

ESISELVITYS

FORTUM POWER AND HEAT OY JA OULUN ENERGIA OY

ESISELVITYS OULUJOEN KALATALOUEDELLISTEN KUNNOSTUSESITYSTEN TEKNISESTÄ TOTEUTETTAVUUDESTA JA KUSTANNUKSISTA



Sweco Rakennetekniikka Oy
Rautatienkatu 33, 90100 Oulu
+358 207 393 00
www.sweco.fi

Henri Pitzén
Markus Karvali
Peter Rivinoja

Sisältö

1	Oulujoen vesistö ja tarkasteltavat esiselvityskohteet	4
2	Työssä käytetyt suunnitteluperiaatteet	5
2.1	Lisääntymisalueiden virtausolosuhteet	5
2.2	Voimatalouden asettamat rajoitukset	6
2.3	Kunnostustoimenpiteet ja niiden kustannukset	7
2.4	Muut suunnitteluun liittyvät rajaukset ja huomiot	7
3	Merikosken potentiaalinen lisääntymisalue	8
3.1	Kohteen esittely	8
3.2	Lisääntymisalueen toteutus	14
3.2.1	Vesitys	14
3.2.2	Voimatalouden asettamat rajoitukset	16
3.2.3	Toteutusvaihtoehdot	16
3.2.4	Toimenpide-ehdotus	18
3.2.5	Lisäselvitystarpeet	23
3.2.6	Kustannukset	24
4	Montan potentiaalinen lisääntymisalue	25
4.1	Kohteen esittely	26
4.2	Lisääntymisalueen toteutus	30
4.2.1	Vesitys	30
4.2.2	Voimatalouden asettamat rajoitukset	31
4.2.3	Toimenpide-ehdotus	34
4.2.4	Lisäselvitystarpeet	36
4.2.5	Kustannukset	36
5	Pällin potentiaalinen lisääntymisalue	37
5.1	Kohteen esittely	37
5.2	Lisääntymisalueen toteutus	38
5.2.1	Vesitys	38
5.2.2	Voimatalouden asettamat rajoitukset	39
5.2.3	Ei toimenpide-ehdotusta	40
6	Poikajoen potentiaalinen lisääntymisalue ja mahdollinen yhteysuoma	42
6.1	Kohteen esittely	44
6.2	Lisääntymisalueen toteutus	48
6.2.1	Poikajoen soveltuvuus lisääntymisalueena	48

6.2.2	Yhteysuoman linjausvaihtoehdot	50
6.2.3	Toimenpide-ehdotus	51
6.2.4	Lisäselvitystarpeet	54
6.2.5	Kustannukset	54
7	Utasen ja Ala-Utoksen potentiaaliset lisääntymisalueet	55
7.1	Kohteen esittely	58
7.2	Lisääntymisalueen toteutus	64
7.2.1	Paikalliset vesitysjärjestelyt	64
7.2.2	Toteutusvaihtoehdot Utasen itäpuoliselle lisääntymisalueelle	67
7.2.3	Toimenpide-ehdotus Utasen itäpuoliselle lisääntymisalueelle	68
7.2.4	Toimenpide-ehdotus Utasen länsipuoliselle lisääntymisalueelle, Putaalanjoelle ja Sotkakoskelle	71
7.2.5	Lisäselvitystarpeet	77
7.2.6	Kustannukset	78
8	Nuojuan potentiaalinen lisääntymisalue	79
8.1	Kohteen esittely	80
8.2	Lisääntymisalueen toteutus	83
8.2.1	Vesitys	83
8.2.2	Voimatalouden asettamat rajoitukset	84
8.2.3	Toimenpide-ehdotus	85
8.2.4	Lisäselvitystarpeet	87
8.2.5	Kustannukset	87
9	Jylhämän potentiaalinen lisääntymisalue	88
9.1	Kohteen esittely	90
9.2	Lisääntymisalueen toteutus	93
9.2.1	Vesitys	93
9.2.2	Voimatalouden asettamat rajoitukset	94
9.2.3	Toimenpide-ehdotus	94
9.2.4	Lisäselvitystarpeet	96
9.2.5	Kustannukset	96
10	Yhteenvedo	97
	LÄHTEET	99

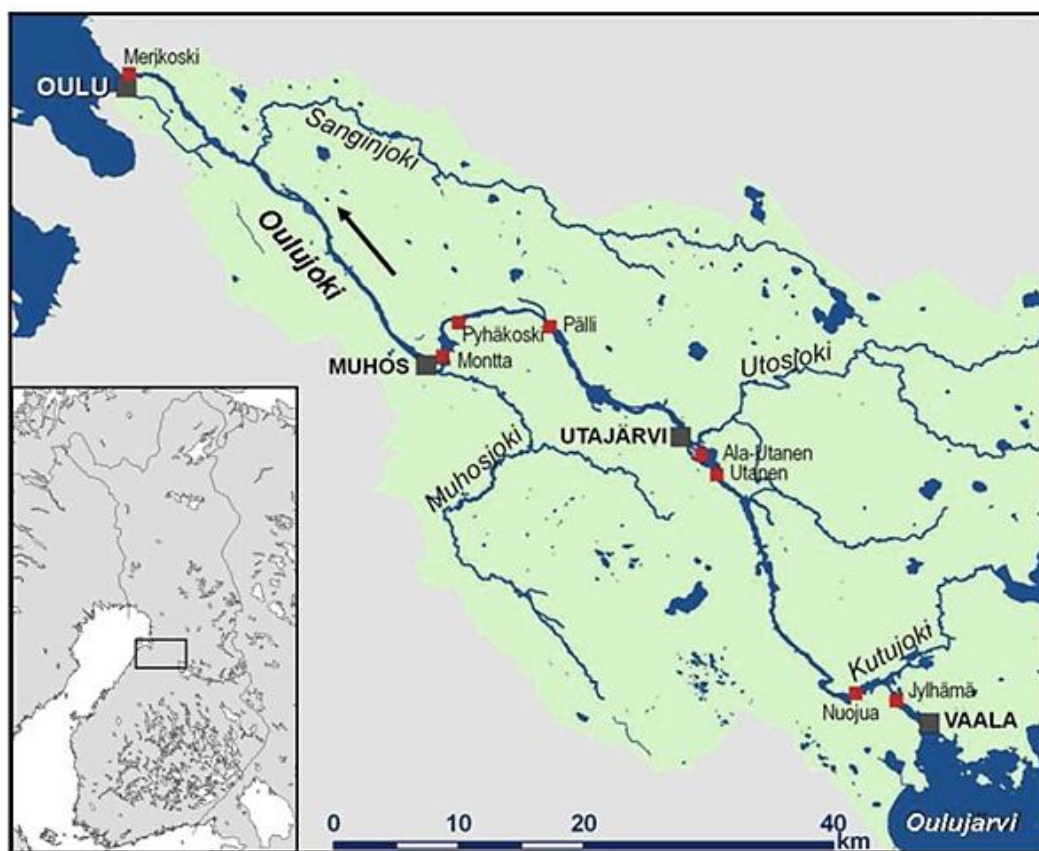
LIITTYVÄT ASIAKIRJAT

Työn liitteinä esitetään:

- Asiakirjaluettelo
- Uomien virtauslaskenta ja pituusprofiilit
- Kustannusarvio
- Populaatiomalli

1 Oulujoen vesistö ja tarkasteltavat esiselvityskohteet

Oulujoen vesistö kattaa kokonaisuudessaan 22 900 km² kokoisen alueen ja Oulujoki on noin 250 m³/s vuosittaisella keskivirtaamallaan yksi Suomen suurimpia jokia. Tässä esiselvityksessä tarkastellaan mahdollisuuksia vaelluskalojen lisääntymisalueiden toteuttamiseen Oulujoen kuuden voimalaitoskohteen osalta (kuva 1). Lisäksi selvityksessä tarkastellaan Poikajoen toimivuutta lisääntymisalueena ja mahdollisena vaelluskalojen nousuyhteytenä. Tutkittavat kohteet ovat esiteltynä tarkemmin luvuissa 3 – 9.



Kuva 1. Oulujoki ja tutkittavat esiselvityskohteet. Huom. Pyhäkoski ei kuulunut tämän selvityksen laajuuteen.

2 Työssä käytetyt suunnitteluperiaatteet

2.1 Lisääntymisalueiden virtausolosuhteet

Vaelluskalojen lisääntymisen kannalta otollisia virtausolosuhteita tarkasteltiin aihetta käsittelevien tutkimuksien ja kirjallisuuden perusteella. Kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin pääosin merilohta ja -taimenta, mutta osittain myös muita kaloja, kuten harjusta sekä pienempiä vaelluskaloja. Tarkasteltujen tutkimuksien perusteella kyseiset kalalajit suosivat lisääntyessään alueita, joiden virtausnopeudet ovat alhaisia ($v < 0,50$ m/s) ja vedensyvyudet matalia ($h \sim 0,50$ m). Isommat kalalajit lisääntyivät myös nopeammin virtaavilla ($v > 0,50$ m/s) syvemmillä koskialueilla ($h \sim 1,00$ m). Pääosin eri vaelluskalalajien vaatimukset lisääntymisalueiden virtausolosuhteille olivat kuitenkin samankaltaisia. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tässä esiselvityksessä rajauduttiin tarkastelemaan virtausnopeusalueita $0,20 - 0,50$ m/s ja vedensyvyysaluetta $0,20 - 0,50$ m. Päätöstä määrittivät etenkin merilohen ja -taimenen virtausolosuhdevaatimukset. Esiselvityskohteista pyrittiin rajaamaan kulloistakin kunnostuskohdetta kuvaava virtauspoikkileikkaus, jonka perusteella riittävää vesitysmäärää voitiin arvioida. Virtauspoikkileikkauksen rajaamisen jälkeen vesitysmäärää arvioitiin yllä esitettyjen virtausnopeus ja vedensyvyys arvojen perusteella. Kyseisen tarkastelun perusteella voitiin laskea todennäköinen virtaama, joka tulisi johtaa tutkittavalle alueelle vaelluskalojen lisääntymisen mahdollistamiseksi. Arvioinnissa hyödynnettiin Manningin laskentayhtälöä avouomavirtauksille:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

missä v on virtauksen nopeus, n = uoman karkeutta kuvaava kerroin, R = hydraulinen säde ja S = uoman pituuskaltevuus.

Laskennassa tarkastellut uomien poikkileikkaukset:



Muita tarkasteltuja virtausolosuhdetekijöitä olivat voimalaitosten juoksutukset, vedenpintojen mahdolliset muutokset, kunnostettavan uoman kuivumisen tai pohjaan saakka ulottuvan jäätymisen estäminen sekä muut kohdekohtaiset poikkeamatilanteet.

Näistä etenkin tutkimuskohteiden mahdolliset vedenpintojen ja virtaustilojen muutokset pyrittiin huomioimaan tarkasti, sillä ne voivat lisätä kutupesien tuhoutumisriskiä ja aiheuttaa lisääntymisalueiden kuivumista.

Tässä työssä käytetyt kirjallisuuslähteet ovat esitettyinä lähdeluettelossa. Laskennan tulokset ja kohteiden pituusprofiilit ovat esitettyinä erillisessä liitedokumentissa.

2.2 Voimatalouden asettamat rajoitukset

Esiselvityksessä huomioitiin tärkeimmät voimalaitoksien toimintaan liittyvät tekijät, joilla on vaikutuksia lisääntymisalueiden muodostumiseen ja sitä kautta tarvittavien kunnostustoimenpiteiden laajuuteen. Näistä etenkin voimalaitosten juoksutukset ovat keskeisessä asemassa useassa selvityskohteessa ja tulvajuoksutukset voivat olla ajoittain useita satoja kuutioita sekunnissa (Max.¹⁰ v Nuojua 19.11.2020: 503 m³/s). Lisäksi voimalaitoksien äärimmäisissä häiriötilanteissa on varauduttava siihen, että kaikkien koneistojen virtaamat joudutaan ajamaan ohijuoksutuksena. Kuitenkin on syytä huomioida, että Oulujoen normaalivuosina ei ole tarvetta tulvien aikaisille ohijuoksutuksille. Juoksutukset aiheuttavat rajoitteita lisääntymisalueiden toteutukseen kalojen lisääntymisen kannalta epäsuotuisten nopeiden virtausten ja vedenpintojen muutosten vuoksi. Suunnittelussa pyrittiin ensisijaisesti tarkastelemaan vaihtoehtoja juoksutusten ja vedenpintavaihteluiden haitallisten vaikutusten vähentämiseksi, mutta tarvittaessa tehtiin arviopohjaisia vähennyksiä tutkittavasta lisääntymisalueesta, mikäli toimivia ratkaisuja ei löydetty.

Suunnittelussa selvitettiin myös kohteiden voimalaituskoneiden minimivirtaamat, mikäli niistä oli aineistoa saatavilla. Tässä raportissa minimivirtaamalla tarkoitetaan voimalan koneiston läpi ajettavaa lupaehtoihin kirjattua tai voimalaitoksen toiminnan edellyttämää virtaamaa, joka pyritään saavuttamaan kaikissa tilanteissa. Käytännössä voimalaitoksien minimivirtaamavaatimukset ovat työn kannalta merkityksellisiä tilanteissa, joissa lisääntymisalueelle johdetaan kohtuullisen suuria vesimääriä. Tällöin voimalan minimivirran ylläpitäminen voi edellyttää lisääntymisalueen vesimäärän pienentämistä, jolloin koskikunnostuksien haitallista kuivumista on pyrittävä estämään esimerkiksi pohjapadoilla tai muilla tiettyä vedenpintaa ylläpitävillä rakenteilla. Muita voimalaitosten toimintaan liittyviä ja lisääntymisalueiden toteuttamista rajoittavia tekijöitä on arvioitu erikseen kohdetarkasteluissa.

Huom. Oulujoella on käynnissä voimalaitoksien koneistojen peruskorjausohjelma. Vuositasolla peruskorjaukset koskevat keskimäärin yhtä Oulujoen voimalaitoksen koneistoa. Korjaukset voivat vaikuttaa paikallisesti ohjuoksutuksien määriin.

2.3 Kunnostustoimenpiteet ja niiden kustannukset

Esitettyjen kunnostustoimenpiteiden kustannuksia on arvioitu määräperusteisesti toteutusvaihtoehtoihin liittyvien rakennustöiden, kuten esimerkiksi tarvittavien sorausten ja koskipohjan kunnostusten perusteella. Myös lisääntymisalueiden vesityksestä syntyvät energianmenetykset on huomioitu kustannuksissa (ao. yhtälön mukaisesti). Pääosa rakennustöistä on suunniteltu toteutettavaksi maarakennustyönä, mutta myös teknisiä rakenteita on esitetty, mikäli lisääntymisalueen vedenohjauksen ei ole katsottu olevan mahdollista toteuttaa pelkästään maarakenteiden avulla. Myös mahdolliset purkutyöt on huomioitu tarkasteluissa.

Energianmenetyksen laskentayhtälö:

$$P = 8,7 * h * Q$$

missä P on teho, h vesivoimalaitoksen putouskorkeus ja Q voimalaitoksella menetetty virtaama.

Kun menetetyistä virtaamasta lasketaan koko vuoden keskiarvo, vuosittainen energiamenetykseen saadaan kertomalla teho vuoden tunneilla. Menetetyn energian arvona on käytetty 60 € / MWh (Nordpool 2021).

2.4 Muut suunnitteluun liittyvät rajaukset ja huomiot

Tässä esiselvityksessä ei ole tarkasteltu vaelluskalojen ohitusuomia tai niiden linjauksia. Esiselvityksessä ehdotettuja lisääntymisalueita ei ole jaoteltu laadullisin perustein eri luokkiin, eikä alueista ole eriytetty kutualueita, poikashabitaatteja ja aikuisten kalojen alueita, vaan alueita käsitellään yhtenäisinä potentiaalisina lisääntymisalueina. Esitetyistä potentiaalisista lisääntymisalueista on luotu populaatiomallinnus, jonka tulokset ovat kommentoituina tässä raportissa ja esitettyinä raportin liitteissä.

3 Merikosken potentiaalinen lisääntymisalue

Merikosken kunnostuskohdetta (~ 23 ha) rajaavat yläjuoksulla voimalaitoksen juokсутusluukut ja patorakenteet sekä Hupisaarten ranta-alueet. Tutkittava alue haarautuu alajuoksulla ja käsittää osia Tuiranväylästä, Ämmänväylästä sekä Pokkisenväylästä. Alaosan aluerajauksena toimivat kevyen liikenteen sillat; Tuiranväylän osalta silta Toivoniemestä Kuusisaareen, Ämmänväylän kohdalla silta Raatista Linnansaareen sekä Pokkisenväylällä silta Linnansaaresta Kauppatorille. Tarkasteltava kohde sijaitsee Merikosken voimalaitoksen juokсутusluukkujen alapuolisella alueella. Voimala on valmistunut 1947 ensimmäisenä Oulujokeen rakennettuna voimalaitoksena. Voimalaitoksen sähköteho on 40 MW ja putouskorkeus 11 metriä. Kohdealue on esitettyinä kuvassa 2.



Kuva 2. Merikosken tarkasteltava lisääntymisalue on kooltaan noin 23 ha.

3.1 Kohteen esittely

Esiselvityskohde on Merikosken voimalaitoksen juokсутuskanavaa, jota on allastettu ja muokattu osaksi oululaista kaupunkimaisemaa. Alueeseen kuuluu lukuisia kaupunkimaisemallisesti tärkeitä kohteita, kuten mm. Merikosken suihkulähteet ja

kauneuspato altaineen, osia Merikosken kalatiestä ja Hupisaarten ranta-alueista sekä Merikosken alueellista saaristoa, joista muun muassa Lammassaari ja Linnansaari sisältyvät aluerajaukseen. Edellä mainituista etenkin pohjapadoin säännöstellyt vesialtaat hallitsevat maisemallisesti Merikosken aluetta ja pohjapadot ylläpitävät tasaista vesipintaa kesäisin, lukuun ottamatta voimalan huoltokausia, jolloin lähes koko koskipohja paljastuu vetäytyvien vesimassojen alta. Juoksutustilanteessa vettä purkautuu pohjapadoilla ylivirtana ja kauneuspadon huomattavan pituuden vuoksi, vesi jakaantuu tasaisesti suurelle alueelle, eikä vesipinta juuri nouse kuin suurimpien tulvien aikana. Vedenpinnan noustessa kauneuspadon harjan tasoa selvästi korkeammalle, Hupisaarten alavat ranta-alueet jäävät nopeasti veden alle. Patoharjan korkeustaso on huomioitava koskikunnostuksien suunnittelussa siten, ettei kunnostuksilla aiheuteta Hupisaarten tulvimista.

Huomionarvoista on, että Merikosken kalatien nousu-ura kulkee tutkittavan alueen läpi alkaen voimalaitoksen puoleisen kalatieosuuden uloskäynniltä, kulkien padon vierustaa ylävirtaan ja päättyen juoksutusluukkujen alapuolelta alkavan kalatieosuuden sisäänkäynnille. Lisääntymisalueen löydettävyyttä voidaan parantaa, mikäli lopullinen toteutusratkaisu mahdollistaa kalatien voimalaitoksen puoleisen uloskäynnin ja nousu-uran liittämisen kokonaisuuteen sillä tavoin, että alue on helposti löydettävissä kalatien kautta nouseville vaelluskaloille. Myös hyvä vesitys parantaa lisääntymisalueen löydettävyyttä ja tarkastelussa on huomioitu Hupisaarten purovedet, joita voidaan hyödyntää toteutuksissa, jotka kattavat Hupisaarten ranta-alueita.

Merikoski on virtausolosuhteiden perusteella hyvin samankaltaista; vanhasta koskipohjasta allastettua ja pohjapadoin säännösteltyä hidasvirtaista matalikkoa. Vanha koskipohja viettää loivasti jokisuistoon päin ja kuivauoman katselmuksen perusteella alueen viेतot ovat lähes samankaltaisia kauttaaltaan. Korkomaailma poikkeaa lähinnä kalatien nousu-uran sekä muutamien purovesiä ohjaavien syvänteiden osalta. Maastokatselmuksen perusteella Merikoski vaikuttaa otolliselta kunnostuskohteelta ja kohteessa on sopivia kivimateriaaleja, joita voidaan hyödyntää sekä kutualueiden että poikasalueiden toteutuksissa. Tutkittavaa aluetta on esitetty kuvissa 3 – 6.



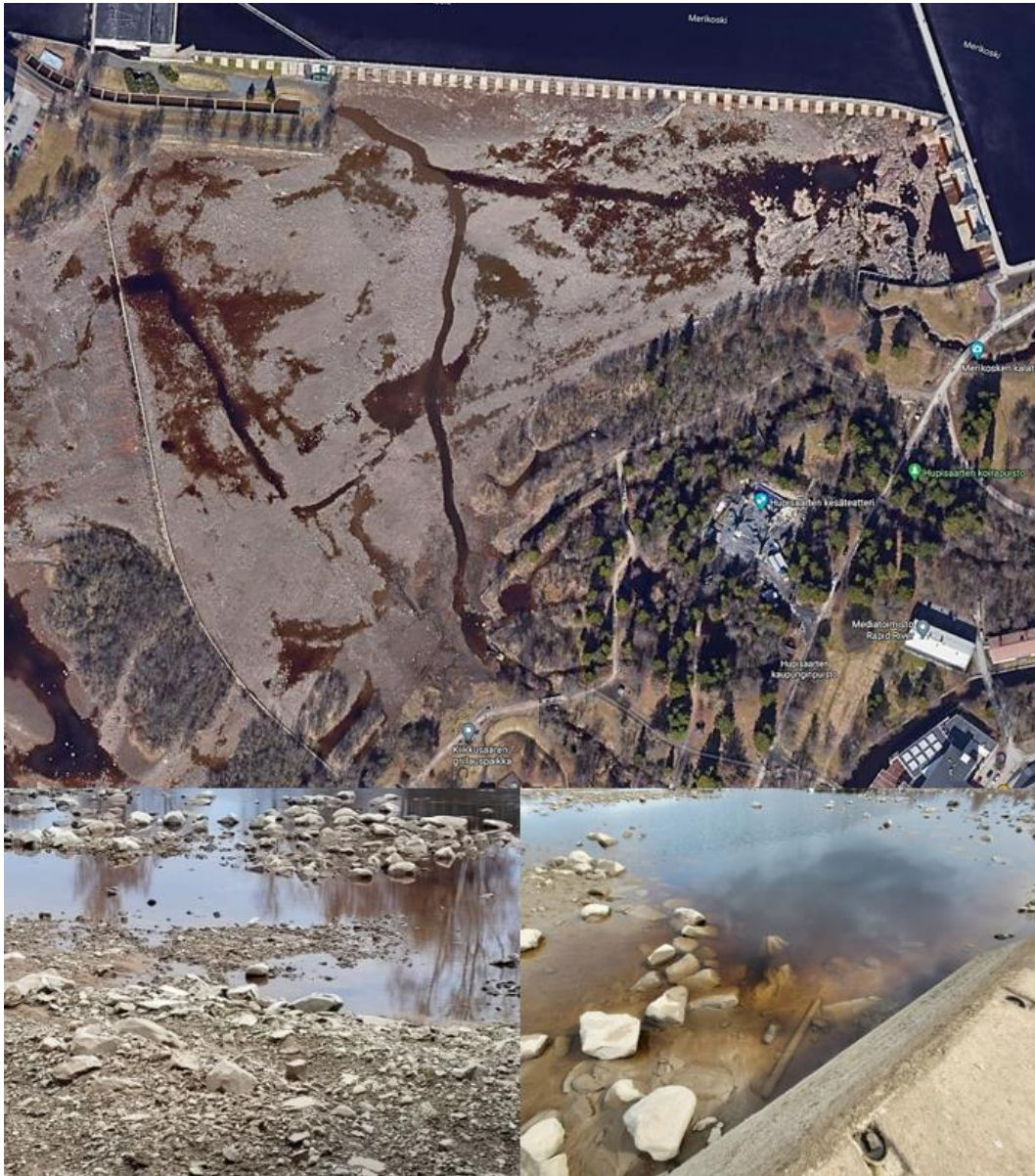
Kuva 3. Merikosken alue on kaupunkimaisemallisesti Oulun tunnetuimpia kohteita.



Kuva 4. Esiselvityskohde on vanhasta koskipohjasta allastettua ja pohjapadoin säännöstelyä vesistöä.



Kuva 5. Merikosken kalatien nousu-ura kulkee tarkastelualueen läpi. Alakuvassa on kalatien nousu-uraa voimalaitoksen puoleisen kalatieosuuden uloskäynniltä kuvattuna.

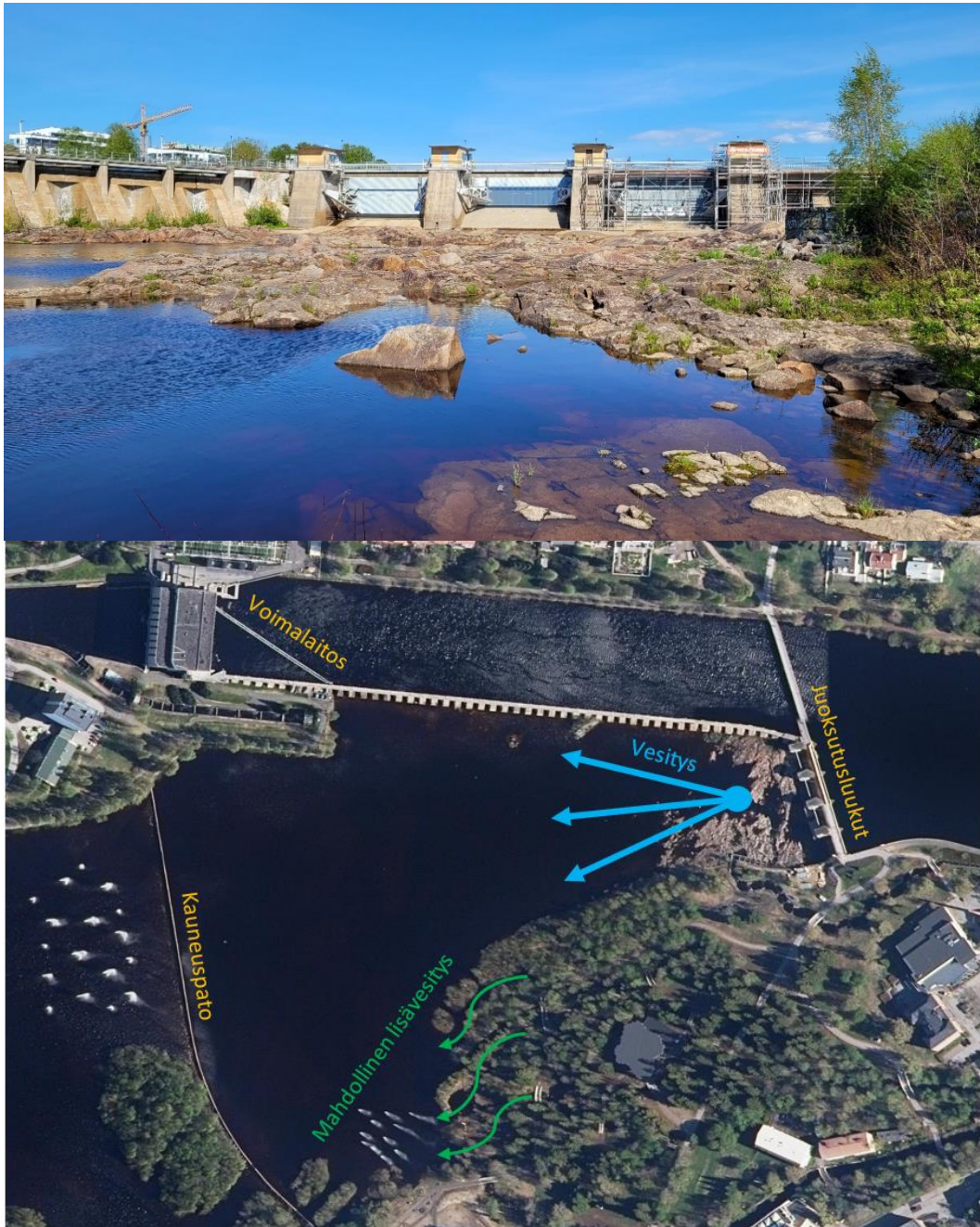


Kuva 6. Yläkuvassa on kuivaa koskipohjaa, josta on erotettavissa kalatien nousu-ura sekä purovesiä ohjaavia syvänteitä. Alakuvissa on uoman pohjaa kauneuspadon lähetyviltä. Yläkuva: Google Maps.

3.2 Lisäntymisalueen toteutus

3.2.1 Vesitys

Merikosken lisäntymisalueen ensisijaisena vesityskohtana arvioitiin säännöstelypadon juoksutusluukkujen lähistöä. Varsinaiseen vesitystapaan ei oteta tässä selvityksessä kantaa, vaan sen toteutusta tarkastellaan mahdollisen jatkosuunnittelun yhteydessä. Suunnittelussa säännöstelypadon juoksutusluukkujen läheinen vesityskohta arvioitiin hyväksi; kyseisestä vesityskohdasta voidaan vesittää suuri osa alapuolisesta koskialueesta, vesityskohta mahdollistaa lukuisia vaihtoehtoja lisäntymisalueiden toteuttamiseen ja lisäksi vesityksen sijoitus parantaa lisäntymisaluevaihtoehtojen löydettävyyttä kalatien kautta nouseville kaloille. Suunnittelussa arvioitiin myös, että kyseisellä vesityskohdan sijoituksella voidaan todennäköisesti parantaa Merikosken ylemmän kalatieosuuden sisäänkäynnin houkuttelevuutta riippuen vesityksen lopullisesta toteutuksesta. Hupisaarten purovedet arvioitiin suunnittelussa mahdolliseksi lisävesityslähteeksi niiden tarkasteluvaihtoehtojen osalta, jotka kattavat Hupisaarten alapuolisia koskialueita. Juoksutusluukkujen läheinen vesityskohta arvioitiin yllä esitettyjen tekijöiden perusteella hyväksi, eikä suunnittelussa löydetty perusteita vesityksen siirtämiselle. Siten kaikissa lisäntymisalueiden vaihtoehtotarkasteluissa ensisijaisena vesityskohtana pidettiin juoksutusluukkujen aluetta ja mahdollisena lisävesityslähteenä Hupisaarten purovesiä (kuva 7).



Kuva 7. Merikosken voimalaitoksen juoksutusluukkujen alue arvioitiin hyväksi lisääntymisalueen vesityskohdaksi. Suunnittelussa huomioitiin myös, että Hupisaarten purot mahdollistavat pienen lisävesityksen tarkasteluvaihtoehdoille, jotka kattavat Hupisaarten ranta-alueita. Kuva: Paikkatietoikkuna.

3.2.2 Voimatalouden asettamat rajoitukset

Esiselvityskohde on Merikosken voimalaitoksen juoksutusluukkujen alapuolista kuivauomaa ja siksi alttiina juoksutuksista ja säännöstelyistä syntyviin virtaustilanteiden sekä vedenpintojen muutoksiin. Kuitenkin kuivauoman huomattavan pinta-alan vuoksi juoksutus- ja säännöstelyvedet voidaan suurelta osin purkaa alapuoliseen jokisuistoon ilman suuria vedenpintojen vaihteluita kuivauomassa. Huomionarvoista on, että suurimpien juoksutuksien ja poikkeustilanteiden yhteydessä Hupisaarten alavat ranta-alueet peittyvät nopeasti veden alle. Viimeisen kahden vuoden mittausjaksolla suurimmat juoksutukset ovat olleet yli 200 m³/s. Suunnittelussa huomioitiin lisäksi, että voimalaitoksen koneistojen edellyttämä minimivirta (50 m³/s) voi rajoittaa lisääntymisalueelle ohjattavan vesityksen määrää kuivimpina vesivuosina. Jatkoselvitystarpeena suositellaan lisääntymisalueen vesitysvaihtoehtojen kartoitusta kuivimpien vuosien varalle.

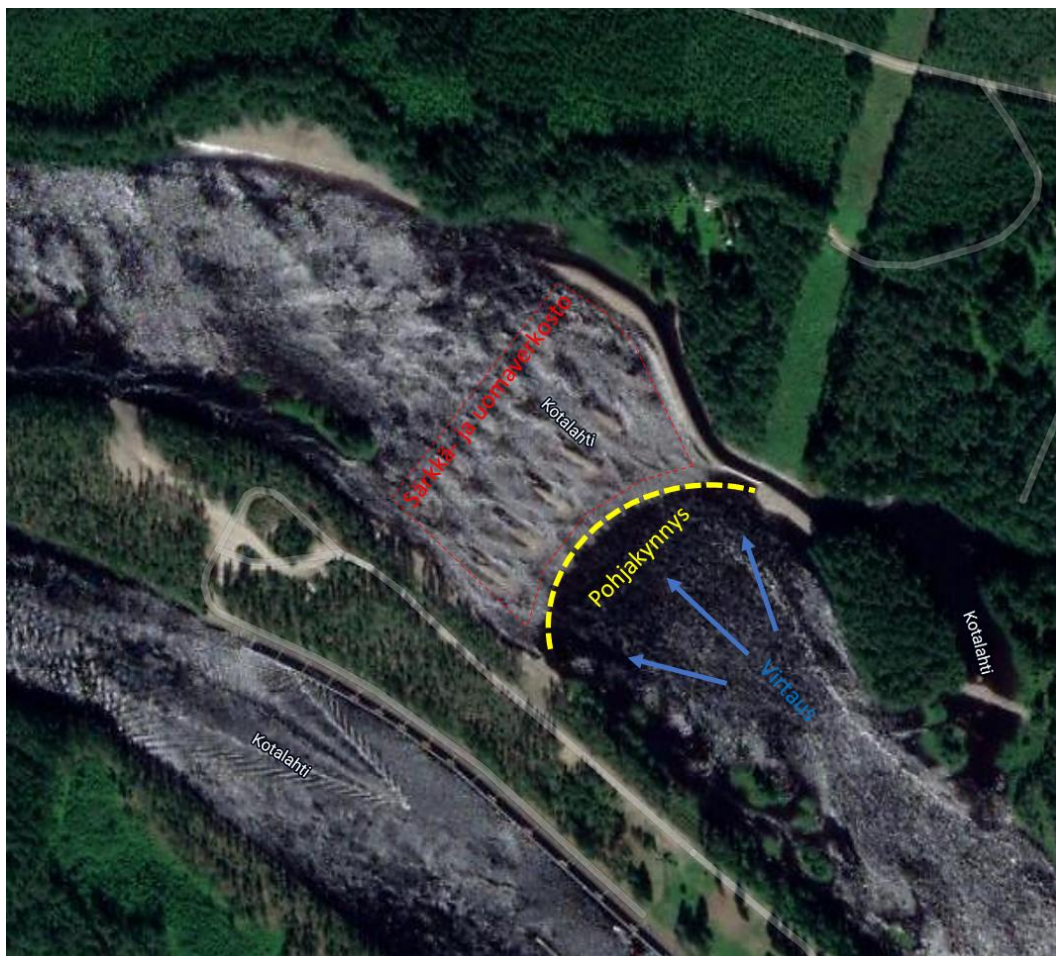
3.2.3 Toteutusvaihtoehdot

Suunnittelussa ideoitiin yhteensä kolme erilaista lisääntymisaluevaihtoehtoa, joista kohteeseen parhaiten soveltuva vaihtoehto otettiin pohjaksi varsinaiselle toimenpide-ehdotukselle. Kaksi muuta lisääntymisaluevaihtoehtoa jätettiin luonnostasoiseksi ja ne ovat esitettyinä tämän selvityksen liitteissä (Liitteet 1 ja 2). Lisääntymisaluevaihtoehdot ovat esitettyinä alla:

- A) Ensimmäisessä lisääntymisaluevaihtoehdossa (A) tarkasteltiin suoran koskiosuuden muodostamista Merikosken juoksutusluukuilta Tuiranväylälle. Vaihtoehdossa koskiosuutta kavennettiin pohjapadolla, jotta määritetyllä toimintavirtaamalla saavutettaisiin sopiva virtausnopeus ja vedensyvyys. Varsinainen koskiosuus on linjattu voimalaitoksen lamellipadon suuntaisesti ja koski kattaa voimalaitoksen kalatien uloskäynnin. Vaihtoehtoon sisältyy kauneuspadon purkutyö kosken leveydeltä ja Tuiranväylän alapuolisten pohjapatojen purkaminen tai muokkaaminen nousukelpoisiksi koskiosuuksiksi (Liite 1: Luonnos A).
- B) Toisessa lisääntymisaluevaihtoehdossa (B) koskiosuus pyrittiin toteuttamaan Hupisaaria mukailevaksi. Myös B-vaihtoehdossa koskiosuutta kavennettiin pohjapadolla, jotta virtausolosuhteet saataisiin muodostumaan sopiviksi. Koskiosuus kattaa Hupisaarten ranta-alueita ja paikallista saaristoa ja purkautuu Pökkisenväylälle (Liite 2: Luonnos B).

- C) Kolmannen vaihtoehdon referenssinä toimi Kuurnan voimalaitoksen Laurinvirran ohijuoksutusuoma ja sinne toteutettu järvilohen lisääntymisalue. Merikosken osalta vastaava toteutus suunniteltiin siten, että kuivauomaan toteutetaan kaksi pohjakynnystä ja kynnysten alapuoliset särkkä- ja uomaverkostot. Ensimmäinen pohjakynnys asemoidaan voimalaitoksen kalatien yläpuolelle ennen juoksutusluukkuja ja toinen pohjakynnys toteutetaan muokkaamalla nykyistä kauneuspatoa. Varsinainen koskiosuus purkautuu C-vaihtoehdossa Tuiranväylälle.

Vaihtoehto C koettiin Merikosken kannalta parhaaksi vaihtoehdoksi ja se valittiin toimenpide-ehdotuksen pohjaksi. Vaihtoehdon eduiksi nähtiin syntyvän lisääntymisalueen suuri koko, helppo löydettävyys kalatien kautta nouseville vaelluskaloille ja hyvä kestävyys voimalan ohijuoksutustilanteissa (Laurinvirran referenssin perusteella). Kuvassa 8 on näytetty Laurinvirran referenssikohde satelliittikuvassa.



Kuva 8. Järvilohen lisääntymisalue Laurinvirran ohjuksutusuoissa. Vesi purkautuu pohjakynnyksen yli särkkien ja uomien verkostoon, joka on toteutuksen varsinaista lisääntymisaluetta. Myös kynnyksen yläpuolinen osuus toimii lisääntymisalueena. Kuva: Google Maps.

3.2.4 Toimenpide-ehdotus

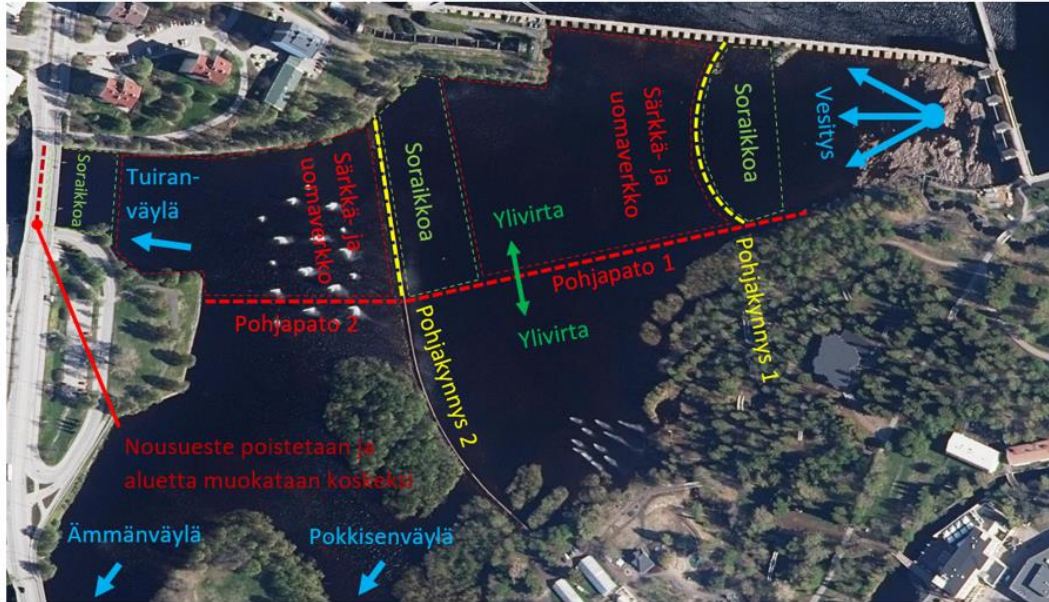
Toimenpide-ehdotuksena Merikosken kuivauomaan toteutetaan kaksi pohjakynnystä ja kynnysten alapuoliset särkki- ja uomaverkostot. Ensimmäinen pohjakynnys asemoidaan voimalaitoksen kalatien yläpuolelle ennen juoksuosluukkuja. Toinen pohjakynnys toteutetaan nykyistä kauneuspatoa madaltamalla ja purkamalla betonirakennetta osittain, mutta jättäen vanhaa betonia pohjakynnyksen sydämeksi. Varsinaisen särkki- ja uomaverkoston suunnittelussa hyödynnetään virtausmallinnusta ja lopputoteutuksessa otetaan huomioon niin kutukypsiin vaelluskalojen edellyttämät virtausolosuhteet kuin eri ikäisten poikasten tarpeet. Kuivauoman virtausalaa kavennetaan pohjapadoilla, jotta

lisääntymisalueelle voidaan muodostaa sopivat virtausolosuhteet määritetyllä toimintavirtaamalla (15 – 25 m³/s). Pohjapato 1 jakaa kuivauoman toiminnallisesti kahteen osaan; lisääntymisalueen koskiosuus ja Hupisaarten edustan vesipeili (kaupunkimaisemallisia muutoksia arvioidaan jatkosuunnittelussa). Vesipeiliä voidaan ylläpitää Hupisaarten purovesillä ja tarvittaessa pohjapatoon 1 tehtävillä luukkurakenteilla tai ylisyöksynä. Suunnittelussa huomioitiin myös, että lisääntymisalueen vesityksessä voidaan hyödyntää Hupisaarten purovesiä, mikäli Hupisaarten vesipeilin ylisyöksy voidaan ohjata kauneuspadon sijaan lisääntymisalueen pohjapadon ylitse. Lisäksi huomionarvoista on, että lisääntymisalueen kohdalle jäävät suihkulähteet on joko poistettava tai siirrettävä toteutuksesta etäämmälle.

Merikosken sillan alapuoliset pohjapadot Tuiranväylän kohdalla ovat nykytilaisena nousueste vaelluskaloille ja lisääntymisalueen toteutusvaiheessa ne on joko purettava tai saatava toimimaan nousuyhteytenä alueelle. Käytännössä tämä tarkoittaa vähintään pohjapatoluukkujen avaamista ja patojen alapuolisen osuuden muokkaamista nousemisen mahdollistavaksi koskiosuudeksi. Huomionarvoista on, että sillan alapuoliset pohjapadot erottavat voimalaitoksen kuivauoman siitä jokialueesta, jonka vedenpinnan vaihtelut ovat peräisin pääosin merenpinnan muutoksista. Siten pohjapatojen alapuolinen osuus soveltuu huonosti lisääntymisalueeksi, mutta patojen välittömään läheisyyteen on mahdollista muodostaa kutupaikkoja. Jatkosuunnittelussa voidaan arvioida, kuinka kannattavaa olisi purkaa nykyiset sillan alapuoliset pohjapadot ja toteuttaa uusi pohjapato alemmaksi Tuiranväylään. Kyseisellä ratkaisulla voitaisiin kunnostaa hieman nykyistä laajempi koskipinta-ala.

Lisääntymisalueen tulvatilanteissa veden purkautuminen pohjakynnysten yli voimistuu ja päävirran suunta on kohti Tuiranväylää. Pohjapadot suositellaan suunniteltavaksi siten, että suurimpien tulvien ja poikkeustilanteiden aikana tulvavettä alkaa purkautumaan ensin pohjapadon 2 yli kohti Ämmänväylää ja vasta seuraavana pohjapadon 1 yli kohti Pokkisenväylää. Kyseisellä toteutuksella voidaan suojata Hupisaarten alavaa saaristoa ja ranta-alueita tulvimiselta. Tulvatilanteita on syytä tarkastella jatkosuunnittelun yhteydessä virtausmallinnuksen avulla. Virtausmallilla voidaan tarkastella esimerkiksi pohjapatojen dimensioita, tulvavesien ohjautumista jokisuistoon ja Hupisaarten suojaamista lisääntymisalueen tulvatilanteissa.

Lisääntymisalueen toteutusta ja tarvittavia muutostöitä on esitettyinä kuvissa 9 – 12. Esitetyllä toteutuksella ja 15 – 25 m³/s vesityksellä saadaan muodostettua noin 5 – 7 ha lisääntymisaluetta.



Kuva 9. Toimenpide-ehdotuksena Merikoskelle toteutetaan kaksi > 100 m pituista pohjakynnystä sekä niiden alapuoliset uoma- ja särkkäverkostot. Virtausalaa kavennetaan pohjapadoilla, jotta toteutus saadaan toimimaan 15 – 25 m³/s toimintavirtaamalla. Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 10. Ensimmäinen pohjakynnys ja sen alapuolinen särkästö sijoitetaan voimalaitoksen puoleisen kalatien uloskäynnin yläpuolelle (lopullinen sijoitus määräytyy virtausmallinnuksen perusteella).



Kuva 11. Toinen pohjakynnys toteutetaan nykyistä kauneuspatoa madaltamalla ja purkamalla betonirakennetta osittain, mutta jättäen vanhaa betonia kynnyksen sydämeiksi.



Kuva 12. Tuiranväylän pohjapadot ovat nykytilaisena nousueste vaelluskaloille ja lisääntymisalueen toteutusvaiheessa ne on joko purettava tai saatava toimimaan nousuyhteytenä alueelle.

3.2.5 Lisäselvitystarpeet

Jatkosuunnittelua varten edellytetään seuraavia lähtötietoja ja selvityksiä:

- Vesitysvaihtoehtojen kartoitus kuivimpien vesivuosien varalta
- Ohijuoksutusvesien kartoitus pitkällä aikavälillä (suurimmillaan > 1000 m³/s)
- Kuivauoman inventointi kunnostustoimien arvioimiseksi
- Virtausmallinnus
- Pohjatutkimukset
- Patoturvallisuusarvio
- Lupatarkastelu
- Riskianalyysi sisältäen ainakin seuraavat tarkastelut:
 - o Esitetyn toteutusratkaisun jäätymisriskit ja arvio kutupesien tuhoutumisesta talvisin
 - o Toteutusvaihtoehdon riskit paikallisasutukselle ja ympäristölle:
 - Toivoniemen rantojen tiiveys suotautuvia vesiä vastaan
 - Hupisaarten eroosio
 - Raatin venelaiturit
 - o Poikkeuksellisten vesivuosien riskit ja niiden vaikutukset:
 - Kutupesille
 - Ohijuoksutuksien vaikutukset alapuolisille sora-alueille (talvella ohijuoksutuksien mukana jäätä)
 - o Lamellipadon eroosiosuojaukset
 - o Rakentamisjärjestelyt ohijuoksutustilanteissa
 - o Taloudelliset riskit

3.2.6 Kustannukset

Toimenpide-ehdotuksen kustannukset on arvioitu määräperusteisesti sisältäen seuraavien asiakohtien kustannukset:

- Työnaikaiset tieyhteydet
- Koskipohjan valmistelu ja kivien seulonta
- Pohjarakenne
- Soraikot ja pohjakynnykset
- Uomat ja särkät
- Pohjapadot
- Purku- ja muutostyöt
- Lisätutkimustarpeet
- Hankevaraus odottamattomien muutoksien osalta
- Energiamenetykset
- Suunnittelu

Yo. kohdat huomioiden arvioitiin, että kunnostettavan lisääntymisalueen kustannukset olisivat suuruusluokaltaan 4 000 000 € +/- 30 %. Lisääntymisalueen keskimääräisen vesittämissen perusteella laskettujen vuosittaisten energiamentysten arvioitiin olevan noin 960 000 €.

Huom. Laskelma ei sisällä vedenjohtamisratkaisua padosta lisääntymisalueelle, jonka kustannusvaraus saattaa olla yhtä suuri kuin lasketut kustannukset lisääntymisalueen toteuttamiseksi.

4 Montan potentiaalinen lisääntymisalue

Montankosken esiselvityskohde sijaitsee Montan vesivoimalaitoksen tulvakanavassa voimalan juoksutusluukkujen alapuolella. Voimalaitos on valmistunut 1955 ja se on toinen Oulujoen voimalaitoksista alavirralla lukien. Montan voimalaitos on sähköteholtaan 47 MW ja voimalan pudotuskorkeus 12,2 metriä (pudotuskorkeuteen sisältyy myös Pyhäkosken alaosa). Tutkittava alue on kooltaan noin 3,5 ha ja se on ympärivuotisesti veden alla (kuva 13).



Kuva 13. Montan esitetty lisääntymisalue (~ 3,5 ha). Kuva: Paikkatietoikkuna.

4.1 Kohteen esittely

Tutkittava lisääntymisalue Montankoskessa toimii Montan voimalaitoksen tulvauomana ja on siten alttiina vedenpintojen vaihteluille ja virtausolosuhteiden muutoksille. Huomionarvoista on, että Montan alakanavan vedenpinnanmuutokset ovat peräisin suurelta osin koneistovirtaamien lyhytaikaisäännöstelyistä, eivätkä juurikaan ohijuoksutuksista. Säännöstelyiden seurauksena kohteen alakanavan viikoittaiset vedenpintojen vaihtelut ovat suurimmallaan jopa lähes 2 metriä ja vuorokausittaiset vaihtelut ovat myös huomattavia. Viimeisen kymmenen vuoden mittausjakson perusteella kohteen keskivedenpinta on ollut tasossa +12,4 (NN), alivedenpinta +10,4 (NN) ja ylivedenpinta +14,2 (NN). Suurten kokonaisjuoksutuksien aikana vedenpinta nousee voimakkaasti ja virtaamat ovat suurimmillaan useita satoja kuutioita sekunnissa (kuvat 14 ja 15)

Juoksutusluukkujen välitön alapuolinen osuus on lähtötietojen perusteella muuta aluetta syvempää, mutta mataloituu Montankoskea alavirtaan liikuttaessa. Kosken syvänteinen osuus mukailee hyvin juoksutusvesien pääpurkautumisväylää. Syvännettä reunustaa uoman puolella matalikkoinen särkkämäinen kaistale, joka on hahmotettavissa satelliittikuvista. Matalikon viereinen osuus itään päin liikuttaessa, on suojaisaa ja hyvin hitaasti virtavaa suvantoa (kuvat 16 ja 17).

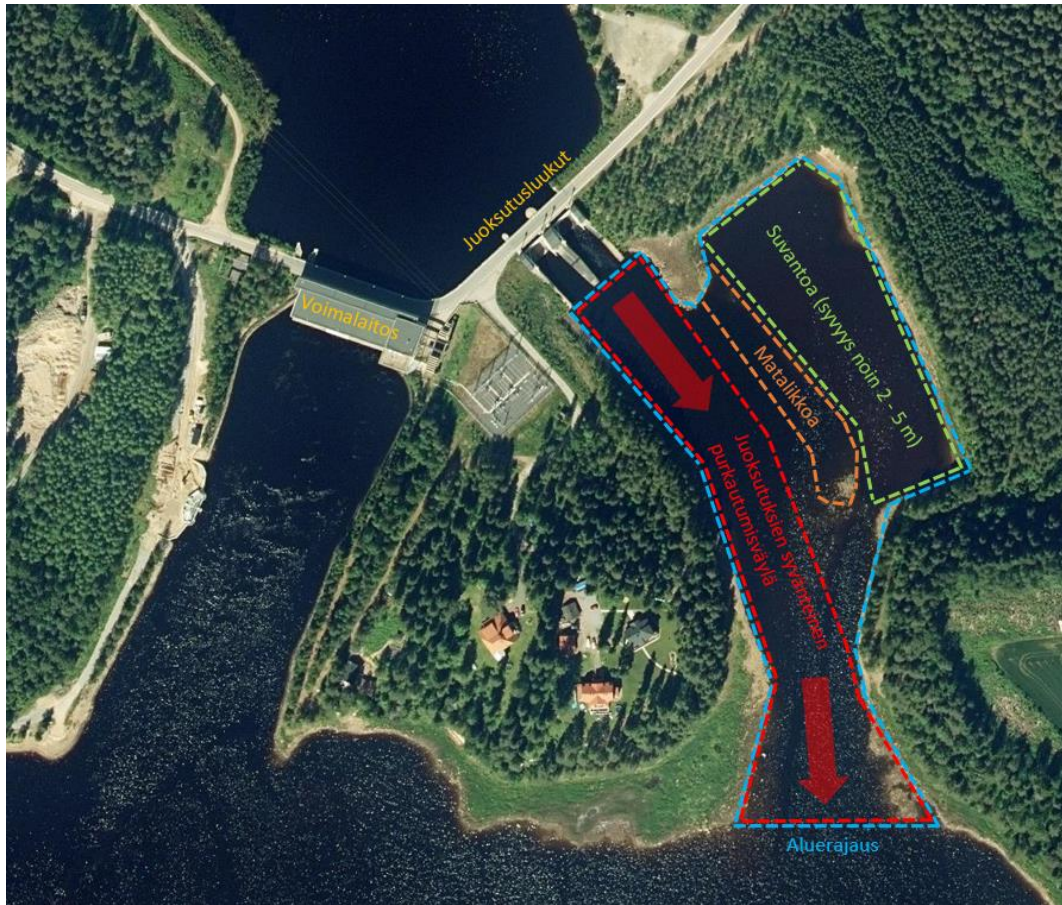
Maastokäynnin perusteella selvityskohteessa on hyödynnettävissä olevaa kivimateriaalia, jota voidaan käyttää soveltuvilta osin koskikunnostuksien toteutuksessa; suvantoisen ranta-alueen isommat kivet voidaan hyödyntää poikaskivikoihin ja koskipohjan pienirakeista kivimateriaalia voidaan käyttää kutusoraikkojen toteutukseen (kuva 18).



Kuva 14. Tutkittava kohde on ympärivuotisesti vedenalaista tulvauomaa. Voimalaitoksen lyhytaikaissäännöstelyt ja kokonaisjuoksutukset aiheuttavat huomattavia muutoksia alakanavan vedenpinnan tasoihin ja virtausolosuhteisiin.



Kuva 15. Panoraamanäkymä tulvauoman alaosa juoksutusluukuille päin.



Kuva 16. Tutkittavan kohteen aluerajaus ja erityispiirteet. Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 17. Ylhäällä näkymä juoksutusluukkujen viereltä alavirtaan. Kivikkoinen pieni niemeke näkyy selkeästi satelliittikuvissa ja jatkuu vedenalaisena matalikkona alavirtaan. Matalikko on alakanavassa juoksutuksien purkautumisväylän ja suvantoisen ranta-alueen välissä (alakuviassa).



Kuva 18. Kohteessa on maastokäynnin perusteella kivimateriaalia, jota voidaan hyödyntää poikaskivikoiden ja kutusoraikkojen toteuttamiseen.

4.2 Lisäntymisalueen toteutus

4.2.1 Vesitys

Suunnittelussa käytiin läpi useita eri vesitysvaihtoehtoja, joissa pyrittiin lähtökohtaisesti kunnostamaan mahdollisimman suuri osuus tutkittavasta lisäntymisalueesta. Ensiksi arvioitiin vaihtoehtoa, jossa lisäntymisalueen vesityskohta on juoksutusluukkujen vierellä. Toteutuksen kannalta kyseinen vesityskohdan sijainti koettiin kuitenkin huonoksi, sillä se jättäisi selvityskohteen suvantoiset alueet lähes kokonaan virtaamattomaksi, mikä pienentää potentiaalisen lisäntymisalueen kokoa sekä luo todennäköisesti alueesta petokaloille otollisen järvimäisen elinympäristön. Lisäntymisalueen kannalta suotuisammaksi vesityskohdaksi arvioitiin suvantoisen ranta-alueen pohjoispuoli. Kyseinen vesityskohta mahdollistaa tutkittavan alueen laajamittaisen kunnostuksen lisäntymisalueeksi ja alueen helpon muunneltavuuden. Suojaisa sijainti ja etäisyys juoksutusluukuilta koettiin jatkosuunnittelun kannalta järkeväksi, ja ratkaisu jättää varauksen koskipohjan korotuksille, joilla voidaan tarvittaessa suojata aluetta vedenpintojen vaihteluilta (kuva 19).



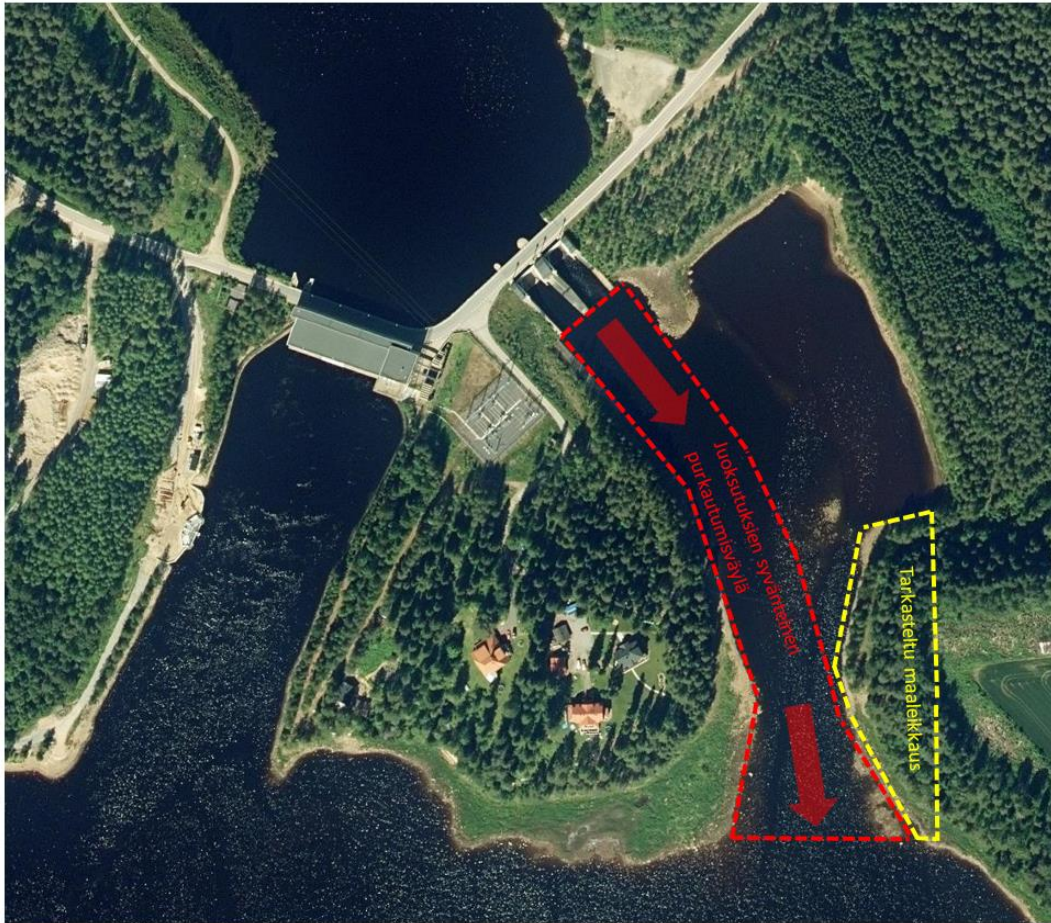
Kuva 19. Tutkittavan alueen pohjoisranta arvioitiin lisääntymisalueen toteutuksen kannalta hyväksi vesityskohdaksi. Kuva: Paikkatietoikkuna.

4.2.2 Voimatalouden asettamat rajoitukset

Kohteen alakanavan virtauksien ja vedenpintojen muutokset haastoivat alkuvaiheen suunnittelutyötä. Tilanteesta kumpusi kaksi keskeistä kysymystä; kannattaako juoksutuksen purkautumisväylää kunnostaa lisääntymisalueeksi ja mitä on tehtävissä virtaus- ja vedenpintamuutoksien vaikutuksien lieventämiseksi?

Juoksutusvesien purkautumisväylä osoittautui lukuisilla kriteereillä huonoksi kunnostuskohteeksi. Suunnittelussa arvioitiin, että suuri osa väylän kunnostuksista ja potentiaalisista kutupesistä tulisi todennäköisesti huuhtoutumaan suurimpien juoksutuksen aikana alavirtaan ja näin paikalliset kunnostustoimenpiteet juoksutusvesien purkautumisväylän kohdalla olisivat lähes turhia. Lisäksi purkautumisväylän pohjan

todettiin luonnontilaisena olevan kosken syvänneuraa ja siten soveltuvan huonosti vaelluskalojen lisääntymisalueeksi ilman koskipohjan korottamista. Kyseisellä kohdalla toteutettavien kunnostustoimenpiteiden katsottiin aiheuttavan virtausesteitä ja mahdollisesti padottavia tilanteita juoksutuksien aikana, jotka olisivat ristiriidassa asetettujen suunnitteluperiaatteiden kanssa. Etenkin Montankosken kapean alaosan kunnostuksien ja koskipohjan korotuksien arvioitiin estävän juoksutuksia, joten suunnittelussa tarkasteltiin vielä vaihtoehto, jossa maaleikkauksilla levennetään koskea kapeimmasta kohdastaan ja näin luodaan suotuisammat virtausolosuhteet juoksutusvesien purkautumistilanteessa. Tarkasteltu rakentamaton maapenikka osoittautui kuitenkin harjumaiseksi hyvin korkeaksi maamuodostumaksi, jonka leikkaamista ei katsottu järkeväksi. Kaiken kaikkiaan arvioitiin, että tulvajuoksutuksien purkautumisväylä soveltuu huonosti kunnostettavaksi lisääntymisalueeksi ja tässä esiselvityksessä se rajattiin pois lisääntymisalueen pinta-alan laskennan ja suositeltujen kunnostustoimenpiteiden osalta (kuva 20).



Kuva 20. Syvänteinen juoksuvesien purkautumisväylä arvioitiin soveltuvan huonosti potentiaalisesti lisääntymisalueeksi. Harjumaisten korkean maapinnan leikkaamisen todettiin olevan työmäärällisesti kohtuuton tehtävä kohteen muut kunnostustoimenpiteet huomioiden.

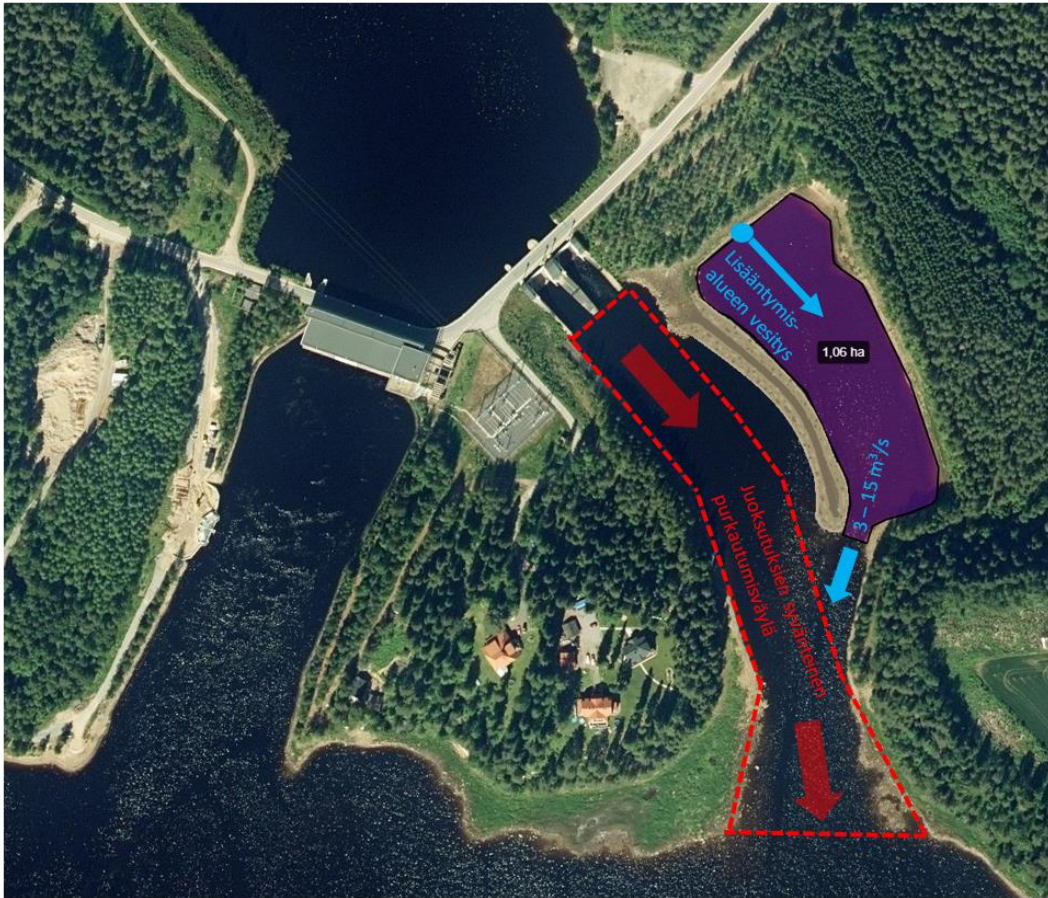
4.2.3 Toimenpide-ehdotus

Suunnittelussa päädyttiin toteutusvaihtoehtoon, jossa suvantoinen ranta-alue kunnostetaan lisääntymisalueeksi ja virtausta ohjataan matalikosta korotetulla maapenkalla. Ranta-alueen suojaisuus ja etäisyys juoksutuksien purkautumisväylästä koettiin tärkeäksi ja ratkaisu mahdollistaa jatkosuunnittelussa useita eri tarkasteluvaihtoehtoja sekä hyviä mahdollisuuksia muunneltavuuteen. Ehdotetun lisääntymisalueen korottamisella ja korotetulla maapenkalla alueesta toteutetaan juoksutusväylästä erillinen alue, jossa riskit vedenpintojen ja virtausolosuhteiden muutoksille ovat paremmin hallittavissa (kuva 21).

Toimenpide-ehdotuksena nykyistä niemekettä ja siitä alkavaa matalikkoa korotetaan alakanavan ylivedenpinnan yläpuolelle. Matalikosta korotettavalla maapenkalla erotetaan kunnostettava lisääntymisalue juoksutusvesien purkautumisväylästä sekä luodaan alueesta luonnontilaista koskialuetta muistuttava virtavesi. Syntyvä koskialue rajautuu siten maapenkkaan sekä nykyiseen ranta-alueeseen ja sen alajuoksu yhdistyy juoksutusväylään noin 200 metrin päässä esitetystä vesityskohdasta. Lisääntymisalue suojataan vedenpintojen vaihteluilta koskipohjan korottamisella, jolloin vedenpinnan muutokset eivät ulotu lisääntymisalueelle muutoin kuin ylivesitilanteissa. Uusi koskiosuus verhoillaan sopivalla kiviaineksella ja siihen toteutetaan kutosoraikat soveltuvilta osin. Koskea monipuolistetaan erikokoisilla kivillä, puumateriaalilla ja tekemällä uomaan erillisiä syvänteisiä osuuksia.

Tulvatilanteiden vaikutuksia tarkastellaan myöhemmin jatkosuunnittelussa virtausmallinnuksen avulla. Lisäksi myöhemmässä suunnitteluvaiheessa on arvioitava myös maapenkan vaikutuksia patoturvallisuuteen, sillä Montankosken suvantoalue toimii tulva-aallon vaimennusaltaana. Esitetyn maapenkan mitat määräytyvät jatkosuunnittelun yhteydessä lähtötietojen tarkentuessa sekä virtausmallinnuksen ja juoksutusuoman luotauksen myötä.

Virtauslaskennan perusteella 0,20 metrin vesisyvyydellä kunnostetussa uomassa virtaisi noin 3 m³/s vettä ja 0,50 metrin vesisyvyydellä puolestaan noin 15 m³/s. Laskennassa tarkasteltu virtauspoikkileikkaus oli leveydeltään 50 metriä. Uusi lisääntymisalue on kooltaan noin 1 ha ja nousukorkeudeltaan noin 0,90 metriä.



Kuva 21. Toimenpide-ehdotuksena esitetään, että voimalan alakanavaan toteutetaan maapenkki, jolla erotetaan lisääntymisalue (~ 1 ha) juoksutusvesien purkautumisväylästä. Lisääntymisalue suojataan vedenpintojen vaihteluilta koskipohjan korottamisella, jolloin vedenpinnan muutokset eivät ulotu lisääntymisalueelle muutoin kuin yllivesitilanteissa. Kuva: Paikkatietoikkuna.

4.2.4 Lisäselvitystarpeet

Jatkosuunnittelua varten edellytetään seuraavia lähtötietoja ja selvityksiä:

- Tulvan aikaisten virtausolosuhteiden selvitys ja virtausmalli
- Koskipohjan luotaus
- Pohjatutkimukset
- Patoturvallisuusarvio

4.2.5 Kustannukset

Toimenpide-ehdotuksen kustannukset on arvioitu määräperusteisesti sisältäen seuraavien asiakohtien kustannukset:

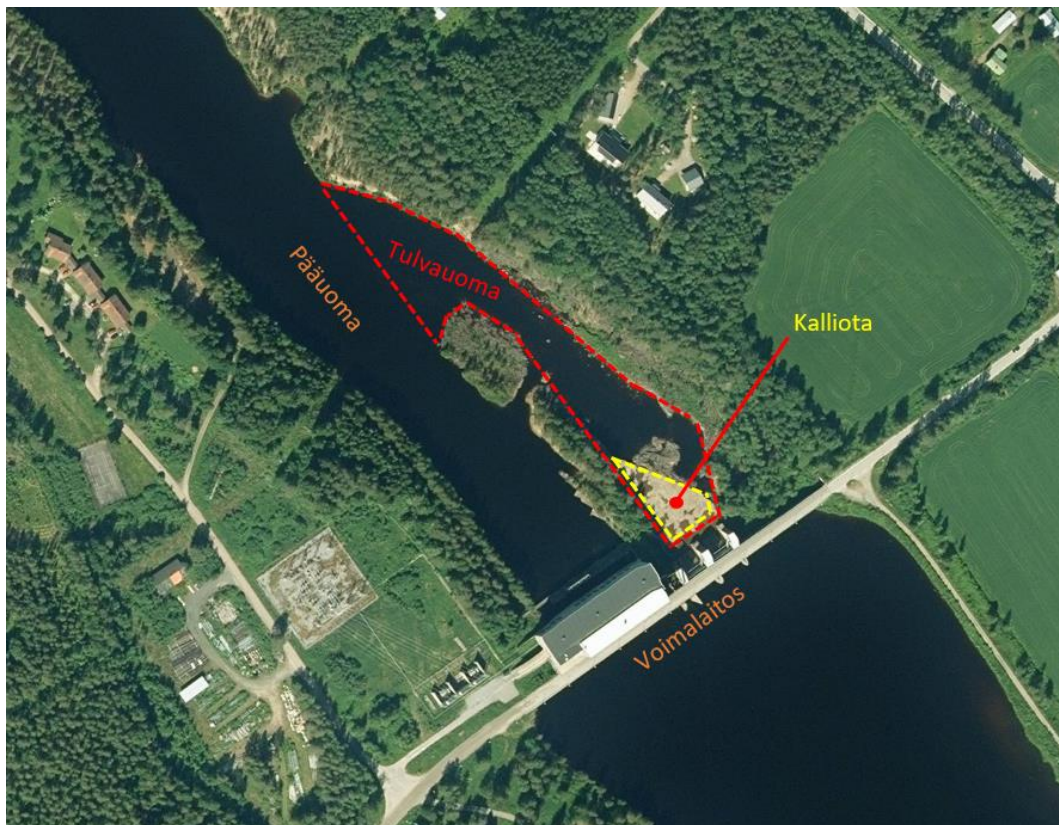
- Työnaikaiset tieyhteydet
- Maapenkan ja työpadon toteutus
- Pumppaus
- Suvantoalueen pohjan korotus
- Pohjarakenne
- Koskikunnostukset ja monipuolistaminen
- Maaosien eroosiosuojaukset
- Lisätutkimustarpeet
- Suunnittelu
- Hankevaraus odottamattomien muutoksien osalta
- Energiamenetykset

Yo. kohdat huomioiden arvioitiin, että toimenpide-ehdotuksen mukaisen lisääntymisalueen kustannukset olisivat suuruusluokaltaan 2 030 000 € +/- 30 %. Lisääntymisalueen keskimääräisen vesittämisen perusteella laskettujen vuosittaisten energiamenetysten arvioitiin olevan noin 500 000 €.

5 Pällin potentiaalinen lisääntymisalue

5.1 Kohteen esittely

Pällin voimalaitoksen esiselvityskohde on lähes ympärivuotisesti veden peitossa olevaa tulvauomaa, lukuun ottamatta juoksutusluukkujen alapuolista kallioaluetta, joka kohoaa muuta uomaa korkeammalle. Pällin voimalaitos on valmistunut vuonna 1954 ja voimalan sähköteho on 51 MW. Voimalaitoksen pudotuskorkeus on 14 metriä. Tarkasteltava tulvauoma liittyy Oulujoen pääuomaan noin 250 metrin päässä voimalan juoksutusluukuilta. Leveydeltään tulvauoma on muihin esiselvityskohteisiin nähden suhteellisen kapea (~ 30 m) ja kokoluokaltaan pienin (~ 1 ha). Kohdetta on esitettyinä kuvissa 22 ja 23.



Kuva 22. Pällin potentiaalinen lisääntymisalue (~ 1 ha). Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 23. Ilmakuva Pällin voimalaitokselta. Kuva: Google Maps.

5.2 Lisääntymisalueen toteutus

5.2.1 Vesitys

Lisääntymisalueen lähtökohtaisena vesityskohtana arvioitiin juoksutusluukkujen aluetta. Muita tarkasteluvaihtoehtoja olivat tulvauoman maapenka kallioalueen vieressä ja paikallinen puroyhteys, mutta kyseiset vaihtoehdot olisivat rajoittaneet muodostuvan lisääntymisalueen kokoa. Suunnittelussa arvioitiin, että juoksutusluukkujen läheinen alue on lisääntymisalueen toteuttamisen kannalta hyvä sijoitusvaihtoehto vesitykselle, sillä se mahdollistaa lähes koko tulvauoman laajamittaisen vesittämisen ja siten myös muodostuva potentiaalinen lisääntymisalue on suuri. Tulvauoman vesitystarkastelussa huomioitiin myös, että uomaan purkautuvaa paikallista luonnonpuroa voidaan hyödyntää lisääntymisalueen vesityksessä (kuva 24).



Kuva 24. Esiselvityskohteen kannalta hyväksi vesityskohdaksi arvioitiin juoksutusluukkujen alue. Vesitystarkastelussa huomioitiin myös paikallinen luonnonpuro, joka purkautuu tulvauomaan. Kuva: Paikkatietoikkuna.

5.2.2 Voimatalouden asettamat rajoitukset

Lisääntymisalueen toteutustarkastelussa arvioitiin voimalan ohijuoksutuksia ja vedenkorkeuksien vaihteluita. Mittausten mukainen keskivesi on ollut viimeisen kymmenen vuoden aikana tasossa +56,5 (NN), ylivesi +57,5 (NN) ja alivesi +54,9 (NN). Suurin mitattu ohijuoksutus 10 vuoden mittausjaksolla on ollut ~ 450 m³/s. Mittausjakson ohijuoksutukset arvioitiin lisääntymisalueen toteutuksen kannalta haasteellisiksi, kun niiden vaikutuksia tarkasteltiin kohteen suhteellisen pienessä tulvakanavassa (ks. luku 5.2.3). Kuvassa 25 on näytetty ohijuoksutustilanne Pällin voimalaitokselta 12.8.2012.



Kuva 25. Pällin voimalaitoksen ohjuoksutus 12.8.2012 (~ 300 m³/s). Kuva: Wikipedia.

5.2.3 Ei toimenpide-ehdotusta

Pällin tulvauoman lisääntymisaluevaihtoehtojen tarkastelussa tulvauomaan suunniteltiin toteutusta, jolla voitaisiin muodostaa noin ~ 0,5 ha potentiaalista lisääntymisaluetta, mutta arvioitiin, ettei tulvauoman kyseinen lisääntymisalue tule todennäköisesti toimimaan suurimpien juoksutuksien (200 – 500 m³/s) aikana. Tarkastelun perusteella suuret ohjuoksutukset edellyttävät tulvauoman lisääntymisalueen suojaamista teknisillä rakenteilla, jotta riskit kutupesien ja muiden kunnostuksien huuhtoutumiselle olisivat hallittavissa. Etenkin tulvauoman pieni kokoluokka koettiin suunnittelussa haasteelliseksi, sillä juoksutusvedet eivät pääse juurikaan levittäytymään kapeassa kanavassa ja siten kunnostuksiin kohdistuvat virtausvoimat kasvavat suuriksi. Lisäksi tulvauoman mittasuhteet rajoittivat tarkasteluvaihtoehtojen määrää ja muunneltavuutta, eikä kohteessa havaittu olevan erillistä suojaisampaa aluetta kuten Montan tulvauoman tapauksessa (ks. luku 4).

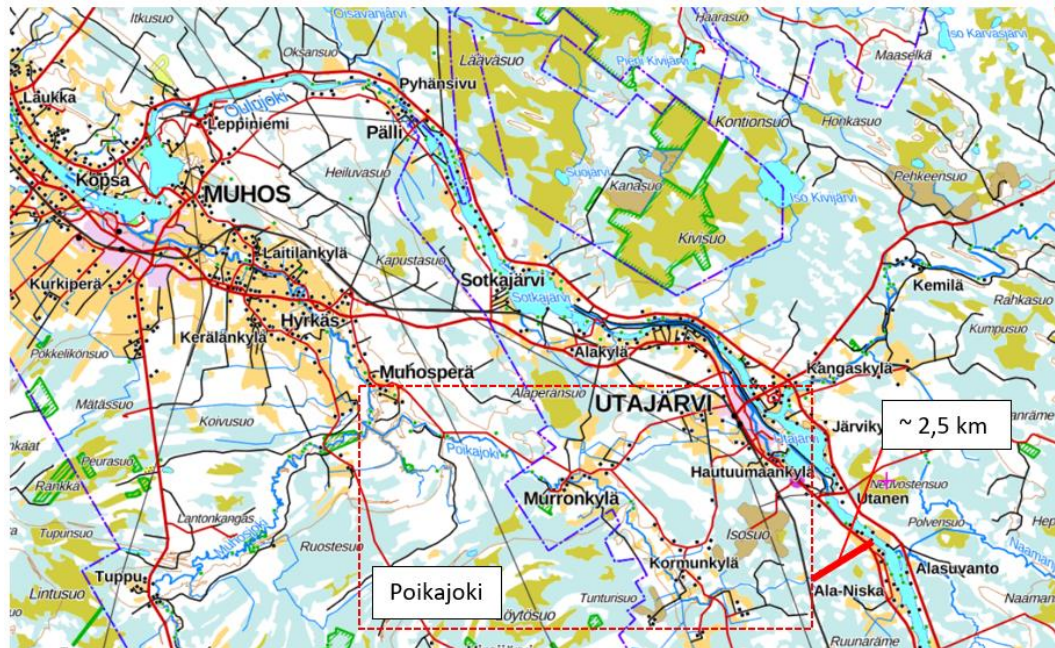
Kokonaisuutena arvioitiin, että Pällin tulvauoma soveltuu huonosti kunnostettavaksi lisääntymisalueeksi, eikä kohteelle anneta varsinaista toimenpide-ehdotusta. Kuitenkin lisääntymisalueen toteutettavuutta voidaan arvioida vielä virtausmallinnuksen avulla, mikäli jatkotoimenpiteet katsotaan kohteen kannalta tarpeellisiksi. Erilaisten suojarakenteiden toteutukset arvioitiin suunnittelussa mahdollisiksi, mutta teknistaloudellisesti kannattamattomiksi, johtuen kunnostettavan koskialan pienestä koosta suhteutettuna tarvittavien suojaustoimenpiteiden kustannuksiin. Mahdollisissa jatkotarkasteluissa voidaan arvioida erilaisia tulvauoman suojaustoimenpiteitä, kuten esimerkiksi muurirakenteita, joilla voitaisiin eriyttää lisääntymisalue tulvakanavasta tai virtauksen ohjausrakenteita, jotka suuntaisivat ohijuoksutusvesiä jyrkemmin kohti alakanavaa ja pois päin lisääntymisalueesta.

Tässä selvityksessä ilmenneitä mahdollisia jatkotutkimusaiheita Pällin tarkastelukohteen osalta:

- Tulvauoman mahdollisen lisääntymisalueen suojaaminen teknisillä rakenteilla ja eri suojausvaihtoehtojen teknistaloudellinen vertailu suhteutettuna muodostuvaan lisääntymisalueen kokoon.
- Tulvauoman virtausmallinnus ohijuoksutusutilanteessa kunnostuksien huuhtoutumis- ja tuhoutumisriskien arvioimista varten.

6 Poikajoen potentiaalinen lisääntymisalue ja mahdollinen yhteysuoma

Poikajoki on yksi Muhosjoen sivuhaaroista ja sen lähde on jäljitettävissä Utajärven suoalueille. Uoma on pituudeltaan 28 km ja sen keskivirtaama on jokisuulta mitattuna noin 1,0 – 1,5 m³/s. Muhosjoki ja Poikajoki voisivat toimia vaelluskalojen nousureittinä Oulujokeen, mikäli Poikajoen yläjuoksulta kaivetaan yhteysuoma (~ 2,5 km) Oulujokeen. Vaelluskalojen nouseminen uuden yhteysuoman kautta edellyttää sopivaa virtausta ja todennäköisesti myös alapuolisten jokiosuuksien ruoppauksia ja perkauksia. Myös paikallisten jokivesien sekoittumista on syytä arvioida. Nykytilaisena Poikajoen vesi on ruskeasävyistä ja sisältää todennäköisesti humusta ja pieniä pitoisuuksia rautaa. Jokilaakso kuuluu valtakunnalliseen lehtojen ja harjujen suojeleohjelmaan ja jokimaiseman rehevä kasvillisuus antaa viitteitä valumien runsaista ravinnepitoisuuksista. Huomionarvoista on myös, että Isterinkosken putoukset ovat osa Poikajokea ja sen jyrkkien osuuksien mahdolliset nousuesteet vaelluskaloille on selvitettävä ennen jatkosuunnitteluvaiheita (kuvat 26 ja 27).



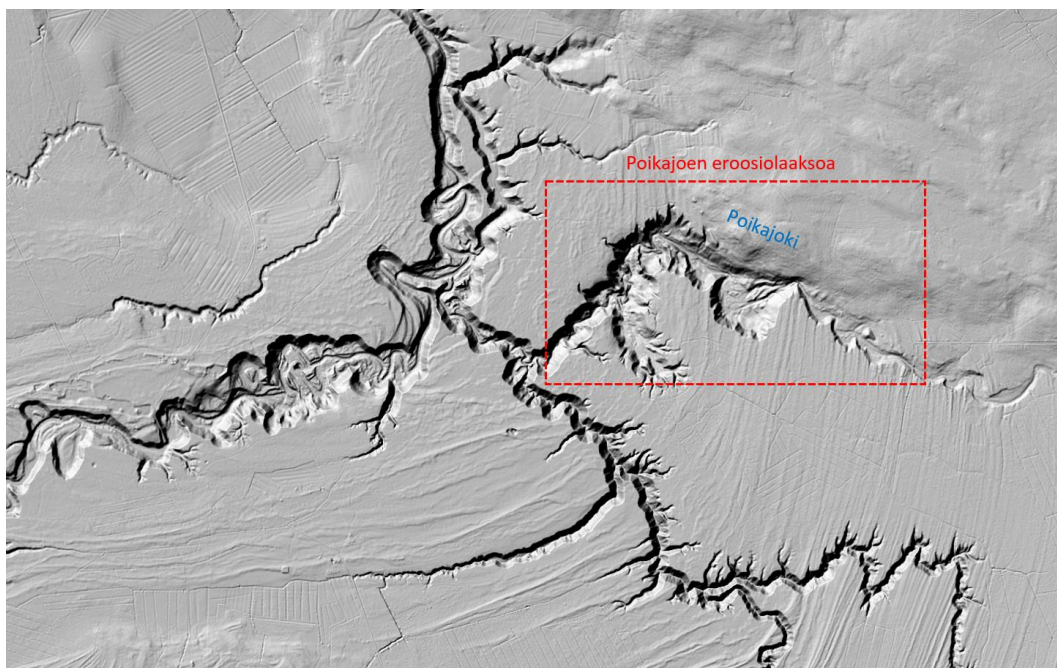
Kuva 26. Poikajoki ja mahdollinen yhteysuoma (~ 2,5 km). Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 27. Poikajoen alkulähde on jäljitettävissä noin 2,5 km päähän Oulujoesta (yläkuvan rinnevarjostus). Poikajoen alavirta on vuolasta koskea ja voi jyrkimmistä kohdistaan toimia nousuesteenä vaelluskaloille (P1). Joki kapenee ja virtaus hidastuu ylävirtaan päin (P2). Nykytilassa uoma on yhteydessä Oulujokeen paikallisten ojitusten kautta (P3). Kuvat: Paikkatietoikkuna, Wikipedia ja Google Maps.

6.1 Kohteen esittely

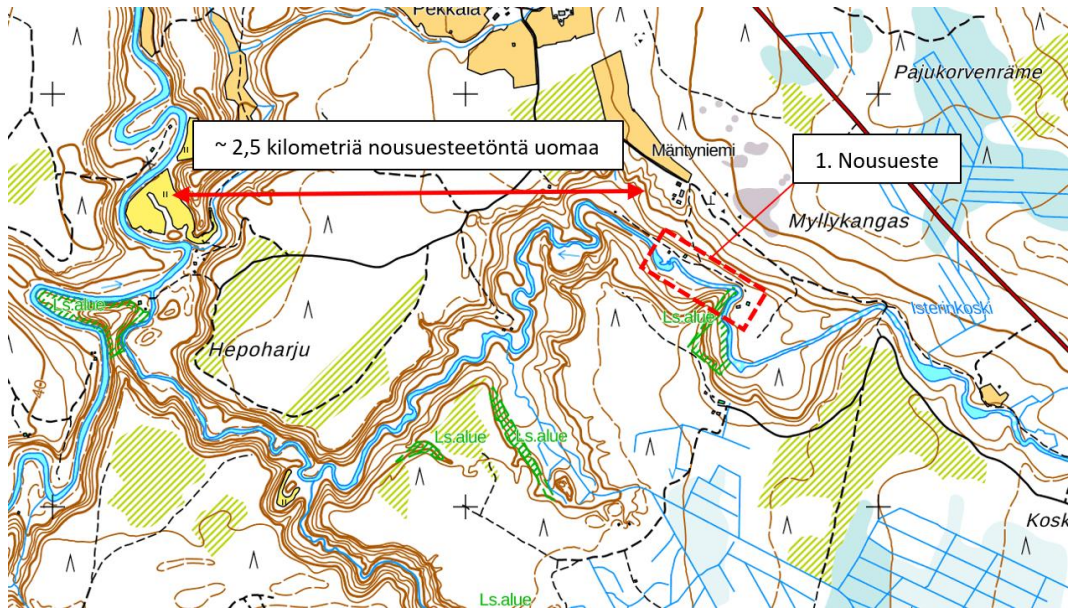
Maastokatselmuksessa käytiin tutustumassa Isterinkoskeen ja sen yhteydessä oleviin koskialueisiin. Isterinkoski sijaitsee noin 3,5 kilometrin päässä Muhosjoelta Poikajokea pitkin ylävirtaan. Putouskorkeudeltaan noin 30 metrin Isterinkosken osuus virtaa vanhan peruskallion päällä, joka viettää kohti alueellista hautavajoamaa (Muhos-muodostuma). Viimeisen jääkauden jälkeen joen virtaus on muokannut Poikajoen alaosista syvän eroosiolaakson, joka on syntynyt vajoamaa peittäneisiin maalajeihin (kuva 28). Rotkomaisen Poikajokilaakson kasvillisuus on rehevää valtakunnallista lehtojensuojelualuetta ja jokilaaksoon kuuluu myös useita luonnonsuojelukohteita. Kohdekäynnin perusteella koskialueet vaikuttavat otollisilta kunnostuskohteilta ja Poikajoki mahdollistaa nykytilaisena ainakin taimenen kohtalaisen lisääntymisen (ks. luku 6.2.1). Katselmuksessa kuitenkin arvioitiin, että Isterinkosken jyrkimmät kosket ovat kalojen kannalta vaellusesteitä, mutta pidettiin todennäköisenä, että suurilla virtaamilla, kuten tulvien aikaan, nouseminen voi olla hetkittäin mahdollista (kuva 29). Karttatarkastelun perusteella Poikajoen uoman arvioitiin olevan nousuesteetön noin 2,5 kilometrin matkalta (kuva 30). Kohteen toimintaa vaelluskalojen lisääntymisalueena on arvioitu laajemmin luvussa 6.2.1.



Kuva 28. Poikajoen alaosa on syvää eroosiolaaksoa. Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 29. Isterinkosken koskiosuuksia; yläkuvassa loivahkoa ja lisääntymisalueeksi soveltuvaa osuutta ja alakuvissa jyrkkiä paikoin lähes 1 metrin korkuisia putouksia, jotka arvioitiin noususteiksi vaelluskaloille.



Kuva 30. Karttatarkastelun perusteella Poikajoki on noususteetön noin 2,5 kilometrin matkalta. Kuva: Paikkatietoikkuna.

6.2 Lisäntymisalueen toteutus

6.2.1 Poikajoen soveltuvuus lisäntymisalueena

Poikajoen soveltuvuutta vaelluskalojen, etenkin taimenen, poikastuotantoon on tutkittu Suomen ympäristökeskuksen toimesta vuonna 2003. Tutkimuksissa useisiin Oulujoen vesistöalueen puroihin tehtiin poikasistutuksia, mädin hautoutumiskokeita ja lisäksi purojen vedenlaatua seurattiin. Purojen poikastuotantopotentiaalia arvioitiin lukuisilla vertailutekijöillä ja saatujen tuloksien perusteella annettiin suosituksia kohteiden kunnostustoimenpiteistä. Tutkimustulosten perusteella Poikajoki soveltuu kohtalaisesti kunnostuskohteeksi ja tulokset antavat viitteitä siitä, että suurempi virtaus voisi lisätä joen poikastuotantopotentiaalia ehkäisemällä virtapaikkojen kuivumista ja siten parantaa mädin säilyvyyttä kuivina vesivuosina. Taulukossa 1 on esitetty purokohteiden pisteytys tutkimuksessa arvioitujen vertailutekijöiden perusteella. Tulosten perusteella Poikajoen soveltuvuutta poikastuotantoon arvioitiin seuraavasti:

Poikajoen tulokset ovat kohtalaisen myönteisiä, joskin joen virtapaikoilla virtaamat olivat kuivan vesivuoden aikana osittain liian alhaisia mädin säilymisen kannalta. Veden laatu joessa on kuitenkin kohtalaisen hyvä, ja ainakin osa vastakuoriutuneena istutetuista taimenista kykenee selviytymään joessa istutusta seuraavan vuoden ajan. Suositeltavia kunnostustoimia voisivat olla kutusoraikkojen rakentaminen sekä pienpoikasalueiden lisääminen varsinkin joen alajuoksulla. Koskien monimuotoisuutta voisi lisätä yksittäisillä suurilla kivillä sekä kaivetuilla montuilla.

Taulukko 1. SYKEN puroselvityksen vertailutekijät ja niiden pisteytys tutkimuskohteittain.

Vesistö	Virtaamat	Veden laatu	Mädin selviytyminen	Poikasten säilyminen	Yhteensä +/-
Junninoja	--	--	---	--	0 / 9
Tuohinonoja	++	--	---	--	2 / 7
Ketolanoja	---	---	---	--	0 / 11
Myllyoja	+	-	+	+	3 / 1
Muhosjoki	+++	++	+++	++	10 / 0
Poikajoki	++	++	++	+	7 / 0
Sanginjoki	+++	--	+++	-	6 / 3

Asteikko: +/- vähäinen myönteinen tai kielteinen tulos, ++/-- kohtalainen myönteinen tai negatiivinen tulos, +++/-- huomattava myönteinen tai negatiivinen tulos kunnostusten toteuttamisen kannalta.

Johtopäätös: Karttatarkastelun, SYKE:n tutkimuksen ja maastokatselmuksen perusteella tässä esiselvityksessä arvioidaan, että Poikajoki soveltuu nykytilassa vaelluskalojen lisääntymisalueeksi noin 2,5 kilometrin mittaiselta matkalta jyrkkien koskiosuuksien alapuoliselta osalta (kuva 30 aiemmin). Suunnittelussa arvioitiin, ettei Poikajoella ole nykytilaisena edellytyksiä toimia nousuyhteytenä Oulujokeen Isterinkosken putouksien vuoksi, jotka ovat todennäköisesti nousuesteitä vaelluskaloille.

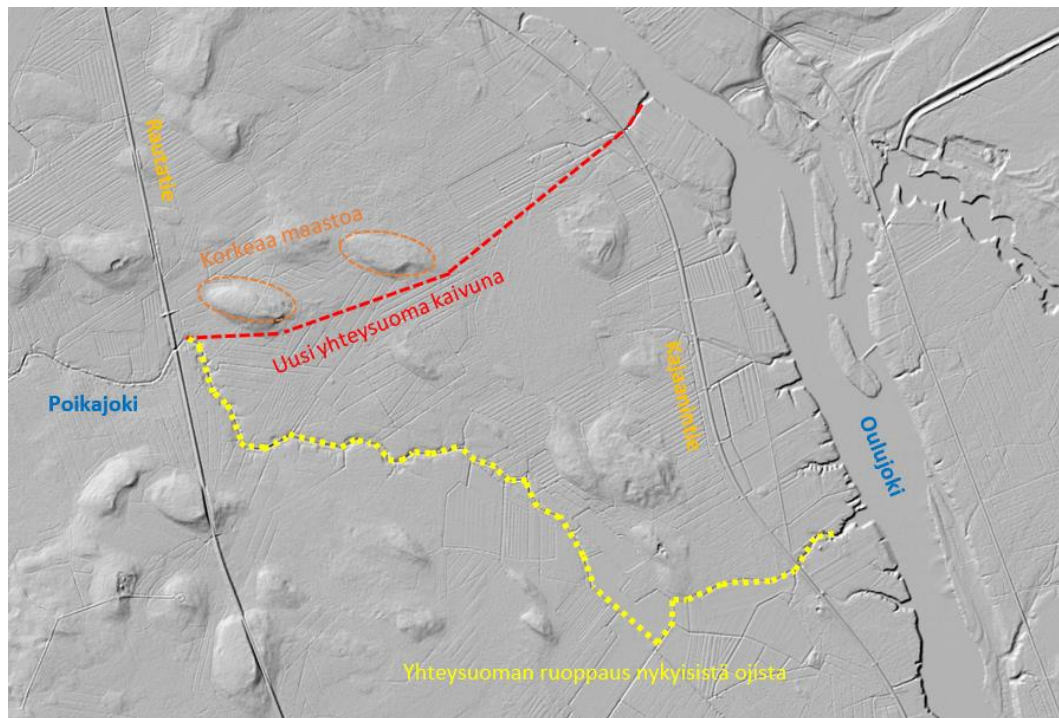
Yhteysuoman toteutus ja Poikajoen vesittäminen Oulujoen kautta todennäköisesti parantaisivat potentiaalisen lisääntymisalueen (2,5 km) toimintaedellytyksiä ja suunnittelussa arvioitiin, että läpivirta Oulujoesta lisäisi Poikajoen houkuttelevuutta vaelluskaloille, mikä on arvioitu nykytilassa huonoksi. Arvio perustuu keskivirtaamiin, joiden perusteella Poikajoen (1,0 – 1,5 m³/s) virtauksen erottuvuus Oulujoesta (~ 250 m³/s) on pieni ja tarkastelussa huomioitiin lisäksi, että vaelluskalojen on löydettävä Oulujoesta ensin Muhosjoelle (~ 10 m³/s) ja noustava sitä pitkin lähes 15 kilometriä ylävirtaan Poikajoen suulle. Yhteysuoman toteutuksen jälkeen voitaisiin tutkia Poikajoen houkuttelevuutta erikokoisilla läpivirroilla ja arvioida myös joen toimintaa mahdollisena nousuyhteytenä. Tämä edellyttää kuitenkin Poikajoen ja alapuolisen uomaston virtauskapasiteetin selvittämistä, jottei läpivirralla kuormiteta Poikajoen alaosien eroosiolaaksoa, Muhosjoen eroosioherkkiä jokipenkköjä tai vaikuteta muutoin jokilaakson arvokkaaseen luonnonympäristöön.

Erillishuomiona todetaan, että nykyisiä jyrkkiä koskiosuuksia porrastamalla Poikajoki voidaan saada toimimaan myös nousuyhteytenä. Myös ohitusuomat ovat paikoin mahdollisia, mutta Poikajokilaakson nopeasti kohoavat jokipenkat voivat tehdä ohitusuomien linjauksista haasteellista ja taloudellisesti kannattamatonta. Kyseisiä toimenpiteitä on arvioitava erillisenä lisäselvityksenä, missä huomioidaan Poikajokilaakson suojeleohjelmat, luonnonsuojelukohteet ja arvokas luonnonympäristö.

6.2.2 Yhteysuoman linjausvaihtoehdot

Uuden yhteysuoman linjausvaihtoehtoja Poikajoen ja Oulujoen välille tarkasteltiin karttapalveluiden avulla. Karttatutkimuksessa Poikajoelle ei löydetty selkeää alkulähdettä, vaan lähde sekoittuu paikallisiin pelto-ojituksiin ja rinnevarjostuksen mukaan joki olisi jo nykytilaisena yhteydessä Oulujokeen ojituksien kautta. Siten mahdollisena toteutusvaihtoehtona yhtä nykyisistä yhdysojista voitaisiin ruopata syvemmäksi ja tarvittaessa perata selkeäksi yhteysuomaksi. Sopivan yhdysojan tarkastelussa havaittiin, että maanpinnan korot nousevat Oulujoen ja Poikajoen yläjuoksun välissä ja siten ojituksien viेतöt kääntyvät tarkastelualueella. Toteutuksen kannalta havaittu maanpinnan korkojen nousu merkitsee suuria ruoppaus- ja kaivumääriä, jotta yhteysuoma voidaan linjata Poikajokeen sopivassa kaltevuudessa. Toisena toteutusvaihtoehtona yhteysuoma voidaan tehdä kokonaan kaivuna Poikajoen yläjuoksulta Oulujokeen. Myös kaivettavan yhteysuoman toteutuksessa maanpinnan korkojen nousu johtaa suuriin kaivumääriin, mutta uoma voidaan linjata vapaammin ja toteuttaa lyhyempänä. Molemmat toteutusvaihtoehdot edellyttävät todennäköisesti Poikajoen loivan ja hidasvirtaisen yläosuuden ruoppausta sekä mahdollisesti perkausta virranjohtavuuden parantamiseksi (kuva 31).

Vaihtoehtojen vertailussa kaivuna toteutettava uoma koettiin paremmaksi vaihtoehdoksi. Vertailussa arvioitiin, että asutuksesta ja peltoalueista etäämmälle kaivettava yhteys on muunneltavissa ja sen toteutuksessa ei synny juurikaan maankäyttöön liittyviä ongelmia (vrt. pelto-ojitusten ruoppaus). Myös vedenlaatutekijöiden hallinta arvioitiin kaivettavan uoman tapauksessa helpommaksi kuin pelto-ojituksia hyödyntävässä yhteydessä, joka keräisi todennäköisesti ravinnepitoisia valumia puoleensa. Lisäksi vertailussa huomioitiin, että tulvatilanteissa asutuksesta erillinen uoma ei aiheuttaisi välitöntä haittaa paikalliselle asutukselle.



Kuva 31. Alustava esitys yhteysuoman vaihtoehtoisista linjauksista. Kuva: Paikkatietoikkuna.

Huom. alustavan linjauksen tarkentaminen edellyttää lisäselvityksenä alueellisten kiinteistöjaotuksien laajempaa selvittämistä.

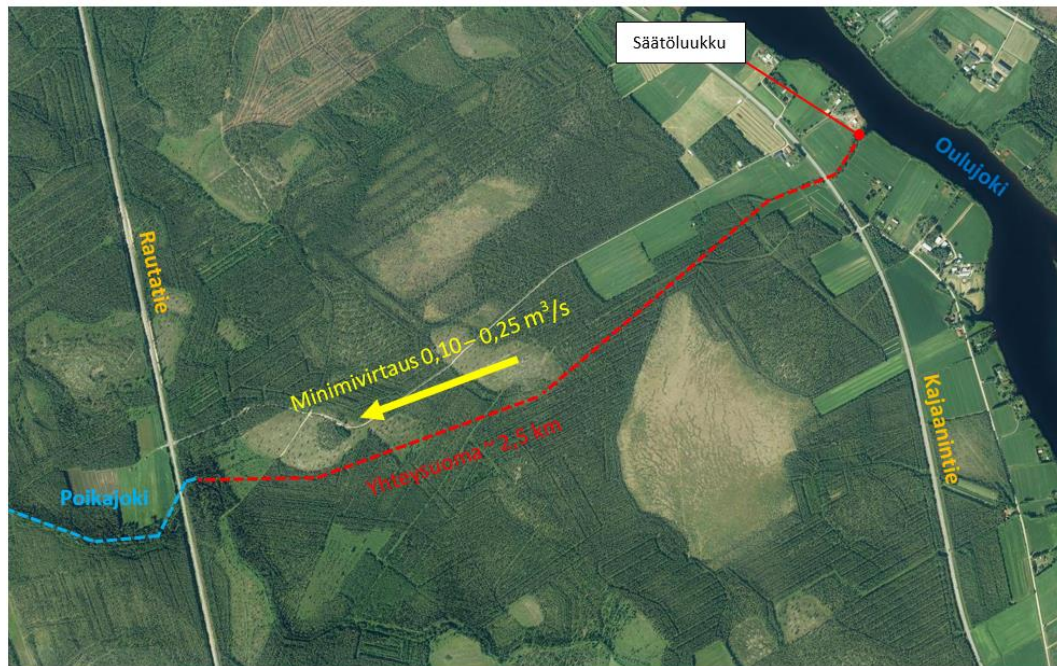
6.2.3 Toimenpide-ehdotus

Toimenpide-ehdotuksena Poikajokeen esitetään koskikunnostuksia noin 2,5 kilometrin mittaiselle osuudelle ennen nousuesteiksi arvioituja Isterinkosken putouksia. Lisääntymisalueen toimintaedellytyksiä parannetaan Poikajoen yläjuoksulta Oulujokeen kaivettavalla yhteysuomalla (2,5 km), jonka kautta johdetaan läpivirtausta lisääntymisalueelle. Yhteysuoma Poikajoelta Oulujokeen linjataan rautatien alituksen kohdalta, jotta linjauksen kaltevuus saadaan riittäväksi (kuva 32). Suosituksena esitetään, että Poikajoen ja alapuolisen Muhosjoen vedenjohtokyky selvitetään ennen yhteysuoman avaamista ja tutkitaan vesityksen raja-arvoja alapuolisten eroosioherkkien alueiden kannalta. Ilman lisätutkimuksista saatavia tietoja, tässä esiselvityksessä arvioitiin, että Poikajokea voitaisiin vesittää alivesitilanteissa, jolloin joen virtaama laskee alle normaalin 1,0 – 1,5 m³/s. Tällöin voidaan varmistua siitä, ettei alapuolisia osuuksia kuormiteta juuri nykyistä enempää. Huomattavissa alivesitilanteissa vesitystä voitaisiin lisätä ja samalla

tutkia joen mahdollista toimintaa nousu-uomana. Esimerkiksi yhteysuoman vesittäminen noin 0,5 m³/s suuruisella virtaamalla mahdollistaisi todennäköisesti vaelluskalojen nousumisen Poikajoen kautta Oulujokeen, mikäli nousuesteet olisivat ohitettavissa. Suosituksena annetaan, että vesitys yhteysuoman kautta olisi kaikissa tapauksissa vähintään 0,10 – 0,25 m³/s, jotta Oulujoen läpivirta lisäisi Poikajoen houkuttelevuutta. Esitettyä minimivirtausta on kuitenkin arvioitava lisäselvityksenä muiden virtaustutkimuksien yhteydessä.

Yhteyksuoman avaaminen suositellaan tehtäväksi lisäämällä vesitystä portaittain, jonka yhteydessä alapuolisen Poikajoen ja Muhosjoen tilaa seurataan ja siten saadaan selville tarkemmin vesityksen raja-arvot alapuolisten eroosioherkkien alueiden kannalta ja voidaan arvioida vesityksen vaikutuksia paikalliseen ympäristöön. Samalla voidaan tutkia potentiaalisen lisääntymisalueen kannalta sopivaa vesitystä, yhdysuoman toimintaa nousuyhteytenä ja selvittää mahdollisuuksia uoman laajentamiselle, mikäli lisäselvityksien perusteella on mahdollista porrastaa nousuesteitä tai toteuttaa kiertoyhteyksiä putouksien kohdille. Koskikunnostukset määrätään tarkemmin Poikajoen inventoinnissa, mutta tarpeelliset toimenpiteet sisältävät ainakin kutusoraikkojen toteutuksen ja uoman monipuolistamistoimet, kuten uoman kiveämisen, syvänteisten osuuksien kaivut ja muut ehdotetut kunnostukset.

Tämän esiselvityksen perusteella Poikajoesta on kunnostettavissa noin ~ 2,5 ha lisääntymisaluetta 1,5 m³/s suuruisella toimintavirtaamalla. Laskennassa 1,5 m³/s virtauspoikkileikkauksen leveytenä käytettiin 10 metriä.



Kuva 32. Toimenpide-ehdotuksena Poikajoelta kaivetaan lähes suora, mutta puromaisesti mutkitteleva yhteysuoma (2,5 km) Oulujokeen. Uoman virtausta hallitaan yläpäästä säätöluukulla. Sopivaksi yhteysuoman minimivirtaamaksi arvioitiin $0,10 - 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$. Tässä selvityksessä arvioitiin, että Poikajoen alaosuuksien $\sim 2,5 \text{ km}$ koskikunnostuksilla on saavutettavissa yhteensä noin $2,5 \text{ ha}$ lisääntymisaluetta (ks. kuva 30). Kuva: Paikkatietoikkuna.

Huom. kuvan linjaus on alustava ja voi muuttua lisäselvityksien myötä.

6.2.4 Lisäselvitystarpeet

Jatkosuunnittelua varten edellytetään seuraavia lähtötietoja ja selvityksiä:

- Poikajoen ja Muhosjoen vedenlaadun selvitys vaelluskalojen kannalta
- Poikajoen virtausmittaukset ja arvio yhteysuoman vesityksen raja-arvoista alapuolisten eroosioherkkien alueiden kannalta
- Yhteysuoman linjauksen ja korkomaailman tarkentaminen
 - o Tarkennetun uoman toiminnan tarkastelu Utasen voimalan yläkanavan vedenkorkeuksien muutoksille (ylivesi, keskivesi ja alivesi)
- Alueellisten kiinteistöjaotuksien selvitykset
- Tarvittavat selvitykset mahdollisuuksista porrastaa Isterinkosken putouksia tai toteuttaa ohitusuomia (suojeluohjelmat ja luonnonsuojelualueet huomioiden)
- Poikajoen lisääntymisalueen (~ 2,5 km) koskikunnostustöiden inventointi
- Yhteysuoman vaaitus ja pohjatutkimukset sisältäen selvitykset paikallisista happamista sulfaattimaista

6.2.5 Kustannukset

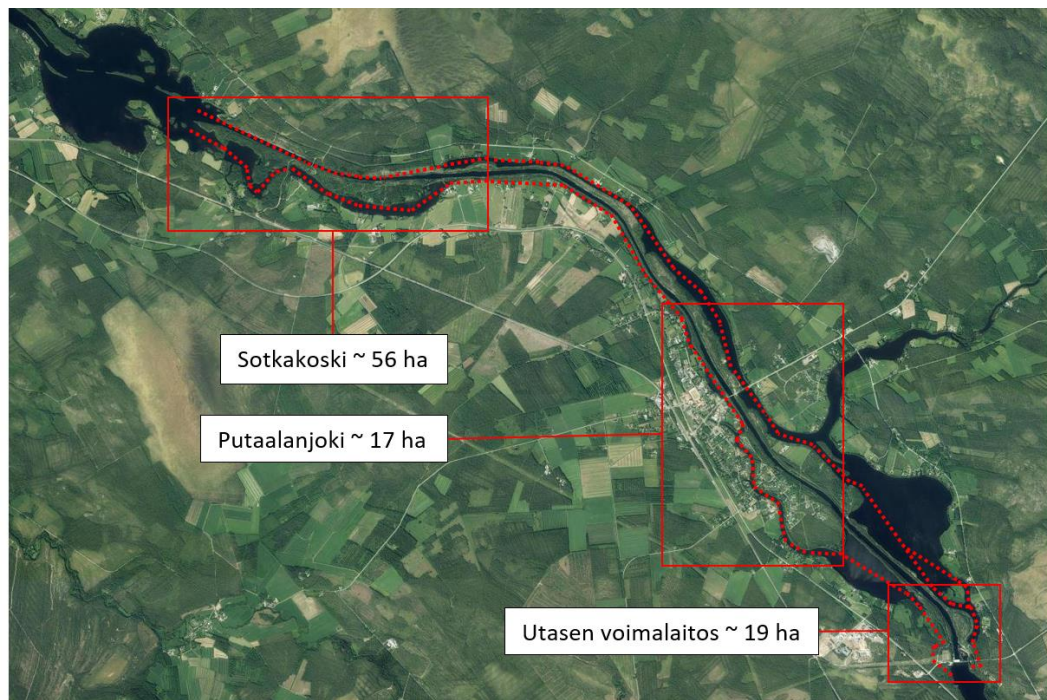
Toimenpide-ehdotuksen kustannukset on arvioitu määräperusteisesti sisältäen seuraavien asiakohtien kustannukset:

- Työnaikaiset tieyhteydet
- Luukkurakenne
- Yhteysuoman toteutus (~ 2,5 km)
- Koskikunnostustoimenpiteet (~ 2,5 km)
- Lisätutkimustarpeet
- Suunnittelu
- Hankevaraus odottamattomien muutoksien osalta

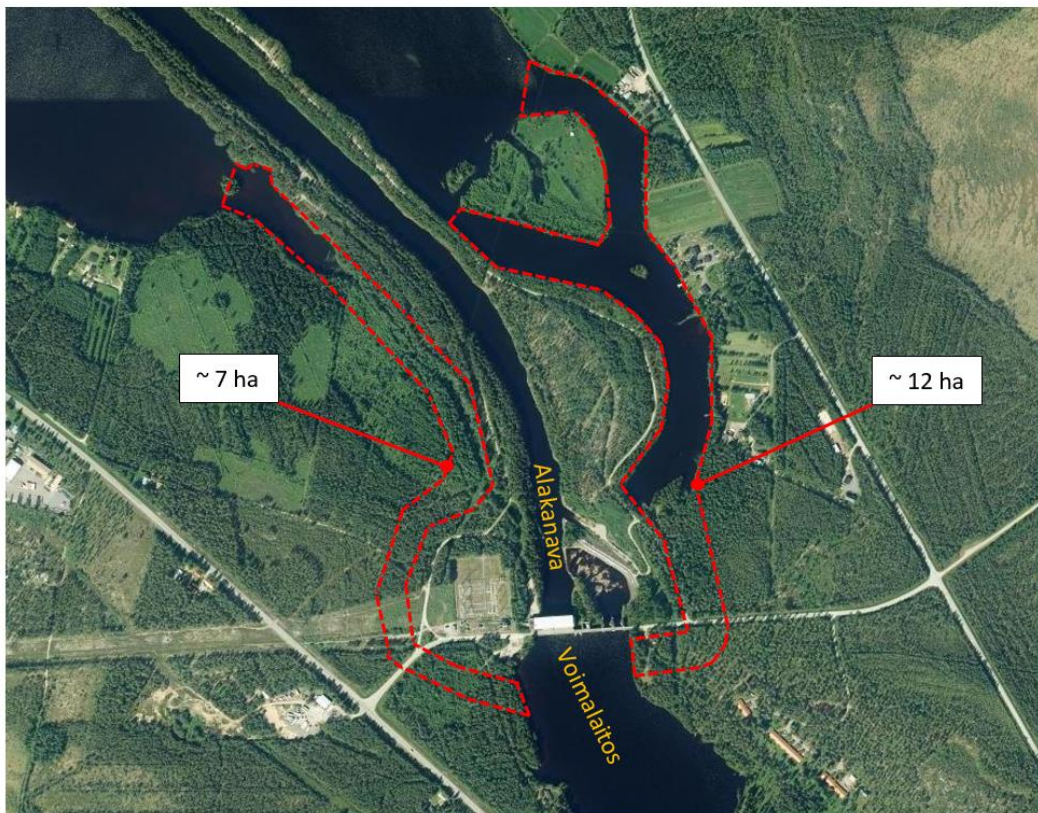
Yo. kohdat huomioiden arvioitiin, että kunnostettavan lisääntymisalueen ja yhteysuoman kustannukset olisivat suuruusluokaltaan noin 2 560 000 +/- 30 %.

7 Utasen ja Ala-Utoksen potentiaaliset lisääntymisalueet

Utasen ja Ala-Utoksen esiselvityskohteet käsittävät osia paikallisista Putaalan ja Utajärven altaista ja niihin liittyvistä vesistöalueista. Tässä esiselvityksessä tarkastellaan Utasen voimalaitoksen kiertäviä koskiryhmiä, jotka voitaisiin mahdollisesti toteuttaa sekä voimalan itä- että länsipuolille. Tarkasteltavat koskiryhmet ovat kooltaan yhteensä noin 19 ha ja niiden toteuttaminen mahdollistaisi myös alapuolisten vesistöalueiden lisävesityksen (kuvat 33 ja 34). Lisävesitys mahdollistaisi Putaalanjokeen ja Sotkakoskeen toteutettavia lisääntymisalueita, joista Putaalanjoen osuus käsittää 17 ha kokoisen alueen ja Sotkakoski 56 ha alueen (kuvat 33, 35 ja 36). Yhteensä esiselvitettävien kohteiden pinta-ala on yli 90 ha. Sekä Utasen että Ala-Utoksen voimalaitokset ovat valmistuneet vuonna 1957. Voimalaitoksista suurempi Utasen voimala on sähköteholtaan 64 MW ja pudotuskorkeudeltaan 14 metriä. Pienempi Ala-Utoksen voimalaitos on sähköteholtaan 0,5 MW ja pudotuskorkeudeltaan 5 metriä.



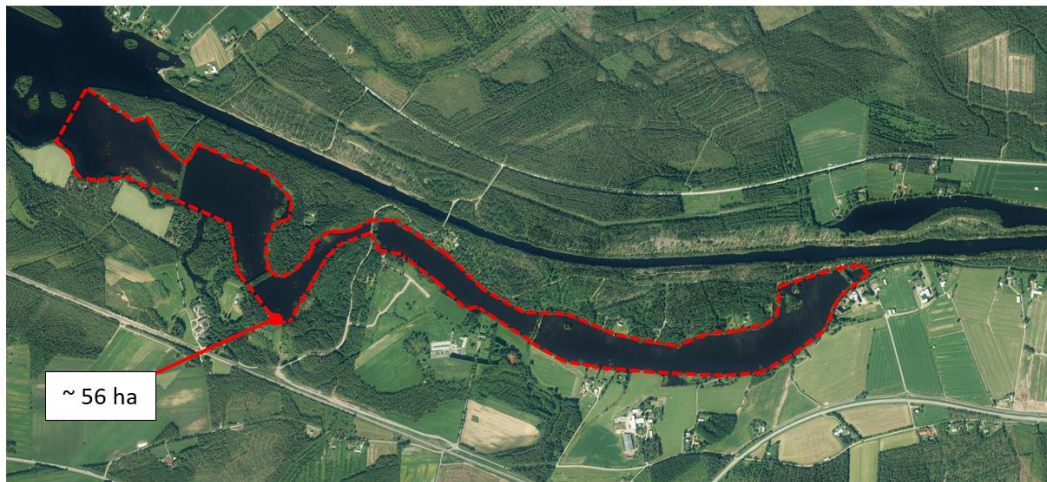
Kuva 33. Esiselvityskohteen tarkasteltavat lisääntymisalueet ovat kooltaan yhteensä noin 92 ha. Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 34. Utasen voimalan uudet koskialueet 7 ja 12 ha. Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 35. Putaalanjoen selvityskohde (17 ha). Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 36. Nykytilassa padottu Sotkakoski käsittää noin 56 ha kokoisen alueen. Kuva: Paikkatietoikkuna.

7.1 Kohteen esittely

Ennen Oulujoen patoamista Utajärvi oli Utakosken alapuolinen joen laajentuma ennen Utosjokea. Patojen rakentaminen on muuttanut paikallisympäristön nykyisen kaltaiseksi voimalaitoskanavan halkaisemaksi vesistöalueeksi. Nykyiset voimalaitoskanavan penkereet ulottuvat Utasen voimalaitokselta aina Sotkajärvelle saakka, erottaen toisistaan pohjoispuolisen Utajärven ja eteläisen Putaalan altaan. Sekä Utajärven että Putaalan vesistöjen ympärysalueet ovat asuttuja, joskin paikallisasutus on keskittynyt voimakkaimmin Putaalanjoen tuntumaan.

Utasen voimalaitoksen länsipuolelle mahdollisesti toteutettava koskiyhteys kiertää voimalan kytkinkentän ja mukailee kytkinkentän jälkeen nykyistä avouomaa ennen purkautumistaan Putaalan altaan kaakkoisosaan. Yhteys Sotkajärveen jatkuu Putaalan allasta pitkin, joka kaventuu Utajärven kirkonkylän kohdalla Putaalanjoeksi ja edelleen alaspäin mentäessä ojamaiseksi kapeammaksi uomaksi ennen purkautumistaan Sotkakoskeen ja siitä Sotkajärveen. Utajärven kuntakeskus sijaitsee Putaalanjoen yhteydessä ja paikallisasutus on keskittynyt pääosin joen tuntumaan, mutta myös Putaalan altaan ja Sotkakosken ympärystä on hajanaisesti asuttua. Kohdekäynnin yhteydessä huomioitiin Putaalan vesistön ranta-alueilla olevan useita laituri- ja venepaikkoja. Lisäksi käynnin aikana huomioitiin Putaalanjokeen rakennetun useita rumpusiltoja, jotka todennäköisesti rajoittavat nykytilassa vesistöalueelle johdettavan veden määrää. Putaalanjoen alapuolinen Sotkakoski on pohjapadoin allastettua Oulujoen vanhaa koskea,

joka koostuu yhteensä neljästä altaasta ja altaiden välisistä pohjapadoista. Putaalan vesistöä ja Sotkakoskea on esitettyinä kuvissa 37 – 40

Utasen voimalaitoksen itäpuolelle mahdollisesti toteutettava koskisyhteys purkautuu voimalan yläkanavasta Utajärveen Haaposaaren kohdalla. Kyseisen koskisyhteyden maastokatselmuksessa käytiin tarkastelemassa Utasen yläkanavan aluetta ja 2020 rakennettua lisävesiputkea, joka purkautuu Utajärveen samassa kohdassa kuin mahdollinen uusi koskisyhteys. Yläkanavan osalta huomioitiin, että suunnittelualaue nykytilaisena hyvin ahdas, sillä vasta rakennettu lisävesiputken vedenotto on rakennettu tutkittavan koskiosuuden yläjuoksun kohdalle. Lisäksi paikallinen verkkomasto ja voimalinja rajaavat suunnittelualuetta. Aluetta on esitettyinä kuvissa 41 ja 42.



Kuva 37. Putaalanjokea Utajärven kirkonkylän tuntumassa.



Kuva 38. Puolangantien rumpusilta Utajärven kunnan keskustassa.



Kuva 39. Putaalanjoki kapenee alaspäin mentäessä ojamaiseksi lähes umpeen kasvaneeksi uomaksi.



Kuva 40. Putaalanjoen alapuolinen Sotkakoski on pohjapadoin allastettua vanhaa Oulujoen koskea.



Kuva 41. Utasen lisävesiputki purkautuu Haaposaaren kohdalla Utajärveen samoin kuin tarkasteltava mahdollinen koskiyhteys.



Kuva 42. Utasen voimalaitoksen itäpuolista suunnittelualuetta. Ylhäällä mahdollisen koskivyhteyden läheinen voimalinja ja verkkomasto. Alhaalla uuden lisävesiputken vedenottorakennetta, joka on tarkasteltavan koskivyhteyden yläjuoksun kohdalla. Yläkuvat: Google Maps.

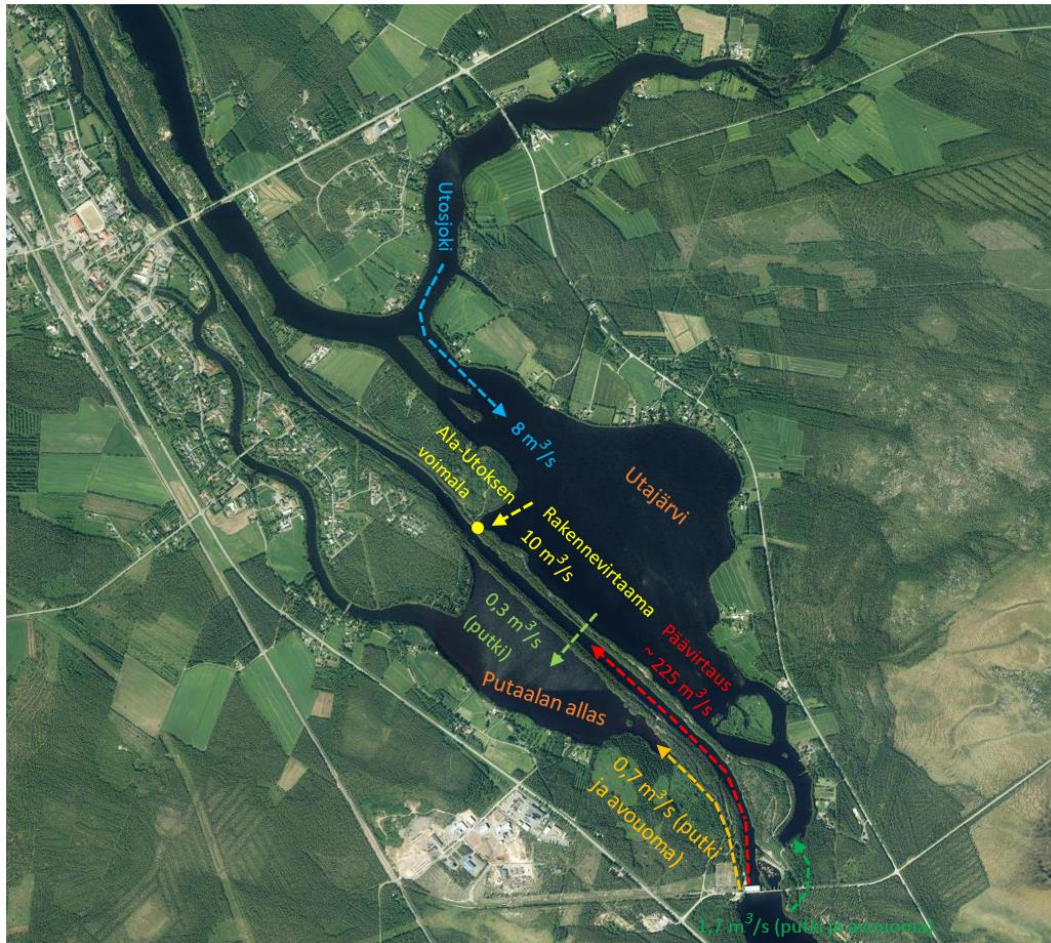
7.2 Lisäntymisalueen toteutus

7.2.1 Paikalliset vesitysjärjestelyt

Utasen voimalaitoksen alapuoliset vesistöalueet ovat voimakkaasti säännöstelltyjä ja nykyiset vesitysjärjestelyt käsittävät useita putkituksia, avo-ojia ja ylisyöksyjä. Varsinainen Oulujoen päävirtaus ohjataan vesialueella Utasen laitoksen läpi voimalaitoskanavaan ja siitä edelleen Sotkajärveen. Utajärveen laskeva Utosjoen virtaama johdetaan puolestaan Ala-Utoksen voimalaitokselle, josta vesi puretaan Oulujoen päävirtaukseen (kuva 43).

Utajärven vedenlaatua ja virkistyskäyttömahdollisuuksia on pyritty parantamaan uudella vuonna 2020 valmistuneella lisävesiputkella, joka johtaa noin 1,7 m³/s vesityksen Utasen voimalan yläkanavasta Utajärven kaakkoisosaan 15.5 – 30.9 välisenä aikana (sulan veden aikaan). Pienempiä Utajärven ja Utosjoen virtauksia (0,1 – 0,5 m³/s) ohjataan putkituksilla ja ylisyöksyillä vesistöalueen halkaisevaan voimalaitoskanavaan (Oulujoen päävirtaamaan).

Voimalaitoskanavan eteläpuolella olevaa Putaalan vesistöä ja sen alapuolista Sotkakoskea vesitetään tällä hetkellä sekä Utajärven kautta että Utasen yläkanavasta. Utasen kautta tuleva vesitys käsittää noin 0,7 m³/s virtauksen, joka purkautuu Putaalan altaan kaakkoisosaan. Kyseinen virtaus johdetaan Utasen voimalan kohdalla putkella ja siitä edelleen avouomassa Putaalan vesistöön 15.5 – 30.9 välisenä aikana (sulan veden aikaan). Utajärven kautta tuleva vesitys on puolestaan johdettu voimalaitoskanavan alta Putaalan altaaseen. Alitusputken virtaama on noin 0,3 m³/s. Yhteensä Putaalan vesistöön johdetaan noin 1,0 m³/s suuruinen virtaus, joka ohjautuu Putaalanjoen kautta alapuoliseen Sotkakoskeen. Nykyisiä vesitysjärjestelyitä on esitettyinä kuvissa 43 – 46.



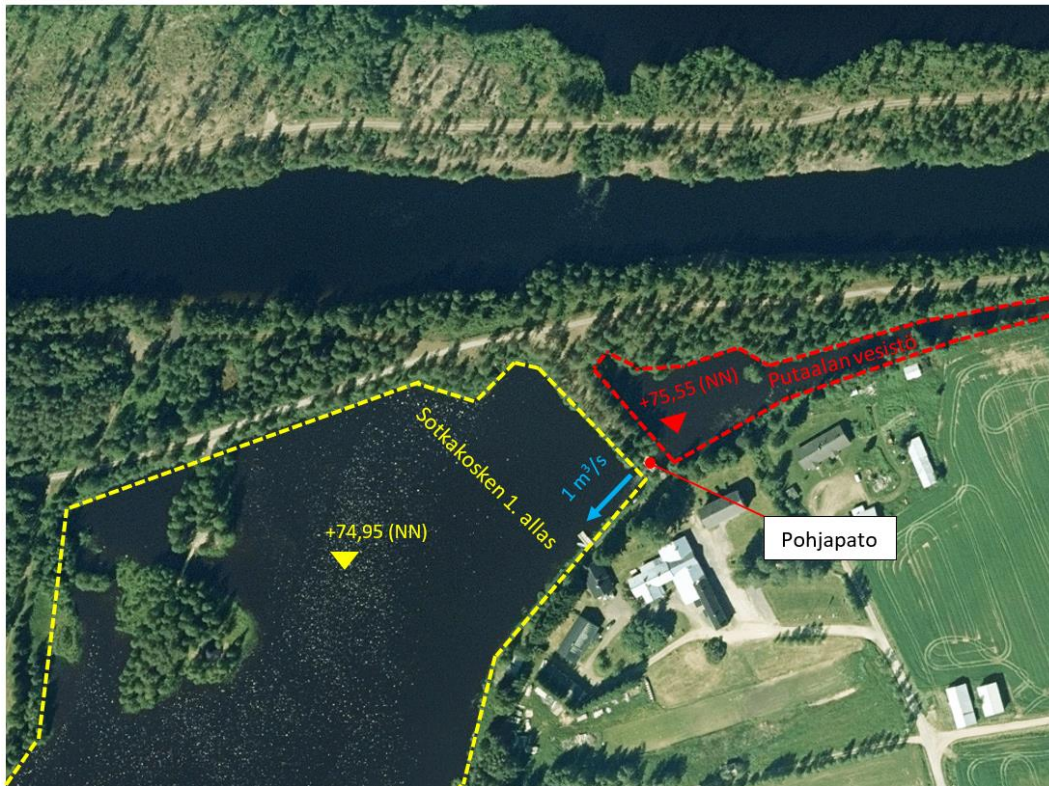
Kuva 43. Utajärven alueen nykyiset vesitysjärjestelyt. Kuvassa esitettyjen lisäksi pienempiä Utajärven ja Utosjoen virtauksia ohjataan putkilla ja ylisyöksyillä vesistöalueen halkaisevaan voimalaitoskanavaan.



Kuva 44. Utajärven lisävesiputki johtaa noin $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruisen virtaaman Utasen voimalan yläkanavasta Utajärven altaaseen.



Kuva 45. Putaalan altaan vesitys avouomassa ($0,7 \text{ m}^3/\text{s}$). Lisäksi Putaalan altaaseen johdetaan $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruisen virtaus Utajärvestä vesistöalueen halkaisevan voimalaitoskanavan alitse.



Kuva 46. Nykytilassa Putaan vesistön virtaama (~ 1,0 m³/s) johdetaan Sortakoskeen pohjapadon ylitse.

7.2.2 Toteutusvaihtoehdot Utasen itäpuoliselle lisääntymisalueelle

Utasen itäpuolisen koskiyhteyden esisuunnittelussa tarkasteltiin kahta vaihtoehtoa; nykyisen lisävesiputken hyödyntämistä lisääntymisalueen toteutuksessa ja kokonaan uuden koskiyhteyden avaamista Utasen yläkanavasta Utajärveen. Vaihtoehdoista uutta lisävesiputkea hyödyntävä lisääntymisalue arvioitiin toteutuskelpoisemmaksi vaihtoehdoksi ja se valittiin toimenpide-ehdotuksen pohjaksi (ks. luku 7.2.3).

Uuden koskiyhteyden toteuttaminen olisi edellyttänyt nykyisen lisävesiputken purkamista tarvittavilta osin, uutta säätöluukkurakennetta, metsän raivaustöitä, varsinaisten koskiosuuksien kaivua ja nykyisen avouoman laajentamista (ks. liite 3). Koskiyhteyden maastokatselmuksessa huomioitiin, että voimalan yläkanava on nykytilaisena hyvin ahdas uuden kosken toteuttamiseen ja käytännössä kosken linjausta olisi tarkistettava alkuperäisestä esityksestä (liite 3 ja kuva 34). Suunnittelualueen tilaa yläkanavassa rajoittavat nykyinen verkkomasto haruksineen, voimalinja ja lisävesiputki

vedenottorakenteineen. Uuden koskikyhteyden toteuttamisen kannalta haasteelliseksi koettiin myös Ala-Utoksen voimalan rakennevirtaaman kapasiteetti (10 m³/s), joka on lähes äärimmillään; nykytilassa Utosjoen keskivirtaama ~ 8 m³/s ja lisävesiputken vesitys ~ 1,7 m³/s ohjataan Ala-Utoksen voimalan läpi. Siten uusi koskikyhteys (3 – 15 m³/s) edellyttäisi lähes jatkuvaa juoksuttamista Ala-Utoksella tai uusia veden sääntelyrakenteita voimalan yhteyteen. Koskiosuuden tarkastelua pienemmille virtauksille (< 3 m³/s) ei koettu hyödylliseksi, sillä tällöin virtauksen suuruudella ei olisi ollut merkittävää eroa nykyisen lisävesiputken virtaamaan.

Kokonaisuutena uuden koskiosuuden toteutettavuus esitetyllä linjauksella arvioitiin huonoksi ja kosken 3 – 15 m³/s virtaus arvioitiin liian suureksi purkausmääräksi vesistöalueen nykytilaan suhteutettuna (purkaukohdan läheinen paikallisasutus huomioiden). Vaihtoehdon toteutettavuutta suositellaan arvioitavaksi mahdollisissa jatkotarkasteluissa tarkennetulla linjauksella ja vaihtoehtoisilla esityksillä siitä, miten kosken virtaus saataisiin purettua alapuoliseen vesistöön ja edelleen voimalaitoskanavaan.

7.2.3 Toimenpide-ehdotus Utasen itäpuoliselle lisääntymisalueelle

Toimenpide-ehdotuksena uusi lisääntymisalue toteutetaan lisävesiputken alapuoliselle osuudelle ja alue vesitetään nykyisen lisävesiputken virtaamalla ~ 1,7 m³/s. Lisääntymisalueen tarkastelussa pyrittiin arvioimaan muutostöitä, joita putken alapuoliseen avouomaan toteutettava lisääntymisalue edellyttää. Tarkastelusta rajattiin pois yläkanavan puoli, sillä suunnittelussa arvioitiin, ettei yläkanavan puoleista putkiosuutta voitaisi juurikaan hyödyntää uusien lisääntymisalueiden muodostamisessa. Siten nykyistä putkea hyödyntävän lisääntymisalueen toteutuksessa tarkasteltiin lähinnä avouoman osuutta.

Lisävesiputki on linjattu Utasen voimalan yläkanavasta Utasentien alitse ja sen virtaus purkautuu noin 150 metrin päässä tien alituksesta avouomaan. Lisävesiputken alapuolinen avouoma on linjattu Utajärveen ja veden purkautuminen tapahtuu Haaposaaren kohdalla. Lisävesiputki pystyy johtamaan noin 1,7 m³/s vesityksen, mutta putki ei ole toiminnassa ympärivuotisesti, vaan pelkästään sulan veden aikaan 15.5 – 30.9. Suunnittelussa huomioitiin, että lisääntymisalueen toiminta edellyttää jatkuvaa vesitystä ja riittävää talvivirusaamaa, jotta alueen jäätyminen pohjaan saakka voidaan estää (talvikäytölle on haettava uusi ympäristölupa).

Maastokäynnin perusteella nykyisen avouoman linjaus arvioitiin liian jyrkäksi lisääntymisalueen muodostumiseen ja pidettiin todennäköisenä, että uoman

virtausolosuhteet ovat tällä hetkellä epäsuotuisia vaelluskalojen lisääntymisen kannalta. Suunnittelussa arvioitiin, että avouoman alkupäässä tehtävät muutostyöt, kuten kaarteiden tekeminen tai patoava rakenne, hidastaisivat avouoman alkuosan virtausta ja parantaisivat uoman virtausolosuhteita. Lisäksi uoman nykyistä linjausta on pidennettävä, jotta lisääntymisalueen kaltevuus saadaan loivemmaksi ja siten hidastettua virtausnopeutta vaelluskalojen lisääntymisen kannalta sopivaksi. Uudelleen linjattuun uomaan tehdään kutusoraikot ja uomaa monipuolistetaan kaivamalla syvänteitä, levennyksiä ja lisäämällä uomaan kiviä ja puuainesta (kuvat 47 – 49).

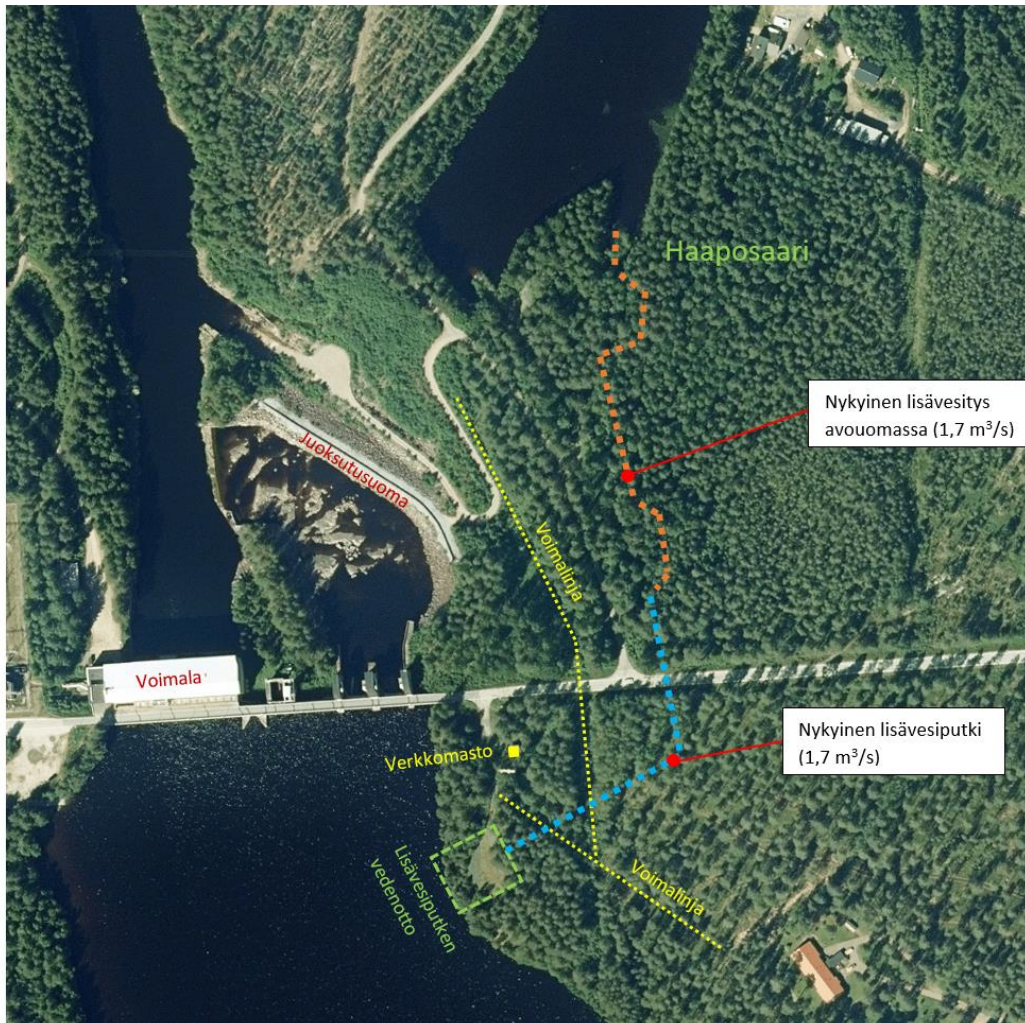
Suunnittelussa arvioitiin, että uuden uoman pituus tulisi olla vähintään noin 580 metriä. Uudella avouomalla voitaisiin saavuttaa noin 0,4 ha potentiaalista lisääntymisaluetta, joka olisi nousukorkeudeltaan ~ 3,5 m. Laskennassa 1,7 m³/s virtauspoikkileikkauksen leveytenä käytettiin 6,5 metriä.



Kuva 47. Suunnittelussa nykyisen avouoman virtausolosuhteita epäiltiin epäsuotuisiksi lisääntymisalueen muodostumisen kannalta. Avouoman alkupään virtauksia voidaan kuitenkin hidastaa patoavalla rakenteella tai uoman kaarteilla.



Kuva 48. Suunnittelussa arvioitiin, että avouoman kunnostuksilla voitaisiin muodostaa noin 0,4 ha lisääntymisaluetta.



Kuva 49. Toimenpide-ehdotuksena nykyinen avouoma ~ 130 metriä linjataan uudestaan ja uuteen omaan toteutetaan kutosoraikot ja tehdään tarvittavat monipuolistamistoimet (oranssi linja). Muutostoimenpiteiden jälkeen uoma olisi pituudeltaan > 580 metriä. Nykyisellä noin 1,7 m³/s vesityksellä 580 metriä pitkään uomaan saataisiin muodostumaan noin 0,4 ha kokoinen lisääntymisalue.

7.2.4 Toimenpide-ehdotus Utasen länsipuoliselle lisääntymisalueelle, Putaalanjoelle ja Sotkakoskelle

Utasen länsipuolen uuden koskialueen toteutuksessa huomioitiin alapuolisen Putaalan vesistön nykyinen vedenjohtokyky ja pyrittiin pitämään toteutuksen vaikutukset paikallisasutukselle mahdollisimman vähäisinä. Nykytilassa Sotkakosken ylin pohjapato ylläpitää Putaalan vesistön tasaista vesipintaa (ks. luku 7.2.1 ja kuva 46). Toimenpide-ehdotuksena ylintä pohjapatoa madalletaan ja sen kohdalle toteutetaan

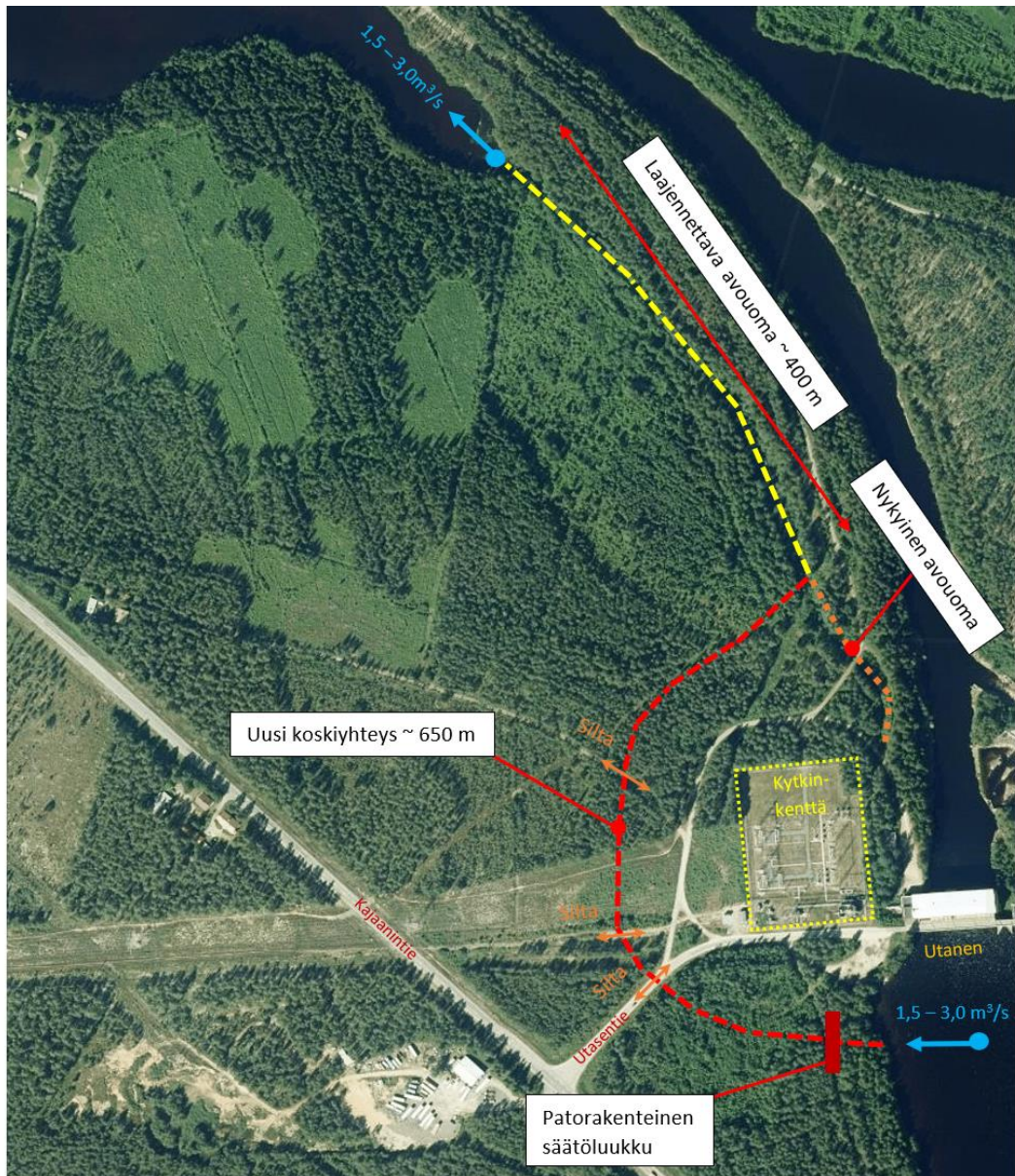
säätöluukkurakenne, jonka avulla nykyistä vesipintaa voidaan säädellä ja siten mahdollistaa Putaalanjoen lisävesitys ilman merkittäviä vaikutuksia vedenpinnan tasoihin. Suunnittelussa arvioitiin, että nykyinen uoma ja siltojen aukot mahdollistaisivat noin 0,5 – 2,0 m³/s suuruisen lisävesityksen Putaalan vesistöalueelle ja luukkurakenteella voitaisiin varmistaa, ettei Putaalanjoen nykyinen vedenpinta juurikaan nousisi. Tämänhetkinen Putaalan vesistön virtaama on noin 1,0 m³/s ja siten lisävesitys mahdollistaisi 1,5 – 3,0 m³/s suuruisen virtaaman ohjaamista lisääntymisalueille. Kuitenkin jatkosuunnittelua varten on selvitettävä nykyisen uoman vedenjohtokyky ja silta-aukkojen mitoitusvirtaamat kaikkien vesistöalueen siltarumpujen osalta. Lisäksi on syytä arvioida uoman perkaamista ja ruoppaamista tarvittavilta osin vedenjohtokyvyn parantamiseksi. Putaalan vesistön soveltuvuutta lisääntymisalueena on arvioitava tarkemmin uoman inventoinnin yhteydessä, mutta suunnittelussa arvioitiin, että lähes koko uomaan on toteutettavissa pienempiä kutosoraikkoja soveltuville virtapaikoille. Kuitenkin kutosoraikkojen ja koskikunnostuksien toteutuksessa on arvioitava Putaalanjoen virkistyskäyttöä ja tehtävä tarpeelliset selvitykset paikallisasutuksen suhtautumisesta vaelluskalojen tilan edistystoimiin.

Putaalanjoen ja Sotkakosken lisävesitys toteutetaan toteuttamalla uusi koskisyhteys Utasen voimalaitoksen länsipuolelle. Mahdollinen koskisyhteys linjataan kiertämään voimalan kytkinkenttä ja yhdistetään nykyiseen avouomaan (ks. luku 7.2.1). 1,5 – 3,0 m³/s virtaaman ohjaaminen 0,7 m³/s avouomaan edellyttää uoman laajentamista. Uuden koskisyhteyden vesitys tapahtuu Utasen voimalaitoksen yläkanavasta ja sen yhteyteen on todennäköisesti rakennettava patorakenteinen säätöluukku ja sillat tarvittavilta osin; Utasentien alitus ja alitukset kahta pienempää tieyhteyttä varten. Kuitenkaan varsinaisen vesitystavan toteutus ei kuulunut tämän esiselvityksen laajuuteen. Uusi koskisyhteys verhoillaan sopivalla kiviaineksella ja siihen toteutetaan kutosoraikot ja muut vaelluskalojen lisääntymistä edistävät uoman monipuolistamistoimet soveltuvilta osin.

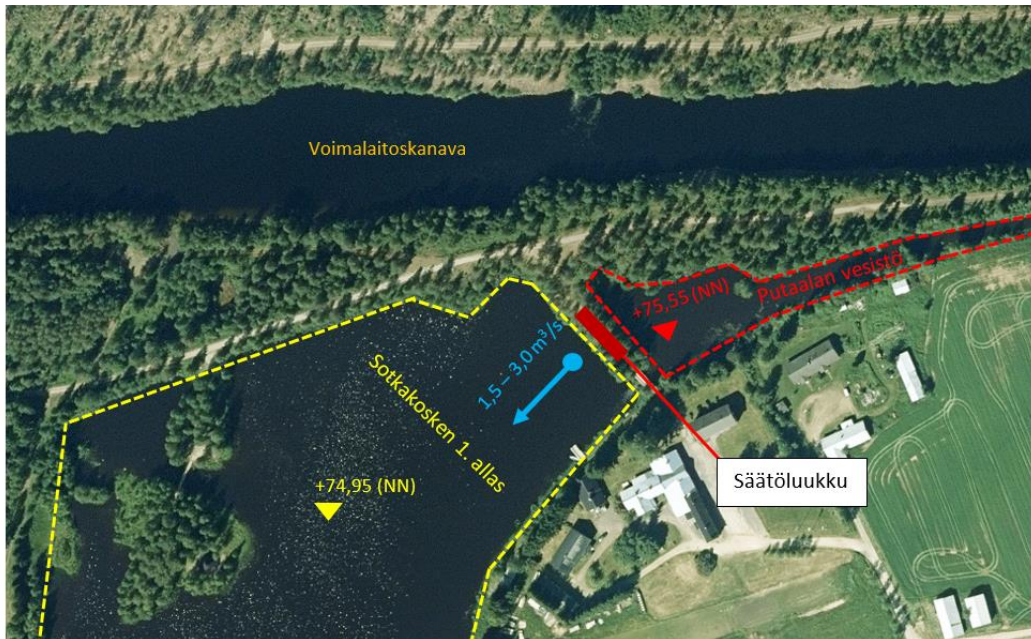
Sotkakosken osalta nykyisten altaiden korkoeroja voidaan hyödyntää uusien lisääntymisalueiden toteutuksissa. Karttatarkastelun perusteella nykyisten pohjapatojen pudotukset vaihtelevat 0,6 – 1,9 metrin välillä. Toimenpide-ehdotuksena esitetään toteutettavan loivia sorastettuja uomia pohjapatojen alapuolelle ja kutosoraikkojen toteuttamista myös soveltuvilta osin patojen yläpuolelle. Toteutus edellyttää pohjapatojen alapuolisten osuuksien korottamista ja tarvittavia maatöitä uusien uomien muotoilemiseksi. Muita tarvittavia toimenpiteitä ovat uomien kiviverhoilut sopivalla kiviaineksella ja lisääntymisalueiden monipuolistamistoimet, kuten erikokoisten kivien ja puumateriaalin

lisääminen uomiin, syvyysvaihteluiden luominen kaivuna ja poikaskivikoiden toteutukset. Lisäksi osa nykyisistä pohjapatojen silloista on todennäköisesti purettava lisääntymisaluetoteutuksien tieltä ja toteutettava uudet sillat entisten tilalle (kuvat 50 – 53)

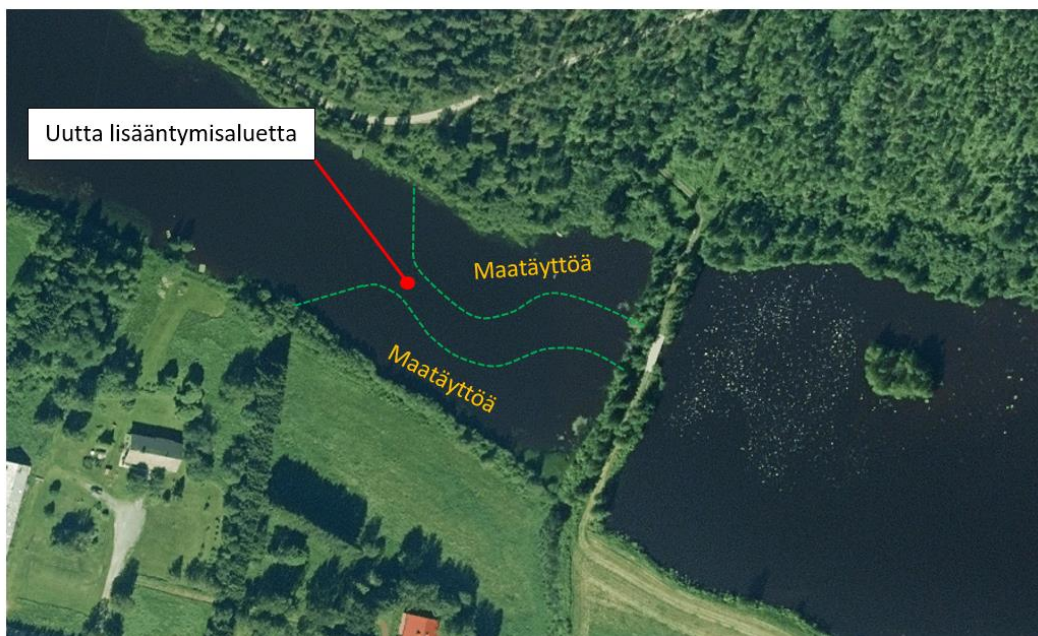
Suunnittelussa arvioitiin, että uuden koskiyhteyden toteuttaminen ja kunnostukset Putaalan vesistön ja Sotkakosken osalta muodostaisivat yhteensä noin 3 – 5 ha potentiaalista lisääntymisaluetta 1,5 – 3,0 m³/s toimintavirtaamalla. Laskennassa käytetty virtauspoikkileikkauksen leveys oli 12 metriä. Kokonaisuudessaan lisääntymisalueiden nousukorkeus olisi noin 11 metriä. Suosituksena esitetään, että jatkossa Putaalan altaan ja Sotkakosken lisävesitys järjestettäisiin uuden koskiyhteyden kautta.



Kuva 50. Uuden koskisyhteiden linjaaminen Utasen voimalan länsipuolelle.



Kuva 51. Toimenpide-ehdotuksena Sotkakosken ylin pohjapato varustetaan säätöluukkurakenteella, jolla voidaan kontrolloida Putaan vesistön vedenpinnan korkeuksia ja mahdollistaa tarvittava lisääntymisalueiden vesitys.



Kuva 52. Sotkakosken lisääntymisalueiden periaatteellinen toteutus (vaihtoehto 1).



Kuva 53. Sotkakosken lisääntymisalueiden periaatteellinen toteutus (vaihtoehto 2).

7.2.5 Lisäselvitystarpeet

Jatkosuunnittelua varten edellytetään seuraavia lähtötietoja ja selvityksiä:

- Tarvittavat selvitykset vesialueiden nykyisestä virkistyskäytöstä ja asukkaiden suhtautumisesta vesistöillä tehtäviin muutostöihin
- Tarvittavat luvat toteutuksille
- Alueellisten kiinteistöjaotuksien selvittäminen uusien koskikyhteyksien osalta
- Lisävesiputken alapuolisen koskikyhteyden uudelleen linjoitus
- Putaalan vesistön vedenlaadun selvitys
- Putaalanjoen nykyisen vedenjohtokyvyn selvittäminen sisältäen silta-aukkojen mitoitusvirtaamien tiedot
- Putaalan vesistön vesipintatarkastelu toimenpide-ehdotukselle ja vesistön suurimman sallitun ylivesitilanteen määrittäminen
- Patoturvallisuusarvio
- Vesistöjen inventointi koskikunnostustöiden arvioimista varten: Putaalan vesistö, Sotkakoski ja laajennettavan avouoman osuus
- Pohjatutkimukset ja vaatukset uusien koskiosuuksien osalta: Utasen itä- ja länsipuolet

7.2.6 Kustannukset

Toimenpide-ehdotuksen kustannukset on arvioitu määräperusteisesti sisältäen seuraavien asiakohtien kustannukset:

- Työnaikaiset tieyhteydet
- Luukkurakenteet
- Uusien koskiyhteyksien toteutukset ja nykyisen avouoman laajennus
- Sotkakosken uusien lisääntymisalueiden toteutukset
- Koskikunnostustoimenpiteet: Uudet koskiyhteydet, Putaalan vesistö ja Sotkakoski
- Lisätutkimustarpeet
- Suunnittelu
- Hankevaraus odottamattomien muutoksien osalta

Yo. kohdat huomioiden arvioitiin, että Utasen länsipuolisen koskiyhteyden toteutuksen ja Putaalanjoen ja Sotkakosken kunnostuksien kustannukset olisivat suuruusluokaltaan noin 2 880 000 +/- 30 %. Lisääntymisalueen keskimääräisen vesittämisen perusteella laskettujen vuosittaisten energiamenetysten arvioitiin olevan noin 140 000 €.

Utasen itäpuolisen lisävesiputkea hyödyntävän lisääntymisalueen kustannuksien arvioitiin olevan noin 350 000 € +/- 30 % (ei energiamenetyksiä nykytilaan nähden).

8 Nuojuan potentiaalinen lisääntymisalue

Nuojuan voimalaitoksen esiselvityskohde on noin 7 ha kokoinen kuivauoma, joka toimii voimalan ohjuoksutuskanavana. Voimalaitos on valmistunut vuonna 1955 ja sen sähköteho on 85 MW. Voimalan pudotuskorkeus on 22 metriä. Tutkittava kuivauoma on leveydeltään ~ 100 m ja pituudeltaan ~ 700 m. Uoma on pääsääntöisesti kuivillaan lukuun ottamatta voimalaitoksen ajoittaisia ohjuoksutuksia (kuvat 54 ja 55).



Kuva 54. Nuojuan kuivauoma kooltaan noin 7 ha. Kuva: Paikkatietoikkuna.



Kuva 55. Ajoittaiset ohjuksutukset muodostavat Nuojuan kuivauomaan hetkellisesti vuolaan kosken (kuvan aikainen juoksutus ~ 20 m³/s).

8.1 Kohteen esittely

Nuojuan kuivauoma on Oulujoen vanhaa koskiosuutta, joka on voimalaitoksen rakentamisen yhteydessä jätetty lähes ennalleen. Vanhaa koskipohjan kivikkoa on havaittavissa aina kuivauoman alajuoksulta lähes juoksutusluukuille saakka. Aivan juoksutusluukkujen alapuolisella alueella kosken kivikosta paljastuu osin rikkonaista kalliopintaa, jota on muokattu aikoinaan voimalan rakentamisen tarpeisiin. Ranta-alueille tyypillinen kasvillisuus on levinnyt lähes kauttaaltaan koko kuivauomaan, joskin juoksutusluukkujen alapuolinen osuus on kasvillisuudesta vapaa. Kohteen kivistö on katselmuksen perusteella pääosin hyödynnettävissä lisääntymisalueen toteutuksessa,

mutta kohdekäynnin yhteydessä ei havaittu katusoraikoille soveltuvaa pienirakeista kivimateriaalia. Kohdetta on esitetty kuvissa 56 – 58.



Kuva 56. Nuojuan kuivauoman alaosuutta. Voimalaitoksen juoksutusluukut tulevat kuvaa katsoen oikealle päin ja pääuoma on nähtävissä vasemmalla. Vanhaa koskipohjan kivikkoa on havaittavissa aina kuivauoman alajuoksulta juoksutusluukuille saakka.



Kuva 57. Näkymä juoksutusluukkujen alapuoliselle alueelle.



Kuva 58. Ranta-alueille tyypillinen kasvillisuus on vallannut suuria osia Nuojuan kuivauomasta.

8.2 Lisäntymisalueen toteutus

8.2.1 Vesitys

Voimalan kuivauoman kunnostaminen vaelluskalojen lisäntymisalueeksi edellyttää uoman jatkuvaa vesittämistä. Kuivauoman vesittämisellä uomaan pyritään muodostamaan ohijuoksutustilanteessa syntyvää koskea vastaavat virtausolosuhteet ja siten luomaan edellytyksiä vaelluskalojen lisääntymiselle (vesityksen toteutus ei sisälly tämän selvityksen laajuuteen). Vastaavanlaisten virtausolosuhteiden muodostamisen kannalta on tarkoituksenmukaista, että lisäntymisalueen vesitys sijoitetaan juoksutusluukkujen läheisyyteen, jolloin kuivauoman vesitystilanne vastaa juoksutustilannetta. Luukkujen viereinen vesityskohta mahdollistaa myös alapuolisen kuivauoman laajamittaisen vesittämisen, jolloin muodostuva lisäntymisalue on mahdollisimman suuri. Vesitystarkastelussa havaittiin, että kuivauoman alaosaan purkautuvaa luonnonpuroa voidaan hyödyntää lisäntymisalueen vesityksessä (kuva 59).



Kuva 59. Nuojuan voimalaitoksen lisääntymisalueen kannalta hyväksi vesityskohdaksi arvioitiin juoksutusluukkujen alue. Vesitystarkastelussa huomioitiin paikallinen luonnonpuro, jota voidaan hyödyntää lisääntymisalueen vesityksessä. Kuva: Paikkatietoikkuna.

8.2.2 Voimalalouden asettamat rajoitukset

Tutkittava kuivauoma on Nuojuan voimalaitoksen käytössä oleva ohijuoksutuskanava. Ajoittaiset ohijuoksutukset muuttavat muutoin kuivan kanavan vuolaaksi koskeksi, jonka vedet purkautuvat kuivauoman alapuoliseen pääuomaan. Suurin mitattu ohijuoksutus viimeisen kymmenen vuoden mittausjaksolla on ollut $> 500 \text{ m}^3/\text{s}$. Suunnittelussa huomioitiin, että kuivauoman suuri koko pienentää ohijuoksutuksien epäsuotuisia vaikutuksia, sillä purkautuvat vesimassat levittäytyvät laajalle alueelle, eivätkä virtausvoimat pääse muodostumaan todennäköisesti haitallisen suuriksi. Kuitenkin jatkosuunnittelun osalta virtausmallinnus katsottiin tarpeelliseksi, jotta voidaan arvioida juoksutuksien vaikutuksia koskikunnostuksille (erosio, rakenteelliset vauriot, kutupesien

tuhoutuminen ja huuhtoutuminen ym.). Jatkosuunnittelussa voidaan myös tarkastella kuivauoman suojaamista ohjuoksuksilta teknisillä rakenteilla tai lisääntymisalueesta erillisen kanavan toteuttamista juoksuvesien ohjaukselle pääuomaan tai suoraan alakanavaan (esisuunnittelussa lisääntymisalueita on kuitenkin tarkasteltu ilman suojarakenteita).

Pääuoman vedenpintamuutosten ei arvioitu aiheuttavan merkittävää haittaa lisääntymisalueen toiminnan kannalta. Suunnittelussa huomioitiin kuitenkin, että vedenkorkeudet voivat vaihdella lisääntymisalueen alaosissa pääuoman tilanteen mukaisesti, mikä voi pienentää kosken alaosien lisääntymispotentiaalia etenkin ylivesitilanteessa +88,30 NN (vedenpinnan vaihtelut on huomioitu esitetyn toteutuksen alustavassa sijoituksessa).

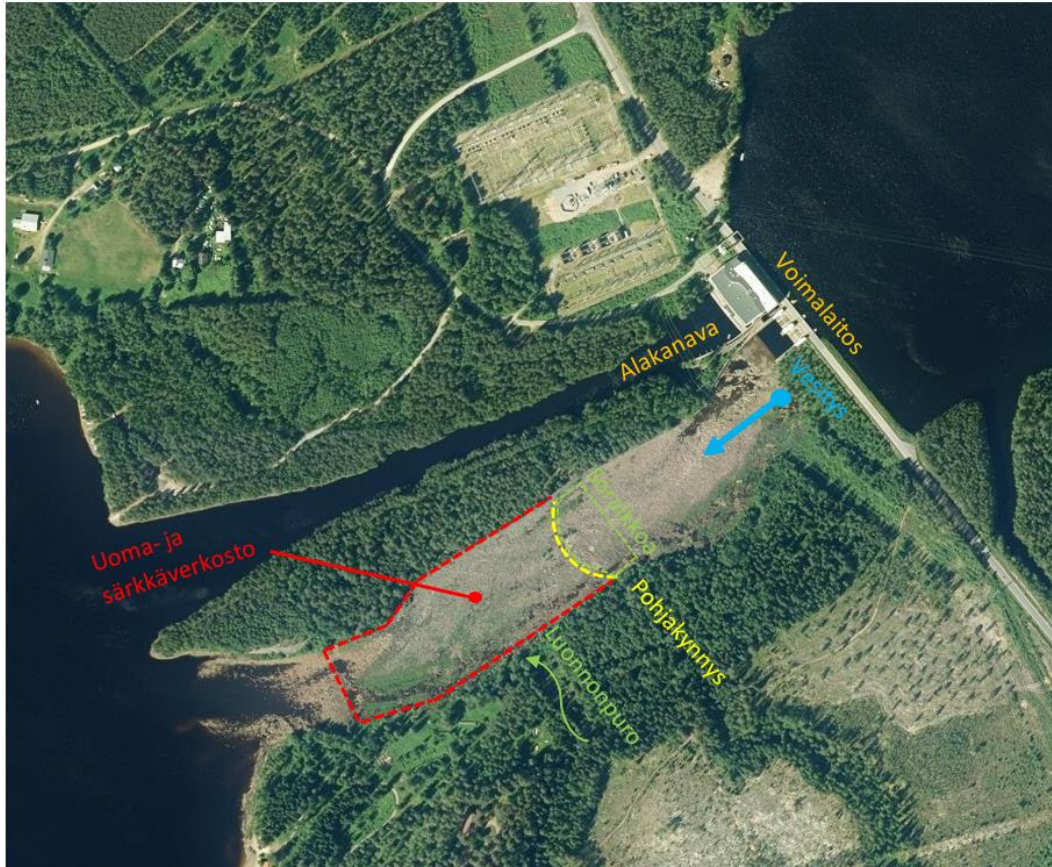
8.2.3 Toimenpide-ehdotus

Toimenpide-ehdotuksena Nuojuan kuivauomaan esitetään toteutettavan pohjakynnystä ja kynnyksen alapuolisia uoma- ja särkkäverkostoja kutualueineen. Toteutuksen referenssinä on käytetty Laurinvirran ohjuoksuosuuomaan toteutettua lisääntymisaluetta (luku 3.2.3 ja kuva 8). Pohjakynnyksen toteutetaan kuivauoman levyiseksi (~ 100 m) ja uoma- ja särkkäverkostojen toteutus määräytyy jatkosuunnittelussa virtausmallinnuksen yhteydessä. Muita kuivauoman kunnostustoimenpiteitä ovat kutusoraikkojen toteutukset, uoman verhoilut luonnonkivillä ja poikaskivikoiden toteutukset (toimenpiteitä tarkennetaan kuivauoman inventoinnin yhteydessä). Lisäksi jatkosuunnittelun yhteydessä voidaan arvioida mahdollisuuksia toteuttaa esitetyn lisääntymisalueen ulkopuolisia kutusoraikkoja kuivauoman soveltuville alueille.

Suurimpien juoksuosuuksien yhteydessä pohjakynnyksiin ja särkkiin kohdistuvat virtausvoimat voivat olla suuria ja siksi pohjakynnyksien ja särkkäosuuksien mitoituksessa on tarpeellista tarkastella rakenteiden muotoja, ankkurointia ja arvioida myös muita tapoja parantaa rakenteellista varmuutta. Mitoituksen apuna käytetään virtausmallinnusta ja mallinnuksen yhteydessä tulee arvioida, aiheutetaanko uoman kunnostuksilla padotusta tai muita epäsuotuisia virtausolosuhteita. Suunnittelussa kuitenkin havaittiin, ettei ympäröivä asutus ole korkosuhteiden perusteella uoman tulvavaikutuksien piirissä.

Suunnittelussa arvioitiin lisääntymisalueen vaatimaksi toimintavirtaamaksi 25 m³/s. Laskennassa tarkasteltu virtauspoikkileikkaus oli leveydeltään 100 metriä. Toimenpide-ehdotuksen mukaisella toteutuksella kuivauomasta voidaan hyödyntää noin 3 – 4 ha

vaelluskalojen lisääntymisalueeksi (nousukorkeus ~ 1,75 m). Lisäksi uomaan voidaan todennäköisesti toteuttaa pienempiä laikuitaisia kutusoraikkoja, joiden kokoluokka jää arviolta alle 0,5 ha. Lisääntymisalueen toteutus on esitettyä kuvassa 60.



Kuva 60. Toimenpide-ehdotuksena kuivauomaan esitetään toteutettavan pohjakynnystä ja kynnysen alapuolista uoma- ja särkkäverkostoa (vrt. Laurinvirran lisääntymisalue). Toteutus mahdollistaa noin 3 – 4 ha kokoisen lisääntymisalueen muodostamisen. Lisäksi kuivauomaan voidaan todennäköisesti kunnostaa erillisiä pienempiä lisääntymisalueita, joiden toteutusta on arvioitava tarkemmin uoman inventoinnin yhteydessä. Kuva: Paikkatietoikkuna.

8.2.4 Lisäselvitystarpeet

Jatkosuunnittelua varten edellytetään seuraavia lähtötietoja ja selvityksiä:

- Kuivauoman inventointi kunnostustoimien arvioimiseksi
- Virtausmallinnus
- Pohjatutkimukset ja kuivauoman vaaitus
- Patoturvallisuusarvio

8.2.5 Kustannukset

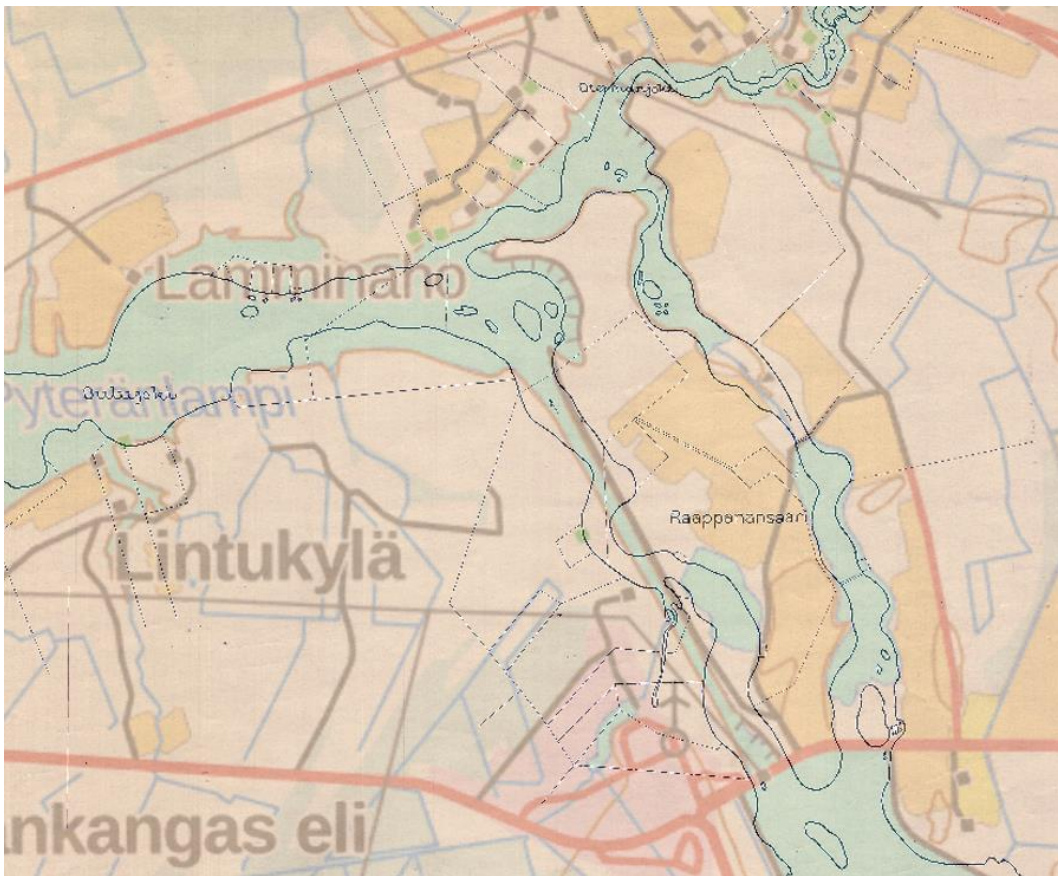
Toimenpide-ehdotuksen kustannukset on arvioitu määräperusteisesti sisältäen seuraavien asiakohtien kustannukset:

- Työnaikaiset tieyhteydet
- Koskipohjan valmistelu ja kivien seulonta
- Pohjarakenne
- Soraikot ja pohjakynnykset
- Uomat ja särkät
- Pohjapato
- Lisätutkimustarpeet
- Suunnittelu
- Hankevaraus odottamattomien muutoksien osalta
- Energiamenetykset

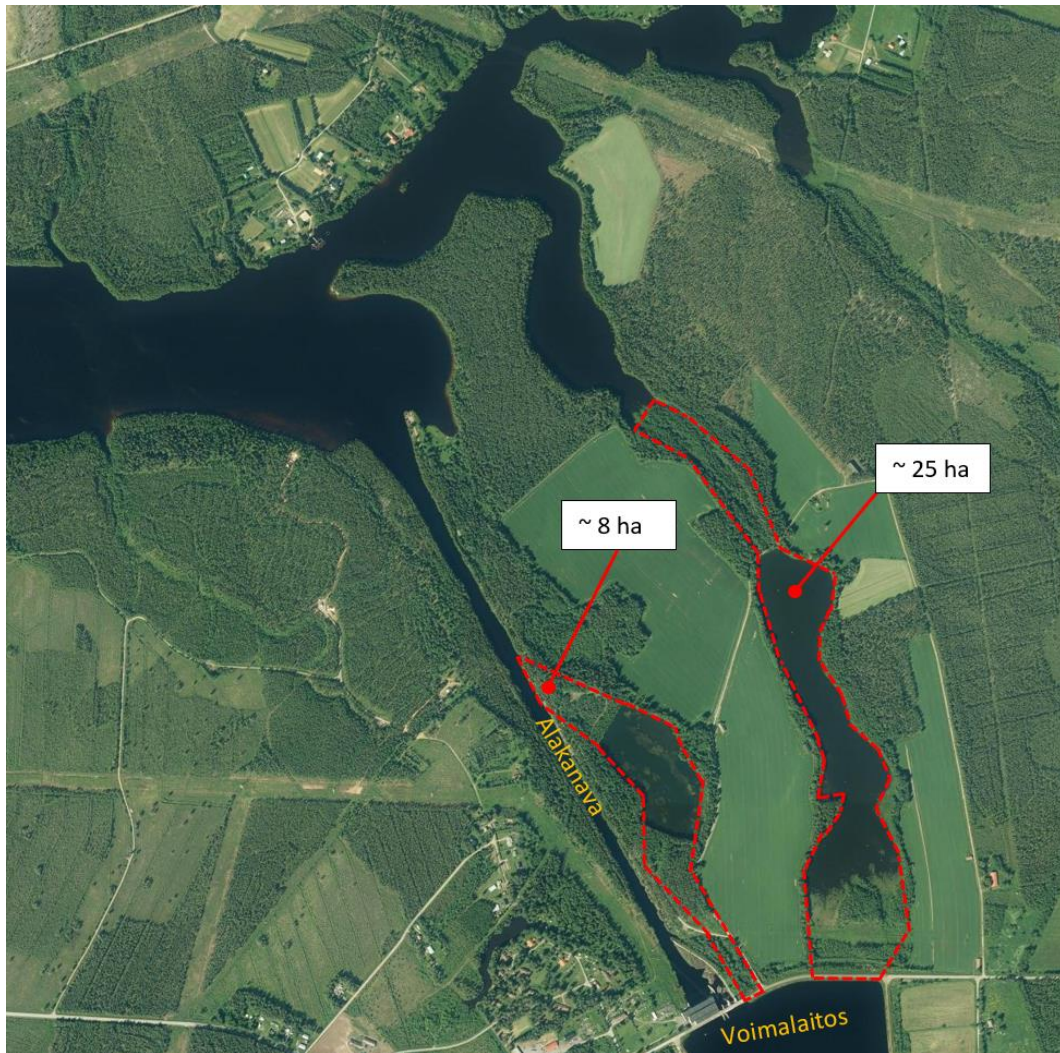
Yo. kohdat huomioiden arvioitiin, että toimenpide-ehdotuksen mukaisen lisääntymisalueen kustannukset olisivat suuruusluokaltaan 2 640 000 € +/- 30 %. Lisääntymisalueen keskimääräisen vesittämisen perusteella laskettujen vuosittaisten energiamenetysten arvioitiin olevan noin 2 010 000 €.

9 Jylhämän potentiaalinen lisääntymisalue

Jylhämän voimalan esiselvityskohde käsittää Oulujoen vanhat koskihaarat; Siitarinkosken ja nykyisen Jyrkänlammen läpi virranneen kosken (kuva 61). Tarkasteltavat koskiyhteydet ovat kooltaan noin 33 ha (kuva 62). Jylhämän voimalaitos on valmistunut vuonna 1951 ja sen sähköteho on 55 MW. Voimalaitoksen pudotuskorkeus vaihtelee 11 – 14 metrin välillä ja se on Oulujoen viimeinen voimala ennen Oulujärveä.



Kuva 61. Oulujoen vanhat koskihaarat georeferoituna maastokartalle.



Kuva 62. Jylhämän tarkasteltavat koskiyhteydet käsittävät yhteensä ~ 33 ha kokoisen alueen. Kuva: Paikkatietoikkuna.

9.1 Kohteen esittely

Ennen Jylhämän voimalaitoksen rakentamista Oulujoen pääuoma haarautui tarkastelukohteessa kahteen koskiosuuteen; Siitarinkoskeen ja Jyrkänlammen läpi virranneeseen koskeen. Voimalan rakentamisen jälkeen pääuoman virtaus on ohjattu voimalaitoskanavaan ja vanhat kosket ovat kuivuneet lukuun ottamatta koskien syvänteisiä osuuksia, jotka ovat muodostuneet nykytilaisiksi lammiksi. Näistä Jyrkänlampi on tällä hetkellä kalankasvatuksessa käytettävä luonnonravintolammikko, mutta vanhaan Siitarinkosken mutkaan syntynyt lampi ei ole tiettävästi tällä hetkellä käytössä. Maastokatselmuksen perusteella Jyrkänlammen alapuolinen vanha koskiosuus on jokseenkin hyvin havaittavissa vielä maastossa, mutta Siitarinkosken vanhoja koskiosuuksia on haasteellista enää tunnistaa. Kohdetta on esitetty kuvissa 63 – 65.



Kuva 63. Jyrkänlampi on nykytilassa kalojen kasvatuksessa käytettävä luonnonravintolammikko.



Kuva 64. Jyrkänlammen alapuolinen osuus on vielä tunnistettavissa vanhaksi koskeksi metsiköitymisestä huolimatta. Ylempi kuva: Paikkatietoikkuna.

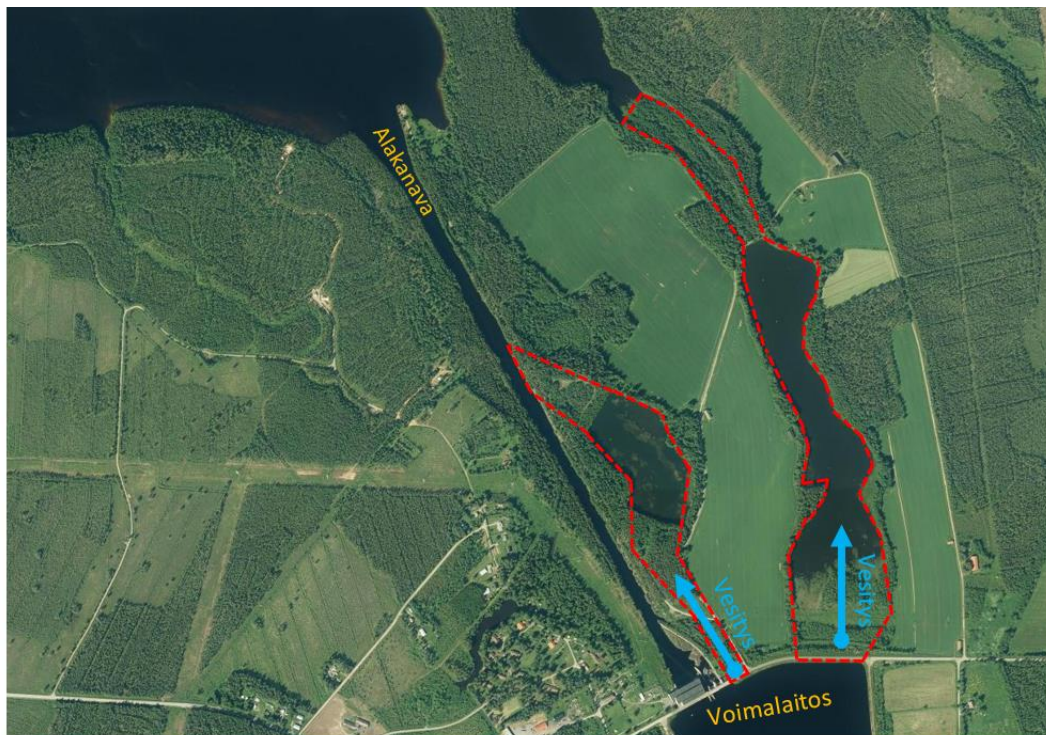


Kuva 65. Jyrkänlammen luonnonravintolammikon alapuolinen säätö rakenne ja kalojen keräysallas.

9.2 Lisäntymisalueen toteutus

9.2.1 Vesitys

Suunnittelussa arvioitiin, että esiselvityskohteen vesittäminen on kannattavaa järjestää koskien yläjuoksuille ja suunnata koskien myötäisesti, jotta syntyvä vesitysala on laaja ja siten myös potentiaalista lisäntymisaluetta saadaan muodostettua mahdollisimman paljon. Lisäksi suunnittelussa pidettiin varsin todennäköisenä, että olennaisimmat kohteeseen soveltuvat vesitysratkaisut siirtävät vettä yläkanavasta lisäntymisalueille, mikä puoltaa vesityksen sijoittamista yllä esitetyllä tavalla (vesitysratkaisujen tarkastelu ei kuulunut tämän esiselvityksen laajuuteen). Muita tarkasteluvaihtoehtoja rajasi paikallinen maankäyttö, sillä tarkasteltavat koskialueet ovat nykyisten peltoalueiden ympäröimiä. Kohteessa ei havaittu olevan otollisia oja- tai puroyhteyksiä, joita voitaisiin hyödyntää koskialueiden lisävesilähteinä. Lisäntymisalueiden vesitys on esitetty kuvassa 66.



Kuva 66. Jylhämän lisäntymisalueiden vesitys. Kuva: Paikkatietoikkuna.

9.2.2 Voimatalouden asettamat rajoitukset

Jylhämän potentiaaliset lisääntymisalueet ovat muista Oulujoen tarkastelukohteista poiketen erillään voimalaitoksen tulvakanavasta ja siten vedenkorkeuksien vaihtelut ja ohijuoksutuksien vaikutukset eivät suoranaisesti kosketa suunniteltavia koskialueita (erillistapauksina myös Utanen ja Ala-Utos). Kuitenkin säännöstelyistä riippuva pääuoman vedenpinta voi joissain tilanteissa nousta lisääntymisalueiden alaosissa korkealle, mutta kyseisten tilanteiden vaikutukset ja riskit arvioitiin lisääntymisalueiden toiminnan kannalta pieniksi. Suunnittelussa huomioitiin, että ylivesitilanne voi pienentää ajoittain koskien alaosien lisääntymispotentiaalia.

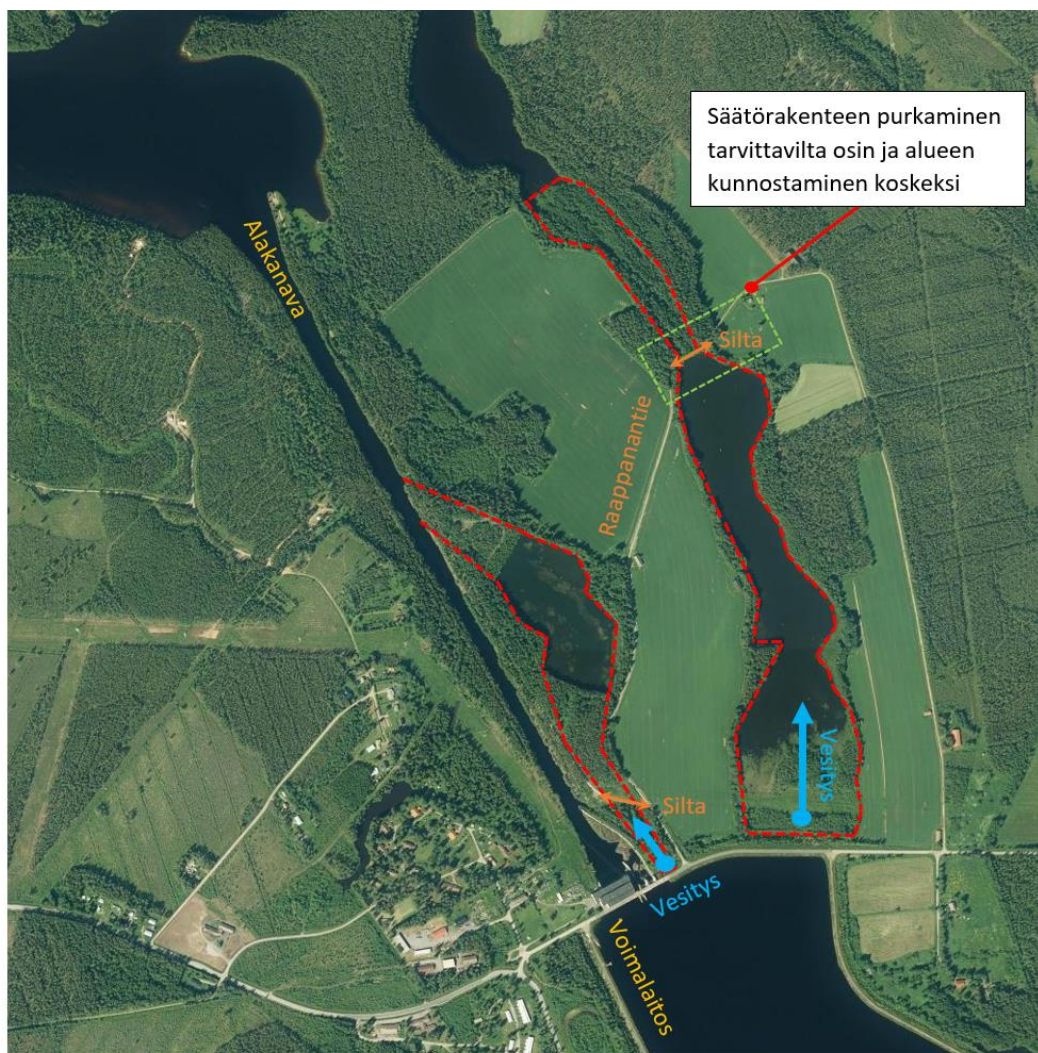
9.2.3 Toimenpide-ehdotus

Ennen lisääntymisalueiden toteutustoimia nykyisten lampien tila ja vedenlaatu on selvitettävä. Samassa yhteydessä on arvioitava myös paikallisten peltoalueiden valumia ja niiden vaikutuksia vaelluskaloihin ja lisääntymisalueiden toimintaan. Mikäli kyseisissä selvityksissä ei ilmene vedenlaatuun liittyviä riskitekijöitä tai muita esteitä lisääntymisalueiden toteutukselle, niin lammet kuivatetaan ojittamalla pääuomaan. Kuivatuksen jälkeen tarkasteltavat lisääntymisalueet inventoidaan varsinaisten kunnostustoimenpiteiden määrittämiseksi. Todennäköisiä kunnostustoimenpiteitä lampien osalta ovat pohjien korotukset ja tarvittavat kiviverhoilut sopivalla kivimateriaalilla (tarkat toimenpiteet määrätään kuivatuksen jälkeisen inventoinnin yhteydessä).

Koskialueiden toteutuksen suhteen tarpeellisia toimenpiteitä ovat metsien raivaukset tarvittavilta osin, koskien kaivutyöt, kutusoraikkojen ja poikaskivikoiden toteutukset, uoman verhoukset sopivalla kiviaineksella ja erilaiset uoman monipuolistamistoimet, kuten erikokoisten kivien ja puuaineksen lisääminen uomaan ja syvyysvaihteluiden luominen kaivuna. Nykyinen luonnonravintolammikon säätörakenne puretaan tarvittavilta osin ja kunnostetaan koskiosuudeksi. Lisäksi koskialueiden toteuttamisen yhteydessä on tarvittaessa rakennettava siltayhteydet katkeaville tieosuuksille (Raappanantie ja Raappanantien nimetön tiehaara).

Molempien lisääntymisalueiden toimintavirtaamaksi arvioitiin noin 3 – 15 m³/s (0,20 – 0,50 m vesisyvyyydet). Laskennassa tarkastellut virtauspoikkileikkaukset olivat leveydeltään 50 metriä (Siitarinkosken lisääntymisalueen nousukorkeus ~ 4,0 m ja Jyrkänlammen ~ 6,5 m). Suosituksena annetaan, että koskien toimintavirtaamaa kontrolloidaan yläpäästä

säädettävällä rakenteella. Suunnittelussa arvioitiin, että kunnostustoimenpiteillä voitaisiin muodostaa noin 10 – 11 ha lisääntymisaluetta (kuva 67).



Kuva 67. Jylhämän lisääntymisaluet; alakanavan puoleinen lisääntymisalue ~ 4,0 ha ja Jyrkänlammen lisääntymisalue ~ 6,5 ha. Kuva: Paikkatietoikkuna.

9.2.4 Lisäselvitystarpeet

Jatkosuunnittelua varten edellytetään seuraavia lähtötietoja ja selvityksiä:

- Lampien ja paikallisten peltovalumien vedenlaadun selvitys
- Alueellisten kiinteistöjaotuksien selvittäminen mahdollisten lisääntymisalueiden osalta
- Patoturvallisuusarvio
- Pohjatutkimukset ja koskisyhteyksien linjauksien vaaitukset
- Koskikunnostustöiden arviointi (inventointi)

9.2.5 Kustannukset

Toimenpide-ehdotuksen kustannukset on arvioitu määräperusteisesti sisältäen seuraavien asiakohtien kustannukset:

- Lampien kuivatus
- Työnaikaiset tieyhteydet
- Kaivu- ja raivaustyöt
- Koskikunnostustoimenpiteet
- Siltayhteydet
- Lisätutkimustarpeet
- Hankevaraus odottamattomien muutoksien osalta
- Energiamenetykset

Yo. kohdat huomioiden arvioitiin, että toimenpide-ehdotuksen mukaisten lisääntymisalueiden kustannukset olisivat Jyrkänlammen osalta suuruusluokaltaan 1240 000 € +/- 30 % ja Siitarinkosken osalta 1 390 000 € +/- 30 %. Lisääntymisalueen keskimääräisen vesittämisen perusteella laskettujen vuosittaisten energiamenetysten arvioitiin olevan noin 2 x 510 000 €.

10 Yhteenveto

Esiselvityksessä tutkitut vaelluskalojen lisääntymisaluevaihtoehdot olivat pääosin tulvauomakohteita ja uusien koskiosuuksien toteutuksia, pois lukien Poikajoki ja Putaalanjoen osuus, jotka ovat toteutuksellisesti koskikunnostuskohteita. Tulvauomakohteista Merikoskeen ja Nuojuaan esitetyt toteutukset jäivät muista kohteista eroten ohijuoksutuksille alttiiksi ja niiden osalta kutupesien huuhtoutumis- ja tuhoutumisriskejä on syytä arvioida tarkemmin mahdollisissa jatkotarkasteluissa. Montan tulvauomaan esitettiin toteutettavaksi juoksutuksilta ja vedenpintamuutoksilta suojattavaa koskea, jonka toteutus edellyttää kuitenkin huomattavia maarakennustöitä, jotta lisääntymisalueen suotuisa toiminta voidaan varmistaa. Pällin voimalan kapeaan tulvauomaan ei annettu toimenpide-ehdotusta liian haasteelliseksi koettujen juoksutusolosuhteiden vuoksi.

Montan lisäksi uusia koskiosuuksia esitettiin toteutettavaksi Utaseen, Ala-Utokseen ja Jylhämään, joista Jylhämän Siitarinkoski ja Jyrkänlampi ovat Oulujoen vanhoja koskihaaroja. Poikajoen osalta esitetty toteutus käsittää joen alaosien kunnostustoimenpiteet ja lisääntymisalueen löydettävyyttä parantavan yhdysuoman toteutuksen, jonka toimintaa voidaan tutkia myös mahdollisena nousu-uomana Oulujokeen. Tarkastelluista selvityskohteista Merikosken, Utasen ja Ala-Utoksen kohteet ovat paikallisasutuksen tuntumassa, mikä aiheuttaa kyseisten toteutuksien jatkosuunnittelulle omat erityishaasteensa.

Kustannusarvion perusteella Merikosken toimenpide-ehdotuksen rakentamiskustannukset ovat suuruusluokaltaan isoimmat muihin kohteisiin nähden, mutta toteutuksella saavutettava lisääntymisalue on verrattain suuri. Rakentamiskustannuksiltaan halvimmaksi kohteeksi arvioitiin Utajärven lisävesiputken yhteyteen mahdollisesti toteutettava pieni lisääntymisalue. Toteutettavaa hehtaaria (€ / ha) kohden Poikajoen ja Utasen mahdolliset lisääntymisalueet ovat kustannuksellisesti edullisimmat kohteet, kun laskennassa huomioidaan vuotuiset energiamenetykset. Myös smolttikohtaiset kustannukset (€ / smoltti) ovat Poikajoen ja Utasen mahdollisten toteutuksien osalta edullisimmat (sis. energiamenetykset). Sekä hehtaarikohtaisten että smolttikohtaisten kustannuksien perusteella Nuojuan toteutus on tarkastelluista kohteista kallein, mikä selittyy toimenpide-ehdotuksen edellyttämällä huomattavilla maarakennustöillä ja toteutuksen suurilla energiamenetyksillä. Selvityskohteiden tiedot ovat koottuina taulukkoon 2.

Taulukko 2. Koonti esiselvityskohteista.

Kohde	Suunnittelualue [ha]	Lisääntymisalue [ha]	Vesitys [m ³ /s]	Kustannus [M€]	Energiamenetys [M€/y]	Kustannus [M€/20y]	[M€/ha]	€/smoltti
Merikoski	23,0	5,0 - 7,0	15,0 - 25,0	4,0	1,0	24,0	3,4	600
Montta	3,5	1,0	3,0 - 15,0	2,0	0,5	12,0	12,0	2400
Päili	1,0	-	-	-	-	-	-	-
Poikajoki	28 km	2,5	< 1,0	2,6	-	2,6	1,0	200
Utasen itäpuoli	12,0	0,4	1,7	0,4	-	0,4	1,0	270
Utasen länsipuoli	80,0	3,0 - 5,0	1,5 - 3,0	2,9	0,1	5,7	1,4	350
Nuojua	7,0	3,0 - 4,0	25,0	2,6	2,0	42,8	10,7	3600
Jylhämä, Siitarinkoski	8,0	4,0	3,0 - 15,0	1,4	0,5	11,6	2,9	1010
Jylhämä, Jyrkänlampi	25,0	6,5	3,0 - 15,0	1,2	0,5	11,4	1,8	610

Populaatiomallinnuksella pyrittiin arvioimaan poikastuotantoalueiden rakentamisella saatavaa hyötyä eli Oulujoen lohikannan saamista osittaiseen luontaiseen lisääntymiseen. Mallinnuksella arvioitiin alueiden smolttituotannon määrää ja mereltä luonnonkudusta peräisin olevien lohien lukumäärää.

Mallinnus osoitti, että suunniteltujen poikastuotantoalueiden rakentamisella saadaan tuotettua muutamia tuhansia vaelluspoikasia merialueelle. Oulujoen yläosan (Utanen, Nuojua ja Jylhämä) ongelmana on smolttien alasvaellus, joka todennäköisesti aiheuttaa niin suuret tappiot, ettei pienten poikastuotantoalueiden smolteista selviydy merkittäviä määriä merelle. Toimivat alasvaellusrakenteet yhdessä smolttiohjureiden kanssa voisivat parantaa tilannetta.

Pelkän luonnonkierron avulla toimivat populaatiomallit saatiin kolmelle alimmalle potentiaaliselle poikastuotantoalueelle: Merikosken alueelle, Montankoskelle ja Poikajoelle. Näille alueille on kutulohilla mahdollisuus nousta joko suoraan ilman kalatietä (Merikoski) tai Merikosken kalatien kautta. Merikosken seitsemän hehtaarin alue voisi tuottaa noin kaksituhatta luonnonkudusta syntynyttä vaelluspoikasta vuodessa, joista kutemaan palaisi 100 – 200 joko täysin tai osittain villiä kutulohta. Montankosken yhden hehtaarin alueelta voisi vuosittain merelle päästä 200 – 250 vaelluspoikasta, joista kutemaan palaisi 10 – 20 joko villiä tai osittain villiä lohta. Poikajoen 2,5 hehtaarin poikastuotantoalue tuottaisi mallinnuksen mukaan merialueelle 510 – 630 vaelluspoikasta, joista kutemaan palaisi 20 – 50 osittain tai kokonaan villiä kutulohta.

Oulussa 11.10.2021.

Henri Pitzén

Markus Karvali

Peter Rivinoja

Sweco Rakennetekniikka Oy

Sweco Rakennetekniikka Oy

Sweco Environment AB

LÄHTEET

A. Klemetsen, P.-A. Amundsen, J. B. Dempson, B. Jonsson, N. Jonsson & M. F. O'Connell, E. Mortensen, 2013. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 2003: 12: 1–59.

J. Järvenpää, J. Jormola, & S. Tammela, 2010. Luonnonmukaisten ohitusuomien suunnittelu rakennetussa vesistössä – Lohen palauttaminen Oulujokeen (esiselvitys). Helsinki: SYKE. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37987>

J. Molin, A. Kagervall & P. Rivinoja 2010. Linking habitat characteristics with juvenile density to quantify *Salmo salar* and *Salmo trutta* smolt production in the river Sävarån, Sweden. *Fisheries Management and Ecology*, 2010, 17, 446–453

P. Louhi & A. Mäki-Petäys, 2003. Elämää soraikon ulkopuolella ja sisällä – lohen ja taimenen kutupaikan valinta sekä mädin elinympäristövaatimukset (tutkimusraportti). Helsinki: RKTL. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/535005>

P. Louhi, A. Mäki-Petäys & J. Erkinaro, 2008. Spawning habitat of atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River. Res. Applic.* 24: 330–339.

P. Rivinoja, A. Gyllenhammar & K. Leonardsson 2012. Predicting the potential salmonid population densities at various flow conditions in a regulated Swedish river section. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences.

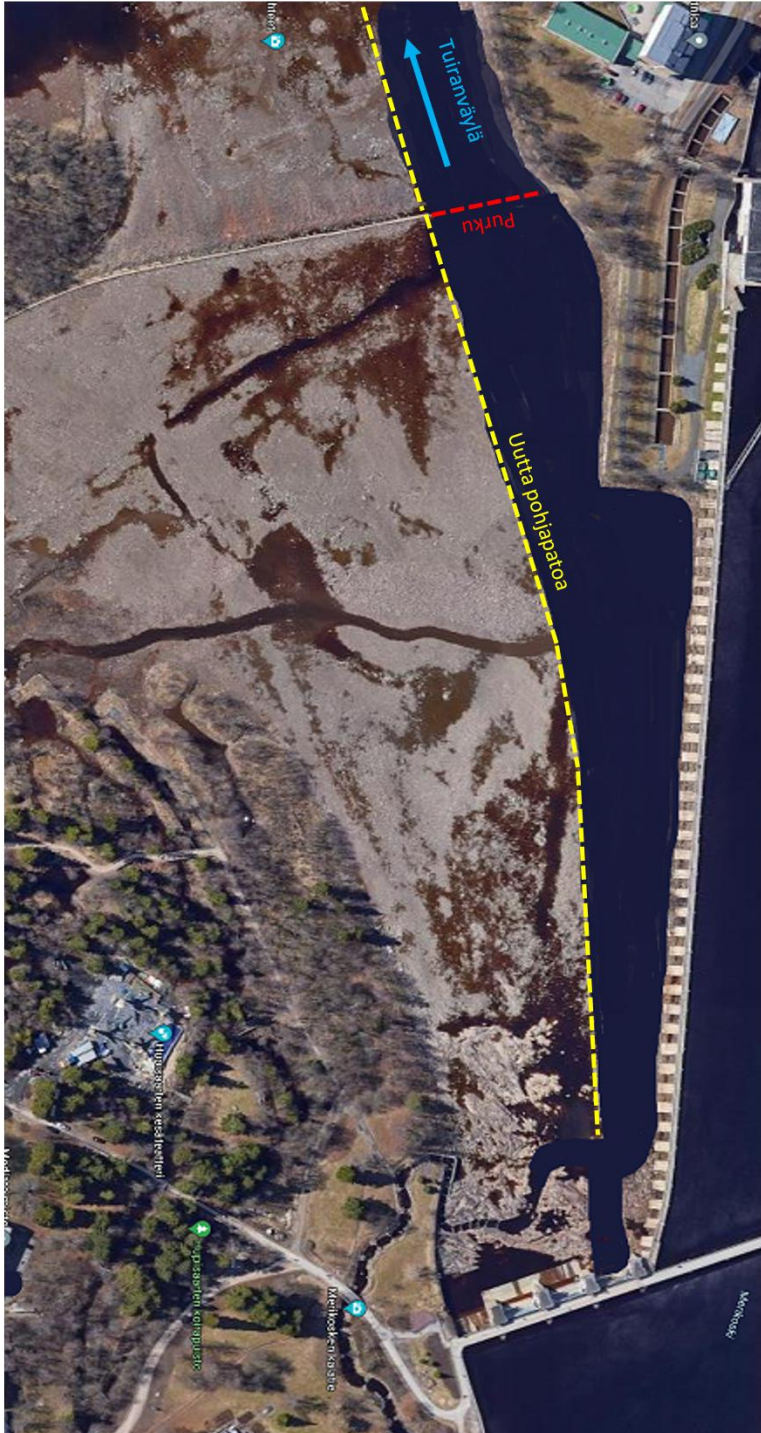
T. Vehanen, A. Huusko, T. Yrjänä, M. Lahti & A. Mäki-Petäys, 2002. Habitat preference by grayling (*Thymallus thymallus*) in an artificially modified, hydropeaking riverbed: a contribution to understand the effectiveness of habitat enhancement measures. *J. Appl. Ichthyol.* 19 (2003), 15–20.

M. Visuri, K. Kerätär & T. Ulvi. Oulujoen kunnostus ja moninaiskäyttö – Kalataloudellinen puroselvitys Montan voimalaitoksen alapuolisella Oulujoella (tutkimusraportti). Oulu:

SYKE. Saatavissa:

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/245193/Oulujoen%20kunnostus%20ja%20moninaisk%20E4ytt%20F6.pdf?sequence=3>

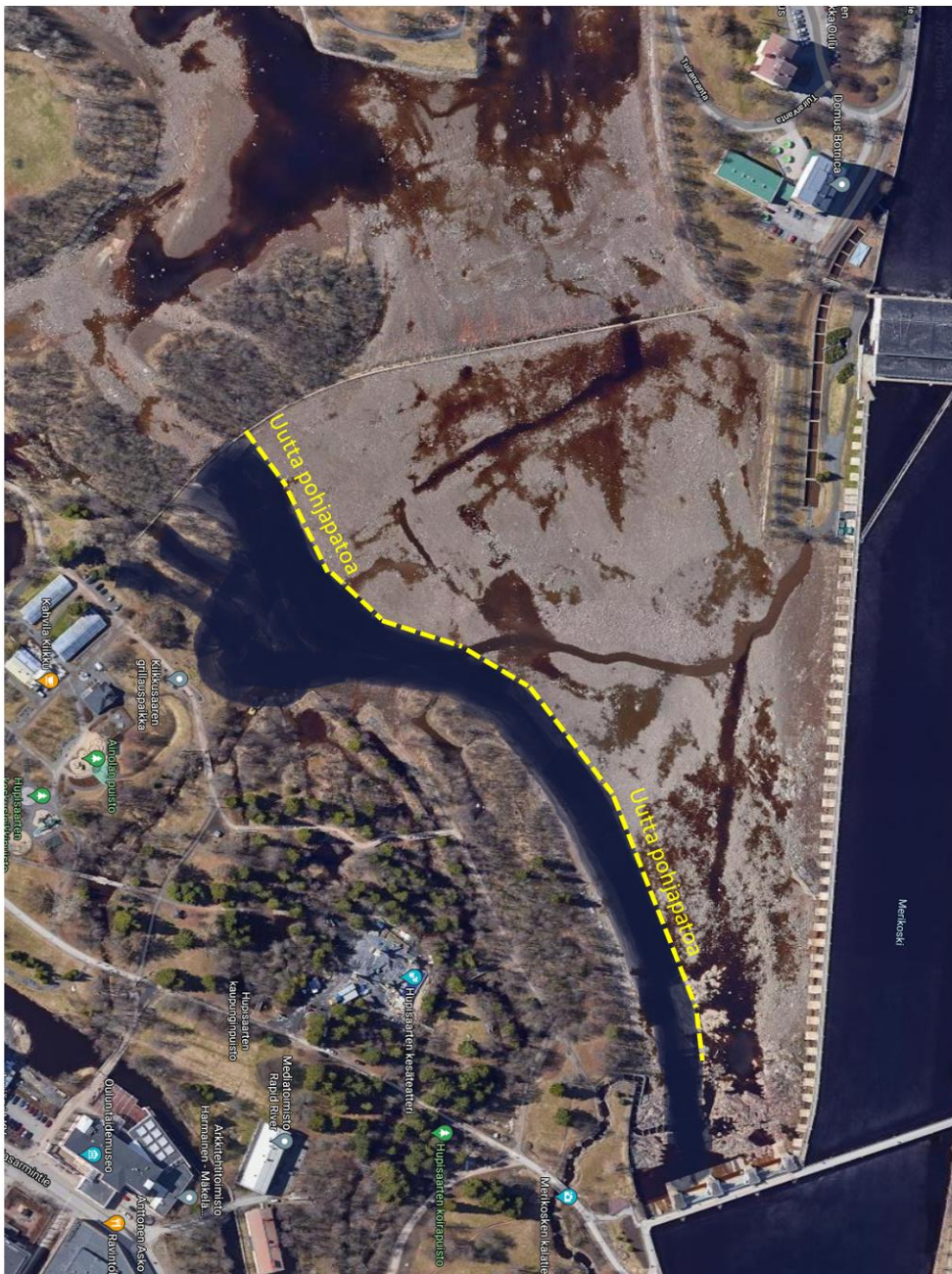
LIITE 1: LUONNOS A



A) Suora koskiosuus Tuirana-väylään

LIITE 2: LUONNOS B

B) Hupisaaria mukailleiva koski



102(103)

ESISELVITYS OULUJOEN KALATALOUDELLISTEN KUNNOSTUSESITYSTEN TEKNISESTÄ TOTEUTETTAVUUDESTA JA KUSTANNUKSISTA

LIITE 3: UTASEN ITÄPUOLINEN KOSKIYHTEYS

