus**

### **9.1 Vesilain vaatimukset**

Tähän lukuun on koottu Vesilaissa 587/2011 määritetyt vaatimukset, jotka tulee huomioida vaellusesteellisiä vesistö rakenteita kunnostettaessa tai niitä purettaessa. Lisäksi luvussa käsitellään pato- ja ylitysrakenteiden rakentamista ja ylläpitämistä koskevaa luvanvaraisuutta.



Vesilain 2. luvun 9 § mukaan vesistöissä olevaa rakennelmaa ei saa poistaa ilman lupaviranomaisen lupaa, mikäli toimenpiteellä voi olla vaikutusta vedenkorkeuteen tai vedenjuoksuun. Rakennelman poistaminen ei saa myöskään merkittävästi loukata yleistä tai yksityistä etua ja poistamisesta koitua edunmenetys on korvattava. Vesistöissä olevan rakennelman omistaja on vastuussa rakennelman kunnossapidosta ja hänen on huolehdittava, ettei rakenne aiheuta vaaraa tai haittaa ulkopuolisille. (Vesilaki 587/2011.)

Vesilain 3. luvun 2 § mukaan vesistöhankeella tulee olla lupaviranomaisen myöntämä lupa, jos hanke muuttaa vesistön olosuhteita siten, että siitä aiheutuu tulvan vaaraa tai yleistä veden vähyyttä. Lupa vaaditaan myös, jos hanke aiheuttaa haittaa kalastukselle tai kalakannoille, vesiliikenteelle tai puutavaran uitolle, tai se vaarantaa uoman luonnontilan säilymistä. Hanke ei myöskään saa merkittävästi heikentää ympäristön viihtyisyyttä, luonnon kauneutta, kulttuuriarvoja tai vesialueen virkistyskäyttöä. (Vesilaki 587/2011.)

Vesilain 3. luvun 3 § määrittää, että vesitaloushankeella on aina oltava lupaviranomaisen lupa, mikäli se supistaa tai sulkee valtaväylän tai yleisen uitto- tai kulkuväylän. Lupa vaaditaan myös vesivoimalaitoksen rakentamiseen, sekä sillan tai kuljetuslaitteen rakentamiseen yleisen valta- tai kulkuväylän yli. Ilman lupaviranomaisen lupaa ei myöskään maa-aluetta saa muuttaa pysyvästi vesialueeksi veden korkeutta nostamalla. (Vesilaki 587/2011.)

Vesilain 3. luvun 14 § mukaan vesitaloushankeissa, joissa voi aiheutua haittaa kalakannoille tai kalastukselle, tulee hankkeesta vastaavan ryhtyä toimenpiteisiin haittojen ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi. Tätä velvoitetta kutsutaan kalatalousvelvoitteeksi. Kalatalousvelvoite voi olla esimerkiksi kalatie, kalataloudellinen kunnostustoimenpide, istutus, tai vaikka näiden yhdistelmä. Velvoitteeseen voi myös sisältyä tuloksellisuuden tarkastelu hankealueella. Kalatalousvelvoitteelle toinen vaihtoehto on kalatalousviranomaiselle vahingon aiheuttamisesta maksettava kalatalousmaksu, joista saatavat varat käytetään kyseisellä vesialueella tehtävien toimenpiteiden suunnitteluun, toteutukseen ja seurantaan. (Vesilaki 587/2011.)

Vesilain 3. luvun 22 § oikeuttamana lupaviranomainen voi hakemuksesta muuttaa kalatalousvelvoitetta tai -maksua koskevia määräyksiä, mikäli olosuhteet ovat olennaisesti muuttuneet. Lisäksi epätarkoituksenmukaiseksi osoittautunut velvoite voidaan myös tarkistaa, jos sen kalataloudellista tulosta voidaan parantaa lisäämättä merkittävästi toteuttamiskustannuksia. (Vesilaki 587/2011.)

Vesilain 3. luvun 10 § mukaan vesistön vedenkorkeuteen tai juoksutukseen vaikuttavan hankkeen lupapäätöksessä on tarpeen mukaan annettava määräykset veden enimmäis- ja vähimmäiskorkeudesta, sekä juoksutuksen järjestämisestä. (Vesilaki 587/2011.) Juoksutusmääräykset ja kalatalousvelvoitteet kuuluvat yhtenä osana muun muassa vesivoimantuotannon lupaprosessiin.

Vesilain 9. luvun 21 § mukaan valvontaviranomainen voi hakea lupaviranomaiselta uiton toimipaikkoja koskevien lupien määräämistä raukeamaan, mikäli uitto on päättynyt vesistössä tai sen osassa, eikä alueella ole toimivaa uittoyhteisöä. Tällöin valvontaviranomaisen tulee ryhtyä toimenpiteisiin uittoa varten tehtyjen rakennelmien poistamiseksi tai muuttamiseksi siten, ettei niistä aiheudu haittaa tai vaaraa vesistöä käytettäessä. Lisäksi tulee aloittaa toimenpiteet perattujen uomien palauttamiseksi ennalleen. (Vesilaki 587/2011.)

Vesilain 1. luvun 7 § mukaan aluehallintovirasto toimii vesilain lupaviranomaisena. ELY-keskus ja kunnan ympäristöviranomainen valvovat lupien oikeaoppista toteuttamista. ELY-keskus toimii kalatalousviranomaisena. (Vesilaki 587/2011.)

## **9.2 Tieturvallisuus**

Väylävirasto eli entinen Liikennevirasto velvoittaa yleisillä teillä ja liikennealueilla työskenteleviltä voimassa olevaa Tieturva 1 -pätevyyttä. Tieturva 1 -kurssi kestää yhden päivän ja suoritettu tutkintopätevyys on voimassa viisi vuotta. Kurssin tavoitteena on, että liikennealueella työskentelevä tuntee työnsä riskit ja osaa välttää niiden syntymisen omilla toimintatavoillaan. (Suomen Kuljetus ja Logistiikka

SKAL ry 2020.) Yleisten teiden ylitysrakenteita kunnostavilla henkilöillä tulee olla voimassa oleva Tieturva 1 -pätevyys.

### **9.3 Kulttuuriympäristön huomioiminen vesistöhankeissa**

Vesistökuunnostuksissa tulee huomioida luonto- ja ympäristöarvojen ohella myös kulttuuriympäristön vaaliminen. Tämä tulee huomioida myös patorakenteiden ja muiden vaellusesteiden kunnostus- ja poistotoimenpiteissä. Esimerkiksi vanhoihin myllypatoihin tai uittolaitteisiin voi liittyä kulttuuriarvoja, joita ei saa tuhota kunnostustoimenpiteiden yhteydessä. Kulttuuriperintökohteita on löytynyt myös vahvasti rakennetuilta ja muokatuilta alueilta, sekä erilaisten vesitaloushankkeiden yhteydessä. Mahdolliset jäännökset säilyvät usein hyväkuntoisina sedimentin tai veden alla olevissa kosteissa ympäristöissä. (Härö & Tikkanen 2018.)

Virtavesikuunnostuksia suunniteltaessa on itse kunnostussuunnittelun ohella arvioitava, voiko toimenpiteillä olla vaikutusta esimerkiksi eri aikakausien rakennusperintöön, rakenteisiin, kulttuurimaisemaan tai arkeologiseen kulttuuriperintöön. Mikäli tällainen vaihtoehto on olemassa, tulee hanketoimenpiteistä pyytää lausunto museoviranomaiselta hyvissä ajoin ennen maastotoimenpiteiden alkamista. Viranomaisena toimii joko maakuntamuseo tai Museovirasto, tosin vedenalaisen kulttuuriperinnön osalta Museovirasto on Suomen ainoa suojeluviranomainen. Museoviranomaisen roolia kulttuuriperinnön suojelijana vesistökuunnostuksissa ohjaavat muun muassa muinaismuistolaki (295/1963), vesilaki (587/2011), sekä maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999). (Härö & Tikkanen 2018.)

Museoviranomainen arvioi hankkeen kulttuuriympäristöön vaikuttavat tekijät mm. hankesuunnitelman ja omien tietojensa pohjalta. Jos museoviranomaisella ei ole riittävästi pohjatietoa hankealueesta, voidaan kohteesta joutua teettämään kulttuurihistoriallinen taustaselvitys. Selvitykseen voi kuulua vanhojen karttojen sekä arkisto- ja kirjallisuuslähteiden tutkimuksen ohella myös maastoinventointi. Taustaselvityksiä ja maastoinventointeja tekevät usein yksityiset konsultit. Hankera-

hoituksessa tulee ottaa huomioon mahdollinen taustaselvityksen laatiminen. Mu-seoviranomainen kirjoittaa hankkeen vaikutusten arvioinnista hankkeelle kirjalli-sen lausunnon, joka hankevastaavan tulee toimittaa myös maastossa työskentelevien tietoon. (Härö & Tikkanen 2018.)

## **10 Kohdealueiden vaellusesteelliset rakenteet ja niiden kun-nostusmahdollisuudet**

Ympäristöhallinnossa vesistö rakenteen vaellusesteellisyys jaetaan kolmeen pää-luokkaan: totaalinen este, osittainen este ja ei este. Osittainen esteellisyys jae-taan kahteen alaluokkaan, merkittäviin ja kulkua haittaaviin esteisiin. (Etelä-Sa-von ELY-keskus 2018.)

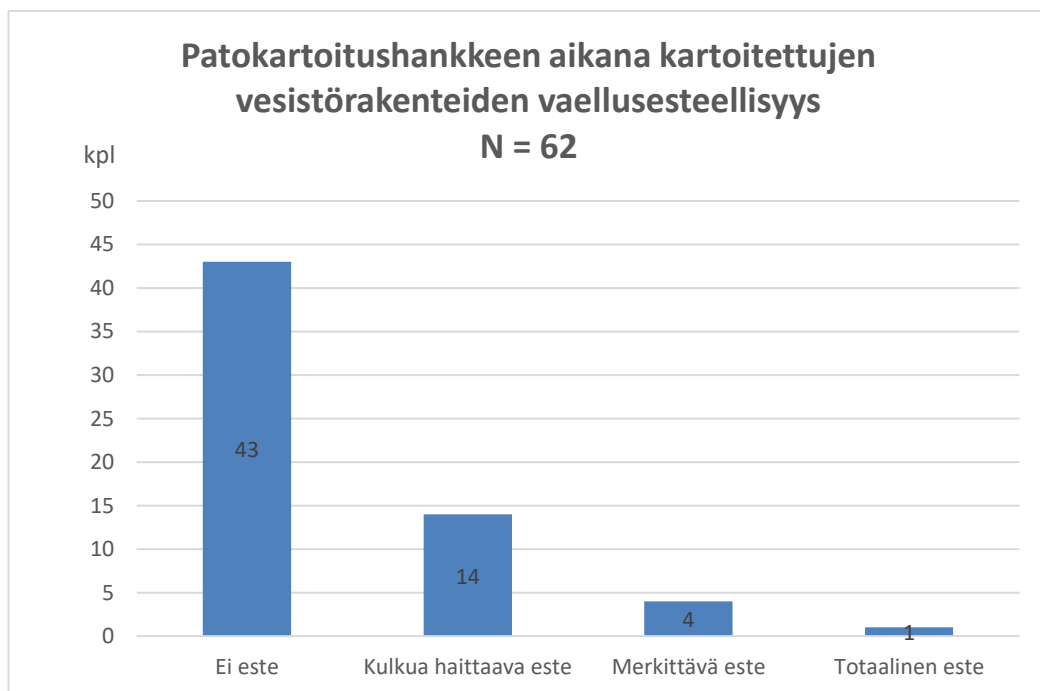
Totaalisella esteellä tarkoitetaan estettä, jota mikään kalalaji ei pääse ohittamaan missään virtaamatilanteessa. Merkittävällä esteellä tarkoitetaan ehdotonta es-tettä suurimmalle osalle kalalajeista suurimman osan ajasta. Merkittäväksi es-teeksi luokitellaan myös rakenne, jolla on merkittävä vaikutus vaelluskalakantoi-hin tai kantojen palauttamiselle. Kulkua haittaavat esteet ovat merkittäviä esteitä vähäisempiä. Ne rajoittavat vain joidenkin lajien kulkua tai estävät kaikkien kala-lajien kulun vain lyhyiksi ajoiksi, esimerkiksi ali- tai ylivirtaamalla. Luokalla ”ei este” tarkoitetaan rakennetta, joka on kaikkien kalalajien ohi kuljettavissa virtaa-matilanteesta huolimatta. (Etelä-Savon ELY-keskus 2018.)

Rumpurakenteiden kohdalla voidaan käyttää hieman erilaista luokittelua, joka on esitetty luvussa 8.1. Tämä esteellisyysluokittelu huomioi myös saman kalalajin eri kokoluokkien kulkumahdollisuuden rakenteen ohi. Vaellusesteellisyysluokan selkeyttämiseksi tässä opinnäytetyössä rumpurakenteiden kohdalla käytetään samaa esteellisyysluokittelua, kuin muillakin vesistö rakenteilla.

Patokartoitushankkeen kaikista 62 toimistotyönä kartoitetusta vesistö rakenteesta 43 rakenteen voidaan katsoa olevan vaellusesteettömiä kaloille. Vaellusesteelli-sistä 19 rakenteesta yhden rakenteen voidaan katsoa olevan totaalinen este, nel-

jän rakenteen merkittävä este ja loput 14 rakennetta ovat kulkua haittaavia esteitä. Venejoen vesistöalueella sijaitsevan Salpuunpuron vanhan myllypadon muodostama totaalinen vaelluseste on tosin kalataloudellisesta näkökulmasta katsottuna vähämerkityksellisessä uomassa. Lisäksi myllypadon päällä oleva allas on voimakkaasti rehevöitynyt, minkä seurauksena vesi laskee padolle pinta-valunnan omaisesti. Tästä syystä padon purkamisella tai vaellusesteen ohittamisella ei ole kalataloudellista merkitystä.

Vaellusesteellisten rakenteiden lisäksi muutaman pohjapatorakenteen on mahdollista muodostua vaellusesteeksi, mikäli virran mukana kulkeutuvat oksat tarttuvat pohjapatokiviin tai vuosi on erityisen vähäsateinen ja virtaamat todella pieniä. Patokartoitushankkeessa kartoitettujen vesistö rakenteiden vaellusesteellisyys on havainnollistettu kuviossa 6.



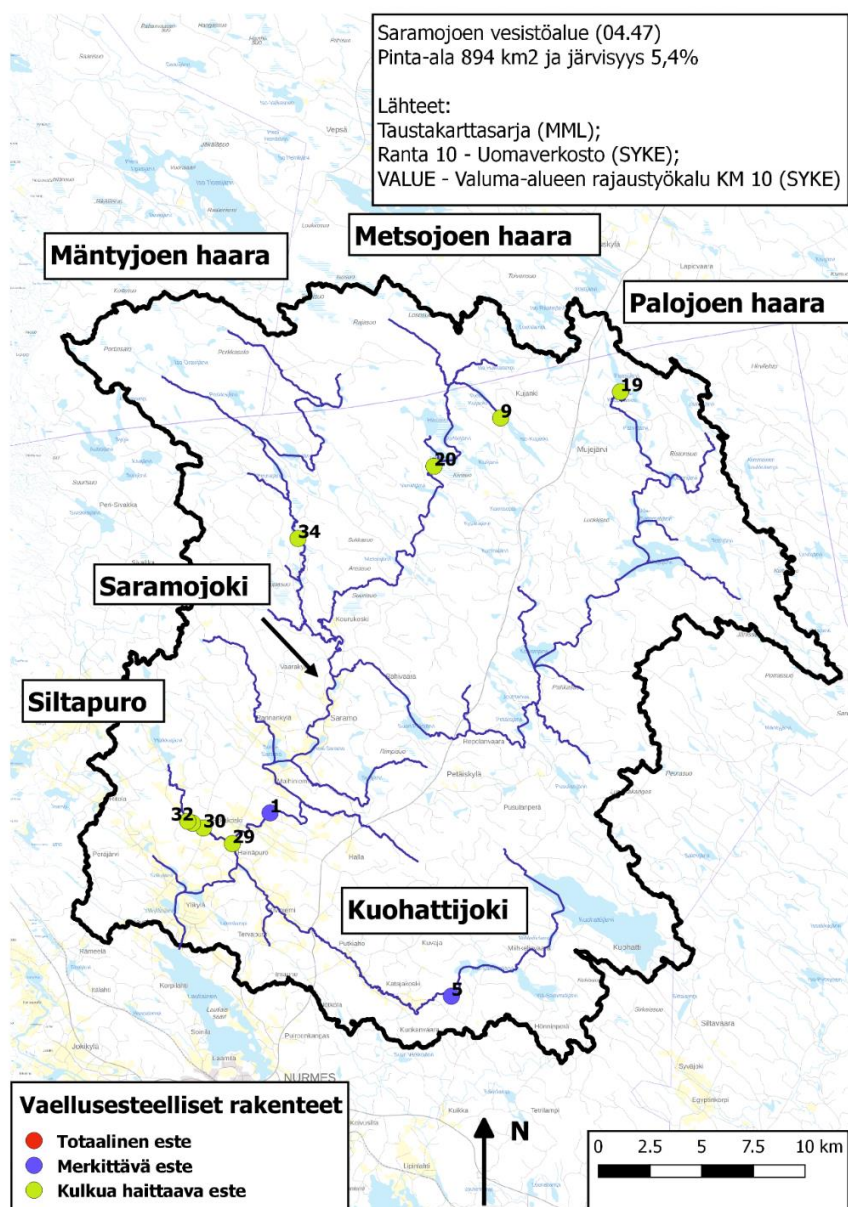
Kuvio 6. Saramojoen, Venejoen ja Kiskonjoen vesistöalueilla kartoitettujen vesistö rakenteiden vaellusesteellisyys.

### 10.1 Saramojoen vesistöalueen rakenteet

Saramojoen 35 kartoitetusta rakenteesta 25 rakennetta ei muodosta vaellusestettä kaloille. Sen sijaan Louhikosken säännöstelypadon ja teknisen kalatien voi-

daan katsoa muodostavan merkittävän tai jopa totaalisen esteen kaloille. Totaalisen esteen varmistaminen tosin vaatisi kalatien toimivuuden selvittämisen myös patokartoitushankkeen ajankohtaa suuremmilla Saramojoen virtaamalla. Kuohattijoen Myllykoskessa olevan myllypadon voidaan katsoa muodostavan merkittävän tai vähintään kulkua haittaavan esteen kaloille.

Loput kahdeksan esteellistä rakennetta ovat kulkua haittaavia esteitä, jotka muodostuvat lähinnä rumpurakenteista ja pohjapadoista. Saramojoen vesistöalueen vaellusesteelliset rakenteet ilmenevät kuvasta 15 ja tarkemmat tiedot rakenteista taulukosta 4.



Kuva 15. Saramojoen vesistöalueen vaellusesteelliset vesistö rakenteet.

Taulukko 4. Saramojoen vesistöalueen vaellusesteellisten vesistö rakenteiden tiedot.

Nro	Rakenne	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Tila	Vaellusesteellisyys
		N	E		
1.	Louhikosken kalatie	7062529	606506	Käytössä	Merkittävä este (Totaalinen este)
5.	Myllykosken myllypato	7053646	615278	Käytössä	Merkittävä este (kulkua haittaava este)
9.	Kujankijärven pato	7081663	617661	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este
19.	Paasijärven pato	7082931	623461	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este
20.	Talaszjärven pato	7079325	614434	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este
29.	Siltapuro 1 (Rumpu)	7061040	604678	Käytössä	Kulkua haittaava este
30.	Siltapuro 2 (Putkisilta)	7061799	603279	Käytössä	Kulkua haittaava este
31.	Siltapuro 3 (Rumpu)	7062034	602749	Käytössä	Kulkua haittaava este
32.	Siltapuro 4 (Rumpu)	7062128	602517	Käytössä	Kulkua haittaava este
34.	Peurajoen välppäsilta	7075822	607856	Käytössä	Kulkua haittaava este

### 10.1.1 Louhikosken säännöstelypato ja kalaporras

Kuopion lääninhallitus on asettanut vuonna 1925 Louhikosken voimalaitoksen rakennusluvan yhteydessä voimalaitokselle ehdollisen kalatievelvoitteen. Velvoitteessa on asetettu, että vesilaitoksen omistajan on rakennettava säännöstelypatoon yhteyteen tarkoituksenmukaiset kalaportaat, jos tämä katsotaan tulevaisuudessa tarpeelliseksi. Lisäksi omistajalla on vastuu kalaportaan ylläpitämisestä ja sen kunnossapidosta. Kalaportaiden piirustukset ja sijoitus, sekä siihen liittyvät muutokset on jätettävä maataloushallituksen kalatalousosaston hyväksyttäväksi. (Itä-Suomen vesioikeus 1971, 5.)

Saramon yhteiset koskialueet -niminen, Nurmeksen kunnan Saramon jakokuntaan kuulunut yhteisalue, jätti Itä-Suomen vesioikeudelle hakemuksen vuonna 1968, jossa Louhikosken voimalaitoksen silloista omistajaa (Nurmeksen Sähkö Oy) veloitettiin korvaamaan voimalaitoksen rakentamisesta johtuneet kalakanan menetykset Saramojoella ja sen yläpuolisissa vesistöissä. Korvauksena vaadittiin joko kertakorvausta, vuosittain maksettavaa korvausta tai istutusvelvoitetta. Lisäksi hakemuksessa vaadittiin takautuvaa maksua kalakantojen menetyksestä voimalaitoksen käyttöönotosta lähtien. (Itä-Suomen vesioikeus 1971, 1–9.)

Itä-Suomen vesioikeus hylkäsi vuonna 1971 antamassaan päätöksessä, Nurmeksen Sähkö Oy:lle asetetut vaatimukset. Perusteena vaatimusten hylkäämiselle oli muun muassa se, ettei vesistön kalataloudellista tilaa ollut selvitetty, eikä täten myöskään voimalaitoksen heikentävää vaikutusta kalakantoihin voitu todistaa. Lisäksi kalakantoja koskeva takautuva korvausvaatimus olisi tullut jättää

kymmenen vuoden sisällä laitoksen käyttöön ottamisesta, joten vesioikeus hylkäsi tämän vaatimuksen vanhentuneena. (Itä-Suomen vesioikeus 1971, 1–9.) Korkein hallinto-oikeus uudelleen käsitteli tapauksen vuonna 1971 ja asetti vesioikeuden päätöksen pysyväksi rahallisia korvauksia lukuun ottamatta (Korkein hallinto-oikeus 1971, 1–2). Vesiylioikeus käsitteli rahallisia korvauksia koskevat vaatimukset vuonna 1973 ja piti vesioikeuden vuonna 1971 antaman päätöksen voimassa (Vesiylioikeus 1973, 1–3).

Itä-Suomen ympäristölupavirasto on käsitellyt Kuopion lääninhallituksen vuonna 1925 asettaman kalaporrasta koskevan määräyksen uudelleen vuonna 2000 ja pitänyt sen ennallaan. Itä-Suomen ympäristölupaviraston antaman päätöksen mukaan säännöstelypatoa on hoidettava siten, että veden korkeus ei ylitä tasoa +26,76 m. (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 5.) Taso on ilmeisesti korkeuskiintopiste Pielisen pinnasta, mutta tätä ei ole määritetty tarkemmin säännöstelyä koskevissa asiakirjoissa. Kun veden korkeus nousee tulva-aikana tason +26,76 m yläpuolelle, tulee padon molemmat säännöstelyluukut pitää täysin auki (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 5). Tällä järjestelyllä pyritään estämään vedenpinnan nousu Louhikosken yläpuolisen kosken (Oravisahi) niskakynnyksen yläpuolelle (Itä-Suomen vesioikeus 1971, 11–12).

Itä-Suomen ympäristölupaviraston päätöksen mukaan Saramojoen tulovirtaaman ollessa voimalaitoksen käyttövirtaamaa suurempi, tulee ohjauksutus ohjata ensisijaisesti kalaportaalle. Sen sijaan, kun tulovirtaama on voimalaitoksen käyttövirtaamaa pienempi, ei settiaukoista tarvitse juoksuttaa vettä. Päätöksessä mainitaan myös, että voimayhtiön on tarkkailtava vedenkorkeuksia, sekä voimalaitoksen koneisto- ja ohjauksutusvirtaamia, sekä ilmoitettava tarvittavat virtaamatiedot Pohjois-Karjalan ympäristökeskukselle (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 5).





Kuva 16. Louhikosken voimalaitoksen säännöstelypato. Kalaporras on padon vasemmassa reunassa (Kuva: Jukka Oinonen).

Louhikosken voimalaitoksen säännöstelypadon yhteyteen on rakennettu Kuopion lääninhallituksen määräämän ehdollisen kalatievelvoitteen mukaisesti kalaportaat. Kalaportaan rakennepiirustukset on toimitettu vesioikeuteen vuonna 1994 (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 4). Kalaportaan tarkka rakennusvuosi ei selviä voimalaitosta koskevista asiakirjoista, mutta edellä mainitusta vuosiluvusta voidaan päätellä, että voimalaitospato on estänyt kalankulun täydellisesti ainakin vajaat 70 vuotta aina padon rakentamisesta lähtien.

Vuonna 1925 Kuopion lääninhallituksen asettama ehdollinen kalatievelvoite ei edellyttänyt voimayhtiötä kalaportaan rakentamiseen, jos sitä ei katsottu kohteella tarpeelliseksi, eikä sitä tästä syystä myöskään rakennettu (Itä-Suomen vesioikeus 1971). Määrätyn kalatievelvoitteen ongelmaksi on myöhemmin osoittautunut, että se ei ole edellyttänyt kalatien toimivuuden varmistamista (Turunen 2020). Missään voimayhtiölle asetetussa velvoitteessa ei tietävästi ole esimerkiksi määrätty kalaportaalle juoksutettavaa vähimmäisvirtaamaa.

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy osti vuonna 1998 koko Nurmeksen Sähkö Oy:n osakekannan (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 2). Louhikosken voimalaitoksen nykyinen omistaja Pohjois-Karjalan Sähkö Oy ilmoittaa sivuillaan Louhikosken voimalaitoksen suunnitteluvirtaamaksi  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2020). Suunnitteluvirtaamalla tarkoitetaan maksimivirtaamaa, jolla voimalaitosta saa sille määrätyn käyttöluvan mukaisesti ajaa.

Jos Itä-Suomen ympäristölupaviraston lausunnossaan vuonna 2000 mainitsema voimalaitoksen käyttövirtaama on sama, kuin Pohjois-Karjalan sähkön ilmoittama suunnitteluvirtaama, tarkoittaa se sitä, että asetetun kalatievelvoitteen mukaisesti voimayhtiö ei ole velvollinen juoksuttamaan vettä settiaukoista ohijuoksuosuomaan Saramojoen tulovirtaaman ollessa alle  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tällöin myöskään kalaportaaseen ei mitä luultavammin tarvitse juoksuttaa vettä alle  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  Saramojoen tulovirtaamalla. Lisäksi voimayhtiön ei ole myöskään sähkön tuotannon maksimoimiseksi kannattavaa ohijuoksuuttaa vettä kalaportaalle alle  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  tulovirtaamalla.

Voimalaitoksen käyttövirtaama voi tosin olla sille määrättyä suunnitteluvirtaamaa pienempi, jolloin ohijuoksuusvelvoite voi astua voimaan jo alle  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  Saramojoen tulovirtaamalla. Tässäkin ongelmana on se, ettei missään voimayhtiölle asetussa määräyksessä ole tiettävästi määritetty voimalaitoksen tarkkaa käyttövirtaamaa, jolloin ohijuoksuusvelvoitekin on jokseenkin epäselvä. Toisaalta alin virtaama, jolla vesivoimalaitosta voi vielä ajaa on koneistosta riippuen 15–30 % suunnitteluvirtaamasta (Linjama 2020). Toisin sanoen aivan pienimmillä Saramojoen tulovirtaamilla, kun laitosta ei voi käyttää, voisi kaiken veden ohjata tarvittaessa kalaportaalle.

Kalatien toimivuutta on epäilty Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen vierailtua kohteella vuonna 2014 sekä lisäksi myös patokartoitushankkeen yhteydessä 26.6.2019. Virtaamatilanne 26.6.2019 Saramojoen Roukkajankoskessa oli  $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Arvo on reilusti Saramojoen vuotuista keskivirtaamaa  $10,6 \text{ m}^3/\text{s}$  pienempi. Keskivirtaama perustuu seuranta-ajanjaksolle 1981–2010. (Suomen ympäristökeskus 2020.)

Louhikosken voimalaitoksen alapuolella sijaitsevan Roukkajankosken virtaamatulosten voidaan katsoa olevan lähellä Saramojoen luonnonmukaisia virtaamia, koska Louhikosken voimalaitos on ns. jokivoimalaitos. Voimalaitoksella ei siis ole yläpuolista säännöstelyallasta, eikä sitä täten voi myöskään käyttää säätövoimana, kuten suurempia vesivoimalaitoksia. Vuonna 1925 voimalaitokselle annettussa käyttöluvassa ei otettu kantaa voimayhtiön toiveeseen säästää vettä jossain Louhikosken yläpuolisessa järvestä (Itä-Suomen vesioikeus 1971, 12). Asiaa ei myöskään tiettävästi ole otettu myöhemmin käsittelyyn.

Patokartoitushankkeen käynnin yhteydessä teknisen kalatien alimman portaan putouskorkeus oli arviolta 0,5 m. Kalaportaaseen ei myöskään pientä vuotoa lukuun ottamatta juoksettu lainkaan vettä. Näiden tekijöiden vaikutuksesta kalaporras muodosti 26.6.2019 vaellusesteen kaloille (kuva 17). Käyntihetkellä myös säännöstelypadon settiluukut olivat täysin kiinni. Ainoastaan pientä vuotoa oli havaittavissa settiluukun alta ohijuoksutusuomaan. Tästä syystä myös virtaama ohijuoksutusuomassa oli silmämääräisesti arvioituna hyvin pieni (kuva 18). Saramojoen tulovirtaaman ollessa alle 5 m<sup>3</sup>/s, ei voimayhtiö mahdollisesti ole ollut veloitettu ohjaamaan vettä kalaportaalle, eikä myöskään ohijuoksutusuomaan kyseisenä ajankohtana.



Kuva 17. Kalaporras muodosti 26.6.2019 vaellusesteen kaloille (Kuva: Jukka Oinonen).



Kuva 18. Voimalaitoksen ohjuoksutusuoma 26.6.2019 (Kuva: Jukka Oinonen).

Kalatien toimivuuden kannalta oleellisinta olisi saada turvattua kalatielle riittävä virtaama taimenen keskeisimpinä vaellusajankohtina. Emokalojen vaellus koski-alueille tapahtuu pääsääntöisesti syksyllä ja smolttien syönnösvaellus kevätkesällä. Nousujakso sijoittuu elokuun alusta marraskuun puoliväliin (Raunio & Kirsi 2013). Vuotuisen virtaamakeskiarvon (1974–2017) mukaan virtaamatilanne on vaihdellut kyseisellä vaellusajanjaksolla Saramojoen Roukkajankoskessa 6,00–12,81 m<sup>3</sup>/s välillä. Sen sijaan virtaamaminimi elokuun alusta marraskuun puoliväliin on 1,10–3,00 m<sup>3</sup>/s. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Tästä voidaan päätellä, että nousuajankohtana kalaportaalle riittäisi vähävetisiä vuosia lukuun ottamatta vähintään 1 m<sup>3</sup>/s virtaama, mikäli voimalaitosta ajetaan 5 m<sup>3</sup>/s virtaamalla ja ohijuoksutus ohjattaisiin ainoastaan kalaportaalle. Sen sijaan kuivimpina kesinä kalaportaaseen ei riitä vettä, jos laitosta ajetaan koko Saramojoen tulovirtaamalla. Lisäksi nousuajankohtana on huomioitava, että ohijuoksutusuoman veden korkeus tulisi nousta kalatien alimman portaan korkeudelle.

Smolttien syönnösvaellus tapahtuu pääsääntöisesti toukokuun loppupuolelta kesäkuulle. Toukokuun puolivälistä kesäkuun loppuun Saramojoen virtaamakeskiarvo (1974–2017) on vaihdellut 8,53–45,65 m<sup>3</sup>/s. Sen sijaan virtaamaminimit ovat olleet vastaavasti 3,10–10,90 m<sup>3</sup>/s. (Suomen ympäristökeskus 2020.) Tuloksista voidaan päätellä, että kalaportaalle riittäisi syönnösvaellusajankohtana kuivimpia kesiä lukuun ottamatta vähintään 3,5 m<sup>3</sup>/s virtaama, mikäli laitosta ajetaan 5 m<sup>3</sup>/s virtaamalla ja kaikki ylijäävä vesi johdettaisiin kalatielle. Tosin 3,5 m<sup>3</sup>/s olisi todennäköisesti liian suuri virtaama kalaportaaseen, jolloin osa vedestä tulisi ohijuoksuttaa settiluukuista. Kuivimpina kesinä kalaportaaseen ei välttämättä riitä vettä, mikäli laitosta ajetaan koko Saramojoen tulovirtaamalla. Syönnösvaelluksen turvaamiseksi voimalaitosuoman yläpäässä tulisi myös olla smolttien turbiinikuolevuutta vähentävä kalaohjuri tai este. Lisäksi houkutusvirtaus kalatielle pitäisi olla riittävän suuri sekä ylä- että alavirtaan vaeltavalle taimenelle.

Kalankulku voimalaitospadon ohi voidaan turvata usealla eri menetelmällä. Tärkein niistä on riittävän vesimäärän ohjaaminen kalatielle vähintään vaellusajankohtina. Tämä voitaisiin mahdollistaa vähävetisinä vuosina pienentämällä laitoksen käyttövirtaamaa, jolloin kalatielle saadaan riittävästi vettä. Tämä tosin pienentää voimalaitoksen tuottoa. Kalaportaan teknisestä toimimattomuudesta on

myös herännyt epäilyksiä kalatiessä vallitsevasta virtaamatilanteesta huolimatta. Nykyinen kalaporras voidaan myös korvata uudella teknisellä kalatiellä tai voimalaitospato voidaan ohittaa luonnonmukaisella kalatiellä. Näistä edellinen tosin vaatii huomattavasti enemmän tilaa ja vapaata maa-aluetta, kuin tekninen kalatie. Lisäksi läheisten maanomistajien suostumus luonnonmukaiseen kalatiehen tulee varmistaa.

Luonnonmukaisella kalatiellä tarkoitetaan useimmiten kaivinkoneella kaivettua, luonnonuoman tavoin mutkittelevaa, kivettyä kalatietä. Sen toimivuus on useimmiten teknistä kalatietä varmempi ja se soveltuu myös hyppytaidoittomien kalalajien ohikuljettavaksi. Se on lisäksi teknistä kalatietä edullisempi vaihtoehto. Erään arvion mukaan luonnonmukainen kalatie on jopa seitsemän kertaa edullisempi nousumetriä kohden (Turunen 2020).

Yksi vaihtoehto kalan kulun turvaamiseksi olisi myös voimalaitospadon purkaminen, joka tosin edellyttäisi sähköntuotannon lopettamista kyseisessä laitoksissa. Tämä vaihtoehto voisi tulla kyseeseen muun muassa silloin, jos voimalaitokseen joudutaan tekemään suurempia kunnostustoimenpiteitä. Esimerkiksi turbiinin vaihdosta koituvat kustannukset voivat johtaa pientuotannosta luopumiseen. Louhikosken voimalaitoksessa on kolme potkuriturbiinia (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 4). Lisäksi myös vesilakiin on kaavailtu muutosta ns. nol-lavelvoitelaitosten asettamisesta kala- ja säännöstelyvelvoitteen piiriin. Etenkin kalatien rakentamisesta koituvat kustannukset voivat ajaa voimayhtiöt luopumaan sähköntuotannosta pienvoimalaitoksissa. Yksi tekijä pienvoimaloudesta luopumiseen ja samalla säännöstelypatojen purkamiseen voi olla myös voimayhtiön imagon kasvattaminen.

Louhikosken voimalaitoksen läheisyydessä, yläpuolisessa Saramojoessa, on lyhyt koskialue. Jos Louhikosken säännöstelypato päätettäisiin purkaa, sen tilalle ei todennäköisesti vaadittaisi pohjapatoja tai muita vastaavia rakenteita estämään suuria virtaamavaihteluja ja pinnankorkeuden muutoksia. Kosken niskakynnys toimii tällöin veden korkeuden säätelijänä, kuten se on myös tähän asti voimalaitokselle vuonna 1925 asetetun määräyksen perusteella toiminut. Pohja-

patoratkaisut tulisivat kyseeseen, mikäli voimalaitoksen yläpuolella olisi esimerkiksi säännöstelyallas, jonka pinnankorkeus voisi muuttua toimenpiteen seurauksena. Mikäli pato päätettäisiin purkaa, olisivat molemmat ohijuoksutusuomat ja voimalaitosuoma syytä vesittää ja kunnostaa vaelluskaloille lisääntymisalueeksi. (Turunen 2020.)

Pohjois-Karjalan alueella muun muassa Pielisjoen ja Lieksanjoen voimalaitospatojen ohi on toteutettu järvilohen ja -taimenen ylisiirtoja. Saramojoella vastaavia toimenpiteitä ei ole tehty.

Louhikosken voimalaitoksen yläpuolisilla jokiosuuksilla on paljon kalataloudellisesti potentiaalisia koskikohteita ja lisääntymisalueita. Saramojoen Niemelänkoski, Heikkilänkoski ja Huttulankoski on kunnostettu vuonna 1997 (Haakana 2013). Nämä kosket sijaitsevan Louhikosken voimalaitoksen yläpuolella. Kosket on tosin kunnostettu lähinnä virkistyskalastuksen tarpeisiin. Kohteille ei siis ole tiettävästi tehty lisääntymis- ja pienpoikasalueita.

Saramojoen latvavesistöissä on tehty laajamittaisesti valuma-alue- ja pienvirtavesikunnostuksia 2000-luvun vaihteessa (Tossavainen 2002). Saramojoen vesistöalueella on tehty myös sähkökoekalastuksia vuosina 1995–2000 ja 2008–2009. Koekalastuksissa on saatu viitteitä taimenen luontaisesta lisääntymisestä lähinnä Kuohattijoella ja Siltapurolla. Lisäksi pieniä poikastiheyksiä on saatu Saramojoen Pitkälänkoskesta ja Louhikosken voimalaitoksen yläpuolisesta Heikkilänkoskesta. Sen sijaan Saramojoen latvavesistöissä ei ole saatu viitteitä taimenen esiintymisestä. Mäntyjoen Saunakoskilla on havaittu esiintyvän harjusta. (Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus 2001; Luonnonvarakeskus 2020.)



Kuva 19. Vesi ohjataan halkaisijaltaan 1,9 m olevaa tuloputkea pitkin voimalaitoksen turbiineille (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus 2000, 4). Kuvassa vasemmalla on voimalaitosrakennus (Kuva: Jukka Oinonen).

### 10.1.2 Myllykosken myllypato

Myllykosken myllypaikka sijaitsee Kuohattijoessa. Myllykoskessa oleva myllypato muodostaa kaloille merkittävän tai vähintään kulkua haittaavan vaellusesteen. Myllypaikalla Kuohattijoki erkanelee kolmeksi uomaksi. Virran suuntaan kuljettaessa vasemmalla on myllyrakennuksen läpi kulkeva myllyuoma ja tämän oikealla puolen kaksi ohjuoksutusuomaa. Molemmat ohjuoksutusuomat ovat suljettavissa settilankuin.

Toinen ohjuoksutusuomasta oli padottu settilankuin 24.6.2019. Tällöin kalankulku olisi voinut tapahtua vapaata uomaa pitkin, mutta patorakenteiden kuristaessa virtausta virran nopeus kasvoi patoluukun kohdalla suureksi. Lisäksi patoluukun kohdalla uoman pohjalla on kynnyksen, jonka yli ylävirtaan vaeltava kala joutuu hyppäämään (kuva 20). Virtausnopeus patokynnyksen päällä oli 1,3 m/s ja heti kynnyksen alla 2,5 m/s. Patorakenteiden alapuolella ohjuoksutusuomien yli kulkee kävelysilta, joka kuristaa hieman virtausta uomissa. Sillan kohdalla virtausnopeus oli 2,4 m/s.





Kuva 20. Myllykosken myllypato hankaloittaa kalan nousua Kuohattijoessa (Kuva: Jukka Oinonen).

Taimenen kulkumahdollisuuksia voitaisiin parantaa myllypaikalla avaamalla molempien ohjuoksutusuomien patoluukut tärkeimpinä vaellusajankohtina. Tällöin Kuohattijoen virtaama jakautuu tasaisesti molempiin ohjuoksutusuomiin, jolloin virran nopeudet uomissa ja patoaukon kohdalla pienenevät. Tämä ratkaisu tosin estää veden säännöstelyn myllyn tarpeisiin. Toinen vaihtoehto olisi kynnystää padon alapuolista vapaata ohjuoksutusuomaa kivistä tai puusta tehdyin rakentein. Tällöin vesikorkeus nousisi patokynnyksen alapuolella ja samalla virtausnopeus hidastuisi.

Kyseiset toimenpiteet eivät vaikuttaisi Kuohattijoen virtaamiin tai pinnan korkeuksiin. Tällöin kunnostustoimenpiteisiin ei todennäköisesti tarvitse hakea vesioikeudellista lupaa. Omaan kynnystäessä tulee kuitenkin huomioida myllypaikan mahdolliset kulttuuriperinnölliset arvot, joten hankkeen toimenpiteistä on syytä kysyä lausuntoa museoviranomaiselta. Kalan kulun kannalta pahin tilanne muodostuu, kun molemmat patoluukut pidetään suljettuina.

Kuohattijoella tehtyjen mittavien kalataloudellisten kunnostusten ja sähkökoekalastustulosten vuoksi kalankulun turvaaminen Myllykosken myllypadon ohi olisi

tärkeää. Kalataloudellisia kunnostuksia on toteutettu myllypaikan molemmin puolin. Lisäksi sähkökoekalastuksissa on saatu taimenia myllypaikalta ja sen yläpuolisilta koskialueilta.

### 10.1.3 Siltapuron ylitysrakenteet

Siltapuro saa alkunsa Hoikkajärvestä ja laskee Saramojokeen, hieman Pitkäkosen alapuolelle. Siltapuron valuma-alueen pinta-ala on noin 30 km<sup>2</sup> (Suomen ympäristökeskus 2020). Laskennallinen keskivirtaama Siltapurossa on Suomen keskivalumalla laskettuna  $9,7 \text{ l/s/km}^2 \times 30 \text{ km}^2 \approx 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Siltapuro kartoitettiin 13.6.2019. Virtaamatilanne Siltapuron alaosissa oli tuolloin hieman arvioidun keskivirtaaman yläpuolella noin 0,4 m<sup>3</sup>/s. Tämä on laskettu rakenteen ”Siltapuro 2” (kuva 21) vesisyvyyden (0,10 m), rakenteen pohjan leveyden (2,30 m) ja rakenteessa vallitsevan virtausnopeuden (1,70 m/s) tulon avulla.

Siltapurossa on kuusi ylitysrakennetta, joista neljä on maantien alittavia rumpuputkia, yksi maantien alittava putkisilta ja yksi metsäautotiesilta. Kuudesta ylitysrakenteesta kolmen tai neljän rakenteen voidaan katsoa muodostavan ainakin kulkua haittaavan vaellusesteen taimenelle ja muille kaloille. Nämä olivat Siltapuron alimmat rumpurakenteet. Vaellusesteellisyyttä Siltapuron ylitysrakenteissa käyntihetkellä aiheuttivat lähinnä niiden pituus, matala vesisyvyys, sekä kova virtausnopeus. Rumpurakenteiden vaellusesteellisyyttä arvioitaessa käytetään hyödyksi luvussa 8 esitettyjä raja-arvoja.

Siltapuro 1 on kahden betonisen rumpuputken rakenne. Rummut ovat pituudeltaan noin 15 m ja niiden sisähalkaisija on 1,75 m. Käyntihetkellä rumpujen vesisyvyys oli 15 cm. Virtausnopeudet olivat suuria, päärummussa 1,9 m/s ja sivurummussa 0,47 m/s. Sivurummun alapäässä oli kiviroykkiö, joka saattaa hankaloittaa kalan nousua virtausnopeudeltaan hitaampaan rumpuun. Rumpujen alapäävät olivat lähes alapuolisen uoman pinnan tasolla, joten alapäähän ei muodostunut kalan nousua hankaloittavaa putouskorkeutta. Rumpujen pohjat olivat paljaita, eikä niissä ollut lepokiviä ohivaeltaville kaloille. Muun muassa rakenteen

pituuden, kovan virtausnopeuden ja vähäisen vesisyyden voidaan yhdessä katsoa muodostavan vaellusesteen taimenelle ja muille kaloille vallinneissa virtaamaolosuhteissa. Rakenteen tiedot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Rakenteen Siltapuro 1 tiedot 13.6.2019.

Siltapuro 1	Päärumpu	Sivurumpu
Pituus (m)	15	15
Sisähalkaisija (m)	1,75	1,75
Vesisyvyys (m)	0,15	0,15
Virtausnopeus (m/s)	1,9	0,47
Alapään putouskorkeus (m)	0	0
Suuaukkojen esteellisyys	Ei	Kyllä
Virranohjaimet / Lepokivet	Ei	Ei

Siltapuro 2 on betonista valmistettu putkisilta (kuva 21). Sen pituus on 10,8 m, leveys 2,3 m ja korkeus 1,95 m. Vesisyvyys oli 13.6.2019 rakenteen sisällä vain 10 cm ja virtausnopeus voimakas 1,7 m/s. Putkisillan pohja oli muutamaa isompaa kiveä ja pohjasammalta lukuun ottamatta paljas. Kivet oli asetettu rakenteen sisään mahdollisesti kalan kulkua ajatellen. Alapään putouskorkeus oli 10 cm, joka saattaa hankaloittaa ainakin pienempien kalojen ja esim. katkojen nousua rakenteen sisään. Nämä tekijät muodostivat yhdessä vaellusesteen taimenelle ja muille kaloille. Rakenteen Siltapuro 2 tiedot on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Rakenteen Siltapuro 2 tiedot 13.6.2019.

Siltapuro 2	Putkisilta
Pituus (m)	10,8
Sisähalkaisija (m)	2,3
Vesisyvyys (m)	0,10
Virtausnopeus (m/s)	1,7
Alapään putouskorkeus (m)	0,10
Suuaukkojen esteellisyys	Ei
Virranohjaimet / Lepokivet	Kyllä



Kuva 21. Siltapuro 2 on betonirakenteinen putkisilta. Rakenteen voidaan katsoa muodostavan vaellusesteen kaloille ainakin alivirtaamatilanteissa (Kuva: Jukka Oinonen).

Siltapuro 3 on kahden betonisen rummun rakenne. Rummut ovat pituudeltaan 10,5 m ja niiden sisähalkaisijat ovat 1,6 m. Vesisyvyys rummuissa oli 13.6.2019 kohtuullisen hyvä 0,3 m. Virtausnopeus oli päärummussa melko kova 0,72 m/s. Sivurummussa virtausnopeutta ei mitattu, mutta se oli silmämääräisesti samaa

luokkaa päärummun kanssa. Rakenteiden pohjat olivat paljaat. Rumpujen alapäässä ei ollut putouskorkeutta, eikä niiden suilla ollut esteitä. Rumpujen pituus ja suhteellisen kova virtausnopeus saattoivat yhdessä hankaloittaa ainakin pienempien kalojen nousua rakenteen ohi, mutta ne eivät luvussa 8 esitettyjen raja-arvojen perusteella muodostaneet selkeää estettä taimenelle. Rakenteen tiedot on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Rakenteen Siltapuro 3 tiedot 13.6.2019.

Siltapuro 3	Päärumpu	Sivurumpu
Pituus (m)	10,5	10,5
Sisähalkaisija (m)	1,6	1,6
Vesisyvyys (m)	0,3	0,3
Virtausnopeus (m/s)	0,72	-
Alapään putouskorkeus (m)	0	0
Suuaukkojen esteellisyys	Ei	Ei
Virranohjaimet / Lepokivet	Ei	Ei

Siltapuro 4 on kahden betonisen rummun rakenne. Rummut ovat pituudeltaan 17 m ja niiden sisähalkaisija on 1,4 m. Vesisyvyys oli käyntihetkellä rummuissa kohtuullinen 0,3 m. Virtausnopeus oli päärummussa kova (1,99 m/s) ja tulvarummussa maltillisempi (0,25 m/s). Rumpujen pohjat olivat muutamaa suurempaa kiveä lukuun ottamatta paljaat. Kivet oli asetettu rumpuihin mahdollisesti kalan nousua ajatellen. Rumpujen alapäässä ei ollut putouskorkeutta. Virta oli kasannut rumpujen yläpäähän puuainesta, jotka padottivat rumpuihin virtaavaa vettä ja muodostivat mahdollisesti vaellusesteen kaloille (kuva 22).

Rakenteiden suuaukkojen eteen kertyneet oksat havaittiin valitettavasti vasta rumpujen alapäässä toteutettujen virtausnopeusmittausten jälkeen. Puumateriaali poistettiin rumpujen suilta tarkastuksen yhteydessä. Virtausnopeuksia ei kuitenkaan ehditty mittaamaan uudelleen. Rumpujen pituudet yhdessä kovan virtausnopeuden kanssa voivat kuitenkin muodostaa vaellusesteen taimenelle ja muille kaloille kyseisissä virtaamaolosuhteissa. Rakenteen Siltapuro 4 tiedot on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Rakenteen Siltapuro 4 tiedot 13.6.2019.

Siltapuro 4	Päärumpu	Sivurumpu
Pituus (m)	17	17
Sisähalkaisija (m)	1,4	1,4
Vesisyvyys (m)	0,3	0,3
Virtausnopeus (m/s)	1,99	0,25
Alapään putouskorkeus (m)	0	0
Suuaukkojen esteellisyys	Kyllä	Kyllä
Virranohjaimet / Lepokivet	Kyllä	Kyllä



Kuva 22. Kohteella Siltapuro 4 virta oli kasannut puumateriaalia rumpujen yläpäähän, joka poistettiin maastokartoituksen yhteydessä (Kuva: Jukka Oinonen).

Kustannustehokkain ratkaisu Siltapuron rumpurakenteiden kunnostamiseksi olisi rakenteiden alapuolisen uoman kynnystäminen. Kivistä tai puusta tehdyillä kynnyksillä saataisiin nostettua rakenteissa olevaa vesisyvyyttä, jolloin tilanne paranee myös keski- ja alivirtaamalla. Samalla myös veden virtausnopeus pienenee rummun sisällä. Rummun alle kehittyvä syvempi vesiallas auttaa kaloja tekemään ponnistuksen rummun sisään. Lisäksi myös muiden vesieläinten pääsemi-

nen rumpuun helpottuu. Koska rummut ovat pitkiä, kannattaa niihin kunnostus-  
toimien yhteydessä asentaa virranohjaimia, kuten suurempia kiviä. Tällöin rum-  
mussa nousevat kalat saavat lepopaikkoja virranohjaimen takana.

Toinen, mutta tosin kalliimpi, vaihtoehto olisi rakenteiden uusiminen. Siltapuron  
rumpurakenteet ovat melko hyväkuntoisia, joten tämä vaihtoehto ei luultavasti  
tulisi kyseeseen kohteilla. Routa oli liikutellut hieman muutaman rummun betoni-  
rakenteita, mutta tällä ei ollut merkitystä vesien ohjaamisen kannalta. Jos ylitys-  
rakenteet päätettäisiin tulevaisuudessa uusia, ekologisesti paras vaihtoehto sekä  
taimenen että muiden vesieläinten liikkumisen turvaamiseksi olisi siltarakenne.

Kohteilla voitaisiin myös soveltaa WWF:n ja K-ryhmän K-kalapolut -hankkeessa  
asennetun erikoisvalmisteisen rumpurakenteen kaltaisia rakenteita. Erikoisval-  
misteisen rummun pohjalla olevien lamellirakenteiden avulla pyritään mukaile-  
maan luonnontilaista puroa, jolloin kalojen ohivaellus helpottuu. Rummun poh-  
jalle voidaan myös asentaa soraa luonnontilaisen uoman pohjaa mukaillen. Hol-  
lolassa sijaitsevalle Ylösjoelle vuonna 2019 asennetun tierummun prototyyppi on  
ensimmäisiä Suomeen asennettuja kalankulkua helpottavia rumpurakenteita.  
Rumpu on valmistettu polyeteenistä ja sillä on pituutta 10 metriä ja leveyttä yli 2  
metriä. Rakenteen pohjalla olevat 40 cm korkeat lamellit vuorottelevat rummun  
molemmin puolin muodostaen rumpuun akanvirtoja. Alivirtaaman vallitessa rum-  
mun vesisyvyyden pitäisi olla 20–30 cm. Rakenteen lahjoittivat Pipelife Finland ja  
Onninen. (Onninen 2019.)

Elokuussa 2016 tehtyjen sähkökoekalastusten valossa Siltapuro varmistui taime-  
nen elinalueeksi, jossa tapahtuu myös luontaista lisääntymistä. Koealat sijaitsivat  
vaellusesteellisten rumpujen yläpuolella. Saramojoen alaosassa Siltapuron pur-  
kupisteestä Pieliselle ei tiettävästi ole vaellusesteitä. Muun muassa näistä syistä  
Siltapuron rumpurakenteiden kunnostaminen olisi suotavaa.

#### 10.1.4 Peurajoen välppäsilta

Peurajoki on Saramojoen latvavesistöjä ja se sijaitsee Mäntyjoen vesistöalueella. Peurajoen välppäsilta on kävelysilta, joka sijaitsee Ylimmäisen- ja Keskimmäisen Jokijärven välisessä jokiuomassa. Sillan tukipaalujen alapäässä, muutama sentti joenpohjan yläpuolella, on metallinen palkki (kuva 23). Palkki ulottuu joen rannalta toiselle ja sen tarkoitus on ilmeisesti tukea siltarakenteita. 26.6.2019 vesisyvyys oli sillan kohdalla vähäinen, syvimmän kohdan ollessa arviolta 30 cm. Palkin ylä- ja alapuolisen vedenpinnan korkeusero oli arviolta 5–10 cm. Palkki voi muodostaa kulkua haittaavan esteen pienemmille kaloille alivirtaamien aikaan. Sen sijaan taimenen vaellukseen se ei todennäköisesti vaikuta.

Siltarakenteiden aiheuttamaa vaellusesteellisyttä voidaan pienentää kynnystämällä alapuolista uomaa, jolloin vesipinta saadaan nousemaan metallipalkin yläpuolelle. Itse metallipalkkiin ei todennäköisesti kannata kajota.



Kuva 23. Peurajoen välppäsillan tukipalkki voi muodostaa kulkua haittaavan esteen pienemmille kaloille vähän veden aikaan (Kuva: Jukka Oinonen).

Mäntyjoen vesistöalueella on tehty metsätalouden hajakuormitusta vähentäviä kunnostuksia vuosina 2000–2001. Hieman alemmaa Mäntyjoen Saunakoskilla on saatu vuoden 2009 sähkökoekalastuksissa viitteitä harjuksen esiintymisestä alueella. Sen sijaan taimenen esiintymistä alueella ei ole havaittu. Varsinkin Peurajoen alapuolisten vaellusesteiden poiston jälkeen myös Peurajoen välppäsillan tukipalkin aiheuttama esteellisyys olisi syytä poistaa.



### 10.1.5 Pohjapadot

Uittosäännön kumoamisen yhteydessä uittotammet on pääsääntöisesti purettu. Patojen tilalle on voitu rakentaa pinnan korkeuksien ja virtaamien ennallaan pitämiseksi pohjapatoja. Joitain padon osia on myös voitu tarkoituksella jättää uomaan pohjapadon omaisesti. Osa uittotammista on voinut myös jäädä kokonaan purkamatta.

Pohjapadot voivat muodostaa vaellusesteen kaloille varsinkin alivirtaama-aikaan. Kulkua haittaavia pohjapatoja löytyi myös Saramojoen vesistöalueelta patokartoitushankkeen yhteydessä kolme kappaletta. Talasjärven padosta ja Kujankijärven padosta on jätetty uomaan vanhoja patorakenteita pohjapadon omaisesti. Paasijärven padon kohdalla on uomaa kivetty pohjapadoksi.

Mäntyjärven, Tammikosken, Tetrijärven ja Kolkonjärven pohjapadot eivät muodostaneet vaellusestettä kaloille patokartoitushankkeen ajankohtana. Vuoden 2019 kuivan kesän ja keskimääräistä alhaisempien virtaamien sekä vuosien 1974–2017 Saramojoen virtaamakeskiarvojen nojalla voidaan arvioida, että pohjapadot eivät todennäköisesti muodosta estettä taimenelle tai muille kaloille aivan kuivimpia kesiä lukuun ottamatta. Sen sijaan Tetrijärven pohjapato voi muodostua esteeksi, jos virran mukana kulkeutuvat oksat takertuvat kiinni pohjapatokiviin.

Talasjärven pato sijaitsee Talasjärven eteläpuolella, Talaskosken niskalla. Pato on purettu, mutta sen rakenteita on vielä jäljellä uomassa ja rannoilla. Uoman poikki on jätetty puuparru, jonka on ilmeisesti tarkoitus toimia pohjapatona (kuva 24). Maastokartoituksen aikana 5.8.2019 puuparrun muodostama kynnys oli matala. On kuitenkin mahdollista, että kynnys muodostaa kulkua haittaavan esteen pienemmille kaloille alivirtaaman vallitessa. Taimenen kulkua rakenne ei todennäköisesti estä. Patopaikalle on rakennettu puinen kävelysilta, joka on osittain lahonnut ja huonokuntoinen.



Kuva 24. Talasjärven pato on korvattu puisella pohjapadolla (Kuva: Jukka Oinonen).

Kujankijärven pato sijaitsee Kujankijoessa, Iso-Kujangin ja Pieni-Kujangin välissä. Pato on purettu vuonna 1987, mutta sen pohjalava ja ohjuripuut ovat vielä tallella uomassa (Suomen ympäristökeskus 2019). Lisäksi uoman poikki on jätetty puuparrut, ilmeisesti pohjapadoksi (kuva 25). Parrut padottavat vettä ja estävät mahdollisesti taimenen ja varsinkin pienempien kalojen kulun ainakin alivirtaama-aikaan. Kohteen maastokartoitus tehtiin 5.8.2019.



Kuva 25. Kujankijärven pato on korvattu puisella pohjapadolla, joka voi estää kalojen ohivaelluksen vähän veden aikaan (Kuva: Jukka Oinonen).

Paasijärven pato sijaitsee Paasijärven eteläpuolella Parvanjoessa. Pato on purettu, mutta sen kohdalle on kasattu kivinen pohjapato (kuva 26). Pato voi mahdollisesti muodostaa vaellusesteen taimenelle ja muille kaloille alivirtaaman vallitessa. Lisäksi kivirakenteiden yläpuolelle virran kasaamat oksat voivat hankaloittaa kalan kulkua. Maastokartoituksen aikana 5.8.2019 virta oli kerännyt puunoksia kiviosien yläpuolelle. Patopaikalla uoman reunoilla on uiton aikaisia ohjuri-puita, mutta ne eivät hankaloita kalankulkua.

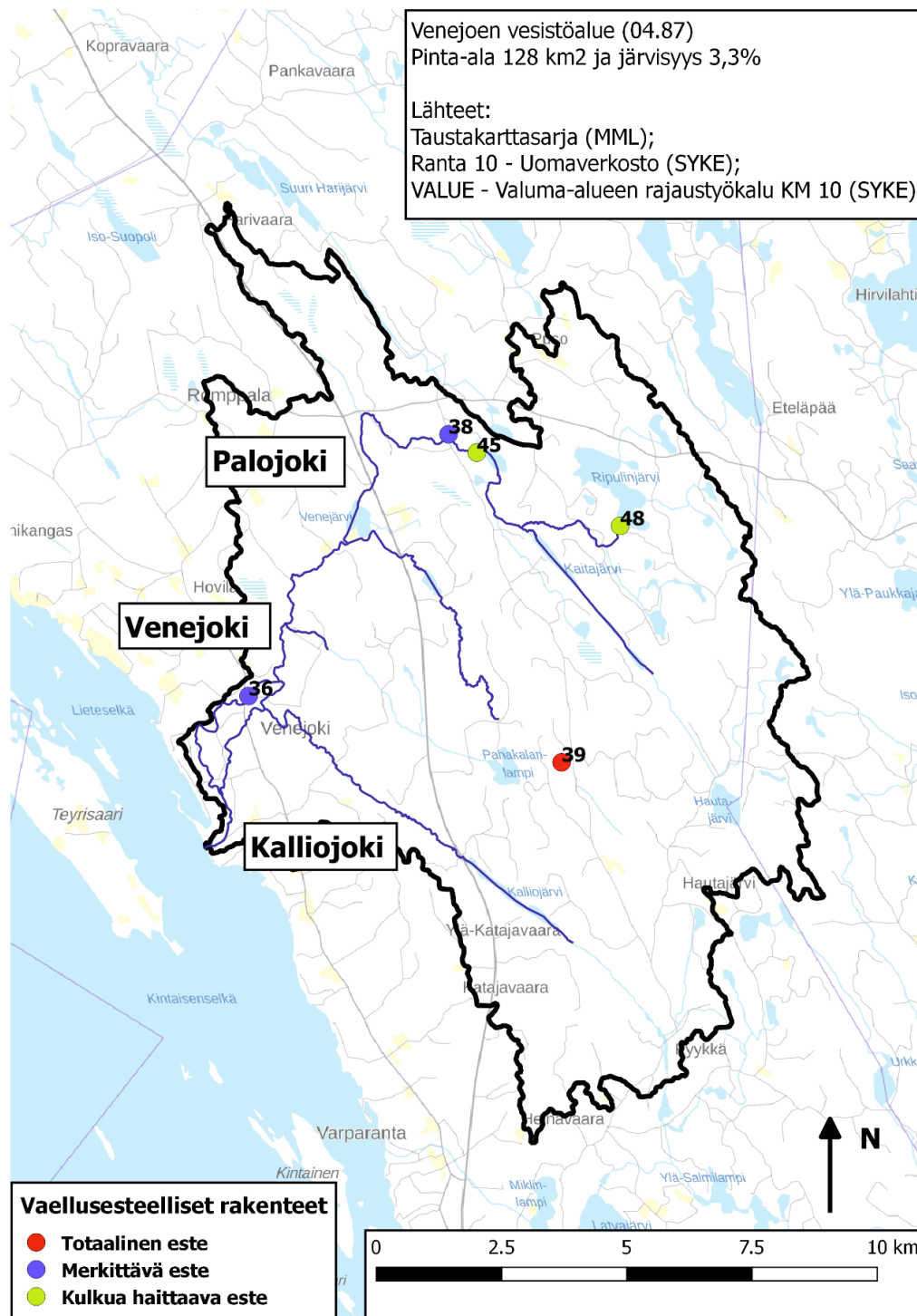


Kuva 26. Paasijärven padon tilalle on rakennettu kivinen pohjapato (Kuva: Jukka Oinonen).

Pohjapatojen vaellusesteellisyyttä voidaan vähentää tekemällä patoihin niin sanotut alivirtaama-aukot. Aukko tehdään yleensä pohjapadon harjan keskiosiin, jolloin vesi ja kalat pääsevät kulkemaan rakenteen ohi myös alivirtaama-aikaan.

## 10.2 Venejoen vesistöalueen rakenteet

Venejoen 19 kartoitetusta rakenteesta esteettömiä oli 14 rakennetta. Salpuunpurossa oleva vanha myllypato muodostaa totaalisen vaellusesteen kaloille, mutta pato ei ole kalataloudellisesti merkittävässä uomassa. Lisäksi padon yläpuolinen allas on voimakkaasti kasvettunut (kuvat 28 ja 29). Venejoessa olevan Koskelan myllypatopenkan läpi asennettu rumpuputki muodostaa merkittävän vaellusesteen kaloille. Palojoen vanhan myllypaikan kohdalla olevat kalliokynnykset muodostavat merkittävän, tai vähintään kulkua haittaavan esteen kaloille. Lisäksi kaksi pohjapatoa voi muodostaa kulkua haittaavan vaellusesteen vähän veden aikaan. Venejoen vesistöalueen vaellusesteelliset vesistörakenteet ilmenevät kuvasta 27 ja taulukosta 9.



Kuva 27. Venejoen vesistöalueen vaellusesteelliset rakenteet.

Taulukko 9. Venejoen vesistöalueen vaellusesteellisten rakenteiden tiedot.

Nro	Rakenne	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Tila	Vaellusesteellisyys
		N	E		
36.	Koskelan myllypato	6978298	640334	Purettu	Merkittävä este
38.	Palojoen myllypato	6983521	644326	Purettu	Merkittävä este (kulkua haittaava este)
39.	Salpuunpuron myllypato	6976976	646583	Ei käytössä	Totaalinen este
45.	Heinälammen säästöpato	6983157	644890	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este
48.	Ripulinjärven säästöpato	6981693	647751	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este



Kuva 28. Salpuunpuron myllypato muodostaa totaalisen vaellusesteen kaloille, mutta pato ei ole kalataloudellisesti merkittävässä uomassa (Kuva: Jukka Oinonen).



Kuva 29. Salpuunpuron myllypadon yläpuolinen allas on voimakkaasti kasvetunut (Kuva: Jukka Oinonen).

### 10.2.1 Koskelan myllypato

Koskelan myllypaikka sijaitsee Venejoella hieman Romppalantien itäpuolella. Myllyrakennus on vielä pystyssä, mutta se ei ole toiminnassa. Hieman myllypaikan koillispuolella Venejoen pääuomassa on vanha myllypatopenkka, jonka läpi on asennettu arviolta viisi metriä pitkä rumpuputki (kuva 30). Maastokartoituksen aikana 3.7.2019 rummun alapään putouskorkeus oli arviolta 20 cm. Rumpurakenteen voidaan katsoa muodostavan kaloille merkittävän vaellusesteen. Pääuoman itäpuolella kulkee mylly- ja patopaikan ohittava ohijuoksuuoma. Tämä oli lähes kuivillaan.



Kuva 30. Koskelan myllypaikan patopenkkaan asennettu betonirumpu aiheuttaa vaellusesteen Venejoessa (Kuva: Jukka Oinonen).

Rumpupaikka voidaan kunnostaa kaloille kulkukelpoisemmaksi rummun alapuolista uomaa kynnystämällä. Rummun pituus olisi maltillinen kalan kulkua ajatellen, jos vesipinta saadaan nousemaan rummulle. Kohteella uoman reunoilla on kivi- ja puumateriaalia, joita voitaisiin maa-alueen omistajan suostumuksella käyttää apuna kynnysten tekemiseen.

Toinen kunnostusvaihtoehto olisi veden ohjaaminen vanhaan ohjuoksutusuomaan. Tässä ratkaisussa etuna olisi kalan kulun varmistaminen rumpupaikan ohi. Varsinkin ohjuoksutusuoman latvaosissa oli runsaasti pienpoikaskiviksi soveltuvaa materiaalia (kuva 31). Ongelmaksi ohjuoksutusuoman vesittämisessä voi sen sijaan muodostua veden riittävyys molempiin uomiin, varsinkin vähän veden aikaan. Tästä syystä Pohjois-Karjalan ELY-keskuksessa katsottiin alustavasti parhaana vaihtoehtona rummun alapuolisen uoman kynnystäminen. Myllytilan omistajat olivat käyntihetkellä myötämielisiä mahdollisille kunnostustoimenpiteille. Sivu-uoma yhtyy pääuomaan hieman myllypaikan alapuolella.



Kuva 31. Patopenkan ohittava vanha ohjuoksutusuoma oli kartoitushetkellä 3.7.2019 lähes kuivillaan. Uoman latvaosissa oli runsaasti pienpoikaskiviksi soveltuvaa kivimateriaalia (Kuva: Jukka Oinonen).

Myllypaikan vaellusesteen poistamisesta pyydettiin Museoviraston lausuntoa. Museovirastolla ei ollut huomautettavaa kiviaknnyksen rakentamisesta. Museoviranomaisen lausunnon mukaan myllyä ei ole suojeltu rakennusperintölain nojalla, eikä se ole kiinteä muinaisjäänös. Alue ei myöskään kuulu RKY-alueisiin



eli valtakunnallisesti merkittäviin rakennettuihin kulttuuriympäristöihin. Nousuesteen poistamisen yhteydessä ei myöskään kajota myllypatoon. (Museovirasto 2019.)

Vesistö- ja luontokunnostaja Janne Raassina on esittänyt kiinnostuneisuutta Venejoen vesistöalueella olevien vaellusesteiden poistamiseen. Hän on myös tehnyt kunnostussuunnitelmat muutamista alueen kohteista. Venejoessa olevan rummun lisäksi myös Venejoen ja Kalliojoen yhdistävässä Haarapurossa on Raassinan mukaan kalliokynnyksen aiheuttama luonnollinen vaelluseste. Kynnys aiheuttaa esteen alivirtaamalla. Raassinan tekemän kunnostussuunnitelman mukaan vesi on alivirtaamalla ohjattavissa kalliokynnyksen vieressä kulkevaa tulvauomaa pitkin, jolloin eliöille muodostuisi vapaa nousuväylä kynnyksen ohi. (Raassina 2019.)

Vaellusesteellisen rumpukohteen alueella tehtiin kalataloudellinen virtavesikunnostus vuonna 1997. Lisäksi kohde on muun muassa elokuussa 1991 tehtyjen sähkökoekalastusten perusteella Venejoen vesistöalueen paras taimenalue ja tiheydet ovat olleet itäsuomalaisittain korkeita. Haarapurossa olevan vaellusesteen yhteisvaikutuksesta esteiden poistaminen olisi todella tärkeää taimenen vapaan liikkumisen takaamiseksi Höytiäiseltä aina Palojoen koskialueille saakka. Myös Palojoelta on saatu sähkökoekalastuksissa syyskuussa 1993 suuria taimentiheyksiä.

### **10.2.2 Palojoen kalliokynnykset**

Palojoki alkaa Heinälammesta ja laskee Venejärveen. Palojoen rannalla, Suuri-vaarantien sillan kupeessa, on vanha myllypaikka. Myllyn rauniot ovat vielä tallessa aivan joen reunalla. Myllypato on purettu, mutta myllyn kohdalla Palojoessa on kaksi kalliokynnystä. Ne voivat hankaloittaa varsinkin pienemmän kalan, mutta myös taimenen nousua. Kalliokynnykset ovat lähellä toisiaan ja veden pinnan korkeus muuttuu voimakkaasti lyhyellä matkalla. Samalla myös virtausnopeus kasvaa suureksi (kuva 32).



Kuva 32. Palojoen kalliokynnykset muodostavat luonnollisen vaellusesteen kalleille. Myllyn rauniot ovat joen oikealla reunalla (Kuva: Jukka Oinonen).

Kohteen vaellusesteellisyyttä voidaan vähentää kynnystämällä kalliokynnysten alapuolista uomaa. Tällöin vedenpinta nousee kalliokynnyksille ja virtausnopeus pienenee. Vaikka myllypaikalla on jäljellä enää vain myllyn rauniot, tulee kunnostustoimenpiteissä kuitenkin huomioida myllypaikan mahdolliset kulttuuriarvot. Kalliokynnysten alapuolista vedenkorkeutta nostettaessa on mahdollista, että vesipinta nousee myllyn raunioiden korkeudelle. Siten hankkeen toimenpiteistä on syytä kysyä lausuntoa museoviranomaiselta ja tarvittaessa rakentaa suojarakenteita joen oikeanpuoleiseen rantaan.

Palojoelta myllypaikan kohdalta on saatu syyskuussa 1993 suuria taimentiheyksiä. Alueella tapahtuu myös taimenen luontaista lisääntymistä. Taimenen vapaan vaeltamisen turvaamiseksi kohti yläpuolisia koskiosuuksia olisi kalliokynnyksen aiheuttama esteellisyys syytä poistaa.

### 10.2.3 Pohjapadot

Venejoen vesistöalueella kolme vanhaa patorakennetta on muutettu pohjapadoiksi. Näistä rakenteista kaksi pohjapatoa voi muodostaa kulkua haittaavan esteen kaloille. Kohteilla käytiin 3.7.2019.

Heinälammen säästöpato sijaitsee Palojoessa Heinälammen länsipuolella. Pato on purettu ja sen tilalle on rakennettu kävelysilta. Lisäksi uomaa on kivetty pohjapadon omaisesti (kuva 33). Uittotoiminnan aikaan Palojoen virtaamaa on säädelty säästöpadon avulla. Mökkikiinteistö on myös entinen ”uittotammenvartijan” asuinpaikka.

Viereisen loma-asunnon omistajan mukaan sillan alla joen pohjassa olevat puut ovat vähän veden aikaan lähes kuivillaan muodostaen vaellusesteen kaloille. Maastokartoituksen aikana vesisyvyys oli sillan alla vähäinen, mutta kohde ei muodostanut vaellusestettä.



Kuva 33. Heinälammen vanha patopaikka voi muodostaa kiinteistön omistajan mukaan vaellusesteen kaloille vähän veden aikaan (Kuva: Jukka Oinonen).

Ripulinjärven säästöpato sijaitsee Ripulinjärven ja Pieni-Ripulin välisessä Ripulinpurossa. Pato on purettu ilmeisesti vuonna 1985 (Suomen ympäristökeskus 2019). Patopaikalle kasattujen kivien perusteella se on muutettu pohjapadoksi (kuva 34). Pohjapato voi muodostaa vaellusesteen kaloille vähän veden aikaan. Lisäksi virran kuljettamat ja kivirykelmään takertuvat oksat voivat hankaloittaa kalan kulkua. Kartoitushetkellä virta oli kasannut kivien yläpuolelle mm. puunoksia, jotka padottivat hieman vettä ja saattoivat hankaloittaa kalan kulkua. Suurimmat oksat poistettiin maastokäynnin yhteydessä. Kyseinen pohjapato muistutti Saramojoen vesistöalueella olevia kivistä kasattuja pohjapatoja.



Kuva 34. Ripulinjärven pohjapato voi muodostaa kulkua haittaavan esteen kaloille (Kuva: Jukka Oinonen).

Venejärven vesistöalueen pohjapatoratkaisujen vaellusesteellisyys voidaan poistaa tai sitä voidaan vähentää tekemällä pohjapatoihin niin sanotut alivirtaama-aukot, jotka mahdollistavat veden virtauksen ja kalan kulun rakenteen ohi myös kuivimpina ajanjaksoina. Toimenpiteissä tulee kuitenkin huomioida mahdolliset pinnan korkeuden ja virtaamien muutokset, sekä vesioikeudellisen luvan tarve. Heinälammen padon kohdalla tai sen yläpuolisissa vesistöissä ei ole tietävästi tehty sähkökoekalastuksia, eikä taimenen esiintymisestä alueella ole tietoa.

#### 10.2.4 Kalliojoen kivipato

Patokartoitushankkeen aikana Pohjois-Karjalan ELY-keskus sai ilmoituksen Kalliojokeen mahdollisesti ilman vesilain mukaista lupaa rakennetusta kivipadosta. Kohde käytiin tarkastamassa Venejoen vesistöalueella tehtyjen patokartoitusten yhteydessä 3.7.2019. Kalliojoen poikki oli rakennettu kivipato, jonka tarkoituksena oli ilmeisesti nostaa uimarannan vesikorkeutta. Pato muodosti esteen vesiliikenteelle ja mahdollisesti myös kaloille, vaikkakin sen toiseen reunaan oli kenties pyritty jättämään kalan kulun mahdollistava reitti.

Vesilain (587/2011) 3. luvun 2 §:ssä määritetään, että muun muassa vesitalous-hankkeet, jotka voivat muuttaa vesistön vedenkorkeutta, virtaamaa tai rantaviivaa ja samalla aiheuttavat haittaa esimerkiksi kalakannoille tai vesiliikenteelle vaativat lupaviranomaisen myöntämän luvan. Lisäksi 3. luvun 3 §:n mukaan valtaväylän sulkeminen tai supistaminen, sekä väylän käyttämistä vaikeuttavan laitteen tai esteen asettaminen vaatii aina lupaviranomaisen myöntämän luvan. Vesilain 1. luvun 6 §:n mukaan valtaväylällä tarkoitetaan joessa olevaa syvintä väylää, jossa muun muassa vesiliikenteen ja kalan tulee pystyä kulkemaan vapaasti. (Vesilaki 587/2011.)

Edellä mainittujen vesilain määritelmien mukaisesti Kalliojokeen rakennettu kivipato vaatisi vesilain mukaisen luvan eli vesiluvan. Koska kivipadolle ei ole haettu vesioikeudellista lupaa, rakenteen omistaja joutuu todennäköisesti purkamaan padon. Rakenteen tarkempaa sijaintia ei tuoda esille opinnäytetyössä yksityisyyden suojelemiseksi. Patorakennetta ei ole myöskään otettu huomioon opinnäytetyön vesistö rakenteiden kokonaislukumäärässä. Kalliojokeen rakennetun kivipadon kaltaisia vesilain vastaisia patoja on havaittu myös muilla vesistöalueilla, eikä niiden esiintyminen ole kovinkaan harvinaista.

### 10.3 Kiskonjoen vesistöalueen rakenteet

Kiskonjoen vesistöalueen maastokartoitus toteutettiin 29.7.2019. Vesistöalueen kolme patorakennetta oli purettu. Lipasjoen Pitkäkankaan säästöpadon ja Suojärven säästöpadon puurakenteita on vielä osittain jäljellä uoman reunoilla, mutta ne eivät muodosta vaellusestettä kaloille. Patojen lisäksi Kiskonjoen vesistöalueella kartoitettiin viisi maantien alittavaa rumpurakennetta.

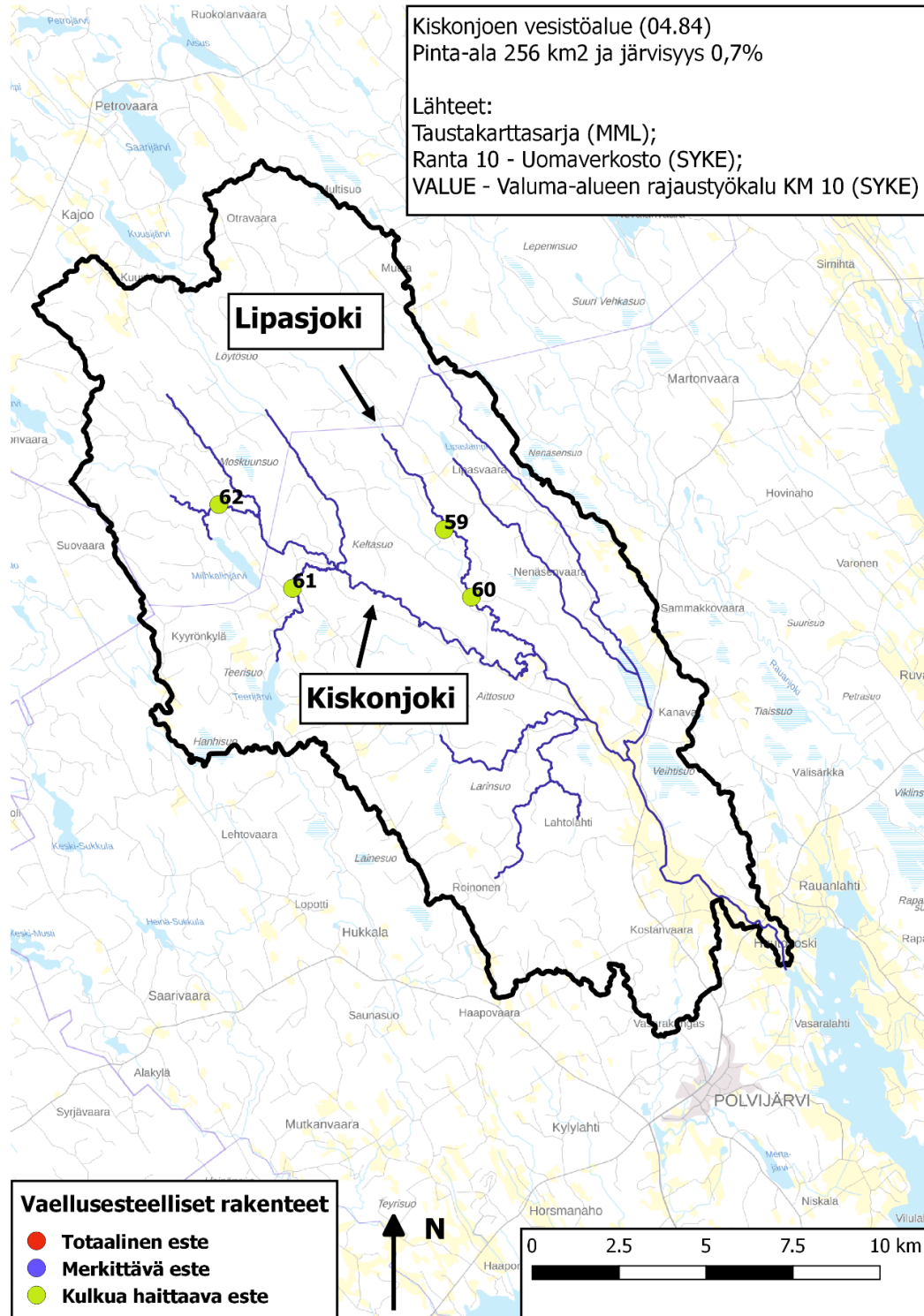
Rummuista neljä oli maastokartoituksen aikana kuivillaan tai lähes kuivillaan muodostaen vaellusesteen kaloille (kuva 35). Vaellusesteellisiä rakenteita olivat Lipaspuron aaltorumpu, Lipasjoen rumpu, Kiskonjoen rumpu ja Teeripuron rumpu. Eräissä kohteissa routa oli liikutellut rumpurakenteita, tai ne oli mahdollisesti jo alun perin asennettu virheellisesti. Tämän seurauksena vesi kulki osittain rumpurakenteiden ohi. Kiskonjoen vesistöalueen vaellusesteelliset rakenteet on esitetty kuvassa 36 ja taulukossa 10.



Kuva 35. Teerijärvestä Kiskonjokeen laskevan Teeripuron betonirummut olivat 29.7.2019 kuivillaan muodostaen vaellusesteen kaloille (Kuva: Jukka Oinonen).

Mikäli Kiskonjoen vesistöalueelle katsotaan tarpeelliseksi tehdä kalataloudellisia kunnostuksia, voidaan rumpurakenteiden aiheuttamaa vaellusesteellisyyttä pyrkiä pienentämään rakenteiden alapuolista uomaa kynnystämällä. Lisäksi rikkonaiset rumpurakenteet olisi syytä kunnostaa tai vaihtaa uusiin ekologisempiin ratkaisuihin. Maantierummun vaihto tosin kasvattaa kunnostustoimien kustannuksia.

Ylivirtaama-aikaan rumpurakenteissa virtaa todennäköisesti paljon vettä ja virtausnopeus kasvaa rummuissa suureksi. Lisäksi rakenteet ovat yli kymmenen metrin pituisia. Täten lamellirakenteiden tai muiden virranohjaimien asentaminen rumpuihin olisi suotavaa. Mikäli rumpurakenteet vaihdettaisiin esimerkiksi K-kalapolut-hankkeessa käytetyn erikoisvalmisteisen rummun kaltaisiin rakenteisiin, tulisi ne samalla asentaa selkeästi joen pohjan alapuolelle, jolloin vesisyvyys voisi olla riittävä myös alivesiaikaan.



Kuva 36. Kiskonjoen vesistöalueen vaellusesteelliset rakenteet.

Taulukko 10. Kiskonjoen vesistöalueen vaellusesteellisten rakenteiden tiedot.

Nro	Rakenne	Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)		Tila	Vaellusesteellisyys
		N	E		
59.	Lipasjoen rumpu	6987942	613090	Käytössä	Kulkua haittaava este
60.	Lipaspuuron aaltorumpu	6986001	613878	Käytössä	Kulkua haittaava este
61.	Teeripuuron rumpu	6986252	608732	Käytössä	Kulkua haittaava este
62.	Kiskonjoen rumpu	6988662	606614	Käytössä	Kulkua haittaava este



## 11 Virtavesikunnostuksia tekevät toimijat

Itä-Suomen alueella monenlaiset yritykset, yhdistykset ja järjestöt tekevät töitä vaelluskalojen elinolosuhteiden parantamiseksi ja vaellusesteiden poistamiseksi. Muun muassa WWF on toteuttanut vuosina 2017–2019 Patokato-hanketta, sekä heinäkuussa 2019 alkanutta ja 3,5 vuotta kestävä Vauhtia vaellukseen -hanketta. Hankkeiden tavoitteena on poistaa lähinnä patojen ja rumpurakenteiden aiheuttamia vaellusesteitä virtavesissä. Hankkeet toteutetaan pääsääntöisesti talkootyönä yhdessä paikallisten toimijoiden ja maanomistajien kanssa. Rahoitus Patokato-hankkeeseen saatiin Euroopan meri- ja kalatalousrahastolta (EMKR) ja Varsinais-Suomen ELY-keskukselta. Vauhtia vaellukseen -hanketta rahoittaa Euroopan meri- ja kalatalousrahasto sekä Lassi Leppinen säätiö. (WWF 2020a & 2020b.)

WWF on poistanut vaellusesteitä myös Pohjois-Karjalan alueella. Esimerkiksi elokuussa 2019 Polvijärven Rauanjoella talkootyönä tehtyjen virtavesikunnostusten yhteydessä poistettiin vaellusesteenä toimineen Kansalan vanhan myllypaddon jäänteet (kuva 37). Tämä kunnostus toteutettiin yhteistyönä K-ryhmän, Martonvaara-Ruvaslahden osakaskunnan, Itä-Suomen jokitalokkarin ja Pro Höytiäisen kanssa. (YLE 2019.)



Kuva 37. Kansalan myllypaddon jäänteet vaikeuttivat Rauanjoella harjoitettua melontaa ja kalan kulkua (Kuva: Jukka Oinonen).

Itä-Suomen jokitalkkari ja Saimaan Lohikalojen Ystävät ry:n varapuheenjohtaja Pekka Huupponen on järjestänyt talkootyönä toteutettuja virtavesikunnostuksia koko Itä-Suomen alueella (kuva 38). Virtavesikunnostusten yhteydessä on myös pidetty maksuttomia ja kaikille avoimia koulutustilaisuuksia, joissa alan asiantuntijat ovat selostaneet oikeanoppisia kunnostustekniikoita, joita on myöhemmin sovellettu maastossa. Lisäksi jokitalkkaritoimintaan on kuulunut muun muassa voimalaitospatojen ohi tapahtuvia emokalasiirtoja, sekä myös vaellusesteellisten rakenteiden kunnostustoimenpiteitä. Saimaan Lohikalojen Ystävät ry on rahoittanut jokitalkkaritoimintaansa ELY-keskuksen hankerahoituksella (Itä-Savo 2018).



Kuva 38. Itä-Suomen Jokitalkkari -hankkeeseen kuuluvia talkookunnostuksia Lieksan Saarijoella vuonna 2018 (Kuva: Henri Heiskanen).

Kuopion Teho-Louhinta Oy on toteuttanut suuremmilla koskialueilla lähinnä kokenyönä tehtyjä virtavesikunnostuksia Itä-Suomen alueella. Yritys toteuttaa virtavesikunnostukset aina suunnittelusta käytännön toimenpiteisiin. Muun muassa Ilomantsissa Ala-Koitajoella ja Lieksassa Ruunaan koskilla tehdyt mittavat koskikunnostukset ovat Kuopion Teho-Louhinnan kalastusbiologi Juha Rouvisen suunnittelemia ja toteuttamia (kuva 39). Yritys on myös rakentanut kalateitä ja poistanut vaellusesteitä jokialueilla. (Kuopion Teho-Louhinta Oy 2020.)



Kuva 39. Ilomantsin Ala-Koitajoella tehdyt virtavesikunnostukset ovat Kuopion Teholouhinta Oy:n Juha Rouvisen suunnittelemissa ja toteuttamissa (Kuva: Jukka Oinonen).

Vesistö- ja Luontokunnostus Janne Raassina on toteuttanut valtaosan viime vuosina Pohjois-Karjalan alueella tehdyistä valuma-aluekunnostuksista. Raassina tekee kunnostukset suunnittelusta käytännön toimenpiteisiin. Hän on myös laajentanut toimintaansa kalataloudellisiin virtavesikunnostuksiin ja on lisäksi toteuttanut myös vaellusesteiden poistotoimia jokialueilla.

Aloite vaellusesteiden kunnostustoimenpiteisiin voisi tulla myös esimerkiksi vesialueen- tai maanomistajilta, kalastuskunnilta tai tienomistajilta. Tällaisia aloitteita on tosin tullut vielä toistaiseksi vähän. Tienomistajat ovat vastuussa tien ylläpidon ohella myös rumpurakenteiden ylläpidosta ja kunnostuksesta. Kunnossapito rajautuu tosin vain vesien oikeaoppiseen johtamiseen. Tienpitäjällä ei sen sijaan ole velvoitetta pitää ylitysrakenteita kulkukelpoisina vaelluskaloille tai muille vesieläimille. Vaellusesteellisten rakenteiden kunnostustoimille tulee kuitenkin aina saada vesialueen- ja läheisten maanomistajien sekä tarvittaessa myös viranomaisen hyväksyntä.

## 12 Kunnostustoimien kustannukset

### 12.1 Louhikosken voimalaitos

#### 12.1.1 Kalaportaan vesittäminen

Sähkön spot-hinnan keskiarvo viimeiseltä viideltä vuodelta (2015–2019) Nord Poolin sähköpörssissä Suomessa on ollut 37,23 €/MWh (Nord Pool 2020). Louhikosken voimalaitoksen vuosittainen energiantuotto on keskimäärin 2 200 MWh. Tällöin sähkön spot-hinnan vuosikeskiarvolla laskettuna Louhikosken vuosituotto on keskimäärin 37,23 €/MWh x 2 200 MWh = 81 906 €. Mikäli virtaamaa haluttaisiin lisätä kalaporttaassa kuivimpina ajanjaksoina vähentämällä voimalaitoksen käyttövirtaamaa, koituisi edellä olevan laskelman mukaisesti esimerkiksi 1 m<sup>3</sup>/s käyttövirtaaman pudotuksesta kuukaudessa reilun 2 600 € kulut.

*Louhikosken voimalaitoksen sähkötehon menetys 1 m<sup>3</sup>/s käyttövirtaamaa pienentäessä:*

$$P_{\text{sähkö}} = \eta \rho g h q_v = 0,9 \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 11 \text{ m} \times 1 \text{ m}^3/\text{s} = 97 199 \text{ W}$$

jossa

$P_{\text{sähkö}}$  = Voimalaitoksen sähkötehon menetys

$\eta$  = Voimalaitoksen hyötysuhde (vesivoimalaitokset ~ 0,8–0,9)

$\rho$  = Veden tiheys

$g$  = Putoamiskiihtyvyyys

$h$  = Voimalaitoksen putouskorkeus (Louhikoski 11 m)

$q_v$  = Voimalaitoksen käyttövirtaama (alennetaan 1 m<sup>3</sup>/s)

*Louhikosken voimalaitoksen tuottaman sähköenergian menetys kuukaudessa 1 m<sup>3</sup>/s käyttövirtaamaa pienentäessä:*

$$E_{\text{sähkö}} = P_{\text{sähkö}} t = 97 199 \text{ W} \times 730 \text{ h} = 70 896 870 \text{ Wh} = 70,90 \text{ MWh}$$

jossa

$E_{\text{sähkö}}$  = Voimalaitoksen tuottaman sähköenergian menetys

$P_{\text{sähkö}}$  = Voimalaitoksen sähkötehon menetys

$t$  = Tuotantoaika (h/kk = 8760 h/a : 12 kk/a)

*Voimayhtiön menettämä tuotto (€) kuukaudessa Louhikosken voimalaitoksen käyttövirtaamaa 1 m<sup>3</sup>/s pienennettäessä:*

Menetetty tuotto =  $E_{\text{sähkö}} \times$  sähkön hinta = 70,90 MWh  $\times$  37,23 €/MWh = **2 640 €**

jossa

$E_{\text{sähkö}}$  = Voimalaitoksen tuottaman sähköenergian menetys

sähkön hinta = Spot-hinnan keskiarvo Suomessa 2015–2019 (Nord Pool)

Louhikosken voimalaitoksen hyötysuhde ei ole tiedossa. Tästä syystä edellä esitettyssä laskutoimituksessa hyötysuhteena käytettiin arvoa 0,9, jolloin saatiin suurin mahdollinen käyttövirtaaman alentamisesta voimayhtiölle koitua menetys. Teknisiin kalateihin vaadittava virtaama vaihtelee arviolta 0,5–2 m<sup>3</sup>/s välillä. Pienemmissä kalateissa virtaama on keskimäärin 0,5–1 m<sup>3</sup>/s ja suuremmissa 1–2 m<sup>3</sup>/s. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016; Oulun Energia Oy 2020.)

Louhikosken kalaporras on pienikokoinen tekninen kalatie, joten siihen vaadittava virtaama on arviolta 0,5–1 m<sup>3</sup>/s. Mikäli riittävä virtaama kalatiehen olisi 0,5 m<sup>3</sup>/s olisi voimayhtiön menettämä tuotto kuukaudessa puolet yllä lasketusta eli noin 1320 €. Taimenen kulun varmistamiseksi kalaportaaseen olisi todennäköisesti hyvä ohjata vettä myös useamman kuukauden ajan vuodesta sekä nousu- että syönnösvaelluksen aikana. Tällöin kalaportaan vesittämisestä koituvat kulut voivat nousta kuivimpina kesinä 2 kk  $\times$  2 640 €/kk = 5 280 €, jos kalaportaaseen syötetään 1 m<sup>3</sup>/s vettä vähentämällä voimalaitoksen käyttövirtaamaa kuukauden ajan sekä nousu- että syönnösvaelluksen aikana. Tämä olisi 5 280 € / 81 906 € = 0,064 = 6,4 % voimalaitoksen keskimääräisestä vuosituotosta.

### 12.1.2 Luonnonmukainen kalatie

Itä-Uudellamaalla Pernajassa sijaitsevan Koskenkylänjoen Kuuskoskeen rakennettiin vuonna 2008 voimalaitospadon ohittava luonnonmukainen kalatie, jonka rakennuttamisesta vastasi Itä-Uudenmaan ympäristökeskus. Kalatien pituus on 137 metriä ja nousukorkeutta sillä on noin 6 metriä. Kalatien pituuskaltevuus on siis noin 4,4 %. Nousukynnykset on rakennettu luonnonkivistä ja yläkynnys betonista. Lisäksi välialtaissa on virtakiviä. Mitoitusvirtaama luonnonmukaisessa kalatiessä on 1 m<sup>3</sup>/s voimalaitoksen säännöstelyn ylärajalla. (Lempinen 2009.)

Luonnonmukaisen kalatien rakennuskustannukset olivat yhteensä 129 400 €. Itse kalatieuoman rakentaminen maksoi 89 000 €. Loput kustannukset koostuivat lähinnä betonisen yläkynnyksen ja hoitosillan rakentamisesta, räjäytystoimenpiteistä, sekä työmaan siivouksesta ja maisemoinnista. Kalatien kokonaiskustannukset olivat nousumetriä kohden 21 600 € ja pituusmetriä kohden 940 €. Pelkän kalatieuoman rakennuskustannukset olivat sen sijaan nousumetrille 14 800 € ja pituusmetrille 650 €. Kustannukset sisältävät arvonlisäveron. Kalatien ja kohteella tehdyn virtavesikunnostuksen päärahoituksesta vastasivat Euroopan yhteisön kalatalouden ohjauksen rahoitusväline (KOR) ja Suomen valtio. (Lempinen 2009.)

Suomen ympäristökeskuksen tekemän tutkimuksen ”Luonnonmukaisten ohitusomien suunnittelu rakennetussa vesistössä - Lohen palauttaminen Oulujokeen” mukaan kaltevuudeltaan 1–5 % olevien luonnonmukaisten kalateiden rakennuskustannukset ovat vaihdelleet Suomessa 10 000 € – 15 000 € välillä nousumetriä kohden. Kustannukset eivät sisällä mahdollisia erikoisrakenteita. Jyrkkyyden lisääntyessä sekä nousu- että pituusmetrikohtaiset kustannukset kasvavat. (Järvenpää, Jormola & Tammela 2010.)

Suomen ympäristökeskuksen tutkimuksen mukaan Uudellamaalla sijaitsevien luonnonmukaisten kalateiden kustannukset ovat olleet verrattain jyrkissä, noin 7 %:n kaltevuuden omaavissa kohteissa, keskimäärin 17 000 € nousumetrille ja 1 190 € pituusmetrille. Näillä kohteilla hintaan on tosin sisällytynyt joitain erityisra-

kenteita. Sen sijaan loivemmissa kohteissa kustannukset voivat olla huomattavasti pienemmät. Esimerkiksi Kaitforsin Sääkskoskella 1,7 % kaltevuuskulmaltaan olevan luonnonmukaisen kalatien maarakennus maksoi 10 000 € nousumetrille ja 170 € pituusmetrille. (Järvenpää, Jormola & Tammela 2010.) Suomen ympäristökeskuksen tutkimustulokset ovat samassa linjassa edellä esitetyn Koskenkylänjoen Kuuskoskeen rakennetun luonnonmukaisen kalatien kustannusten kanssa.



Kuva 40. Lieksanjoen vanhaan uomaan on rakennettu vuonna 2004 viisi maise-mointipatoa, joiden yhteydessä on luonnonmukaiset kalatiet (Turunen 2016) (Kuva: Henri Heiskanen).

### 12.1.3 Tekninen kalatie

Kymijoen Korkeakoskelle valmistui vuonna 2016 voimalaitospadon ohittava kalaporras. Tällä teknisellä kalatiellä on pituutta 205 metriä, putouskorkeutta 13 metriä ja siinä on 52 väliallasta. Kalatien pituuskaltevuus on siis 6,3 %. Kalatiehen juoksetettava virtaama on 0,5 m<sup>3</sup>/s. Kalatie maksoi 1,5 milj. euroa, jolloin sen kustannus nousumetriä kohden oli noin 115 400 € ja pituusmetriä kohden 7 300 €. (Varsinais-Suomen ELY-keskus 2016.)

Suomen pisin kalatie rakennettiin vuonna 2003 Oulujokeen ohittamaan Merikosken voimalaitospadon. Merikosken kalatie on ns. hybridikalatie, eli siihen on yhdistetty teknisiä ja luonnonmukaisia piirteitä. Kalatien pituus on 750 metriä ja nousukorkeutta 64 portaana aikana muodostuu 11 metriä. Kalatien pituuskaltevuus on siten 1,5 %. Virtaama kalatiessä on 1,2–2 m<sup>3</sup>/s. Kalatien kustannukset olivat 1,2 milj. euroa, jolloin kustannus nousumetriä kohden oli 109 000 € ja pituusmetriä kohden 1 600 €. (Oulun Energia Oy 2020.)

Koska kaltevuuskulmaltaan 1–5 % olevan luonnonmukaisen kalatien hinta on nousumetriä kohden arviolta 10 000 € – 15 000 € ja kaltevuuskulmaltaan 1,5–6,3 % olevan teknisen kalatien 109 000 € – 115 400 €, voidaan karkeasti arvioida, että luonnonmukainen kalatie on 7–12 kertaa edullisempi nousumetriä kohden. Tässä tulee kuitenkin huomioida, että Louhikosken voimalaitospadon yhteyteen mahdollisesti asennettava tekninen kalatie tulisi olemaan pituudeltaan ja myös nousukorkeudeltaan pienempi kuin Korkeakosken tai Merikosken kalatiet. Tällöin myös kustannus nousumetriä ja pituusmetriä kohden voi olla hieman eri luokkaa.



Kuva 41. Lieksan Saarijokeen vuonna 2017 rakennetut kalaportaat mahdollistavat kalan kulun vanhan myllypadon ohi (Kuva: Jukka Oinonen).



#### **12.1.4 Säännöstelypadon purkaminen**

Etelä-Karjalassa Rautjärvellä käynnistyy vuonna 2021 yksi Suomen merkittävimmistä vaelluskalahankkeista, kun Hiitolanjoki tullaan vapauttamaan voimalaloudesta. Hiitolanjoen kolme pienvoimalaitosta säännöstelypatoineen puretaan vuosina 2021–2023. Hiitolanjoessa elää Suomen viimeinen alkuperäinen ja täysin luonnonvarainen järvilohikanta. Voimalaitospatojen purkamisella vapautetaan jokireitti aina Laatokalta Hiitolanjoen latvavesille saakka. Voimalaitokset ovat tehoaan alle 1 MW:n voimaloita ja niiden vuosituotto on yhteensä 10 000 MWh. Voimalaitoskoskien, Ritakosken, Kangaskosken ja Lahnasenkosken, yhteenlaskettu putouskorkeus on 18 metriä. (Etelä-Karjalan virkistysaluesäätiö & Hiitolanjoki-yhdistys ry 2017–2020.)

Etelä-Karjalan virkistysaluesäätiö lunasti voimalaitokset Hiitolanjoen Voima Oy:ltä ja Vantaan Energia Oy:ltä vuosina 2017 ja 2019 (Etelä-Karjalan virkistysaluesäätiö & Hiitolanjoki-yhdistys ry 2017–2020). Hankkeen kokonaiskustannus on noin 3,2 milj. euroa ja sen rahoituksesta vastaavat muun muassa Rautjärven kunta, ELY-keskus, erilaiset yhdistykset, säätiöt ja pankit, sekä yksityiset rahoittajat (Etelä-Saimaa 2019). Yhden voimalaitoskokonaisuuden osalta purkukustannukset ovat siis reilu 1 milj. euroa. Hiitolanjoen voimalaitokset ovat samaa tehoa ja ikäluokkaa Saramojoen Louhikosken voimalaitoksen kanssa. Lisäksi voimalaitokset ovat tiettävästi Louhikosken voimalan tapaan jokivoimalaitoksia, eli niiden toiminnan yhteydessä ei harjoiteta veden säännöstelyä. Tällöin Louhikosken voimalaitoksen ja sen säännöstelypadon purkukustannukset olisivat mahdollisesti samaa luokkaa Hiitolanjoen voimalaitosten kanssa.

#### **12.2 Pienien patojen ja rumpurakenteiden kunnostuskustannukset**

Pienempien patojen ja rumpurakenteiden kunnostukset toteutetaan Suomessa usein talkootyönä kalataloudellisten virtavesikunnostusten yhteydessä. Rakenteiden alapuolelle tehtäviin kynnyksiin käytettävä puu- ja kivimateriaali pyritään yleensä löytämään hankekohteelta, jolloin mainittavia materiaalikustannuksia ei

synny. Rumpurakenteiden virranohjaimina voidaan käyttää metallista valmistettujen virranohjaimien ohella myös suurempia luonnonkiviä, jolloin kustannukset pienenevät.

Kynnystystoimenpiteet eivät yleensä muuta uoman virtaamia, pinnankorkeuksia tai rantaviivaa, jolloin vesioikeudellista lupaa ei todennäköisesti tarvita. Sen sijaan patorakenteita purkaessa tai muokatessa tulee huomioida mahdollinen vesiluvan tarve. Lupa vaaditaan muun muassa silloin, kun toimenpide vaikuttaa yläpuolisen järven tai lammen vedenkorkeuteen. Kustannukset voivat myös hieman lisääntyä, mikäli toimenpide joudutaan tekemään konetyönä. Lisäksi vanhoilla myllypaikoilla tehtävät toimenpiteet voivat vaatia museoviranomaisen lausuntoa. Tämä voi lisätä hieman hankkeen kustannuksia, varsinkin jos kohteella joudutaan tekemään maastoinventointi.

## **13 Pohdinta**

### **13.1 Opinnäytetyö osana laajempaa tutkimuskenttää**

Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen toteuttamassa patokartoitushankkeessa kartoitettiin kolmelta vesistöalueelta yhteensä 62 vesistörakennetta. Näistä rakenteista 14 muodosti kulkua haittaavan, 4 merkittävän ja 1 totaalisen vaellusesteen kaille. Kaikista rakenteista esteellisiä oli siis 31 %.

Etelä-Savon ELY-keskuksen vuosina 2018–2019 tekemässä patokartoitushankkeessa 89 kartoitetusta vesistörakenteesta esteellisiä oli 64 %. Metsähallituksen ja Eräpalvelut Pohjanmaan vuosina 2016–2018 toteuttamassa Esteet Pois! -hankkeessa 628 ylitysrakenteesta täydellisiä tai osittaisia esteitä oli 52 %. Pohjois-Karjalan ELY-keskuksessa toteutetun patokartoitushankeen esteellisten rakenteiden pienempää suhteellista osuutta selittänee kartoituksessa merkittävässä osassa olleiden uittopatojen suuri määrä, jotka oli pääsääntöisesti purettu. Sen sijaan esimerkiksi Etelä-Savon ELY-keskuksen tekemässä tutkimuksessa valtaosa rakenteista muodostui myllyjen ja sahojen patorakenteista sekä voimalaitospadoista, joiden rakenteita oli vielä enimmäkseen jäljellä uomissa. Pohjois-

Karjalan patokartoitushankkeessa mylly- ja voimalaitospatoja oli yhteensä 9 kpl eli noin 15 % kaikista vesistö rakenteista. Näistä yhdeksästä rakenteesta pääosa oli purettu.

Keski-Suomessa tehdyn laajan rumpurakennetutkimuksen tulosten mukaan yleisimmät esteellisyyttä muodostavat tekijät rumpurakenteissa ovat liian suuri alapään putouskorkeus, rakenteen sisällä vallitseva virtausnopeus ja vesisyvyys, sekä rakenteen pohjan sileys ja suulla olevat esteet. Kaikki nämä tekijät havaittiin myös Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen tekemässä tutkimuksessa. Keski-Suomessa vuosina 2013–2014 kartoitetuista 830 rumpurakenteesta 40 % muodosti pysyvän vaellusesteen. Patokartoitushankkeessa kymmenestä rumpurakenteesta kahdeksan eli 80 % muodosti vähintään kulkua haittaavan esteen kaloille. Rumpurakenteiden voidaan todeta olevan myös patokartoitushankkeen tulosten perusteella merkittävä ympäristöongelma ja pienten virtavesien ekologiaa heikentävä tekijä.

Jyväskylän yliopistossa tehdyn käytännön vaellusestetutkimuksen mukaan 164–244 mm pituiset havaintoryhmän taimenet pystyivät uimaan jopa 7 astetta kaltevuuskulmaltaan olevan rummun ohi. Lisäksi taimenet pystyivät ohittamaan päällelepäin hyvinkin tiheän näköisen risupadon. Nämä tekijät voivat alentaa myös patokartoitushankkeessa olleiden rumpurakenteiden ja kivistä rakennettujen pohjapatojen vaellusesteellisyyttä. Opinnäytetyössä joidenkin pohjapatojen arvioitiin muodostavan mahdollisen esteen kaloille, mikäli virran mukana kulkeutuvat oksat takertuvat kiinni patorakenteisiin.

## **13.2 Ensisijaiset kunnostuskohteet**

### **13.2.1 Saramojoen vesistöalue**

Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen toteuttaman patokartoitushankkeen ja opinnäytetyön tulosten perusteella Saramojoen vesistöalueella tärkeimmäksi kunnostuskohteeksi voisi nostaa Louhikosken voimalaitoksen kalatien. Voimalaitospato ja kalatie ovat vaikeuttaneet tai jopa estäneet kokonaan kalojen ohivaelluksen kymmenien vuosien ajan. Louhikosken yläpuolisilla Saramojoen koskialueilla on tehty

kalataloudellisia kunnostuksia vuonna 1997. Lisäksi Saramojoen latvavesistöissä olisi mahdollisia lisääntymisalueita taimenelle. Latvavesistöissä on toteutettu vuosina 1998–2000 Mujejärven-Palojärven vesistöalueen ympäristönhoitohanke ja vuosina 2000–2001 Mäntyjoen–Mehtojoen vesistöalueiden ympäristönhoitohanke. Hankkeissa keskityttiin lähinnä metsätaloudesta aiheutuvan hajakuormituksen pidättämiseen ja pienvirtavesikunnostuksiin.

Vaikka hankkeissa tehdyt toimet olivat laajamittaisia, on veden ajoittainen happamuus edelleen ongelmana Saramojoella ja sen latvavesistöissä. Ekologisen tila-arvioinnin mukaan pH voi laskea Saramojoen kaikissa suurimmissa uomissa tyydyttävälle tasolle eli 5–5,5. Lisäksi varsinkin latvavesistöissä mahdollisesti esiintyvä elohopea voi koitua ongelmaksi kaloille, kun veden happamuus laskee lähelle arvoa 5,5. Saramojoki luokitellaan keskisuureksi turvemaiden joeksi, jonka seurauksena elohopean esiintymisen riski kasvaa vesistöissä.

Mikäli Lohikosken voimalaitoksen kalatien toimivuutta saadaan parannettua, olisi Saramojoen latvaosissa mahdollisesti tarpeen tehdä täydennyskunnostuksia varsinkin happamuuden pidättämiseksi. Latvavesistöissä havaittiin myös patokartoitushankkeen maastokartoitusten yhteydessä muutamia voimakkaasti perattuja uomia. Valuma-aluekunnostusten lisäksi myös kalataloudelliset virtavesikunnostukset olisivat mahdollisesti tarpeellisia latvavesistöissä. Tällöin tulisi keskittyä etenkin koskialueiden virtaamien monipuolistamiseen, siirtämällä perkuukivet ranta-alueilta takaisin uomaan.

Louhikosken voimalaitoksen kalatien lisäksi myös Kuohattijoen Myllykosken myllypadon ja Siltapuron rumpurakenteiden kunnostus kaloille kulkukelpoisemmaksi olisi suotavaa. Siltapurolla tehdyissä sähkökoekalastuksissa on havaittu, että purossa tapahtuu taimenen luontaista lisääntymistä, tosin koealoilta saadut poikastiheydet olivat pienehköjä. Taimenen luontaista lisääntymistä tapahtuu myös Kuohattijoella, jossa toteutettiin yhdeksän koskialueen laajuinen kalataloudellinen kunnostus vuosina 2000–2002. Poikastiheydet ovat olleet tosin myös Kuohattijoella pienehköjä, alle 5 poikasta aarille.

Veden ajoittainen happamuus ja elohopean esiintyminen voi muodostua ongelmaksi myös Kuohattijoella, jonka vesistöalueella on tehty valuma-aluekunnostuksia vuosina 1996–1997. pH voi laskea Kuohattijoella arvoon 5, joka vastaa ekologisessa tila-arvioinnissa tyydyttävän tason alarajaa. Valuma-aluekunnostusten pääpaino oli Saramojoen latvaosissa tehtyjen kunnostusten tapaan metsätalouden hajakuormituksen pidättämisessä. Viimeistään Louhikosken voimalaitoksen kalatien kunnostamisen jälkeen olisi syytä kunnostaa myös latvavesistöissä olevia vaellusesteitä.

### **13.2.2 Venejoen vesistöalue**

Venejoen vesistöalueella merkittävimpinä kunnostuskohteina voisi pitää Koskelan tilan vanhaan myllypatopenkkaan asennettua rumpuputkea ja Palojoen kalliokynnyksiä. Molemmilta kohteilta on saatu sähkökoekalastuksissa itäsuomalaisittain suuria taimentiheyksiä. Muun muassa Venejoen suurimmat tiheydet Koskelan tilan lähistöllä olivat 72,3 poikasta aarille.

Venejoen ja Kalliojoen alueella on tehty myös vuonna 1997 kalataloudellisia kunnostuksia. Pääuomista Venejoen vedenlaatu on hyvä. Sen sijaan Kalliojoella veden ajoittainen happamuus voi muodostua ongelmaksi. pH-minimi vuosijaksolla 2006–2012 on 5,2, joka vastaa ekologisen tilan luokittelussa tyydyttävää tasoa. Tästä syystä mahdolliset kalataloudelliset täydennyskunnostukset olisi syytä kohdistaa ensisijaisesti Venejoen ja Palojoen alueille.

### **13.2.3 Kiskonjoen vesistöalue**

Kiskonjoen ja sen vesistöalueella olevien muiden uomien kalataloudellinen merkittävyys on luultavasti hyvin vähäinen. Vesistöalueen järvisyys on vain 0,7 %, eikä vesistöalueella ole suurempia latvajärviä. Tästä syystä vesistöalueella ei juurikaan ole virtaamavaihteluja tasoittavaa puskurikykyä. Siten joki on alivirtaamajaksoilla varsinkin latvaosistaan lähes kuivillaan, kun taas ylivirtaamatilanteissa joki saattaa virrata hyvinkin vuolaana. Suuret virtaamavaihtelut voivat muodostaa monenlaisia ongelmia kalastolle ja etenkin taimenelle.

Merkittävimpanä tekijänä voidaan pitää taimenen mätimunien selviytymistä talven yli, jos joki on latvaosistaan lähes kuivillaan. Mätimunat tarvitsevat kehittyäkseen riittävästi hapekasta vettä, jonka riittävä saanti voi olla pienillä virtaamilla haastavaa. Lisäksi ranta-alueilla olevat kutupesät voivat pahimmillaan jäädä kuiville ja jäätyä vedenpinnan alentuessa. Vesistöalueen suuret virtaamavaihtelut voivat myös muodostaa ajoittaisia vaellusesteitä taimenelle ja muille kaloille.

Patokartoitushankkeen aikana vesistöalueella kartoitetuista viidestä rumpurakenteesta neljä oli kuivillaan tai lähes kuivillaan muodostaen vaellusesteen kaloille. Rumpujen vähäisestä vesisyvyydestä johtuva esteellisyys pienenee syyssateiden seurauksena, mutta varsinkin ylivirtaamalla virtausnopeus voi muodostua rakenteissa hyvinkin kovaksi vaikeuttaen kalojen ohivaellusta.

Kiskonjoen latvaosiin on suunniteltu istuttaa 2 500 kpl järvitaimenen yksivuotiaita poikasia keväällä 2020. Erilaisia poikasistutuksia on tarkoitus jatkaa viiden vuoden ajan. Lisäksi Kiskonjoen kalataloudellisiin talkookunnostuksiin ja esteellisten rumpurakenteiden kunnostuksiin on herännyt kiinnostusta alan toimijoiden keskuudessa. Kalataloudellisten kunnostusten tarpeellisuutta voivat lisätä muun muassa Kiskonjoella tulvahaittojen poistamiseksi 1950-luvulla tehdyt uomaperkaukset.

Ennen istutustoimenpiteitä Kiskonjoen kalataloudellinen nykytila olisi kuitenkin syytä selvittää esimerkiksi sähkökoekalastuksin ja geenitutkimuksin. Jos Kiskonjoella elää oma jokeen sopeutunut luonnonvarainen taimenkanta, voivat yksilöt joutua kilpailemaan elinalueista ja ravinnosta istukkaiden kanssa. Pahimmillaan istukkaat voivat myös syrjäyttää luonnonvaraiset yksilöt. Luonnonvaraisen järvitaimenkannan esiintyminen Kiskonjoella on jokseenkin epätodennäköistä, mutta ei mahdotonta. Mikäli alueella tehdään poikasistutuksia ja virtavesikunnostuksia, on patokartoitushankkeessa esille nousseet esteelliset rumpurakenteet myös syytä kunnostaa.

Kiskonjoella ongelmana ovat olleet ajoittainen veden happamuus, sekä valuma-alueelta metsä- ja maatalouden seurauksena aiheutuvat ravinne- ja humuskuoritus. Vedenlaatu on ajan myötä parantunut ja pH-minimi vuosijaksolla 2006–2012 Kiskonjoen Huutokoskella on ollut ekologisen tilaluokittelun mukaan 5,8. Tämä vastaa luokittelussa erinomaista tasoa (pH-minimi > 5,7). Kalaston kannalta vedenlaatu on hyvä. Sen sijaan suuret virtaamavaihtelut voivat mahdollisesti aiheuttaa joella rantaeroosiota, joka voi lisätä vedessä olevan kiintoaineen määrää ylivirtaamalla. Kiskonjoki on luokiteltu keskisuureksi turvemaiden joeksi, jonka seurauksena vesistössä esiintyvän elohopean riski saattaa kasvaa.

### 13.3 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyö ja aineiston kerääminen on pyritty tekemään hyvien tieteellisten käytäntöjen, sekä ympäristöhallinnon ja Karelia-ammattikorkeakoulun antamien toimintaohjeiden mukaisesti. Opinnäytetyössä on esitetty käytetyt tutkimusmenetelmät ja -välineistö. Tällöin vastaavan tietotaidon omaavalla tulisi olla hyvät lähtökohdat vastaavan ja vertailukelpoisen tutkielman laadintaan. Opinnäytetyöprosessin aikana on pyritty huomioimaan Pohjois-Karjalan ELY-keskuksen toiveet tutkimukseen liittyen. Lisäksi työssä on pyritty avoimuuteen ja totuudenmukaisuuteen, tuomatta kuitenkaan esille liike- tai ammattisalaisuuksia.

Rakenteen vaellusesteellisyyttä arvioitaessa on tärkeää tietää kohteella vallitseva virtaamatilanne ja tarvittaessa osata suhteuttaa se oikein esimerkiksi taimeen vaellusajankohdan virtaamiin. Tätä arviointia voivat helpottaa opinnäytetyötutkimuksessakin käytetyt Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämät alueelliset virtaamaseurantatiedot. Vaikka nämä tiedot helpottavat vaellusesteellisyyden arviointia, voi arviointi olla haastavaa, varsinkin jos virtaamatietoina joudutaan käyttämään läheisellä vesistöalueella vallitsevia virtaamia. Paikallisen virtaamatilanteen arviointi havaittiin haasteelliseksi myös Etelä-Savon ELY-keskuksen tekemässä tutkimuksessa. Virtaamatilannetta arvioitaessa vertailuvesistöalueeksi soveltuu parhaiten läheinen vesistöalue, jonka järvisyys on samaa luokkaa ja jossa

sadanta ja haihdunta ovat samankaltaisia. Opinnäytetyötutkimuksessa Rauanjoen vesistöalue soveltui erinomaisesti läheisen Venejoen vesistöalueen virtaamakäyttämisen arviointiin.

Vertailuvesistöalueen käytön seurauksena on mahdollista, että jotkin opinnäytetyössä esteettömäksi arvioidut rakenteet muodostavatkin vaellusesteen ääriolosuhteissa tai päinvastoin. Tämä tekijä voi nousta esille muun muassa erilaisten pohjapatorakenteiden esteellisyyttä arvioitaessa. Lisäksi myös rakenteen esteellisyysluokan arviointi voi toisinaan olla haastavaa. Arviointia helpottaa, jos rakenne voidaan tarkastaa eri virtaamatilanteissa. Myös maastoinventoijien näkemuserot voivat vaihdella keskenään rakenteen vaellusesteellisyydestä ja sen luokittelusta. Tämä on voinut osaltaan vaikuttaa tutkimusten hieman erilaisiin vaellusesteellisten rakenteiden suhteellisiin osuuksiin.

Maastossa tutkitut vesistörakenteet kartoitettiin toimistotyönä pääsääntöisesti ympäristöhallinnon ylläpitämää Hertta-palvelimen VESTY-tietokantaa apuna käyttäen. Valtaosa kartoitetuista rakenteista oli siis ennalta ympäristöhallinnon tiedossa. Tutkimuksissa haluttiin saada päivitetty tieto vesistörakenteiden nykytilasta ja vaellusesteellisyydestä. Toimistotyönä toteutetuista alkukartoituksista johtuen on mahdollista, että tutkimukseen sisältyneillä vesistöalueilla on vieläkin kartoittamattomia vaellusesteellisiä vesistörakenteita. Varsinkin luonnolliset vaellusesteet ovat vesistöissä yleisiä ja tulevat harvoin ympäristöhallinnon tietoon. Tällaisia rakenteita voivat olla muun muassa patokartoitushankkeessakin vastaan tulleet kalliokynnykset ja majavanpadot (kuva 42).

Paikkatieto muutamien rakenteiden osalta saattoi olla kirjattu virheellisesti VESTY-tietokantaan, jonka seurauksena todellisuudessa purkamaton rakenne saatettiin todeta maastossa puretuksi. Tätä mahdollisuutta pyrittiin pienentämään epäilyttävillä kohteilla pidentämällä uoman vartta kuljettua matkaa ja etsimällä mahdollisia patopaikaksi soveltuneita patopenkkoja.





Kuva 42. Majavanpato Heikinlamminpuron alaosissa Venejoen vesistöalueella 3.7.2019 (Kuva: Jukka Oinonen).

#### 13.4 Opinnäytetyön merkitys

Opinnäytetyötutkimus voi toimia pohjana kohdealueiden virtavesikunnostusten suunnittelussa. Muutamalle patokartoitushankkeessa löydetylle vaellusesteelliselle vesistö rakenteelle on jo tehty virtavesikunnostajien toimesta tarkemmat kunnostussuunnitelmat ja rakenteet tullaan kunnostamaan lähiaikoina. Myös muut vaellusesteiden poistoon erikoistuneet toimijat voivat halutessaan käyttää kerättyä aineistoa hyödykseen.

Vaellusesteiden kartoitus auttaa osaltaan ympäristöhallinnon toteuttamaa kolmannen suunnittelukauden vesistöjen ekologisen tilan arviointia. Tutkimus voi myös edesauttaa mahdollisten vesilainvalvontakohteiden inventointia. Opinnäytetyö auttaa varsinkin kehittämään Pohjois-Karjalan ELY-keskuksessa tulevina kesinä jatkettavan patokartoitushankkeen toimintatapoja. Tutkimus voi myös tarvittaessa toimia pohjana muille ympäristöhallinnon suorittamille jatkotutkimuksille kohdealueilla. Laajemmassa mittakaavassa opinnäytetyö voi tuoda lisätietoa Suomessa voimakkaasti esillä oleviin vaelluskalatutkimuksiin ja toimenpiteisiin.

Tutkimuksessa mukana olleilla vesistöalueilla on tehty ja tullaan todennäköisesti tulevaisuudessa tekemään kalataloudellisia kunnostuksia. Kalojen vapaan vaellamisen turvaamiseksi kunnostetuille koskikohteille on vaellusesteiden kartoittaminen ja niiden poistaminen oleellista.

### **13.5 Lopuksi**

Tutkimuksen lopuksi haluan kiittää Pohjois-Karjalan ELY-keskusta mielenkiintoisista harjoittelutehtävistä ja mahdollisuudesta kerätä opinnäytetyöhöni vaadittavaa tutkimusaineistoa työtehtävieni ohella. ELY-keskuksen vesi- ja kalatalouspuolen asiantuntijoiden apu oli myös suuressa osassa opinnäytetyöni aineiston keräyksessä.

Lisäksi haluan kiittää Karelia-ammattikorkeakoulun lehtoria Tarmo Tossavaista opinnäytetyöni ohjauksesta ja opeista, joista on ollut paljon hyötyä alan työtehtävissä. Kiitokset kuuluvat myös työni opponenteille ja alan opiskelukavereilleni Henri Heiskaselle ja Ari-Pekka Jolkkoselle, joilta olen saanut hyviä neuvoja ja tukea opinnäytetyöprosessin ja opiskelujeni aikana.

Viimeiseksi haluan kiittää vaelluskalojen eteen merkittävää työtä tehneitä Kalaja vesistötutkimus Vesi-Visio Osuuskunnan tutkijoita Jouni Kivistä ja Jukka Syrjästä, sekä Itä-Suomen jokitalkkaria Pekka Huupposta, jotka ovat omalla esimerkillään ohjanneet alasuuntautumistani kalatalouspuolelle. Olen myös saanut merkittävän osan kalatalousosaamisestani heidän pitämässä koulutuksissaan.



Kuva 43. Jukka Oinonen viettämässä taukoa virtavesikunnostuskoulutuksen yhteydessä Lieksan Saarijoella vuonna 2018 (Kuva: Ringa Luostari-nen).

## Lähteet

- Belinskij, A. ym. 2018. Vesienhoidon ympäristötavoitteista poikkeaminen – perusteet ja menettely. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 42/2018. kesäkuu 2018.  
<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160921/42-2018-Vesienhoidon%20ymparistotavoitteista%20poikkeaminen.pdf>.
- Elinvoimainen järvilohi ry. 2019. Elinvoimainen järvilohi päivitys 2018. YouTube -video. 7.4.2019.  
[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=237&v=4D9GBmCjHU8&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=237&v=4D9GBmCjHU8&feature=emb_title)
- Eloranta, A. & Eloranta, A. 2016. Rumpurakenteiden ympäristöongelmat, niiden ehkäisy ja korjaaminen: Keski-suomalainen pilottitutkimus. Keski-Suomen ELY-keskus.
- Eloranta, A. 2010. Virtavesien kunnostus. Kalatalouden keskusliitto.
- Eräverkko. Kourun erä- ja luontopalvelu. 9.4.2020.  
<https://www.eraverkko.fi/palveluntarjoajat/kourun-era-ja-luontopalvelu>.
- Etelä-Karjalan virkistysalueääitiö & Hiitolanjoki-yhdistys ry. 2017-2020. Hiitolanjoki.  
<https://hiitolanjoki.fi/>.
- Etelä-Saimaa. 2019. Vuosikymmenien kädenvääntö ratkeaa ja Hiitolanjoki palaa luonnontilaan neljässä vuodessa: voimalat puretaan miljoonahankkeella, yksi monista rahoittajista on näyttelijä Jasper Pääkkönen. 23.7.2019.  
<https://esaimaa.fi/uutiset/lahella/ab99bbdb-0396-49b7-9fdc-deaf23b3bf16>.
- Etelä-Savon ELY-keskus. 2018. Patoselvityshankkeen arviointiloma vesistöarakenteille. 2018.
- EUR-Lex. 2017. Hyvälaatuinen vesi Euroopassa (EU:n vesidirektiivi). 13.2.2017.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128002b>.
- Finlex. 2004. Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä. 30.12.2004/1299.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041299#L3P11>.
- Finlex. 2019. Maa- ja metsätalousministeriön asetus uhanalaisten ja taantuneiden kalojen arvoista. 614/2019. Helsinki. 9.5.2019.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190614>.
- Haakana, H. 2013. Saramojoki, Uomien hydrologis-morfologinen tilan ja kunnostuspotentiaalin arviointi, Pielisen reitti. TOIMI –ympäristöalan asiantuntijaosuuskunta
- Härö, M. & Tikkanen, S. 2018. Museovirasto. Kulttuuriympäristö kalatalous- ja vesistökuunnostuksissa. Kirje. Julkaisematon. 26.4.2018.
- Itä-Savo. 2018. Taimenpurojen kunnostus sai hankerahaa 25 000 euroa — Talkoita tulee eri puolille Itä-Suomea. Uutiset. 13.4.2018.  
<https://ita-savo.fi/uutiset/lahella/0514b9e7-0962-4a14-b034-70cf14b94038>.

- Itä-Suomen vesioikeus. 1971. Jäljennös N:o 31/II/71. 93.Hv.67. Kuopio. 17.5.1971.
- Itä-Suomen vesioikeus. 1971. Jäljennös N:o 33/II/71. 61.Hv.68. Helsinki. 17.5.1971.
- Järvenpää, L., Jormola, J. & Tammela, S. 2010. Luonnonmukaisten ohitusuomien suunnittelu rakennetussa vesistössä - Lohen palauttaminen Oulujokeen. Suomen ympäristö 5/2010. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 2010.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37987/SY\\_5\\_2010.pdf?sequence=7](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/37987/SY_5_2010.pdf?sequence=7).
- Järvi- & meriwiki. Miihkalinjärvi. 28.3.2020.  
<http://www.jarviwiki.fi:8080/wiki/Miihkalinj%C3%A4rvi>.
- Järvi- & meriwiki. Teerijärvi. 28.3.2020.  
<https://www.jarviwiki.fi/wiki/Teerij%C3%A4rvi>.
- Kaijomaa, V.-M. & Korhonen, J. 1986. Virtakutuiset lohikalakannat ja niiden nykytila Pohjois-Karjalassa. Pohjois-Karjalan kalastuspiirin kalastustointo. Tiedotus nro 1. Joensuun piirin keskusmonistamo. Joensuu 1986.
- Kalastuslaki 379/2015. Finlex.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150379>.
- Kalatalouden keskusliitto. 2020. Kalatalousalueet. ahven.net. 22.4.2020.  
<https://ahven.net/kalatalousalueet/>.
- Kilpinen, K. 1988. Kalaveden hoito – opas kalastuskuntia varten. Kalatalouden keskusliitto. Tulostettu moniste.
- Kivinen, J. Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Visio Osuuskunta. Suullinen tiedonanto. 6.7.2019.
- Koikkalainen, A. 2002. Kuohattijoen yläosan koskien kalataloudellisen kunnostuksen vesistövaikutusten tarkkailuraportti. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. PKA 15.1.2002.
- Korkein hallinto-oikeus. 1971. Jäljennös. ad 2545/500 VH 1971. Helsinki. 14.10.1971.
- Kuopion Teho-Louhinta Oy. 2020. Vesistö rakentaminen. 17.4.2020.  
<http://www.teho-louhinta.fi/>.
- Lautala, T. 2003. Hybridisaatio taimenkantojen hoidossa – uhka vai oljenkorsi taimenen monimuotoisuudelle? Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Helsinki. 2003.
- Lempinen, P. 2009. Kuuskosken kalatie. Koskenkylänjoesta jälleen vaelluskalajoki. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 2/2009. Helsinki. 2009.  
[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/43209/UUDra\\_2\\_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/43209/UUDra_2_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Linjama, T. 2020. Vesitalousasiantuntija. Pohjois-Karjalan ELY-keskus. Sähköpostitiedonanto. 17.4.2020.
- Luonnonvarakeskus. 2019. Iso paha vesihome – ongelmaan etsitään torjuntakeinoja. Artikkelit. 17.12.2019.  
<https://www.luke.fi/iso-paha-vesihome-ongelmaan-etsitaan-torjuntakeinoja/>.
- Luonnonvarakeskus. 2016. Kalasanastoa. Kalantutkimuksen ja kalastuksen keskeisiä käsitteitä. 5.5.2020.  
<https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/kalat-ja-kalatalous/osallistu-kalatutkimukseen/kalasanastoa/>.

- Luonnonvarakeskus. Koekalastusrekisteri. Saramojoen vesistöalue. 8.4.2020.
- Luonnonvarakeskus. Koekalastusrekisteri. Venejoen vesistöalue. 8.4.2020.
- Luonnonvarakeskus. 2018. Virikekasvatuksessa kivillä voi olla tärkeä merkitys kalanpoikasten terveyteen. Uutiset. 26.11.2018.  
<https://www.luke.fi/uutinen/virikekasvatuksessa-kivilla-voi-olla-merkitys-kalanpoikasten-terveytyteen/>.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2020. Pyyntimitat ohjaavat kalastusta. 14.4.2020.  
<https://mmm.fi/kalastuslaki/pyyntimitat-ja-rauhoitukset>.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2020. Vaelluskalat. 17.3.2020.  
<https://mmm.fi/vaelluskalat>.
- Maanmittauslaitos. Karttapaikka. Verkkopalvelu.  
<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>. 27.2.2020.
- Metsähallitus. 2020a. Peurajärven kalastusalue 7510. Eräluvut.fi. Kalastus. 9.4.2020.  
<https://www.eräluvut.fi/kalastus/kalastusmaksut-ja-luvat/vapa-lupa/alueet/peurajarven-kalastusalue.html>.
- Metsähallitus. 2020b. Peurajärven virkistysalue. luontoon.fi. Retkikohteet. Peurajärvi. 9.4.2020.  
<https://www.luontoon.fi/peurajarvi>.
- Metsähallitus & ELY-keskus. 2018. Vesistöylitysten ympäristöongelmat ja niiden korjaaminen. Esteet pois! 19.4.2020.  
[https://www.eräluvut.fi/media/dokumentit/esteet-pois/metsahallitus\\_rumpurakenteet\\_esite\\_painokelpoinen.pdf](https://www.eräluvut.fi/media/dokumentit/esteet-pois/metsahallitus_rumpurakenteet_esite_painokelpoinen.pdf).
- Moilanen, E. & Luhta, P.-L. 2018. TAIMEN - eli Esteet Pois! -hanke. Metsähallitus & Eräpalvelut Pohjanmaa.
- Mononen, P. 1991. Höytiäisen reitin vesistöalueen tila ja siihen vaikuttaneet tekijät vuosina 1978-1990. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja. Nro 296. Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. 1991.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/165105/VYH\\_monistesarja\\_296.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/165105/VYH_monistesarja_296.pdf?sequence=1).
- Mononen, P., Käki, T., Ranta, P. & Rämö, A. 2016. Pohjois-Karjalan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2016–2021. Pohjois-Karjalan ELY-keskus.  
[https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120333/Raportteja\\_5\\_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/120333/Raportteja_5_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y).
- Museovirasto. 2019. Museoviraston lausunto Venejoen vaellusesteen kunnostuksesta. 30.7.2019.
- Muuri, T. 2018. Patokartoitushankkeen väliraportti (Luonnos) Selvitys Etelä-Savon alueen vanhojen vesistö rakenteiden ja patojen tilasta. Etelä-Savon ELY-keskus.
- Nord Pool. Day-ahead prices. 1.4.2020.  
<https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/ALL1/Yearly/?view=table>.
- Onninen. 2019. Tierumpu ratkaisuna taimenten vaellukseen. Uutiset ja tapahtumat. 8.8.2019.  
<https://www.onninen.fi/ajankohtaista/tierumpu-ratkaisuna-taimenten-vaellukseen>.
- Oulun Energia Oy. 2020. Pohjoista-Voimaa. Merikosken kalatie. Kalatie lukuina. 24.4.2020.

- <https://www.oulunenergia.fi/oulun-energia/tietoa-oulun-energia-asta/merikosken-kalatie/kalatie-lukuina>.
- Paajanen, M. 2016. Raportti sähkökoekalastuksista Nurmeksessa 29.–31.8.2016. Pohjois-Karjalan kalatalouskeskus ry.
- Piironen, J. 2015. Erikoistutkija. Luonnonvarakeskus. Järvitaimenen yliiirto Lieksanjoella. YouTube-video. Future Missions Oy & Ruunaan kalastusalue. 21.12.2015.
- Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. 2020. Vesi- ja tuulivoimaa. Vesivoimalat. <https://pks.fi/pks/vesi-ja-tuulivoimaa/vesivoimalat/>.
- Pohjois-Karjalan työvoima- ja elinkeinokeskus. 2001. Tietoa Pohjois-Karjalan virtavesien kalastosta. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. 2000. Dnro 0795Y0150-19. Jäljennös Itä-Suomen ympäristölupaviraston päätöksestä Nro 24/00/3. Dnro 1999/124(Hv). 18.4.2000.
- Pohjois-Savon ELY-keskus. 2018. Vuoksen vesistöalueen järvitaimenkantojen toimenpideohjelma. Raportteja 60/2018. <http://www.jarvilohi.fi/binary/file/-/id/1/fid/745>.
- Pohjois-Savon ELY-keskus & Järvi-Suomen kalatalouspalvelut. Saimaan uhanalaiset lohikalat. Lajit. Järvitaimen. Elinkierto. 10.4.2020.
- Pro Höytiäinen. 2020. Kutusoraikkoja ja keinopesiä – luonnonhoitotöitä paikallisvoimin.
- Raassina, J. 2019. Venejoki. Haarapuron nousuesteet. Kunnostussuunnitelma. 27.8.2019.
- Raunio, J & Kirsi, J. 2013. Vaelluskalojen määrän arviointi Kymijoen Koivukosken kalateissä vuonna 2013. Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n tutkimusraportti no 215/2013. Kymijoen vesi ja ympäristö ry.
- Rouvinen, J. 1997. Venejoen kalataloudellinen kunnostus. Kunnostuskartta. Joensuu. 4.11.1997.
- Rouvinen, J. 2019. Ala-Koitajoen petokalapyynnit. Suullinen tiedonanto. 15.7.2019.
- Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry. 2020. Tieturvallisuus (Tieturva 1). Koulutus ja asiantuntijapalvelut. <https://www.skal.fi/fi/julkinen-sivusto/koulutus-ja-asiantuntijapalvelut/koulutukset-ja-seminaarit/ammattipatevyyden-6>. 15.4.2020.
- Suomen ympäristökeskus. 2020. Avoimet ympäristöjärjestelmät. Hertta. Pintavesien tila. Vedenlaatu. <https://wwwp2.ymparisto.fi/vesla/default.aspx>. 7.5.2020.
- Suomen ympäristökeskus. 2013. Avoimet ympäristöjärjestelmät. Hertta. Vesimuodostuman tilan luokittelu.
- Suomen ympäristökeskus. Avoimet ympäristöjärjestelmät. Hertta. VESTY. 19.6.2019.
- Suomen ympäristökeskus. 2016. Luonnonmukaiset ohitusuomat ja kalatiet. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Vesi/Vesistöjen\\_kunnostus/Virtavesien\\_kunnostus/Luonnonmukaiset\\_ohitusuomat\\_ja\\_kalatiet](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Vesi/Vesistöjen_kunnostus/Virtavesien_kunnostus/Luonnonmukaiset_ohitusuomat_ja_kalatiet). 5.5.2020.
- Suomen ympäristökeskus. 2019. Pintavesien luokittelun periaatteet. ymparisto.fi. [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien\\_tila/Pintavesien\\_luokittelu](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Pintavesien_tila/Pintavesien_luokittelu). 27.2.2020.
- Suomen ympäristökeskus. 2020. Pohjapadot ja -kynnykset. ymparisto.fi.

- [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien\\_kaytto/Maankuivatus\\_ ja\\_ ojitus/Luonnonmukainen\\_ peruskuivatus/Pohjapadot\\_ ja\\_ kynnykset](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ ja_ ojitus/Luonnonmukainen_ peruskuivatus/Pohjapadot_ ja_ kynnykset). 7.1.2020.
- Suomen ympäristökeskus. 2020. VALUE – Valuma-alueen rajaustyökalu KM10. <http://paikkatieto.ymparisto.fi/value/>. 27.2.2020.
- Suomen ympäristökeskus. ymparisto.fi. Hydrologiset havainnot. Vesistöjen virtaama. <http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/ti-lanne/FIN/virtaama/image/bigimage/Q0401110.txt>.
- Syrjänen, J. & Kivinen, J. 2018. Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Visio Osuuskunta. Luentomateriaali. Purokunnostuskoulutus. Lieksa. 7.9.2018.
- Turunen, J. 2016. Pielisen ja Ruunaan kalastusalue. Kärkihanketoimenpiteitä Lieksanjoella [2]: emokalapyynti lokakuussa 2016. YouTube -video. Future Missions Oy. 3.11.2016.
- Turunen, T. 2019. Johtava kalatalousasiantuntija. Pohjois-Savon ELY-keskus. Suullinen tiedonanto. 12.7.2019.
- Turunen, T. 2020. Johtava kalatalousasiantuntija. Pohjois-Savon ELY-keskus. Suullinen tiedonanto. 26.2.2020.
- Tossavainen, T., Karjalainen, K. & Karjalainen, J. 1999. Pohjois-Karjalan vesistökuunnostukset: Miestyövoimalla hajakuormitus kuriin. Suomen kalastuslehti nro 3/1999.
- Tossavainen, T. 2020. Lehtori. Karelia-ammattikorkeakoulu. Suullinen tiedonanto. 18.2.2020.
- Tossavainen, T. 2020. Lehtori. Karelia-ammattikorkeakoulu. Sähköpostitiedonanto. 27.3.2020.
- Tossavainen, T. 2018. Lehtori. Karelia-ammattikorkeakoulu. Vesistöjen kunnostustekniikat, Restoration techniques of aquatic ecosystems. Luentomateriaali. 7.12.2018.
- Tossavainen, T. 2002. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus. Mujejärven – Palojärven vesistöalueen ympäristöhoitohanke vuosina 1998–2000. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen raportteja 267/2002.
- Uusitalo, M. 2015. Risupadot, putoukset ja tierummut taimenen (Salmo trutta) vaellusesteinä pienissä virtavesissä – kotiutumiskäyttäytymiseen perustuva tutkimus. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. Akvaattiset tieteet. Jyväskylän yliopisto.
- Vaikuta Vesiin. 2019. Vesienhoidon toimenpiteiden suunnittelun ohjeistus vuosille 2022–2027. Vesirakentaminen, säännöstely ja vesistökuunnostukset. Vesirakentaminen, säännöstely ja vesistökuunnostukset -tiimin loppuraportti. 20.12.2019.
- Valkonen, N. & Laakkonen, M. 2015. Pielisen alueen virtavedet järvitaimenen ja järvilohen näkökulmasta. Future Missions Oy. <http://futuremissions.fi/wp-content/uploads/2015/11/Pielisen-virtavedet.pdf>.
- Valtioneuvosto. 2012. Kansallinen kalatiestrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 8.3.2012. [https://mmm.fi/documents/1410837/1516655/1-4-Kansallinen\\_kalatiestrategia2012.pdf/fae1c9f2-2908-4859-82ce-0b46c612f179/1-4-Kansallinen\\_kalatiestrategia2012.pdf](https://mmm.fi/documents/1410837/1516655/1-4-Kansallinen_kalatiestrategia2012.pdf/fae1c9f2-2908-4859-82ce-0b46c612f179/1-4-Kansallinen_kalatiestrategia2012.pdf).
- Varsinais-Suomen ELY-keskus. 2016. Korkeakosken kalatie. Grano Oy. 7/2016. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/124462/Korkeakosken%20kalatie.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.



- Vesilaitosyhdistys. 2019. Lausunto valtion vuoden 2020 talousarvioesityksestä ja valtioneuvoston selonteosta julkisen talouden suunnitelmaksi vuosille 2020-2023/Eduskunnan maa- ja metsätalousvaliokunta.  
<https://www.vvy.fi/ajankohtaista/lausunto/lausunto-valtion-vuoden-2020-talousarvioesityksesta-ja-valtioneuvoston-selonteosta-julkisen-talouden-suunnitelmaksi-vuosille/>. 11.11.2019.
- Vesilaki 587/2011.
- Vesiylioikeus. 1973. N:o VYO/238. VYD 33/1971. Vaasa. 23.1.1973.
- WWF. 2020a. Patokato-hanke.  
<https://wwf.fi/alueet/virtavedet/patokato-hanke/>. 1.3.2020.
- WWF. 2020b. Vauhtia vaellukseen -hanke.  
<https://wwf.fi/alueet/virtavedet/vauhtia-vaellukseen/>. 1.3.2020.
- YLE. 2019. Rauanjoella kunnostetaan järvitaimenen elinympäristöjä.  
<https://yle.fi/uutiset/3-10934522>. 23.8.2019.
- Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus.

**Patorakenteiden arviointilomake****Patorakenteiden arviointilomake****ALKUTIEDOT**

Vesistöalue	
Kohde (nimi ja sijaintikunta)	
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	N  E
Pvm.	
Maastokäyntiin osallistuvat henkilöt	

**VAELLUSESTEELLISYYDEN ARVIOINTI PATOHANKKEESSA****Uomaluokka** (uoman leveys)

- 0** (< 1 m)
- 1** (1-3 m)
- 2** (3-10 m)
- 3** (yli 10 m)

**Alkuperäinen käyttötarkoitus**

- säännöstely
- voimalaitos
- ylisyoöky
- mylly tai saha
- uitto
- muu, mikä?

**Tila**

- käytössä
- ei käytössä
- purettu
- ei tietoa

Lomakkeen pohjana on käytetty Etelä-Savon ELY-keskuksen tekemää arviointilomaketta.

## Patorakenteiden arviointilomake

### Kalojen vaellusesteellisyys

- totaalinen este
- osittainen este\*
- ei este
- kalatie (tekninen vai luonnonmukainen)
- ei tietoa

### \*Osittaisen esteen tarkempi arvio

- merkittävä este
- kulkua haittaava

1. MERKITTÄVÄt ESTEet ovat ehdottomia esteitä suurimmalle osalle kalalajeista suurimman osan ajasta tai niillä on merkittävä vaikutus vaelluskalakantoihin tai kantojen palauttamiselle.

2. KULKUA HAITTAAVAt esteet ovat merkittäviä esteitä vähäisempiä. Ne estävät mahdollisesti kalan kulun kokonaan vain lyhyiksi ajoiksi tai rajoittavat vain joidenkin lajien kulkua.

### Kuvaus esteellisyydestä

Onko tilaa luonnonmukaiselle kalatielle?

Uoman pudotuskorkeus? esim. x metriä, xx metrin matkalla.

Rakenteen putouskorkeus (m)

Lisääkö nousuesteen poistaminen (ja korvaaminen esim. pohjapadolla) vaelluskalojen lisääntymis- ja poikastuotantoaluetta laajemmin vesistöreitillä (yläpuolisilla vesistöalueilla)?

### Kohteen kalataloudellinen merkittävyys

#### Rakenteiden kuvaus

Materiaali

Rakenteen/rakenteiden kuntoarvio

Mahdollinen rakenteeseen liittyvä korkeuskiintopiste

Muut mahdolliset korkeusmerkit, kuten padotuskorkeuden merkki

Onko säännöstelylaitteita? (manuaalinen/sähköinen, lähikäyttöinen/kaukokäyttöinen)

Onko tulvauomaa?

Muut huomiot rakenteesta

Lomakkeen pohjana on käytetty Etelä-Savon ELY-keskuksen tekemää arviointilomaketta.

**Patorakenteiden arviointilomake****Rakenteen omistaja/kunnossapitäjä****Kulkuyhteys rakenteelle****TÄYTETÄÄN TOIMISTOLLA****VESTY -huomiot**

Onko rakenteiden sijainti merkitty oikein VESTYyn, onko puutteita?

**SYKE**

Kohteen keskivirtaama (m<sup>3</sup>/s)

Kartoituspäivän virtaama kohteella (m<sup>3</sup>/s)

**Silta- ja rumpurakenteiden arviointilomake****Silta- ja rumpurakenteiden arviointilomake****ALKUTIEDOT**

Vesistöalue	
Kohde (nimi ja sijaintikunta)	
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN)	N  E
Pvm.	
Maastokäyntiin osallistuvat henkilöt	

**Jatkumotyyppi**

- TP1-tyyppi** (altaaton jatkumo, joka ei sisällä yhtään vakavesiallasta)
- TP2-tyyppi** (pienvesijatkumo, johon kuuluu myös yksittäisiä lampia ja/tai järviä)
- TP3-tyyppi** (reittivesijatkumo, joka on osa useiden vakavesialtaiden ja virtavesijaksojen muodostamaa vesialue- tai reittivesiverkostoa)

**Uomaluokka** (uoman leveys)

- 0** (< 1 m)
- 1** (1-3 m)
- 2** (3-10 m)
- 3** (yli 10 m)

**Rakenteen tyyppi**

- silta
- putkisilta  $\varnothing > 2\text{m}$
- rumpu
- pengertie
- kahlaamo
- muu, mikä?

**Kalojen vaellusesteellisyys**

Lomakkeen pohjana on käytetty Etelä-Savon ELY-keskuksen tekemää arviointilomaketta.

## Silta- ja rumpurakenteiden arviointilomake

- totaalinen este
- osittainen este\*
- ei este
- ei tietoa

### \*Osittaisen esteen tarkempi arvio

- merkittävä este
- kulkua haittaava

1. MERKITTÄVÄT ESTEet ovat ehdottomia esteitä suurimmalle osalle kalalajeista suurimman osan ajasta tai niillä on merkittävä vaikutus vaelluskalakantoihin tai kantojen palauttamiselle.
2. KULKUA HAITTAAVAt esteet ovat merkittäviä esteitä vähäisempiä. Ne estävät mahdollisesti kalan kulun kokonaan vain lyhyiksi ajoiksi tai rajoittavat vain joidenkin lajien kulkua.

## Kohteen kalataloudellinen merkittävyys

### Kuvaus esteellisyydestä

Lisääkö nousuesteen poistaminen vaelluskalojen lisääntymis- ja poikastuotantoaluetta laajemmin vesistöreitillä (yläpuolisilla vesistöalueilla)?

Uoman pudotuskorkeus? esim. x metriä, xx metrin matkalla.

### Rakenteen kuvaus

Materiaali

Rakenteen/rakenteiden kuntoarvio

Onko useamman rummun rakenne? Asettelu (vierekkäin, päällekkäin, jokin muu)

### Rakenteen ominaisuudet

Rummun/rumpujen sisähalkaisija (m)

Rummun/rumpujen pituus (m)

Vesisyvyys rummussa (m)

Virtausnopeus rummussa (m/s)

Alapään putouskorkeus (m)

Rummun pohja (luonnonmukainen, paljas)

Lomakkeen pohjana on käytetty Etelä-Savon ELY-keskuksen tekemää arviointilomaketta.

**Silta- ja rumpurakenteiden arviointilomake**

Suuaukkojen esteellisyys

Onko rummun sisäpuolella kalojen liikkumista haittaavaa materiaalia

Onko kalan kulkua helpottavia virranohjaimia/lamellirakenteita

Onko rummun ala- ja yläpuolella kiihdytysallasta kaloille

Kaventaako uomaa voimakkaasti

Onko rummun läpi vedetty letku suppojään torjumiseksi

Onko kuivapolkuja/hyllyrakenteita

Muut huomiot

**Kulkuyhteys rakenteelle****SYKE**

**Kohteen keskivirtaama (m<sup>3</sup>/s)**

**Kartoituspäivän virtaama kohteella (m<sup>3</sup>/s)**

**Patokartoitushankkeessa käytetty tutkimusvälineistö**

<b>Tutkimusväline</b>	<b>Merkki ja Malli</b>	<b>Käyttötarkoitus</b>
Siivikko	A.OTT C31-00	Virtausnopeuden mittaus
Mittalatta (Mittakeppi)	-	Rakenteen teknisten ominaisuuksien mittaus, Vesisyvyyden mittaus
Rullamitta	-	Rakenteen teknisten ominaisuuksien mittaus, Vesisyvyyden mittaus
Kamera	Olympus Tough TG-5	Rakenteiden ja tutkimuskohteiden kuvaus, Kuvien paikkatiedon taltiointi (GPS)
Maastokartat -mobiilisovellus	Maastokartat (Mika Suonpää)	Rakenteiden ja tutkimuskohteiden paikkatiedon taltiointi
Kahluuhousut	-	Käyttö muun muassa rumpurakennetutkimuksissa
Muistiinpanovälineet ja maastolomakkeet	-	Rakenteiden ja tutkimuskohteiden tietojen taltiointi
Auto	Mm. Volkswagen Golf & Tiguan	Maastokohteille liikkuminen
Tietokone	-	Rakenteiden kartoitus (Hertta, VESTY), Maastokarttojen luominen (ArcGIS), Tutkimusaineiston kerääminen ja kerätyn aineiston taltiointi



## Kartoitetut vesistörakenteet

## Saramojen vesistöalueen vesistörakenteet

Nro	Vesistö	Voimalaitospato	Koordinaatit		Tila	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
			N	E			
1.	Saramojoki	Louhikosken voimalaitoksen kalatie	7062529	606506	Käytössä	Merkittävä este (Totaalinen este)	Kalatieen toimuus epävarma virtaamasta huolimatta

Nro	Vesistö	Mylypato	N	E	Tila	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
2.	Saramojoki	Roukkanjakosken mylypato	7059059	603710	Purettu	Ei este	-
3.	Saramojoki	Viitakosken mylypato	7059473	604571	Purettu	Ei este	-
4.	Saramojoki	Heikkilänkosken mylypato	7066914	608702	Purettu	Ei este	-
5.	Kuohattijoki	Mylykosken mylypato	7053646	615278	Käytössä	Merkittävä este (kulkua haittaava este)	Virtausnopeus on suuri patoluukun kohdalla

Nro	Vesistö	Muu pato	N	E	Tila	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
6.	Metsojoki	Kourukosken pato 1	7072630	609597	Käytössä	Ei este	Pääuoman ulkopuolella, ei vaikutusta kalan kululle
7.	Metsojoki	Kourukosken pato 2	7072571	609551	Käytössä	Ei este	Pääuoman ulkopuolella, ei vaikutusta kalan kululle
8.	Metsojoki	Kourukosken sulkupato	7072548	609587	Käytössä	Ei este	Pääuoman ulkopuolella, ei vaikutusta kalan kululle
9.	Kujanjoki	Kujanjärven pato	7081663	617661	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
10.	Palojoki	Venejärven pato	7066145	618779	Purettu	Ei este	-
11.	Palojoki	Kynäkosken pato	7068380	612868	Purettu	Ei este	-
12.	Palojoki	Kolkonjärven pato	7069384	619390	Pato korvattu pohjapadolla	Ei este	Ei pitäisi olla este edes kuivimpina kesinä
13.	Kuohattijoki	Tamppikosken pato	7053466	614288	Purettu	Ei este	-
14.	Kuohattijoki	Kuohattin pato	7057617	620161	Purettu	Ei este	-
15.	Kuohattijoki	Tammikosken pato	7054543	615674	Pato korvattu pohjapadolla	Ei este	Ei pitäisi olla este aivan kuivimpia kesä lukuun ottamatta
16.	Tetrijärvi	Tetrijärven pato	7075792	626158	Pato korvattu pohjapadolla	Ei este	Pohjapatokiviin tarttuvat oksat voivat hankaloittaa kalan kulkua
17.	Kärenjoki	Kärenjärven pato	7078315	625691	Purettu	Ei este	-
18.	Parvanjoki	Ahveroiselammen pato	7082567	623652	Purettu	Ei este	-
19.	Parvanjoki	Paasjärven pato	7082931	623461	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este	Saattaa olla este vähän veden aikaan
20.	Talassjoki	Talassjärven pato	7079325	614434	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este	Saattaa olla este vähän veden aikaan
21.	Katajajoki	Katajakosken pato	7082912	615068	Purettu	Ei este	-
22.	Porttijoki	Rajalammen säästöpato	7081605	604726	Purettu	Ei este	-
23.	Mäntyjoki	Mäntjärven pato ja Mäntyjoen silta	7080281	606247	Pato korvattu pohjapadolla	Ei este	-
24.	Mätäsajoki	Mätäsosken pato	7080113	608916	Purettu	Ei este	-
25.	Parvanjoki	Parvajärven pato	7079397	624836	Purettu	Ei este	Todettu 2014 käynnillä
26.	Lahnepuro	Lahnepuron pato 1.	7074015	614066	Kohteella ei käyty	Ei este	Metsojoen pääuoman ulkopuolella (Ei kalataloudellista merkitystä)
27.	Lahnepuro	Lahnepuron pato 2.	7073986	614084	Kohteella ei käyty	Ei este	Metsojoen pääuoman ulkopuolella (Ei kalataloudellista merkitystä)
28.	Lahnepuro	Lahnepuron pato 3.	7073945	614118	Kohteella ei käyty	Ei este	Metsojoen pääuoman ulkopuolella (Ei kalataloudellista merkitystä)

Nro	Vesistö	Rumpurakenne	N	E	Rakennekuvaus	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
29.	Siltapuro	Siltapuro 1 (Rumpu)	7061040	604678	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
30.	Siltapuro	Siltapuro 2 (Putkisilta)	7061799	603279	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
31.	Siltapuro	Siltapuro 3 (Rumpu)	7062034	602749	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
32.	Siltapuro	Siltapuro 4 (Rumpu)	7062128	602517	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
33.	Siltapuro	Siltapuro 5 (Rumpu)	7064470	601705	Käytössä	Ei este	-

Nro	Vesistö	Siltarakenne	N	E	Tila	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
34.	Peurajoki	Peurajoen välppäsilta	7075822	607856	Käytössä	Kulkua haittaava este	Ainakin vähän veden aikaan, Sillan metallinen tukirakennepalkki
35.	Siltapuro	Siltapuro 6 (uoman ylittävä ajoramppi)	7064806	601576	Käytössä	Ei este	-

## Venejoen vesistöalueen vesistörakenteet

Nro	Vesistö	Mylypato	N	E	Tila	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
36.	Venejoki	Koskelan mylypato	6978298	640334	Purettu	Merkittävä este	Mylypatopenkan läpi asennettu rumpuputki
37.	Venejoki	Välikosken mylypato	6981175	642030	Purettu	Ei este	-
38.	Palojoki	Palojoen mylypato	6983521	644326	Purettu	Merkittävä este (kulkua haittaava este)	Virtausnopeus suuri läheisten kalliokynnysten kohdalla
39.	Salpuunpuro	Salpuunpuron mylypato	6976976	646583	Ei käytössä	Totaalinen este	Ei kalataloudellisesti merkittävässä uomassa

Nro	Vesistö	Muu pato	N	E	Tila	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
40.	Haarapuro	Haarapuron säästöpato	6978562	640963	Purettu	Ei este	-
41.	Venejoki	Kallioskosken säästöpato	6978128	640151	Purettu	Ei este	-
42.	Venejoki	Venejärven pohjapato	6981404	642258	Pato korvattu pohjapadolla	Ei este	Ei pitäisi olla este myöskään kuivimpina kesinä
43.	Venejoki	Venejärven säästöpato	6981345	642166	Purettu	Ei este	-
44.	Palojoki	Palopuron mutkan järjestelypato	6983914	642627	Purettu	Ei este	-
45.	Palojoki	Heinälammen säästöpato	6983157	644890	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este	Este vähän veden aikaan
46.	Kaitapuro	Hautajärven säästöpato	6976831	649574	Purettu	Ei este	-
47.	Kaitajärvi	Kaitajärven säästöpato	6981704	645715	Purettu	Ei este	-
48.	Ripulinpuro	Ripulinjärven säästöpato	6981693	647751	Pato korvattu pohjapadolla	Kulkua haittaava este	Voi olla este vähän veden aikaan
49.	Salpuunpuro	Salpuunsuon säästöpato	6979128	644536	Purettu	Ei este	-
50.	Heikinlamminpuro	Heikinlamminpuron 1. teräsponttipato	6981410	642681	Käytössä	Ei este	-
51.	Heikinlamminpuro	Heikinlamminpuron 2. teräsponttipato	6981480	642722	Käytössä	Ei este	-
52.	Heikinlamminpuro	Heikinlamminpuron havupuupato	6981486	642744	Purettu	Ei este	-
53.	Kalliojoki	Kalliojärven pato	6975083	644548	Purettu	Ei este	-
54.	Kalliojoki	Kalliojoen Suuren Julmanpäänkankaan pato	6976968	642041	Purettu	Ei este	-
-	Kalliojoki	Kalliojokeen rakennettu kivipato	-	-	Käytössä	Merkittävä este	Mahdollisesti vesilain vastainen pato

## Kartoitetut vesistöarakenteet

## Kiskonjoen vesistöalueen vesistöarakenteet

Nro	Vesistö	Muu pato	N	E	Tila	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
55.	Suolaminipuro	Juuka Suojärven säästöpato	6988466	606089	Purettu	Ei este	-
56.	Lipasjoki	Polvijärvi Lipasjoen säästöpato	6986000	613879	Purettu	Ei este	-
57.	Lipasjoki	Lipasjoen Pitkäkankaan säästöpato	6987965	613079	Purettu	Ei este	-

Nro	Vesistö	Rumpurakenne	N	E	Rakenne	Vaellusesteellisyys	Kuvaus esteellisyydestä
58.	Multapuro	Multapuron aaltorumpu (Putkisilta)	6982224	616909	Käytössä	Ei este	Ei pitäisi olla este myöskään vähän veden aikaan
59.	Lipasjoki	Lipasjoen rumpu	6987942	613090	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
60.	Lipasjoki	Lipaspuron aaltorumpu (Putkisilta)	6986001	613878	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
61.	Teeripuro	Teeripuron rumpu	6986252	608732	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan
62.	Kiskonjoki	Kiskonjoen rumpu	6988662	606614	Käytössä	Kulkua haittaava este	Este ainakin vähän veden aikaan