

IJOEN MAALISMAAN VANHAN UOMAN JA SIIHEN LAS- KEVAN NAURUANOJAN KALATALOUEDELLINEN NYKYTILA JA KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET



Maalismaan vanhan uoman keskiosan pohjapatoja (kuva PVO-Vesivoima Oy)

SISÄLLYS

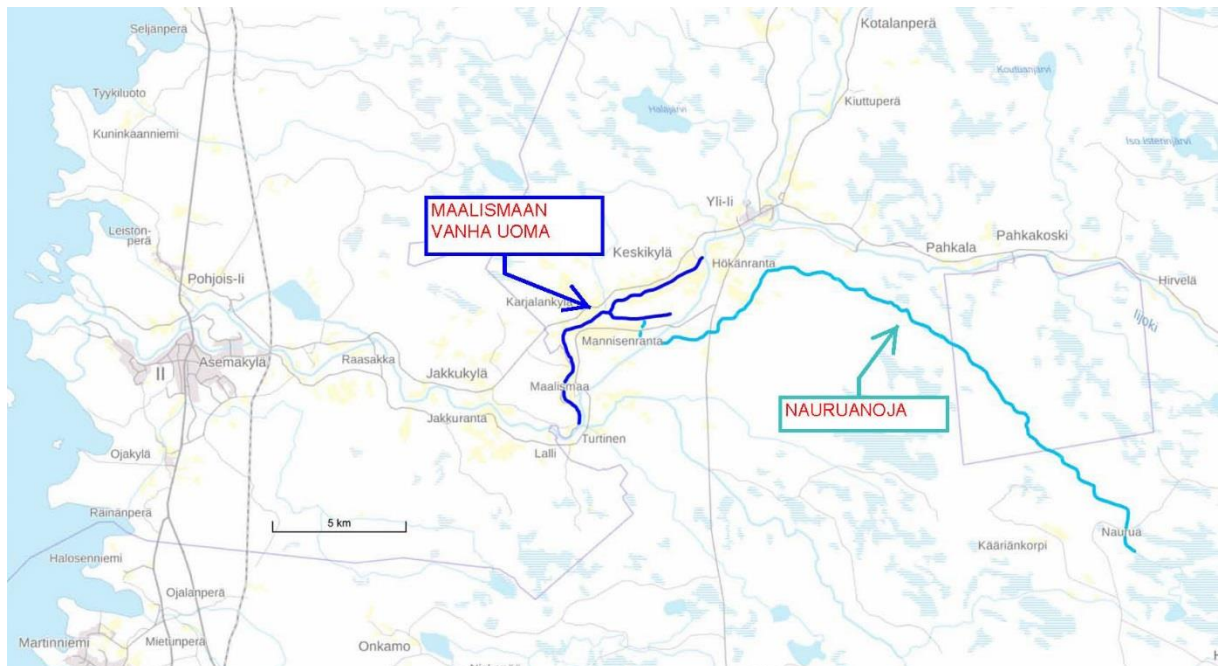
SISÄLLYS	1
1. JOHDANTO.....	2
2. TARKASTELLUT ASIAT	3
3. SELVITYKSEEN SISÄLTyneet MAASTOTYÖT.....	3
4. MAALISMAAN VANHA UOMA.....	4
4.1 Sijainti ja morfologia.....	4
4.2 Hydrologia.....	6
4.3 Veden laatu	7
4.4 Pohjapadot.....	9
4.5 Virtavesikaloille soveliaat elinympäristöt nykyisillä pohjapadoilla	12
4.5.1 Selvitystapa ja -menetelmät	12
Elinympäristökartoitus	12
Vaellusestetarkastelu	13
Sähkökoekalastukset	13
4.5.2 Tulokset ja pohdinta	14
Elinympäristökartoitus	14
Vaellusesteet	14
Sähkökoekalastukset	15
4.6 Patovalien kalastus selvitys verkkokoekalastuksella	17
4.6.1 Menetelmät	17
4.6.2 Tulokset ja pohdinta	18
4.7 Parannus- ja kehitysehdotukset nykytilassa ja eri toimenpiteiden seurauksena.....	20
4.7.1 Lisävirtaaman vaikutus vesipeileihin ja patojen virtavesipinta-aloihin	20
Vesipeilit	20
Patojen virtavesipinta-alat.....	20
4.7.2 Mahdollinen patojen purkaminen ja lohikalojen poikastuotanto luonnonuomassa	24
4.7.3 Pohjapatojen muokkaaminen	25
Periaatteet ja laskentatapa.....	25
Potentiaaliset pinta-alat	26
4.8 Kustannukset	27
4.9. Lupa-asiat	28
5. NAURUANOJA.....	29
5.1 Yleistä	29
5.2 Hydrologia.....	29
5.3 Veden laatu ja ekologinen tila	30
5.4 Maastoinventointi	33
5.4.1 Menetelmät	33
5.4.2 Tulokset.....	33
5.5 Sähkökoekalastukset	36
5.5.1 Menetelmät	36
5.5.2 Tulokset.....	36
5.6. Kalojen nousumahdollisuus ohitusuomasta nauruanojaan ja puron sisällä.....	38
5.7 Puron kalataloudellinen potentiaali ja kehittäminen	39
LIITTEET	40
Liite 1. Maalismaan vanhan uoman pohjapatojen valokuvia	40
Liite 2. Nauruanojan jaksokuvaukset.....	40
Liite 3. Maalismaan voimalaitokseen liittyvät vesioikeudelliset lupapäätökset	40
KIRJALLISUUS	40

1. JOHDANTO

ljoki on Suomen kuudenneksi suurin vesistöalue, joka luonnontilassaan on vuosittain tuottanut keskimäärin miljoona lohien vaelluspoikasta. Nykyään lijoen vesistössä on yhteensä 11 voimalaitosta, mutta tästä huolimatta joella on edelleen merkittävä vaelluskalojen tuotantopotentiaali ja se kuuluu kansallisen kalatiestrategian kärkikohteisiin.

Pohjolan Voima Oy:n Maalismaan vesivoimalaitos säännöstelypatoineen on lijoen alajuoksulta katsottaessa järjestyksessä toinen vaelluseste kaloille. Alinta vaellusestettä, Raasakan voimalaitosta ohitusuomineen on käsitelty kalataloudelliselta kannalta varsin laajasti viime vuosikymmenellä ja tämän nousuestekysymystä ollaan lähivuosina ratkaisemassa kalatiellä. Raasakan kalatien ollessa jo näköpiirissä, on noussut esiin tarve tarkastella kalataloudellisesti myös seuraavan nousuesteen eli Maalismaan patojen alapuolisia vesialueita. Tämän työn tarkoituksena on ollut selvittää Maalismaan vanhan uoman (voimalaitoksen nykyisen ohitusuoman) ja siihen laskevan Nauruanojan kalataloudellista nykytilaa sekä mahdollisuuksia näiden tilan kehittämiseen (kuva 1). Työn on tilannut Pohjois-Pohjanmaan liitto ja se kuuluu yhtenä osana lijolla käynnissä olevaan vaelluskala -kärkihankkeeseen, jonka toimenpiteitä ovat mm. Raasakan voimalaitospadon kalatien rakentaminen, smolttien alasvaellusratkaisut Haapakoskella, pienpoikasten istutusohjelma sekä lohien ja meritaimenien ylisiirrot.

Selvityksen laatimiseen ovat osallistuneet kalabiologi Arto Hautala Tmi Arto Hautala, Kalatalous- ja ympäristöpalvelusta ja dipl.ins Hannu Alatalo Maveplan Oy:stä. Vedenlaatututkimukset teki Ahma-Insinöörit Oulun toimisto.



Kuva 1. Maalismaan vanhan uoman ja siihen laskevan Nauruanojan sijainnit lijoen alajuoksulla.

2. TARKASTELLUT ASIAT

Tässä selvityksessä pyrittiin löytämään vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on Maalismaan ohitusuoman ja Nauruanojan nykyinen kalastollinen tila, paljonko niillä on lohikalojen poikastuotantoon soveltuvia alueita ja millaiset ovat tässä suhteessa muut vaikuttavat ympäristötekijät.
2. Onko tarkastelualueella vaellusesteitä, jotka haittaavat ohitusuoman ja Nauruanojan kalatalouspotentiaalin toteutumista.
3. Kuinka suuret lohikaloille soveliaat koskipinta-alat vanhan uoman pohjapadoille on mahdollista aikaansaada 5-10 m³/s virtaamilla ja mahdollisilla patojen muokkaamisilla? Kustannusarvot näille toimille.
4. Pohjapatojen osittaisen avaamisen ja vanhojen koskien käyttöön ottamisen mahdollisuudet 5-10 m³/s vesimäärille kunnostettuina.
5. Arvio eri juoksutusmäärien vaikutuksista maisemaan (nykyiset vesipeilit).
6. Luvan tarve ja käyttöoikeusasiat.

Kohdat 1 ja 2 kattoivat siten molempien kohteiden nykytilanteen perusselvityksen ja kohdissa 3-6 oli kyse Maalismaan ohitusuoman kehittämisvaihtoehtojen tarkastelemisesta. Maalismaan ohitusuoman osalta kohtien 3-6 kysymyksenasettelu oli paljolti sama kuin aiemmassa Raasakan ohitusuomaa koskeneessa selvityksessä (Hautala ym. 2016).

3. SELVITYKSEEN SISÄLTYNEET MAASTOTYÖT

Nauruanojan uoma inventointiin maastossa latvalähteiltä Iijoen vanhaan uomaan viiden päivän aikana 25.-29.6.2018.

Maalismaan vanha uoman ensimmäinen maastoinventointi tehtiin kolmen päivän aikana 8.-10.7.2018, jolloin uomaan juoksutettiin normaali vesitalousluvan mukainen 1 m³/s kesävirtaama. Inventoinnissa tarkistettiin patojen virtaamaolosuhteet, patojen laatu sekä ylä- ja alapuoliset korot. Virtaavien alueiden soveltuvuus lohikalojen elinympäristöksi sekä soveltuvien alueiden pinta-alat arvioitiin. Noin ¾ ohitusuoman pituudesta yläosalta alkaen kaikuluodattiin kanootilla patovälien vesisyvyyden hahmottamiseksi.

Maalismaan patoväleillä tehtiin verkkokoekalastukset ja sähkökoekalastukset alueen pohjapadoilla ja Nauruanojassa tehtiin 6.-9.8.2018.

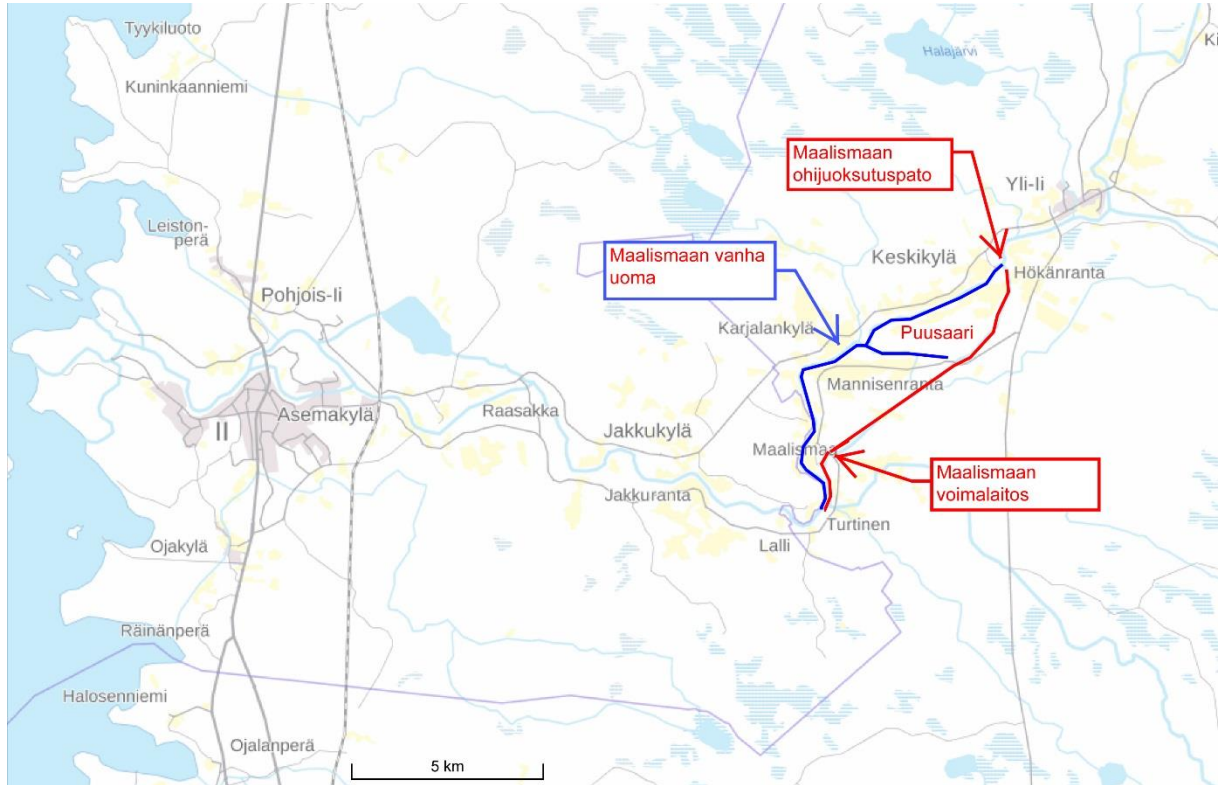
Vanhan uoman ja Nauruanojan ylä- ja alajuoksulta otettiin vesinäytteet 21.8.2018.

Lokakuussa PVO-Vesivoima Oy järjesti 3. ja 4.10.2018 koejuoksutukset, jolloin ensimmäisenä päivänä oli säännöstelypadolta juoksutus 5 m³/s ja toisena päivänä 10 m³/s. Kokeilun tarkoituksena oli havainnoida olosuhteiden muuttumista maisemallisesti ja kalataloudellisesti virtaaman kasvaessa. Katselmusten yhteydessä tehtiin jokaisella pohjapadolla ja säännöstelypadolla drone-kuvaukset. Nauruanojalta ja ohitusuomasta otettiin inventointien yhteydessä muutoinkin runsaasti kuvia ja videoita.

4. MAALISMAAN VANHA UOMA

4.1 Sijainti ja morfologia

Maalismaan vanha uoma sijaitsee Iijoen alajuoksulla entisen Yli-lin kunnan ja nykyisen Oulun kaupungin alueella (kuva 2). Uoman alaosa Maalismaan voimalaitoksen alakanavan yhtymäkohdassa sijaitsee jokiuomaa pitkin mitattuna 24,4 km etäisyydellä Iijoen Perämereen laskevalta suulta. Vastaavasti uoman yläosassa sijaitsevan Maalismaan säännöstelypadon etäisyys jokisuusta on 34,4 km eli vanhan uoman pituus on kokonaisuudessaan 10 km.



Kuva 2. Maalismaan vanhan uoman sijainti Iijoen alajuoksulla. Uoma sijaitsee Maalismaan voimalaitoksen nykyisen ylä- ja alakanavan vieressä ja sen virtaamaa säännöstellään Maalismaan säännöstelypadolla.

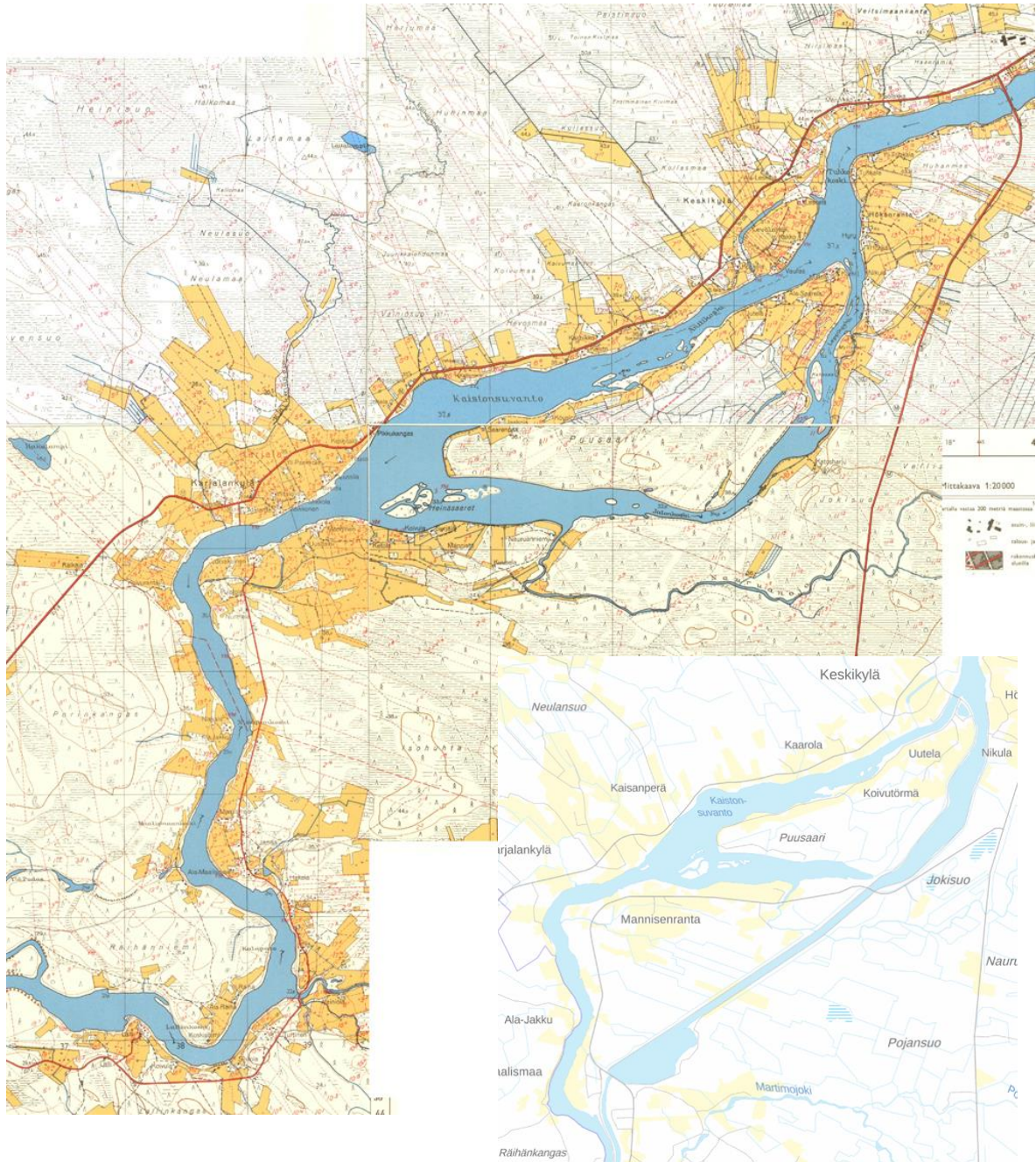
Nimensä mukaisesti Maalismaan vanha uoma on Iijoen alkuperäinen uoma ennen alueen voimatalousrakentamista, jolloin kahdessa haarassa Puusaaren ympäri kiertäneen joen etelähaara muokattiin osaksi Maalismaan voimalaitoksen yläkanavaa ja pohjoishaaran yläosa suljettiin säännöstelypadolla (kuva 2).

Luonnontilainen Maalismaan uoma on ollut Puusaaren haarojen yläosissa runsaskoskinen kun taas Puusaaren haarojen alaosilla ja saaren alapuolella on sijainnut noin 160 ha laaja ja hitaasti virrannut Kaistonsuvanto. Kaistonsuvannon alapuoleisessa uomassa on ollut koski- ja nivajaksoja vaihtelevasti mutta tiheimmin jakson alaosalla. 1950- ja 1960 lukujen vaihteen peruskartoista tulkittuna vanhassa uomassa on luonnontilan aikaan ollut koskipinta-alaa noin 120-150 ha (kuva 3).

Rakentamisen jälkeen radikaalisti vähentyneen ja ajoittain olemattoman virtaaman vuoksi vanhaan uomaan on rakennettu yhteensä 12 pohjapatoa, joilla on pyritty säilyttämään uoman vesipinta luonnontilan aikaisessa korkeudessa ja rantaviivassa. Uoman leveysvaihtelu onkin säilynyt kutakuinkin luonnontilaa vastaavana ollen noin 150-300 m Kaistonsuvannon ulkopuolisilla osillaan ja Kaistonsuvannossa laajimmillaan noin 1000 m. Aivan uoman loppuosalla Maalismaan voimalan alakanavan

yhtymäkohdassa ohitusuoma on kavennettu noin 100 m levyiseksi alakanavan kaivusta tulleilla pengermassoilla.

Kaikuluotauksen perusteella uoman nykyinen pohjapadoin säädetty syvyysvaihtelu on varsin vähäistä. Tyypillisesti patovälien syvyydet ovat välillä 1-2 m. Paikoin löytyy pienialaisia, maksimissaan 3-3,5 metriä syviä alueita. Luotainkuvista tulkittuna uoman pohjat ovat pääosin kiveä tai kalliota kaikkialla muualla paitsi Kaistonsuvannossa, missä pääasiallinen pohjamateriaali ohijuoksutusten vaikutuspiirissä on hiekka ja siltti ja etelähaarassa näiden lisäksi lieju. Puusaaren länsikärjen kohdalla pohjoishaaran uomassa hiekka muodostaa paikoin pintaan nousevia kuivia särkkiä.



Kuva 3. Yhdistelmä 1950-60 lukujen peruskartoista ajalta, jolloin Maalismaan uoma oli vielä luonnon-tilainen sekä yleiskartta nykyisestä voimatalousjärjestelystä



Kaistonsuvantoon on tulvavirtaus kuljettanut ja kasannut kesäisin kuiville jääviä hiekkasärkkiä, joilla lokit mieluusti lepäilevät

4.2 Hydrologia

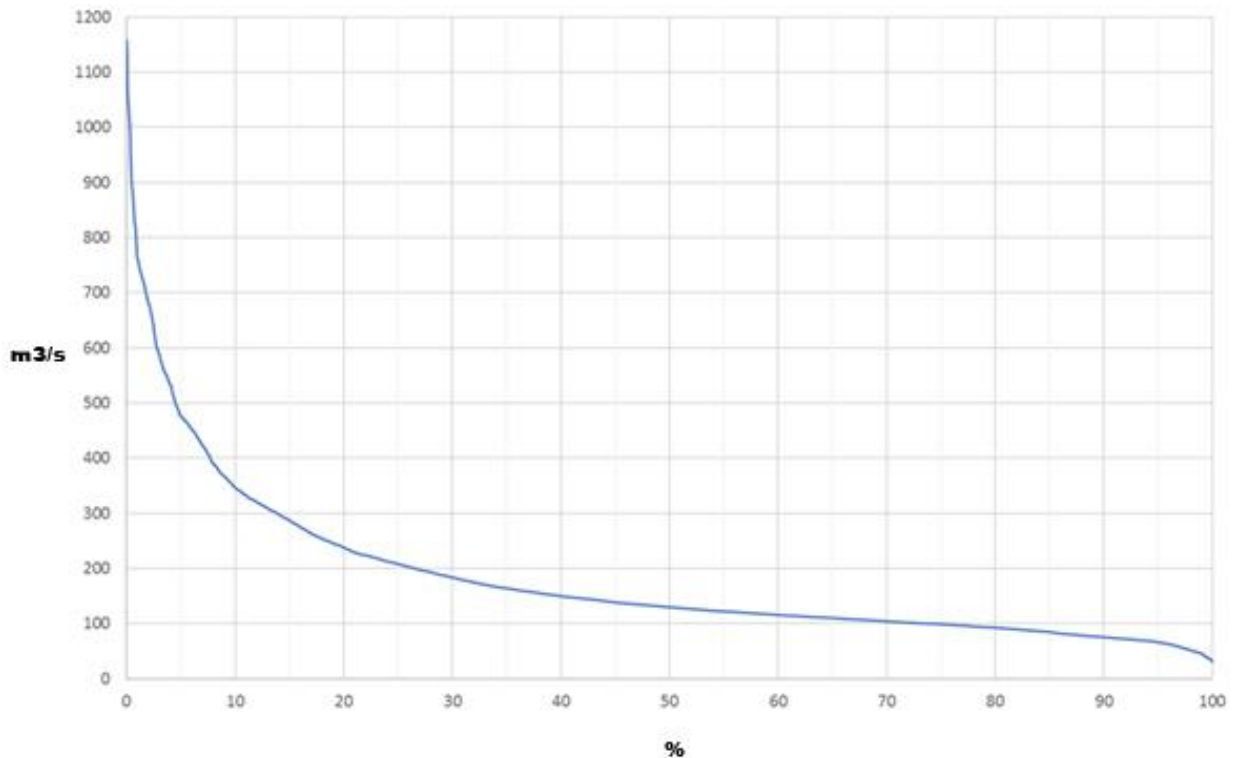
Vanhaa uomaa käytetään Maalismaan voimalaitoksen ohijuoksutuksiin. Virtaaman pysyvyyskäyrä ja Maalismaan rakennusvirtaama $250 \text{ m}^3/\text{s}$ huomioiden on vuosien 2003-2018 jaksolla ollut ohijuoksutusta vanhaan uomaan noin 18,5 % ajasta eli noin 68 vrk vuodessa (kuva 4). Ohijuoksutusten maksimivirtaama on tarkasteluaikana ollut noin $900 \text{ m}^3/\text{s}$. Mikäli Maalismaan voimalaitos jouduttaisiin kovan tulvan aikana sulkemaan, voisi vanhan uoman virtaama teoriassa nousta maksimissaan noin $1400 \text{ m}^3/\text{s}$:iin.

Voimalaitoksen lupaehtojen mukaisesti Maalismaan vanhaan uomaan johdetaan 25.6.-31.8. välisenä aikana eli kahden kesäkuukauden ajan vähintään $1 \text{ m}^3/\text{s}$ virtaama. Käytännössä kesävirtaaman johtaminen alkaa likimain samoihin aikoihin kun ohijuoksutus tyypillisesti päättyy. Noin 8 kk ajan vuodessa uoman virtaama on sen oman valuma-alueen ja Maalismaan ohijuoksutuspadon mahdollisen tihkuvuodon varassa (taulukko 1).

Maalismaan vanhan uoman oman valuma-alueen pinta-ala on 150 km^2 . Tästä pääosan muodostaa Nauruanojan alue, joka on 99 km^2 ja siitä 93 km^2 on yläkanavan alitustunnelin yläpuolella. Nauruanoja laskee ohitusuomaan Kaistonsuvannossa, jolloin sen virtaama vaikuttaa kaikkiin muihin uoman pohjapatoihin paitsi ylimpään, Puusaaren pohjoishaaraan rakennettuun patoon.

Taulukko 1. Maalismaan ohitusuoman oman valuma-alueen sekä tähän sisältyvän Nauruanojan virtaamien tunnusluvut. Luvut perustuvat Maalismaan keskivaluntaan sekä Wäreen ja Kaiteran nomogrammeihin.

	Pinta-ala	Järvisyys	Virtaama m^3/s			
	km^2	%	MNQ	MQ	MHQ	HQ _{1/20}
Koko valuma-alue	150	1,2	0,08	1,9	24	39
Nauruanoja	99	1,2	0,05	1,2	15	24
	MNQ=keskialivirtaama, MQ=keskivirtaama					
	MHQ=keskiylivirtaama, HQ _{1/20} = kerran 20 vuodessa havaittava					
	ylivirtaama					



Kuva 4. Maalismaan vuorokausikeskiarvovirtaaman pysyvyys jaksolta 2003–2018. Käyrät kuvaavat yhdistettyä Maalismaan voimalaitoksen ja ohijuoksutuspädon virtaamaa. Vanhaan uomaan ylivirtaamatilanteissa juoksutettu virtaama saadaan vähentämällä maksimiluvuista voimalaitoksen rakennusvirtaama $250 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.3 Veden laatu

Maalismaan ohitusuoman veden laadusta on ympäristöhallinnon Hertta tietokantaan arkistoituna vain muutamia yksittäisnäytteitä 1960- ja 1970-luvuilta. Nämä saattavat liittyä vesistörakentamisen vaikutusten seurantaan, eikä niitä käytetä tässä yhteydessä. Tässä selvityksessä ohitusuomasta otettiin yksittäisnäytteet uoman ylä- ja alaosasta.

Ohi- ja kesäjuoksutuksen yhteydessä uomaan laskettavan veden laatu on käytännössä sama kuin yläpuolisessa lijoessa, missä on jatkuvan ja ympärivuotisen seurannan asema Yli-lin sillan kohdalla hiekan Maalismaan säännöstelypadosta ylävirtaan.

Juoksutusaikojen ulkopuolella veden laatuun vaikuttaa merkittävimmin Nauruanojasta tuleva vesi, jonka alajuoksulta on otettu puolenkymmentä näytettä vuosina 2017-2018. Näistä yksi otettiin tämän selvityksen yhteydessä, muut on otettu ympäristöhallinnon toimesta. Näitä aiemmat näytteet ovat 1980- ja 1990-lukujen vaihteesta ja niiden tietoja on käsitelty tarkemmin Nauruanojan yhteydessä.

lijoen juoksutusvesi on laadultaan lohikaloille soveliaista ja selvästi parempaa kuin Nauruanojasta laskeva vesi (taulukko 2). Nauruanojassa ravinnepitoisuudet ovat noin kaksinkertaiset ja vesi on selvästi kiintoainepitoisempaa ja tummempaa. Nauruanojan vesi on myös hyvin rautapitoista. Toisaalta veden kemiallinen hapenkulutusarvo ei näyttäisi poikkeavan merkittävästi lijoen vedestä, kun taas kiintoainepitoisuudessa erot ovat moninkertaiset. Vesien laatueroon suurin selittävä tekijä ei siten olisi humuksen tai muun orgaanisen aineen pitoisuudessa, vaan pikemminkin hienojakoisen mineraalimaan huuhtoutumis- ja kulkeutumisherkkydessä.

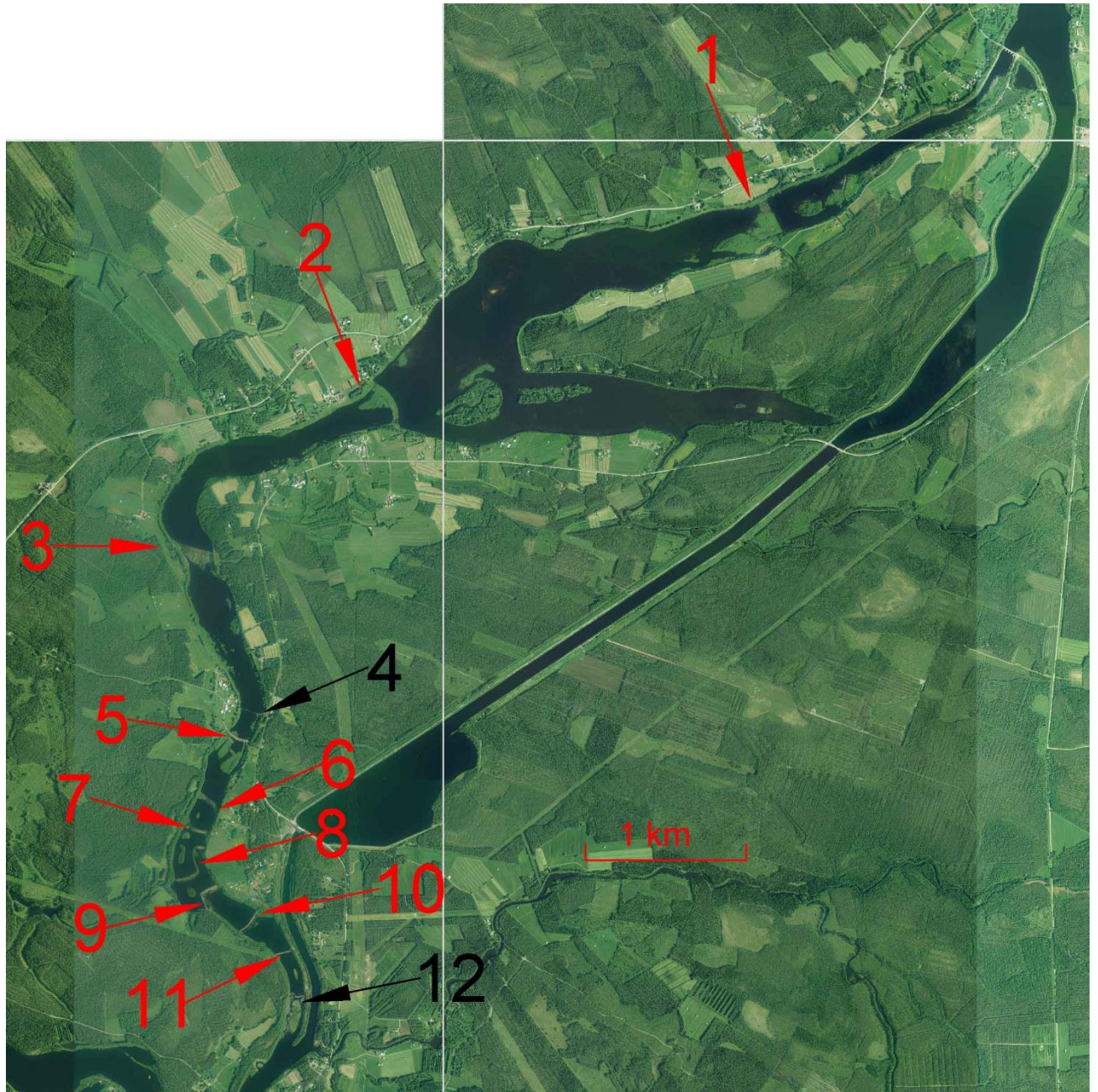
Inventointikesä oli poikkeuksellisen kuiva ja Nauruanojan vaikutus ohitusuoman veden laatuun jäi uomasta otettujen näytteiden perusteella olemattomaksi. Elokuun alun verkkokoekalastusten yhteydessä kuitenkin havaittiin, että Nauruanojan vähäinenkin tulovirtaama samensi laajalti Puusaaren eteläpuoleista Kaistonsuvannon haaraa, mutta samennus ei ollut enää havaittavissa suvannon vesikorkeutta säätelevällä pohjapadolla.

Taulukko 2. Maalismaan ohitusuomaan juoksutettavan (Iijoki) ja laskevan (Nauruanoja) veden laatu sekä veden laatu uoman alaosalla kesän 2018 yksittäisnäytteessä. Iijoen ja Nauruanojan näytteet on otettu ympäri vuotisesti.

	Iijoki, Yli-lin silta 28674				Nauruanoja alajuoksu				Maalismaan ohitusuoma
	vuodet 2000-2018				vuodet 2017-2018				alin pato
Suure	n	minimi	mediaani	maksimi	n	minimi	mediaani	maksimi	yksittäisnäyte 21.8.2018
Kokonaisfosfori µg/l	32	12	21,5	51	5	25	79	95	22
Kokonaistyyppi µg/l	32	250	385	695	5	560	610	620	330
pH	32	6,4	6,8	7,1	5	6	7,3	7,4	7,3
Hapen kyllästysaste %	32	69	84	101	5	63	79	89	92
Kiintoaine mg/l	32	0,8	2,5	5,3	5	5,6	17	22	2,2
Väriluku mg Pt/l	32	30	100	224	5	150	260	400	65
CODMn mg/l	7	8,6	14,9	25,5	5	17	19	25	9,3
Rauta µg/l	6	1026	1828	2530	5	1500	8210	9500	980

4.4 Pohjapadot

Vanhassa uomassa vesipintaa pidetään lähellä alkuperäistä tasoa 12 pohjapadolla, joista kymmenen on luonnonkivirakenteisia ja kaksi betonirakenteisia (kuva 5). Osa padoista on velvoitepatoja ja osa PVO-Vesivoiman vapaaehtoisesti rakentamia patoja. Yhtä matalaa patoa lukuun ottamatta luonnonkivipatojenkin tiivisteenä on niiden ylälaitteessa joko betoni tai puupontti.



Kuva 5. Maalismaan ohitusuoman pohjapatojen sijainti. Punaisella numeroidut padot ovat luonnonkivipatoja ja mustalla numeroidut betonipatoja. Kuvan numerointi noudattaa taulukkojen ja tekstien numerointia.

Patojen putouskorkeudet vesipintoihin mitattuna vaihtelevat välillä 0,47...2,02 m. Kokonaisputouskorkeus ylimmän padon päältä alimman padon alle on 12,01 m ja keskimääräinen padotus siten noin 1 m (taulukko 3).

Massiivisimmat, pinta-alaltaan 1-3 hehtaarin kiviluiskapadot on rakennettu ohitusuoman yläosaan. Näissä luiskat ovat pitkiä ja suhteellisen loivia ja käytetty kivimateriaali on kooltaan monimuotoista. Alaosalta taas löytyvät lyhimmat, jyrkimmät ja kivimateriaaliltaan pääosin lohkareiset padot (taulukko 3, liite 1).

Taulukko 3. Maalismaan ohitusuoman pohjapatojen ominaisuudet. Pinta-alalla tarkoitetaan kiviluiskien viettävän osan pinta-alaa (patojen alla on paikoin myös kuivia mutta tasakorkoisia kivikkoaluita). Luiskan pituudella on ilmaistu jyrkimpien (lyhimpien) ja loivimpien (pisimpien) padon luiskien pituusvaihtelu uoman suunnassa. Vastaavasti kaltevuusvaihtelu on ilmaistu em. lukujen perusteella. Pato numero 1 on uoman ylin pato ja numero 12 vastaavasti alin (kuva 5).

Pohjapato No		Pohjapadon			ylä	ala	putous	kaltevuus %	Padon pintakivien Ø cm	
		pinta-ala m ²	harjan ha	luiskan leveys m	luiskan pituus m	N2000 m	N2000 m		pääasiallinen	toissijainen
1	Kiviluiska+betonitiiviste	32000	3,2	230	60-200	33,66	32,7	0,96	0,5-1,6	5-50 ±100
2	Kiviluiska+betonitiiviste	17000	1,7	340	40-80	32,68	31,72	0,96	1,2-2,4	5-50 ±100
3	Kiviluiska+puupontti	17000	1,7	220	70-100	31,75	29,73	2,02	2,0-2,9	10-100 -
4	Betonipato+kallio	200	0,0	130	0-15	29,72	28,63	1,09	7,3-100	
5	Kiviluiska + betonoitu tie + rummut	13000	1,3	160	45-110	28,62	28,07	0,55	0,5-1,2	5-50 -
6	Kiviluiska+puupontti	5500	0,6	180	20-40	28,06	27,54	0,52	1,3-2,6	5-100 -
7	Kiviluiska+puupontti	4000	0,4	190	15-40	27,55	27,08	0,47	1,2-3,1	5-100 100-200
8	Kiviluiska+puupontti	8200	0,8	400	10-25	27,08	26,58	0,50	2,0-5,0	10-200 5-50
9	Kiviluiska+puupontti	7500	0,8	230	25-40	26,58	25,59	0,99	2,5-4,0	10-200 5-50
10	Kiviluiska+puupontti	4600	0,5	170	20-30	25,59	24,72	0,87	2,9-4,4	20-200 5-50
11	Kiviluiska+puupontti	800	0,1	110	10	24,66	23,64	1,02	10,2	30-200 -
12	Betonipato+kiviluiska					23,62	21,65	1,97		
	betonipato	0	0,0	120	0	23,62	22,34	1,28	100,0	
	kiviluiska	25000	2,5		240	22,34	21,65	0,69	0,3	5-50 ±100
	yhteensä	134800	13,5					12,01		



Lyhyen ja jyrkän pohjapadon nro 11 alle muodostuu ohijuoksutusten aikaan kiito- ja verkasvirtauksen rajapintaan ”stopparialto”, jota rodeomelajat ovat alkaneet hyödyntämään.



Ylinnä esimerkkikuva yläosan pinta-alaltaan suurista, loivista ja kivimateriaaliltaan monimuotoisista pohjapadoista (pato1), keskellä alaosan jyrkistä ja lyhyistä lohkaropadoista (pato 10) sekä alimpana betonipadoista (pato 4). Kuvia kaikista padoista on kerätty liitteeseen 1.

4.5 Virtavesikaloille soveliaat elinympäristöt nykyisillä pohjapadoilla

4.5.1 Selvitystapa ja -menetelmät

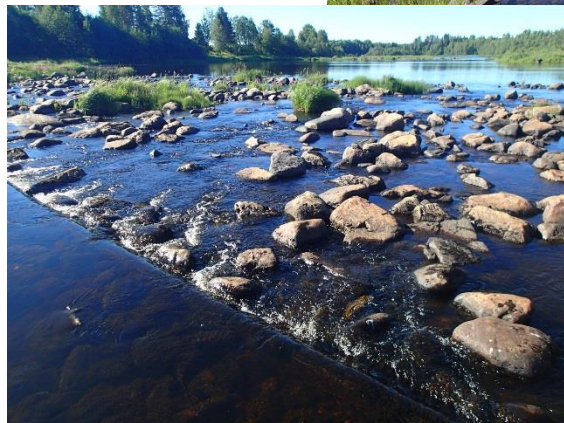
Elinympäristökartoitus

Pohjapatojen nykyisiä olosuhteita noin 1 m³/s virtaamaoloissa selvitettiin lohien, taimenen ja harjuksen elinympäristövaatimukset huomioiden. Maastotöiden yhteydessä inventoitiin vesittyvät pinta-alat sekä näiden alueiden syvyysvaihtelu, virtausnopeuden vaihtelu, pohjakivikon (suojan) laatu sekä lajeille sopivan kutusoran esiintyminen. Myös vesisammalten esiintyminen huomioitiin, mutta tätä ei pidetty varsinaisena elinympäristövaatimuksena, koska nykytilanteessa inventoinnin aikaiset vesittyvät uomat voivat muina aikoina olla liki kuivinakin. Myöskään kutusoran puuttumista ei pidetty elinympäristöä pois rajaavana tekijänä.

Olosuhteiltaan toisistaan erotettavat alueet rajattiin ilmakuvatulosteille, numeroitiin ja näiden yllä mainitut ominaisuustiedot kirjattiin. Alueiden pinta-alat mitattiin myöhemmin cad ohjelmalla. Heikoimmin virtaavilla ja/tai lohkareisimmilla alueilla kokonaispinta-alaa vähennettiin korjauskertoimilla. Pienimmillään kokonaispinta-alasta huomioitiin soveliaaksi vain 10 %. Pinta-aloissa ei käytetty korjauskertoimia kaltevuuden suhteen, koska näin saatu tarkennus olisi ollut olematon suhteessa rajauksiin ja pinta-alakorjauksiin liittyviin epätarkkuuksiin.

Inventoinnin perusteella mitatut pinta-alat jaettiin kolmeen luokkaan:

- Luokka 1, alue soveltuu taimenen ja harjuksen kaikille ikäluokille.
 - monimuotoinen alue, jossa erityisesti syvyysvaihtelu ja virtauksen voimakkuus mahdollistavat myös taimensmolttien esiintymisen
 - aikuiselle harjukselle uoma saattaa olla pääosaltaan liian pienimuotoinen
 - alueen pinta-alaan ei tarvita korjauksia
- Luokka 2, alue soveltuu vain taimenen 0+ ikäluokalle
 - matala tai heikosti virtaava alue
 - sopivaa aluetta on tyypillisesti vain laikuittain ja pinta-alan laskemisessa tarvitaan korjauskerrointa



- Luokka 3, alue soveltuu lähinnä harjukselle
 - hitaasti/kohtalaisesti virtaava niivamainen ja syvä uoma



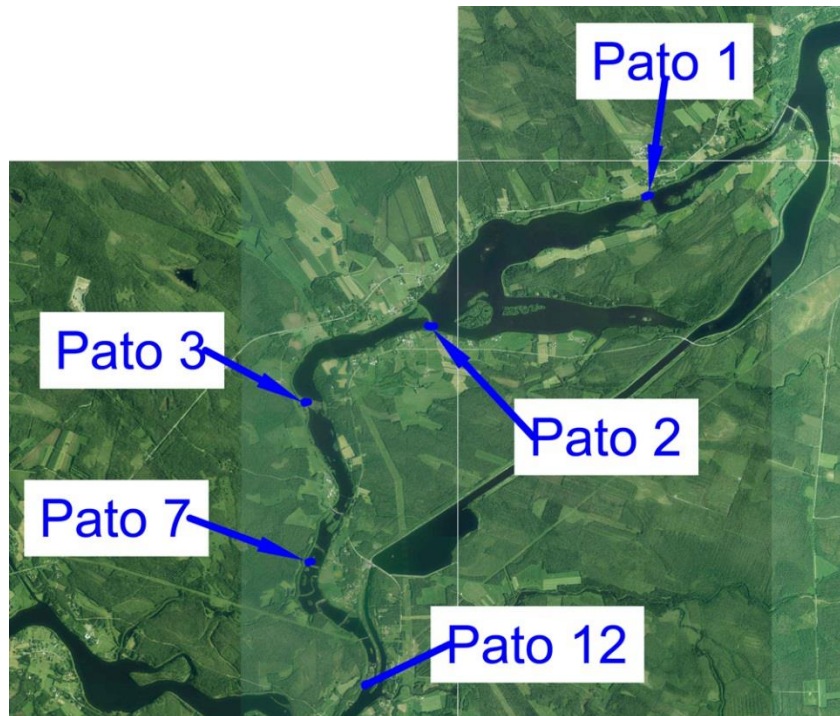
Vaellusestetarkastelu

Pohjapatojen inventoinnin yhteydessä arvioitiin myös, toimivatko nämä täydellisinä tai osittaisina vaellusesteinä. Tämä ja edellä mainittu elinympäristöjen pinta-alatarkastelu pidettiin kuitenkin lähtökohtaisesti toisistaan riippumattomina eli alapuolisen padon toimiminen vaellusesteenä ei vähentänyt yläpuolisen padon elinympäristöjen pinta-aloja.

Patokynnysten ollessa karkeasti 0,5-2 m korkeita, ne eivät betonirakenteisinakaan ole vaellusesteitä lijoen tulvavirtaamilla eli vanhan uoman suurimpien ohijuoksutusten aikaan. Toisaalta lohikalat eivät kevään tulvajuoksutusten kylmässä vedessä yleensäkään vielä vaella ylöspäin vaan vaellus keskittyy Perämeren joissa tyypillisesti kesäkuulle, joten vaellusestekysymystä tarkasteltiin lähinnä 1-100 m³/s luokkaa olevissa virtaamissa.

Sähkökoekalastukset

Sähkökoekalastukset tehtiin 7.-9.8.2018 eurooppalaisen CEN-standardin (SFS-EN 14011) ja Olin ym (2014) mukaisesti ohitusuoman viiden padon virtapaikalla (kuva 6). Sähkökalastuslaitteistona käytettiin Hans Krassl akkulaitetta, jännitteenä 450-600 V ja pulssin frekvenssinä 25-40 Hz, mitatun sähkönsäädettävyyden mukaan säädettyinä. Kalastajia oli kaksi ja kalastuskertoja yksi per koeala. Koealojen pinta-alat olivat 120-340 m². Koealojen lähemmät tiedot on kirjattu koekalastusrekisteriin.



Kuva 6. Sähkökoekalastusten koealojen sijainti Maalismaan ohitusuomassa.

4.5.2 Tulokset ja pohdinta

Elinympäristökartoitus

Patojen ei nykyisillä kesävirtaamillaan katsottu soveltuvan miltään osin lohien poikastuotantoalueiksi. Lohi vaatisi menestyäkseen lähtökohtaisesti moninkertaisesti suurempia virtaamia. Tulokset koskevat siten laaditun luokituksen mukaisesti vain taimenta ja harjusta (ja muuta virtavesikalastoa).

Nykyisellä kesävirtaamalla pohjapadoilla on yhteensä 2,3 ha virtavesikaloille jollakin tasolla soveliaista elinympäristöä (taulukko 4), mikä on 17 % patojen kokonaispinta-alasta ja noin 2 % luonnontilan aikaisesta koskipinta-alasta. Monipuolista ja useimmille virtavesikaloille ja näiden ikäluokille soveltuvaa Luokan 1 pinta-alaa on 0,4 ha, taimenen 0+ ikäluokalle sopivaa Luokan 2 pinta-alaa 1,1 ha ja lähinnä harjukselle soveltuvaa nivamaista Luokan 3 aluetta 0,8 ha. Pääosa pinta-alasta soveltuu siis lähinnä taimenen vastakuoriutuneille poikasille ja näiden ensimmäisen kesän kasvuympäristöksi. Koska sovelia pinta-ala vähentyy merkittävästi kalojen kasvaessa, jää pienpoikasalueenkin pinta-alasta merkittävä osa käytännössä hyödyttömäksi. Myös luokan 3 soveltuvuudessa on epävarmuustekijöitä, joiden perusteella tuokin pinta-ala voi todellisuudessa olla esitettyä pienempi.

Pohjapadoilta löytyy hyvin niukasti lohelle ja taimenelle soveltuvia kutusoraikkoja, eikä lainkaan harjukselle soveltuvia soraikkoja. Lohelle ja taimenelle soveltuvat soraikot havaittiin kahdella padolla: ylimmän eli 1. padon betonitiivisteiden yläpuolella (150 m²) ja 5. padon pohjoisrannan uomassa (170 m²). Edellisille sekä harjukselle kelpollisia raekokoja näkyi kyllä yleisesti patojen kiviväleissä mutta nämä laikut olivat kudun kannalta selvästi liian pienialaisia.

Vaellusesteet

Pohjapadoista neljä toimii nykytilassaan vähintään osittaisena vaellusesteenä (taulukko 4). Merkittävintä ja käytännössä täydellinen vaelluseste on alimman pohjapadon yläosassa oleva betonipato 1,28 m putouskorkeudellaan. Padot nro 9 ja 11 ovat vaellusesteitä varsinkin suurille kaloille. Ne ovat ly-

hyitä, jyrkkiä ja rakennettu suurista lohkarakivistä ilman nousuväylää, jolloin virtaamat katoavat ah-taiisiin kiviväleihin jättäen padon pinnan lähes kuivaksi tai hyvin ohuelle vesikerrokselle. Betoniraken-teiselle padolle 4 on aikoinaan rakennettu nousuväylä uoman pohjoisrannalle, mutta tulvat ovat il-meisesti rikkoneet sen rakennetta ja väylä tarvitsisi toimiakseen uuden kynnistyksen. Nykyisellään siinäkin vesi virtaa liian pitkiä matkoja liian ohuena kerroksena.

Taulukko 4. *Virtavesikaloille sopivan elinympäristön pinta-alat Maalimaan ohitusuoman pohjapa-doilla nykyisellä kesävirtaamalla (noin 1-1,5 m³/s) sekä patojen muodostama mahdollinen nousueste kaloille. Poikastuotantopinta-ala on jaettu kolmeen luokkaa, joiden kuvaukset löytyvät tekstistä. Pa-dot on numeroitu järjestyksessä ylävirrasta alavirtaan.*

Pohjapato	No	ha	kaltevuus %	Kalojen kulkumahdollisuus muul-loin kuin ohijuoksutusten aikana	Poikastuotantopinta-alat ha Nykyinen kesävirtaama			
					Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Yhteensä
1 Kiviluiska+betonitiiviste	3,2	0,5-1,6			0,075	0,180	0,000	0,255
2 Kiviluiska+betonitiiviste	1,7	1,2-2,4			0,044	0,085	0,000	0,129
3 Kiviluiska+puupontti	1,7	2,0-2,9			0,105	0,200	0,000	0,305
4 Betonipato+kallio	0,0	7,3-100		Osittainen nousueste ¹⁾	0,003	0,000	0,000	0,003
5 Kiviluiska + betonoitu tie + rummut	1,3	0,5-1,2			0,080	0,025	0,160	0,265
6 Kiviluiska+puupontti	0,6	1,3-2,6			0,000	0,210	0,000	0,210
7 Kiviluiska+puupontti	0,4	1,2-3,1			0,000	0,062	0,000	0,062
8 Kiviluiska+puupontti	0,8	2,0-5,0			0,011	0,043	0,000	0,054
9 Kiviluiska+puupontti	0,8	2,5-4,0		Nousueste suurille kaloille ²⁾	0,000	0,034	0,000	0,034
10 Kiviluiska+puupontti	0,5	2,9-4,4			0,011	0,062	0,075	0,148
11 Kiviluiska+puupontti	0,1	10,2		Nousueste suurille kaloille ²⁾	0,000	0,008	0,000	0,008
12 Betonipato+kiviluiska					0,000	0,000	0,000	0,000
betonipato	0,0	100,0		Nousueste kaikille kaloille ³⁾	0,000	0,000	0,000	0,000
kiviluiska	2,5	0,3			0,052	0,188	0,540	0,780
yhteensä	13,5				0,381	1,097	0,775	2,253
				1) nousuväylä tarvitsee kunnostuksen				
				2) lohkarakorakenne ilman nousuväylää				
				3) betonipato tarvitsee kalatien				

Sähkökoekalastukset

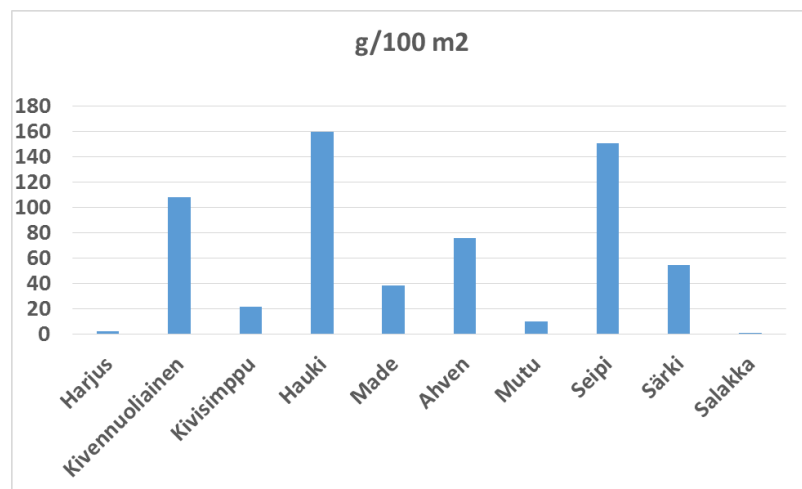
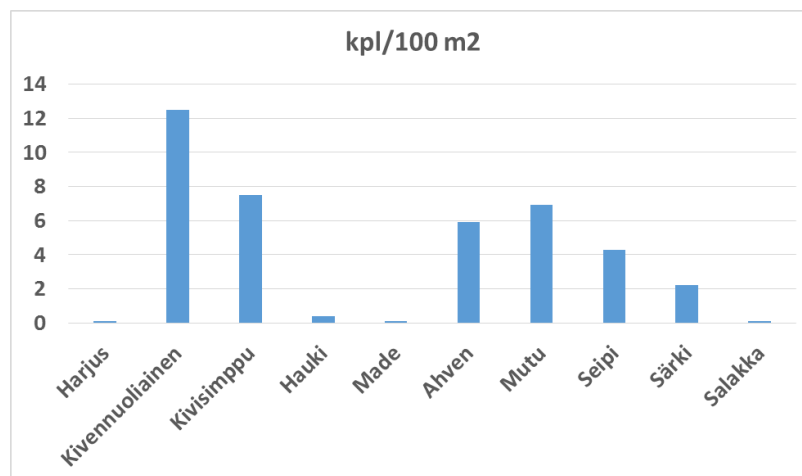
Sähkökoekalastuksissa tavattiin vain yksi lohikala, (kaksikesäinen) harjus ylimmältä pohjapadolta (taulukko 5). Lohia tai taimenia ei havaittu. Muista tyyppillisistä virtavesilajeista kivennuoliaisia ja kivi-simppuja esiintyi kaikilla koealoilla ja mutua neljällä koealalla viidestä. Myös särkeä, seipiä, ahventa ja haukea tavattiin yleisesti. Made ja salakka havaittiin molemmat yhdellä koealalla.

Kivennuoliainen, kivisimppu ja mutua olivat kappalemäärissä luettuna koealueiden runsaimmat lajit. Suurimmat keskimääräiset kokonaismassat havaittiin kivennuoliaisella, hauella ja seipillä (kuva 7).

Koekalastetuilla pohjapadoilla ympärivuotinen virtaama on todennäköinen vasta Nauruanjoen ja Kaistonsuvannon alapuolella eli 2. pohjapadosta alkaen alaspäin. Ellei Maalimaan säännöstelypato vuoda merkittävämmän, on 1. pohjapadolla virtaamaa vain ohijuoksutusten sekä kesäkuukausien juoksutuksen aikaan. Tässä mielessä ainoan harjushavainnon saaminen juuri tältä padolta oli yllättä-vää. Kyseisellä koealalla tavattiin kuitenkin myös monen kokoisia ja ikäisiä kivennuoliaisia ja kivi-simppuja eli jonkinasteinen, vaikka heikkokin ympärivuotinen virtaus padolta on ilmeinen. Todennä-köisintä kuitenkin on, että tavattu harjus oli kevätkuoksutuksissa pääuomasta ohitusuomaan ajautu-nut yksilö. Etukäteen ajatellen todennäköisin alue harjusten tapaamiseen oli alimman eli 12. pohja-padon koealue, koska se on lähistölle laskevan Martimojoen harjuspöpläation saavutettavissa ym-pärivuotisesti. Tältä alueelta lajia ei havaittu. On kuitenkin todettava, että koeala perustettiin varsin heikkovirtaiselle alueelle pohjapadon länsirannalle. Saman padon pohjoisrannalla kulkee syvempi ja vuolasvirtaisempi

Taulukko 5. Maalismaan ohitusuoman pohjapatojen sähkökoekalastusten lajikohtaiset kokonaissaa-
listiedot sekä suhteutetut saalistiedot per 100 m² elokuun 2018 koekalastuksissa. Tulokset ovat yh-
deltä kalastuskerralta.

Koealojen kokonaissaaliit:																					
	Koeala	Harjus		Kivenuoliainen		Kivisimppu		Hauki		Made		Ahven		Mutu		Seipi		Särki		Salakka	
Pato	m2	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g
1	300	1	22	24	175	7	18	2	203	1	388	8	137	2	4	7	272	0	0	0	0
2	340	0	0	21	283	12	61	1	1200	0	0	27	361	1	1	33	1035	13	321	0	0
3	120	0	0	33	225	34	83	0	0	0	0	6	26	32	43	0	0	0	0	0	0
7	120	0	0	39	312	11	40	1	222	0	0	15	221	0	0	4	226	9	232	0	0
12	140	0	0	11	101	13	16	0	0	0	0	4	28	35	53	0	0	0	0	1	6
yht	1020	1	22	128	1096	77	218	4	1625	1	388	60	773	70	101	44	1533	22	553	1	6
Koealojen saaliit /100 m2:																					
		Harjus		Kivenuoliainen		Kivisimppu		Hauki		Made		Ahven		Mutu		Seipi		Särki		Salakka	
Pato		kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g	kpl	g
1		0,3	7,3	8,0	58,4	2,3	6,0	0,7	67,7	0,3	129,3	2,7	45,7	0,7	1,2	2,3	90,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2		0,0	0,0	6,2	83,1	3,5	17,9	0,3	352,9	0,0	0,0	7,9	106,2	0,3	0,4	9,7	304,4	3,8	94,4	0,0	0,0
3		0,0	0,0	27,5	187,5	28,3	68,9	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	21,5	26,7	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7		0,0	0,0	32,5	260,0	9,2	33,6	0,8	185,0	0,0	0,0	12,5	184,2	0,0	0,0	3,3	188,3	7,5	193,3	0,0	0,0
12		0,0	0,0	7,9	72,4	9,3	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	20,0	25,0	37,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	4,3
ka. per 100 m2		0,1	2,2	12,5	107,5	7,55	21,4	0,39	159	0,1	38,04	5,9	75,76	6,86	9,9	4,3	150,3	2,2	54,2	0,1	0,6



Kuva 7. Maalismaan ohitusuoman pohjapatojen sähkökoekalastusten lajikohtaiset saalistiedot kap-
paleina ja grammoina per 100 m² heinäkuun 2018 koekalastuksissa.

nivamainen uoma, mutta tämä taas todettiin liian syväksi sähkökoekalastukselle.

Kivenuoliaisen ja kivilimpun määrät olivat suurimmillaan sammaleisimmilla koealoilla ohitusuoman keskivaiheilla. Ylimmällä ja alimmalla koealalla sammat likimain puuttuivat, mikä näkyi myös näiden lajien biomassoissa. Ylimmällä koealalla (1. pohjapadolla) virtausolosuhteet lienevät sammalajistolle pääosalla vuotta liian heikot. Alimmalla pohjapadolla koekalastusalue saattaa niin ikään ajoittain kuivua ja virtaama ohjautua yksinomaan pohjoisrannan syvään uomaan.

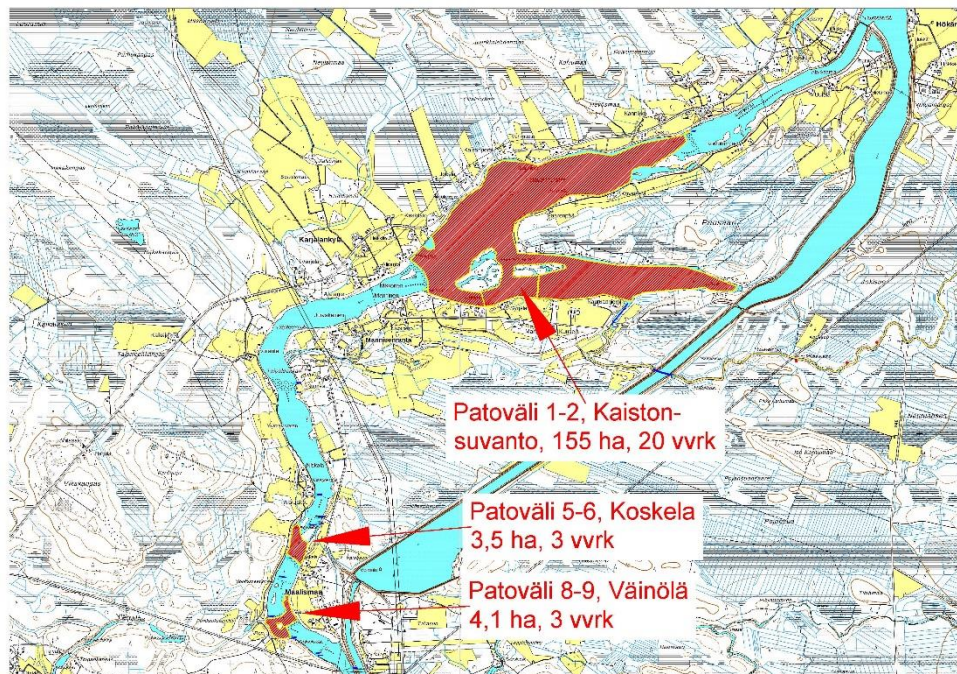
Kivenuoliaisen ja kivilimpun hyvät biomassat alueella osoittavat, että samoilla alueilla olisi mahdollisuuksia myös taimenen (ja harjuksen) pienpoikasvaiheille ainakin kesän vanhoiksi saakka.

4.6 Patovälien kalastoselvitys verkkokoekalastuksella

Ohitusuoman pohjapatojen välialtaiden kalastosta ja olosuhteista kalojen kannalta pyrittiin saamaan yleiskuva verkkokoekalastuksella.

4.6.1 Menetelmät

Verkkokoekalastukset tehtiin Nordic-verkoilla kolmelle patovälille 6.-9.8.2018 (kuva 8). Kalastuksen mitoituksessa, satunnaistamisessa ja muissa järjestelyissä noudatettiin asianomaista standardia (Olin ym 2014). Kokonaisuudessaan pyyntiponnistus oli 26 verkkovuorokautta. Koekalastetuista patoväleistä ylin ja pinta-alaltaan suurin, Kaistonsuvanto (155 ha), on jo luonnontilassaan ollut suvanteinen jokijakso. Alue on 0-3 m syvä ja pohja on silttinen/hiekkainen Puusaaren haarojen kivisiä yläosia lukuun ottamatta. Kaksi alempana kalastettua patoväliä, Koskela (3,5 ha) ja Väinölä (4,1 ha), sijoittuvat luonnontilan aikaiselle koskialueelle ja niiden pohjat ovat edelleen kiviset. Niidenkin syvyys on 0-3 m.



Kuva 8. lijoen Maalismaan ohitusuoman Nordic-verkkokoekalastusten alueet ja pyyntiponnistus verkkovuorokausina 6.-9.8.2018.

4.6.2 Tulokset ja pohdinta

Koekalastusten saalis koostui kahdeksasta kalalajista (taulukko 6). Kaistonsuvannon verkkokohtainen saalis oli hieman yli 2 kg ja saaliista 68 % oli särkikaloja. Alemmilla patoväleillä keskisaalis oli hieman yli 1 kg ja saalis oli ahvenkalavaltainen, särkikaloja saaliista oli 37 %. Alemmilla patoväleillä saaliskalojen keskipaino oli pääosalla lajeista noin kaksin-kolminkertainen Kaistonsuvantoon nähden.

Yksittäistä istutusperäistä kirjolohta lukuun ottamatta muut koekalastuksen saalisajit ovat alueelle luontaisia.

Pääosan vuotta altaat ovat hyvin lampimaisia olosuhteiltaan, mutta ohijuoksutusten yhteydessä taas joen kaltaisia, eikä näille voida osoittaa vertailukelpoista järvityyppiä. Koeverkkokalastusta ei taas menetelmällisesti voida käyttää virtavesien luokitteluun. Tuloksia ei siten voida verrata vesipuitedi-
rektiivin mukaisen tyyppittelyn ja ekologisen tilan laaturajoihin (hyvä, tyydyttävä, huono..). Voidaan kuitenkin todeta, että Kaistonsuvannon verkkokohtaisen saaliin biomassa ja lajijakauma ovat ravinteisen järven kaltaisia. Näiden sekä lajikohtaisten kokojakaumien (kuva 9) perusteella lajiston lisääntymis- ja elinolosuhteet ovat alueella vähintään kohtalaiset tai hyvät. Merkkejä runsasjäisten talvien aiheuttamista joukkokuolemista tai ohijuoksutusten aiheuttamista poishuuhtoutumisista ei ole nähtävillä.

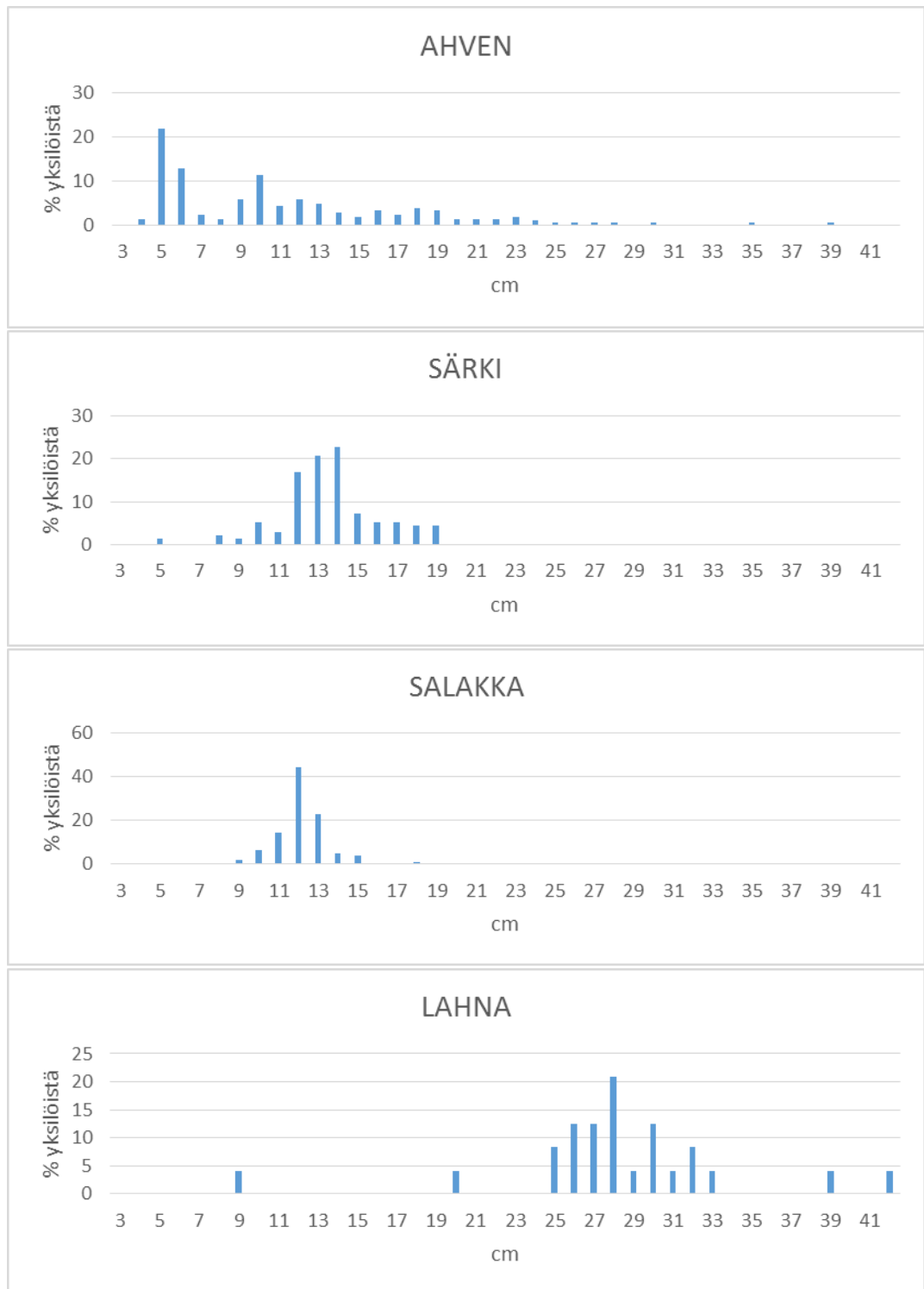
Alemmilla patoväleillä biomassat ja lajijakaumat ovat vähäravinteisten järvien kaltaisia ja kalasto koostuu pääosin aikuisista kaloista. Nämä kivipohjaiset ja –rantaiset ja ohijuoksutusten aikaan kiivasvirtaisemmat alueet sopinevat Kaistonsuvantoa huonommin koekalastuksessa havaittujen lajien poikasalueiksi. Ohijuoksutusten aikaiset nuorten ikäluokkien huuhtoutumiset alavirtaan ovat myös mahdollisia ja paluu myöhemmin takaisin aiemmin mainittujen vaellusesteiden vuoksi mahdotonta tai vaikeaa.

Kokonaisuudessaan Maalismaan ohitusuoman Nordic-verkkokalastusten lajisto muistuttaa rakenteeltaan järvien ja lampien kalastoa. Taimenta, harjasta tai esimerkiksi säynettä kalastuksissa ei havaittu. Alaosalla pohjapatojen läheisyydestä saatiin kuitenkin saaliiksi seipiä, joka on virtaavalle vedelle tyyppinen särkikala.

Selvitystyön alkuvaiheen keskusteluissa oli esillä myös ajatus, voitaisiinko patoväleihin istuttaa vastakuoriutunutta vaellussiikaa ja altaat toimisivat kesäkauden luonnonravintolammikon kaltaisesti. Luontaisen kalaston biomassat näyttävät alueella kuitenkin niin vahvoilta, että menettely ei olisi taloudellisesti verrattavissa tavanomaiseen luonnonravintoviljelyyn. Alkuvaiheen kuolevuus olisi ilmeisen suuri ja ravintokilpailu voimakasta.

Taulukko 6. Iijoen Maalismaan ohitusuoman Nordic-verkkojen yksikkösaalis kpl/vvrk ja g/vvrk lajeittain sekä saalisajien keskipaino verkkokalastuksissa 6.-9.8.2018.

laji	Patoväli 1-2 Kaistonsuvanto			Patovälit 5-6 ja 8-9 Koskela, Väinölä		
	kpl	g	x paino g	kpl	g	x paino g
ahven	25.4	551.4	21.7	9.2	569.0	62.1
kiiski	2.7	8.8	3.3	0.5	2.5	5.0
hauki	0.1	25.4	508.0	0.2	197.0	1182.0
särki	17.3	465.1	27.0	3.8	180.0	47.0
salakka	18.1	234.2	12.9	1.2	16.3	14.0
seipi	0.0	0.0	-	0.8	35.0	42.0
lahna	2.9	674.4	236.6	0.3	194.8	584.5
kirjolohi	0.1	74.0	1480.0	0.0	0.0	-
yhteensä	66.4	2033.2		16.0	1194.7	
särkikaloja	38.2	1373.6	68 %	6.2	426.2	37 %
ahvenkaloja	28.1	560.2	28 %	9.7	571.5	48 %



Kuva 9. Pääsaalislajien kokojakaumat Maalismaan ohitusuoman Nordic verkkokoekalastuksessa 6.-9.8.2018. Mitattujen yksilöiden määrä (n): ahven (210), särki (136), salakka (97), lahna (24). Nordic-verkkojen on havaittu pyytävän suhteellisen heikosti suurikokoista lahmaa ja saaliin kokojakauma ei tämän lajin suhteen välttämättä vastaa pyyntialueen koko populaation kokojakaumaa.

4.7 Parannus- ja kehitysehdotukset nykytilassa ja eri toimenpiteiden seurauksena

4.7.1 Lisävirtaaman vaikutus vesipeileihin ja patojen virtavesipinta-aloihin

Patojen virtausolosuhteet tutkittiin ja kuvattiin työn yhteydessä 1, 5 ja 10 m³/s virtaamilla.

Vesipeilit

Koska pohjapadot ovat pitkiä, vesipintojen nousu patojen yläpuolella kesäajan nykytilanteesta juoksutuksilla 5 ja 10 m³/s on pääosin 5...15 cm (taulukko 7). Alimmalla lyhyellä betonipadolla nousu oli 23 cm. Padolla 5 vesi kulkee normaalisti harjalla oleva betonoidun tien alitse rumpujen kautta, mutta juoksutuksilla 5 ja 10 m³/s ylävesi nousi 67 cm ja virtasi tien yli.

Patoaltaiden maisemaan lisäjuoksutuksen aiheuttamalla vesipinnan nousulla on vain vähäinen vaikutus. Padolla 5 nousu oli merkittävä, mutta sen yläallas on lyhyt ja haittapuolena veden nousu estää tai merkittävästi haittaa padon harjan tien käyttöä.

Alimmilla pohjapadoilla pieni vesipinnan vaihtelu on normaalia, koska niiden oma valuma-alue on 150 km² ja sateista johtuvat virtaamat voivat olla muutamia kuutiometrejä sekunnissa.

Taulukko 7. Maalismaan ohitusuoman pohjapatojen yläpuolinen mitattu veden taso ja maksimierotus 1, 5 ja 10 m³/s virtaamilla.

Pato	Vesipinnan taso padon yläpuolella m N2000			Erotus 1-10 m ³ /s cm
	1 m ³ /s	5 m ³ /s	10 m ³ /s	
pato 1	33,66	33,79	33,81	15
pato 2	32,68	32,81	32,83	15
pato 3	31,75	31,83	31,83	8
pato 4	29,72	29,77	29,77	5
pato 5	28,62	29,26	29,29	67 ¹⁾
pato 6	28,06	28,13	28,12	6
pato 7	27,55	27,66	27,66	11
pato 8	27,08	27,17	27,18	10
pato 9	26,58	26,65	26,66	8
pato 10	25,59	25,66	25,68	9
pato 11	24,66	24,72	24,77	11
pato 12	23,62	23,82	23,85	23

1) 1 m³/s mahtuu rummuista, loput tien yli

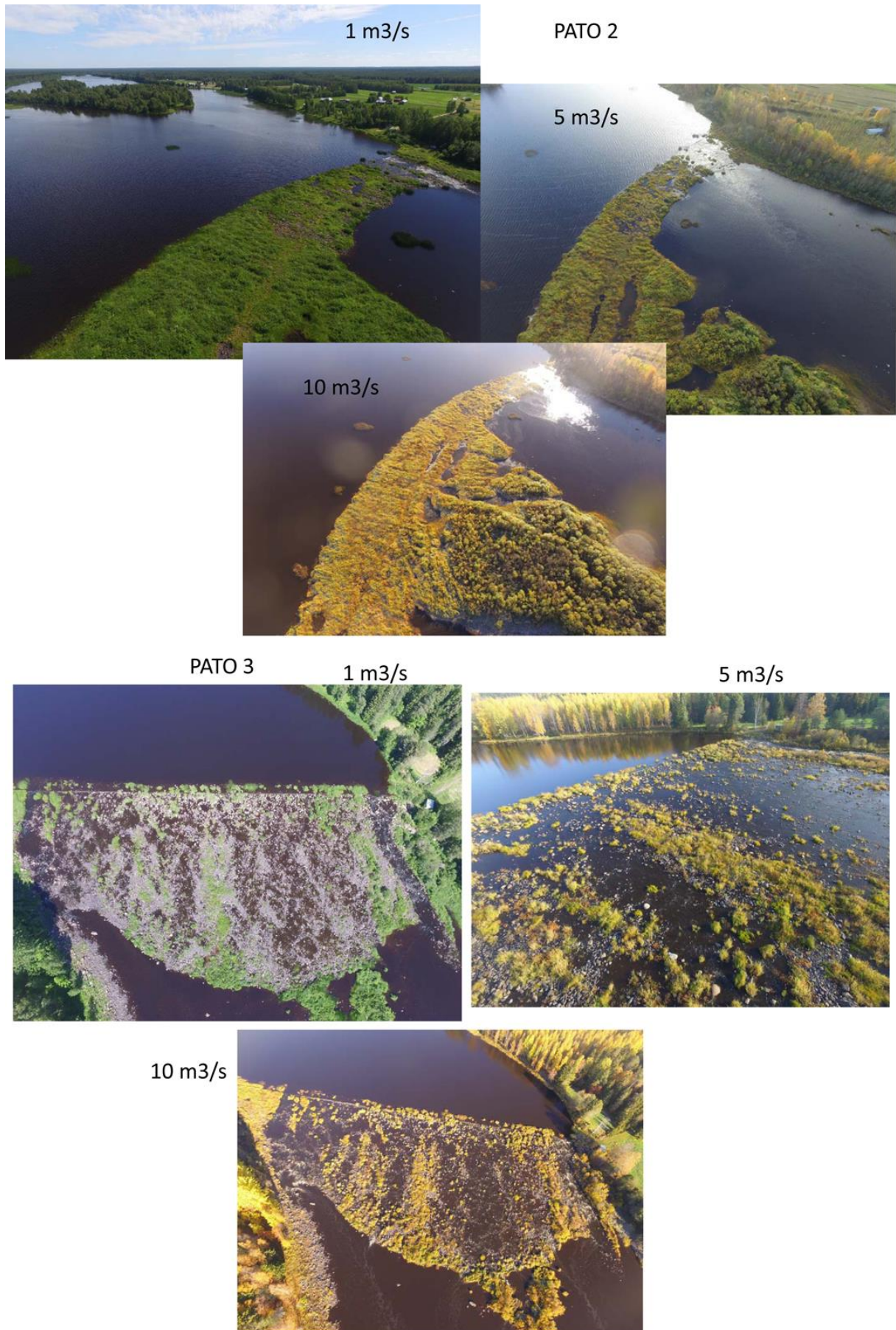
Patojen virtavesipinta-alat

Hydraulisten yhtälöiden perusteella 100 m leveällä ja noin 1,5-2 % kaltevuuden pohjapadon luiskalla vesikerros on tasaisesti jakautuneena 2-3 cm paksu 1 m³/s virtaamalla, 10 cm 5 m³/s virtaamalla ja 17 cm 10 m³/s virtaamalla. Vastaavasti 300 m leveillä padoilla vesikerroksen paksuudet ovat 1-2 cm, 5 cm ja 8 cm. Taimenen ja lohen elinympäristövaatimusten kannalta syvyydet jäävät auttamatta liian vähäisiksi. Kapeimmilla padoilla olosuhteet saattaisivat suurimmilla virtauksilla riittää 1. kesän poikasille, mutta ei enää vanhemmille yksilöille.

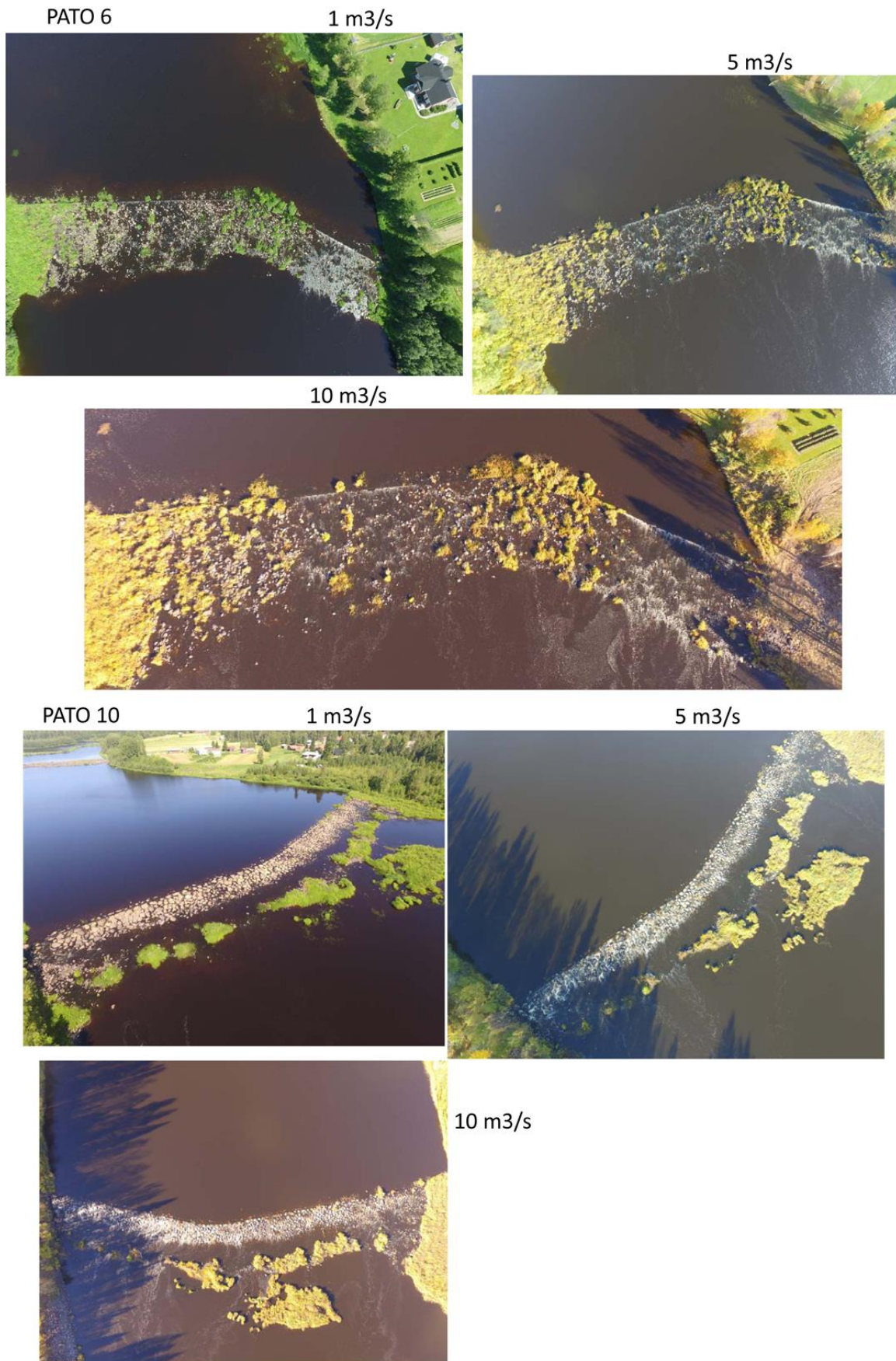
Pääosalla nykyisistä kiviluiskapadoista virtaama ei kuitenkaan ole tasaisesti jakautunut ja niillä on nykyvirtaamillakin jonkin verran virtavesikaloille soveltuvaa pinta-alaa (kappale 5.5.2). Merkittävän lisävirtaaman voisi siis olettaa aikaansaavan vastaavasti merkittävän lisäyksen potentiaaliin poikastuotantoalueisiin. Ilmakuvatarkastelun perusteella näin ei kuitenkaan pääosin tapahdu.

Huolimatta useiden senttimetrien vesipinnan noususta yläpuoleisissa altaissa, yläosan leveillä ja laajoilla padoilla 5-10 m³/s virtaama keskittyy pääosin samoihin väyliin ja alueisiin kuin nykyisilläkin virtaamillakin (kuva 10). Maisemallisesti virtavesiolosuhteissa ei siten tapahdu oleellista muutosta. Käytännössä virran keskinopeus nykyisissä virtausväylissä kasvaa ilman, että vesi alkaisi merkittävästi leviittäytymään laajemmille alueille. Virtavesikaloille sopiviin kokonaispinta-aloihinkaan ei näin tule mainittavaa lisäystä. Käytännössä muutos tapahtuu aiemmin vain 1. kesän taimenille soveltuvassa pinta-alassa. Alue ei edelleenkään sovellu vanhemmille poikasille, mutta pinta-alan korjauskertoimia voidaan pienentää. Näin ollen epäsuhta nuorille ikäluokille ja smolteille soveltuvien alueiden pinta-alassa kasvaa.

Alaosan kapeilla ja jyrkillä padoilla maisemallinen muutos on merkittävä veden alkaessa herkemmin virtaaman koko padon yli (kuva 11). Myös näillä padoilla muodostuva virtaama säilyy liian ohuena soveltuakseen lohikalojen vanhemmille poikasille, mutta ensimmäisen kesän poikasille pinta-alaa muodostuu merkittävästi lisää.



Kuva 10. Virtaamien 1, 5 ja 10 m³/s jakautuminen yläosan leveillä ja loivaluiskaisilla padoilla 2 ja 3.



Kuva 11. Virtaamien 1, 5 ja 10 m³/s jakautuminen Maalismaan ohitusuoman kapeilla ja jyrkillä padoilla 6 ja 10.

4.7.2 Mahdollinen patojen purkaminen ja lohikalojen poikastuotanto luonnonuomassa

Ranta-asutuksen ja jokimaiseman kannalta nykyisten pohjapatojen purkaminen ja uoman entisöinti olisi hyväksyttävää vain, mikäli samalla turvattaisiin vesimaiseman säilyminen. Virtaaman tulisi levitä koko uomaan ja estää laajojen kuiviksi jäävien ja pensoittuvien alueiden syntyminen. Toisaalta entisöidyn uoman tulisi tarjota myös vesieliöstölle nykyistä allastettua tilannetta selkeästi paremmat olosuhteet.

Tämän työn yhteydessä järjestetyn 10 m³/s juoksutuksen havaintojen perusteella tätä luokkaa olevat virtaamat eivät vielä turvaa luonnontilassaan n. 165 m³/s keskivirtaamalle muokkautuneen uoman riittävää vesittymistä rannalta rannalle. Pohjapadoilla voitiin havaita, että pienetkin poikkileikkauksen korkoerot keskittävät virtaaman helposti vain kolmas- tai neljäosalle uoman poikkipinta-alasta. Luonnontilaisessa tai sen kaltaisessa uomassa virtaama todennäköisesti polveilisi rannalta toiselle, mutta merkittävä pinta-ala uomasta säilyisi kuivana ja olisi vaarassa pensoittua.

Koko poikkileikkauksen vesittävä ja samalla vesieliöstön hyvän selviämisen uomassa takaava ympäristövirtaama olisi todennäköisesti 30 % keskivirtaamasta (Tennant 1976), minkä on lijoen olosuhteissa havaittu keskimääräisesti riittävän myös koko uoman hydrauliseen vesittymiseen (Orell ym 2016). Entisöityyn ja pohjapadottomaan vanhaan uomaan tulisi siten johtaa keskimäärin noin 50 m³/s virtaama, jotta lopputulos olisi maisemallisesti ja vesiekologisesti luonnontilaa korvaava.

Mikäli asiaa katsotaan vain lohen ja taimenen poikastuotannon näkökulmasta, asia on luonnollisesti yksinkertaisempi ja vähempikin virtaama riittäisi, halutusta lopputuloksesta riippuen. Orell ym (2016) tekivät Maalismaan alapuolella olevaan Raasakan vanhaan uomaan karkean lohen elinympäristömallinnuksen, jossa todettiin luonnontilaiseen/entisöityyn uomaan saatavan 5, 10 ja 20 m³/s virtaamalla vastaavasti 17, 30 ja 52 hehtaaria lohen poikastuotantoalueita. Raasakan uoma on putouskorkeudeltaan samaa luokkaa (noin 12 m), hieman Maalismaan uomaa lyhempi (8 vs 10 km) mutta keskimäärin leveämpi. Kokonaisuudessaan vastaava karkea mallinnus tuottaisi Maalimalle todennäköisesti varsin samankaltaisen tuloksen. Kyseinen mallinnus on kuitenkin hyvin alustava ja lohen poikastuotantoalueen ainoa käytetty kriteeri siinä oli vähintään 0,1 m/s kohoava virrannopeus. Näin laskettuna mallissa on riski, että tuloksena saadut pinta-alat soveltuvat pääosaltaan vain lohen vasta-kuoriutuneille ja ensimmäisen kesän poikasille, kuten tilanne on Maalismaan pohjapadoillakin virtaaman ollessa vähäinen suhteessa uoman leveyteen (kappale 4.5.2). Vanhemmille poikasille soveltuva ja smoltteja tuottava pinta-ala voisi todellisuudessa jäädä merkittävästi esitettyjä pinta-aloja pienemmäksi. Koska alustava mallinnus kuitenkin osoittaa alaosan ohitusuomilla olevan merkittävää potentiaalia lijoen voimatalouden yhtenä mahdollisena kalatalouskompensaatina, tuo mallinnus kannattaisi tulevaisuudessa tarkentaa.

Kokonaisuudessaan pohjapatojen purkamisen vaihtoehto lienee ainakin lähitulevaisuudessa kokonaistaloudellisesti epärealistinen saatavissa olevaan ohijuoksutusvirtaamaan ja sen kustannuksiin nähden. Jos virtaaman riittävyys ratkaistaisiinkin, on epätodennäköistä, että tuolloin purettaisiin vain osa padoista ja hyödynnettäisiin näin vain osaa uomasta. Kustannus-hyöty näkökohta edellyttäisi koko uoman hyödyntämistä ja todennäköisesti ainoa mahdollisesti säästettävä pohjapato voisi olla Kaistonsuvannon pintaa säättävä 2. pato. Alajuoksun ohitusuomien osalta asiaa olisi kuitenkin syytä tutkia tarkemmin lijoen voimatalouskompensaatioden kokonaistarkastelun yhteydessä.

Pohjapatojen purkaminen vaatisi vesioikeudellisen lupakäsittelyn, jossa kriittisin lupakynnys olisi hankkeen hyväksyttävyyden lähialueen asukkaiden joukossa. Epäilemättä nykytilanteen vaihtaminen pieneen padottomaan virtaamaan ei tulisi kyseeseen, vaan vaatimustasona olisi koko uoman vesittävä noin 50 m³/s virtaama.

4.7.3 Pohjapatojen muokkaaminen

Periaatteet ja laskentatapa

Pohjapatojen kehittämismahdollisuuksia lohen poikastuotantoalueina on tutkittu lähemmin jo Raasakan ohitusuomaa koskeneessa selvityksessä (Hautala ym 2016). Tämän työn yhteydessä ei ole tullut esiin seikkoja, joiden perusteella tulisi muuttaa Raasakan selvityksen tärkeimpiä johtopäätöksiä:

1. Pohjapadot ovat liian leveitä suhteessa tarkasteltaviin virtaamiin ja patojen koko pinta-alan hyödyntäminen ei ole mahdollista. Virtaama tulee padoilla ohjata yhteen tai useampaan kunnostettavaan tai rakennettavaan väylään, joiden mittakaava on suhteutettava virtaamaan luonnontilaisissa joissa havaitulla riippuvuussuhteella. Näin menetellen lohen, taimenen ja useimpien virtavesikalojen eri ikäluokkien tutkitut elinympäristöpreferenssit toteutuvat luontaisesti ja luontaisissa pinta-alasuhteissa.
2. Väylät tulisi rakentaa maksimissaan 2,5 % keskikaltevuuteen alueelle luontaisesta Ø 10-200 cm kivimateriaalista. Tällöin mm. tulvavirtaamien kulutus näyttää säilyttävän/muokkaavan väyliin luontaisen kynnistyksen, jolloin lohikaloille sopiva virrannopeus ja syvyysvaihtelu toteutuvat pääosalla pinta-alaa keskimääräisestä jyrkkyydestä huolimatta.
3. Kaltevuudeltaan jyrkemmät padot tulee loiventaa alaosaan täyttämällä. Tämä vaatii muualta tuotavaa kiviainesta ja suurilla padoilla tarvittavat massat voivat olla tuhansia kuutioita. Vaihtoehdolle, jossa pato loivennettaisiin paikalla olevilla massoilla yläosaa eli padotuskorkeutta samalla alentamalla, ei saane kannatusta paikallisen asutuksen keskuudessa. Padotuskorkeuden muuttaminen vaatisi vesioikeudellisen luvan, mutta padon alaosan muokkaus voi olla mahdollista ilman.
4. Väylissä on suurissa ohijuoksutuksissa herkästi muuta patoaluetta äärevämmät olosuhteet, jolloin riskeinä ovat kalojen huuhtoutuminen tulvaveden mukaan sekä väylärakenteen rikkoutuminen. Raasakan tapaan rannoille rakennettavat väylät ovat tässä suhteessa vähäriskisimpiä.
5. Väyliä yläosaan, pohjapatotaitteen yläpuolelle, on mahdollista suunnitella ja rakentaa nivamaisia kutualueita. Soran pysyvyys ko. alueilla suurimmissa tulva-aikaisissa ohijuoksutuksissa tulisi tutkia ennakkoon tai varautua lähtökohtaisesti soraikkojen ajoittaisiin korjauksiin. Soran pysyvyys itse pohjapatoväylissä on hyvin epätodennäköistä, eikä niiden pinta-alaa kannata tuhlaata pysyvyyttä edistäviin rakenteisiin kuten riittäviin välisuvantoihin.

Maalimaan ohitusuoman mahdolliset lohikaloille aikaansaavat tuotantopinta-alat yllä esitetyillä periaatteilla laskettiin nykyiselle 1 m³/s virtaamalle sekä 5 ja 10 m³/s virtaamille seuraavilla periaatteilla.

Yhden kuution virtaama kohdistettiin vain yhteen väylään, 5 m³/s kahteen väylään ja 10 m³/s sekä kahteen että kolmeen väylään. Väyliä määrät voisivat olla jotain muutakin ja tämä vaikuttaisi lopputulokseen, koska sama virtaama jaettuna useampaan väylään lisää periaatteessa aikaansaataavaa kokonaispinta-alaa (lähemmin Hautala ym 2016). Toisaalta esimerkiksi lohen elinympäristönä pienen virtaaman väylät ovat kyseenalaisia. Toisaalta esimerkiksi lohen elinympäristönä pienen virtaaman väylät ovat kyseenalaisia ja rakentamiskustannustensa vuoksi määrää ei ole järkevää nostaa 2-3 väylää suuremmaksi. Yhden kuution virtaama otettiin mukaan tarkasteluun, koska nykyvirtaamallakin patojen olosuhteita voidaan parantaa ja erityisesti betonipadoilla ja jyrkimmillä lohkarepadoilla ratkaistaan samalla kalan nousuestekysymykset. Rakentamiskustannukset suhteessa aikaansaatavaan lisäpinta-alaan kuitenkin korostuvat pienimmillä virtaamilla.

Muokattavan väylän keskileveys laskettiin Raasakan selvityksen tapaan Caissien (2006) esittämällä kaavalla (taustasta lähemmin Hautala ym 2016):

$$W_{MAF} = 9.7 \sqrt{Q_{MAF}}$$

jossa W on uoman vesittyvä leveys (m)

Q=virtaama

MAF on "mean annual flow" eli keskivirtaama MQ

Mahdolliset rakennettavat uomat voivat luonnonkoskien tapaan polveilla ja muunnella leveyttään varsin laajastikin keskileveyden molemmin puolin.

Väyliä pituus asetettiin yläosan suurimassaisille, pitkäluiskaisille ja suhteellisen loiville ($\leq 2,5$ %) padoille niiden nykyisten ranta-alueiden luiskapituuksien keskiarvona. Ajatuksena on, että näille ei tarvitsisi tuoda ulkopuolelta lisämassaa. Alaosan jyrkille ja lyhyille padoille sekä betonipadoille luiskan kaltevuudeksi asetettiin 1,5 % ja pituus laskettiin tämän ja putouskorkeuden suhteesta. Näille padoille rakentamiseen siis tarvittaisiin joko uomasta löytyvää tai ulkopuolelta tuotavaa lisämassaa. Betonipadoille ja mahdollisesti myös jyrkille lohkarepadoille väyliä rakentaminen vaatisi todennäköisesti betonireunalla/reunoilla vahvistettua luiskan rakennetta, jotta vastaavasti säästyttyisiin suurilta massansiirroilta. Yksityiskohtaisiin rakenteisiin ja niiden järkevyyteen ei kuitenkaan voida ottaa kantaa ilman erillistä suunnittelua.

Potentiaaliset pinta-alat

Pohjapadoille on tarkastelluilla 1, 5 ja 10 m³/s virtaamilla aikaansaataavissa vastaavasti noin 1, 3 ja 4-5 ha lohikalojen poikastuotantopinta-alaa (taulukko 8). Pienimmällä virtaamalla väylät soveltuvat lähinnä taimenelle ja suurimmilla virtaamilla myös lohelle ja harjukselle. Hieman yli puolet pinta-alasta voidaan rakentaa patojen 1, 2, 3, 5 ja 6 nykyistä massaa muokkaamalla, jolloin rakentaminen on myös suhteellisesti edullista. Toisaalta näiden hyödyntäminen vaatii minimissään myös betonipatojen ja alaosan jyrkkien kivipatojen nousuestekysymysten ratkaisemista, jolloin myös vaikeammin ja kalliimmalla toteutettavien patoväyliä rakentamisen suhteellinen kustannus alenee.

Muokattujen patojen poikastuotantopinta-alan potentiaali on karkeasti 10 % padottomaan uomaan todennäköisesti mallintuvasta pinta-alasta. Luonnontilan aikaisesta koskipinta-alasta patoväylät korvaisivat maksimissaan noin 3-5 %. Raasakan ohitusuomassa käytetyillä laskentaperusteilla (lähemmin Hautala ym 2016) väyliä pinta-alaperusteinen smolttituotannon potentiaali taimenelle/lohelle olisi 400-3000 smolttia/v (1-5 ha pinta-alaa).

Nykyiseen "muokkaamattomaan" kesävirtaamatilanteeseen verrattaessa vertailukohtana voidaan soveltuvimmin käyttää nykyistä Luokan 1 pinta-alaa 0,4 ha (kappale 5.5.2). Tähän nähden nykyisellä kesävirtaamalla pinta-ala voitaisiin muokkaustoimin kaksinkertaistaa mutta edelleen pinta-alat olisivat pienet.).

Taulukko 8. Maalismaan ohitusuoman pohjapadoille eri virtaamilla aikaansaavat lohikalojen poikastuotantopinta-alat, kun virtaamille rakennetaan patoihin luonnonmukaiset väylät. Vihreällä korostetut padot ovat muokattavissa nykyisestä kivimateriaalistaan (edullisimpia rakentaa), roosalla korostetut vaativat muualta tuotavaa kiviainesta ja/tai oheisrakenteita.

		putous			Poikastuotantopinta-alat m ²			
Pohjapato		luiskan	korkeus	kaltevuus	Virtaama (väylien lukumäärä)			
No	Tyyppi	pituus m	m	%	1 m ³ /s (1)	5 m ³ /s (2)	10 m ³ /s (2)	10 m ³ /s (3)
1	Pitkä kiviluiska	130	0,96	0,74	1261	3988	5639	6907
2	Pitkä kiviluiska	60	0,96	1,60	582	1840	2603	3188
3	Pitkä kiviluiska	85	2,02	2,38	825	2607	3687	4516
4	Betonipato	75	1,09	1,50	728	2301	3253	3985
5	Pitkä kiviluiska	80	0,55	0,69	776	2454	3470	4250
6	Lyhyt kiviluiska	35	0,52	1,50	340	1074	1518	1860
7	Jyrkkä kiviluiska	30	0,47	1,50	291	920	1301	1594
8	Jyrkkä kiviluiska	35	0,50	1,50	340	1074	1518	1860
9	Jyrkkä kiviluiska	65	0,99	1,50	631	1994	2820	3453
10	Jyrkkä kiviluiska	60	0,87	1,50	582	1840	2603	3188
11	Jyrkkä kiviluiska	70	1,02	1,50	679	2147	3037	3719
12	Betonipato + loiva kiviluiska		1,97		0	0	0	0
	betonipato	85	1,28	1,50	825	2607	3687	4516
	kiviluiska	155	0,69	0,45	1504	4754	6724	8235
Padon massalla rakennettavat					m ²	5287	16717	23642
					ha	0,53	1,67	2,36
Lisämassaa ja/tai -rakenteita tarvitsevat					m ²	4074	12883	18219
					ha	0,41	1,29	1,82
Yhteensä					m ²	9361	29601	41861
					ha	0,94	2,96	4,19

4.8 Kustannukset

Rakentamiskustannukset muodostuvat nykyisten pohjapatojen muotoiluista, kutusorakoiden ja poikastuotantoalueiden rakentamisesta sekä patokynnysten leikkauksista. Lisäksi tulevat suunnittelukulut ja mahdolliset AVIn luvan hankkimiskulut ja rakennuttamiskulut.

Vanhan uoman ympärivuotisella 10 m³/s juoksutuksella lisäveden arvo vuodessa sähkön hinnalla 0,05 euroa/kWh on 0,56 milj. euroa huomioituna 17,3 % ajasta ohijuoksutus. Ohijuoksutusta on 18,5 % ajasta, josta 17,3 % on vähintään 10 m³/s. Säännöstelypadon yhteyteen mahdollisesti rakennettavan uuden voimalaitoksen vuosituotto on 0,23 milj. euroa, joten vuotuinen lisäjuoksutusveden korvattava arvo on 0,33 milj. euroa, jos säännöstelypadon yhteyteen rakennetaan voimalaitos. Sen vesilain mukainen pääomitettu arvo 1,5-kertaisena on 9,9 milj. euroa. Jos talviaikana 6 kk juoksutus on pienempi, esim. 5 m³/s, niin menetetyn vesivoiman pääomitettu arvo on noin 7,4 milj.euroa. Laskelmassa oletettiin ohijuoksutusten jakaantuvan ajallisesti likimäärin tasan.

Vastaavasti vanhan uoman ympärivuotisella 5 m³/s juoksutuksella lisäveden arvo vuodessa sähkön hinnalla 0,05 euroa/kWh on 0,28 milj. euroa huomioituna 17,8 % ajasta ohijuoksutus. Ohijuoksutusta on 18,5 % ajasta, josta 17,8 % on vähintään 5 m³/s. Säännöstelypadon yhteyteen mahdollisesti rakennettavan uuden voimalaitoksen vuosituotto on 0,12 milj. euroa, joten vuotuinen lisäjuoksutusveden korvattava arvo on 0,16 milj. euroa, jos säännöstelypadon yhteyteen rakennetaan voimalaitos. Sen vesilain mukainen pääomitettu arvo 1,5-kertaisena on 4,8 milj. euroa. Jos talviaikana 6 kk juoksutus on pienempi, esim. 2,5 m³/s, niin menetetyn vesivoiman pääomitettu arvo on noin 3,6 milj.euroa. Laskelmassa oletettiin ohijuoksutusten jakaantuvan ajallisesti likimäärin tasan.

Uuden pienvesivoimalaitoksen, jonka rakennusvirtaama on $5\text{...}10\text{ m}^3/\text{s}$, kustannuksia voidaan arvioida karkeasti tehon perusteella. Voimalaitoksen teho on $260\text{...}530\text{ kW}$ ja tällaisten laitosten kustannukset ovat $3000\text{...}4000\text{ e/kW}$ vuoden 2008 hintatasossa (Pienvesivoimalaopas, 2009) ja korjattuna maarakennuskustannusindeksillä vuoden 2018 hintatasossa rakentamiskustannusten suuruusluokka on $1,3\text{...}2\text{ milj. euroa}$. Lisäksi tulevat vuotuiset käyttö- ja huoltokulut.

Muokattavaa pohjapatopinta-alaa on taulukon 8 mukaan virtaamalla $5\text{...}10\text{ m}^3/\text{s}$ $3\text{...}5,1\text{ ha}$, joista arviolta 60 % tehdään nykyisten patojen materiaalista ja loppuosa muulta tuotavasta materiaalista.

-Patoluiskien muotoilu $3\text{...}5,1\text{ ha} \times 30\text{ e/m}^2$	0,9...1,5 milj.euroa
-Patojen tiivisteseinien leikkaukset ja muotoilut	0,1 milj.euroa
-Kutusorakkojen ja poikastuotantoalueiden rakentaminen	0,5 milj.euroa
-Suunnittelu-, lupa- ja rakennuttamiskulut	<u>0,5 milj.euroa</u>
Yht.	2,0...2,6 milj.euroa+alv

Jos pohjapadot puretaan pois, purettavaa patopinta-alaa on $13,5\text{ ha}$. Purettava kiviaines levitetään uomaan. Kustannukset ovat $13,5\text{ ha} \times 20\text{ e/m}^2 = 2,7\text{ milj.euroa}$. Betonisten ja puutiivisteseinien (yhteensä $2,5\text{ km}$) purku ja hävittäminen $80\text{ e/jm} = 0,2\text{ milj.euroa}$. Kutusorakoiden rakentaminen ja ensimmäisten tulvien jälkien korjailu on arviolta $0,3\text{...}0,4\text{ milj.euroa}$. Suunnittelu-, lupa- ja rakennuttamiskulujen kanssa pohjapatojen purkamisen kokonaiskustannusarvio on suuruusluokkaa $3,8\text{ milj.euroa+alv}$.

4.9. Lupa-asiat

Lisäjuoksutuksen osalta ei tarvita uutta lupaa, koska luvassa mainitut vanhan uoman minimijuoksutukset ovat minimejä.

Jos juoksutus on esim. $10\text{ m}^3/\text{s}$ ympäri vuoden, voidaan pohjapatoihin tehtävät lisäaukot mitoittaa siten, ettei suvantojen keskivesi nouse. Näin menetellen aluehallintoviraston lupa ei ole välttämätön. Vesipeilejä voidaan myös nostaa, jos nosto tapahtuu pääosin tai kokonaan PVO-Vesivoima Oy:n alueella ja jos PVO-Vesivoima Oy suostuu hankkeeseen. Nostoon ja patojen muuttamisiin tarvitaan aluehallintoviraston lupa.

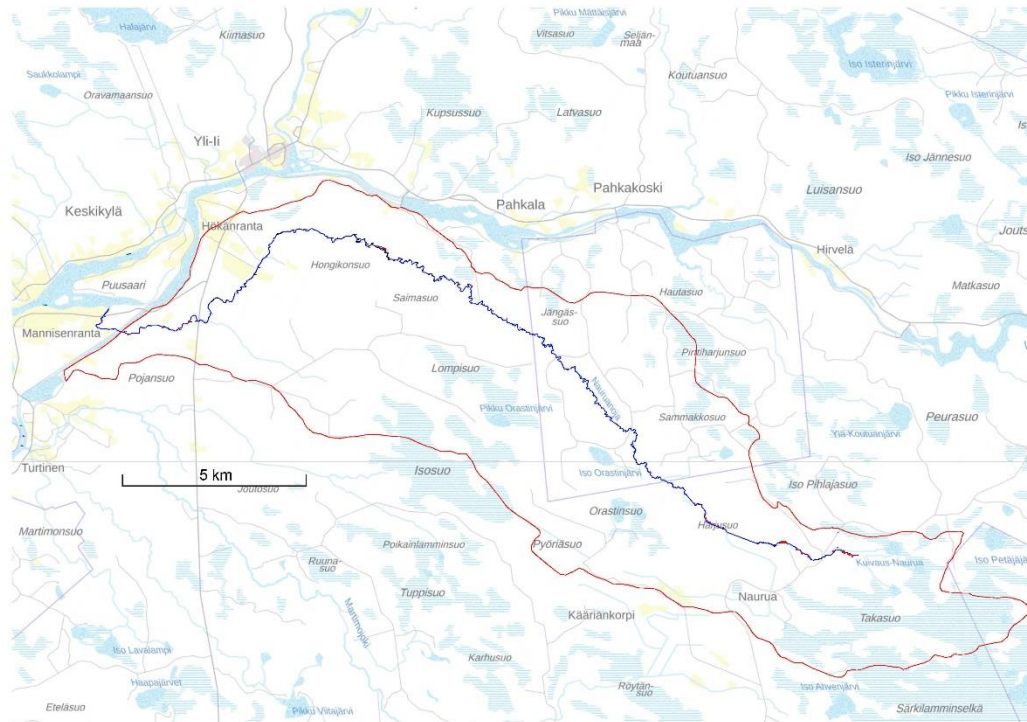
Maalismaan voimalaitoksen yläkanavan alittavan Nauruanojan tunnelin yläpään patoon tehtävät mahdolliset muutokset tarvitsevat luvan, vaikka kyseessä ei ole joki, koska nykyisellä rakenteella on lupa.

Mahdolliset pohjapatojen purkamiset aiheuttavat niin suuret muutokset vedenkorkeuksiin ja maisemaan, että lupakynnys ylittyy.

5. NAURUANOJA

5.1 Yleistä

Nauruanojan olosuhteet mahdollisen vaelluskalatuotannon suhteen selvitetiin lijoen Maalismaan ohitusuoman kalataloudellisen potentiaaliin liittyen. Nauruanoja laskee itäkaakosta Maalismaan ohitusuoman Kaistonsuvantoon eli ohitusuoman 1. ja 2. pohjapadon väliin (kuva 12). Jos lijoen alimman eli Raasakan voimalaitospadon kalatie toteutuu, on vaelluskaloilla ehkä lisääntymismahdollisuuksia sekä Maalismaan ohitusuomassa että siihen laskevassa Nauruanojassa.



Kuva 12. Nauruanojan sijainti ja laskukohta Maalismaan ohitusuomaan lijoen alajuoksulla sekä uoman valuma-alueen (61.17) raja.

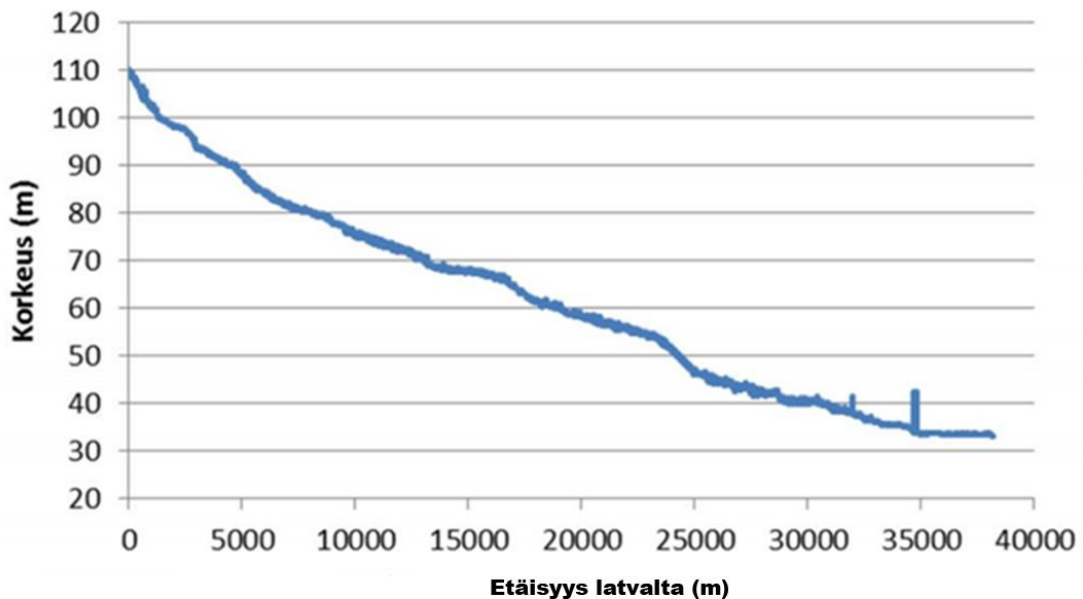
5.2 Hydrologia

Nauruanojan uoman pituus on noin 37 km. Nauruanojan lähteet ovat Yli-lin Takasuolla 115 m mpy (N2000). Uoma viettää melko tasaisesti koko matkallaan Maalismaalle, jonne putouskorkeutta kertyy noin 80 m (kuva 13). Uoman keskikaltevuus on 0,2 %.

Nauruanojan valuma-alue 61.17 on kooltaan 99 km² eli se on kokonaisuudessaan puroksi luokiteltava virtavesi. Valuma-alue on vähäjärvinen ja virtaamaolosuhteet ovat äärevät (taulukko 9).

Taulukko 9. Nauruanojan virtaaman tunnusluvut. Luvut perustuvat Maalismaan keskivaluntaan sekä Wäreen ja Kaiteran nomogrammeihin.

Pinta-ala km ²	Järvisyys %	Virtaama m ³ /s			
		MNQ	MQ	MHQ	HQ _{1/20}
99	1,2	0,1	1,2	15	24
MNQ=keskialivirtaama, MQ=keskivirtaama					
MHQ=keskiylivirtaama, HQ _{1/20} = kerran 50 vuodessa havaittava ylivirtaama					



Kuva 13. Nauruanojan pohjan korkeusprofiili. Alaosalla oleva piikki on Maalismaan voimalaitoksen yläkanavan alitusta edeltävä pohjapato. Kuva on julkaisusta Jormola ym (2015).

5.3 Veden laatu ja ekologinen tila

Nauruanoja on vesipuitedirektiiviin liittyvän luokituksen mukaan 'Keskisuuri turvemaiden joki', jota alaosan järjestelyistä huolimatta ei katsota voimakkaasti muutetuksi. Joen ekologinen tila on välttävä. Ekologinen luokittelu perustuu lähinnä vuoden 2012 piilevätutkimuksiin (kuvaus 24.9.2014, Hertta tietokanta).

Veden laadun seuranta Nauruanojoella on tehty varsin vähän. Pääosa seurannasta on vuosilta 1989-1993 sekä vuosilta 2017-2018 (taulukko 10). Näytemäärien vähäisyys huomioiden veden laadussa ei näyttäisi tapahtuneen merkittäviä muutoksia näiden kahden seurantakauden välissä. Kaikissa keskeisissä suureissa laadun vaihteluväli on laaja, mikä kuvaa ääreviä virtausolosuhteita.

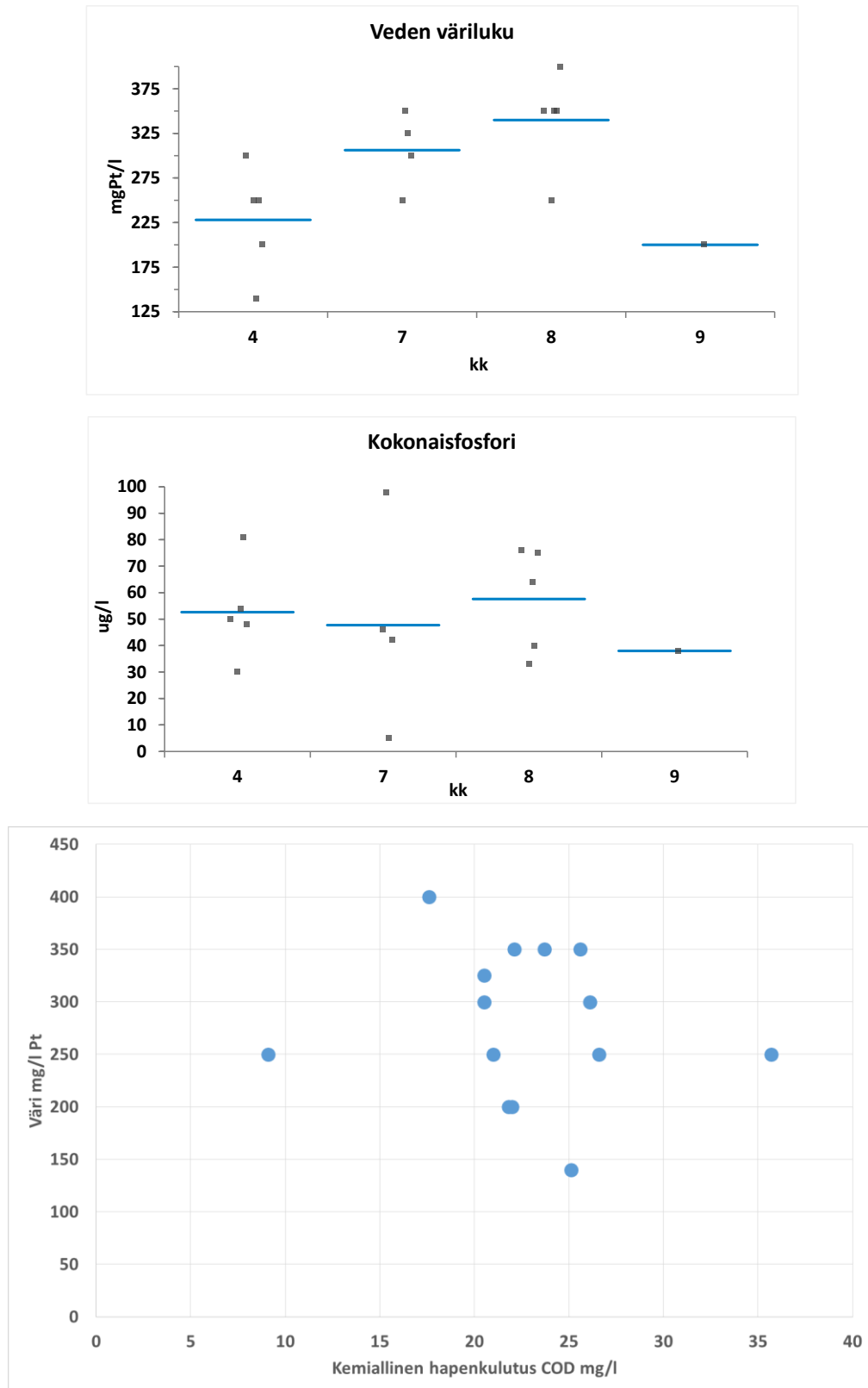
Tämän työn yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan kesällä 2018 veden laatu muuttui Nauruanojassa silmämääräisesti selvästi sameammaksi loppukesää kohden. Puron yleisinventoinnin aikaan kesäkuun lopulla vesi oli vielä suhteellisen kirkasta ja pohja näkyi lähes metrin syvyyteen saakka. Sähkökalastusten aikaan elokuun alkupuolella vesi oli erittäin sameaa jo puron latvoilla ja näkösyvyys vain noin 15-20 cm kesän poikkeuksellisesta kuivuudesta huolimatta. Samennus näkyi selvänä myös ohitusuoman Kaistonsuvannossa Puusaaren etelähaarassa, johon Nauruanoja laskee

vetensä. Näkyvää syytä samentumiseen ei havaittu, mutta veden värillä näyttäisi olleen samankaltaista loppukesää kohden kohoavaa trendiä myös aiempina vuosina (kuva 14). Veden fosforipitoisuus ei näyttäisi seuraavan värin nousua, mikä viittaisi samentumisen johtuvan vähäravinteisen humuksen hajoamistuotteista (kuva 14). Toisaalta veden kemiallisella hapenkulutuksella ja veden värillä ei näyttäisi olevan korrelaatiota, jolloin samennus voisi olla muuta kuin humusta (kuva 14). Elokuun alun sähkökoekalastusten sekä vesinäytteiden oton yhteydessä puron veden lämpötilaksi mitattiin helteisestä kesästä huolimatta vain 15-16 °C, mikä viittaisi veden suotautuneen puroon merkittävältä osin suoraan maaperästä ja vähemmässä määrin pintavaluntana. Nauruanojan valuma-alueella on karttatarkastelun perusteella runsaasti suo- ja metsäojituksia, mutta veden laadun ongelmat ja mahdollisuus niiden vähentämiseen vaativat lisäselvityksiä.

Nauruanojan uoma kulkee pitkiä matkoja vanhojen merenrantakerrostumien vierellä tai näiden lävitse. Maastohavaintojen perusteella joki kuluttaa ja irrottaa ajoittain runsaita määriä silttiä ja hiekkaa mukaansa ja laskeuttaa näitä Kaistonsuvantoon. Joen uomassa on runsaasti meanderointia ja maastossa näkee yleisesti virran kuluttamia syöpymiä ja vanhoja kuiville jääneitä uomia.

Taulukko 10. Veden laadun keskeisten suureiden mediaanit ja vaihteluvälit Kiimingintien sillan (Nauruanoja 2) näytepisteessä vuosina 1989-1993 sekä Maalismaantien näytepisteessä 2017-2018 (Hertta tietokanta). n=näytemäärä

Kiimingintien silta (Nauruanoja 2) 1989-1993				
Suure	n	Minimi	Mediaani	Maksimi
Kokonaistyyppi ug/l	15	430	599	778
Kokonaisfosfori ug/l	15	5	48	98
Hapen kyllästysaste %	13	67	80	92
Kemiall. hapen kulutus CODMn mg/l	15	9,1	22	35,7
Väriluku mgPt/l	15	140	300	400
pH	15	5,1	6,9	7,3
Maalismaan silta 2017-2018				
Suure	n	Minimi	Mediaani	Maksimi
Kokonaistyyppi ug/l	4	560	610	620
Kokonaisfosfori ug/l	4	25	79	90
Hapen kyllästysaste %	4	63	78,5	89
Kemiall. hapen kulutus CODMn mg/l	4	17	19,5	25
Väriluku mgPt/l	4	150	215	400
pH	4	6	7,25	7,4



Kuva 14. Veden väriluvun ja kokonaisfosforin kuukausittaiset vaihteluvälit sekä veden värin ja kemiallisen hapenkulutuksen suhde Kiimingintien sillan (Nauruanoja 2) näytteepisteessä vuosina 1989-1993 (Hertta tietokanta)

5.4 Maastoinventointi

5.4.1 Menetelmät

Maastoinventointi tehtiin neljän päivän aikana 26.-29.6.2018. Nauruanojan uoma käveltiin kokonaisuudessaan läpi Takasuon lähteiltä Kaistonsuvantoon.

Maastossa kerättiin tiedot uoman laadusta (syvyys- ja leveysvaihtelu, kasvillisuus), niva- ja koski-osuuksien pinta-aloista ja näiden laadusta (kivisyys, kivikoko, sammaleisuus) luonnonsoran esiintymisestä ja laadusta, liekopuun esiintymisestä sekä rantametsien laadusta (varjostus, luonnontilaisuus). Luonnonsoran laatua ja uoman muitakin olosuhteita tulkittiin taimenen elinympäristövaatimukset huomioiden. Harjukselle ja lohelle uoma katsottiin lähtökohtaisesti heikosti soveltuvaksi. Uomaa kahlattiin yleisesti noin 0,6 m syvyyteen saakka ja pohjan laadun selvittämiseen käytettiin näköhavaintojen ohella russia.

Havaintojen perusteella uoma jaettiin olosuhteiltaan eriäviin jaksoihin yläjuoksulta alajuoksulle juoksevalla numeroinnilla. Menetelmässä useat jaksot saattavat olla toisiinsa nähden samankaltaisia, mutta niiden väliin sijoittuu eriävä/eriäviä jaksoja. Koski- ja niva-alueiden pituudet ja osuudet jaksoittain laskettiin askelparimitoilla. Maastoinventoijan useasti mitattuna keskiarvona käytettiin 32 askelparia 50 m kohden. Tämän paikkansapitävyys tarkistettiin inventoinnin aikana kolmella mittauksella. Yläjuoksulla (n. 1/3 uomasta), missä koski/niva- ja suvanteiset osuudet vaihtuivat toisikseen tiheästi, erillisiä virtapaikkoja ei merkitty kartoille eikä niiden yksittäisiä pituuksia mitattu, vaan jaksolle mitattiin näiden yhteispituus askelpareina. Jakson kokonaispituus mitattiin myöhemmin ilmakuvista ja tämän avulla laskettiin jakson nivojen ja koskien %-osuus koko jaksosta. Uoman leveys tarkistettiin ajoittain metrimitalla, jaksolle laskettiin keskileveys ja tällä edelleen nivojen ja koskien kokonaispinta-ala jaksolle. Keskijuoksulla (n. 1/3) koski- ja nivapaikkojen pituudet merkittiin ylös yksittäin näiden koon vaihteluvälin esittämiseksi ja alajuoksulla (n. 1/3) kosket myös merkittiin GPS pisteinä kartoille erillisinä kohteina.

Nauruanojan uoma on yleisesti hiekkainen myös virtapaikoilla. Inventoinnissa katsottiinkin parhaaksi kirjata ylös arvio hiekkapohjan osuudesta jaksojen koskissa ja nivoissa ja laskea näille sekä kokonaispinta-ala että hiekkaisuuden suhteessa korjattu pinta-ala. Virtapaikkojen hiekkaisuus oli myös yksi jaksojen eroavaisuuksia määrittäneistä ominaisuuksista.

Jaksorajojen, luonnonsoraikkojen ja muiden havaintojen jälkikäteispaikantamisen avuksi näille talletettiin GPS pisteitä. Uomasta otettiin kokonaisuudessaan noin 700 valokuvaa tai lyhyttä filmiä.

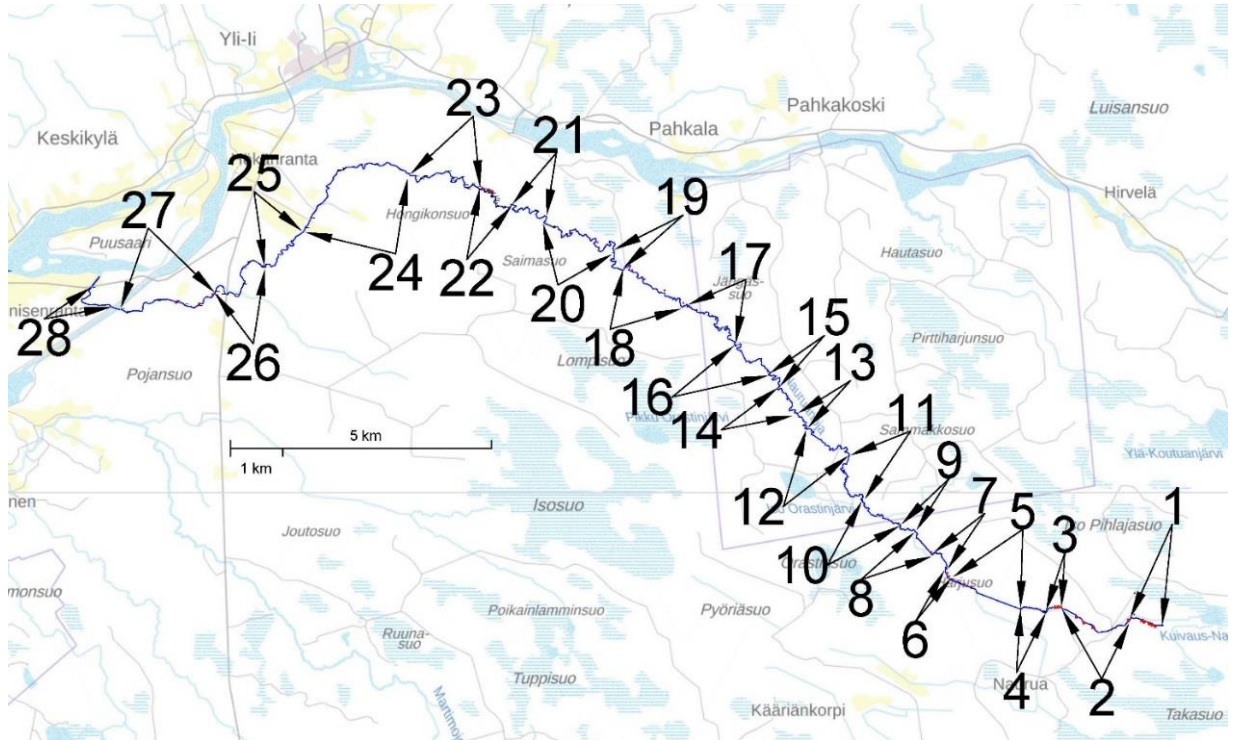
Töiden yhteydessä kirjattiin ylös havainnot uomassa havaituista kaloista. Maastotöiden aikana virtaama oli vähäinen, yläjuoksulla Nauruantien kohdalla noin 2-3 l/s ja alajuoksulla Maalismaan ylakanavan alituksen pohjapadon kohdalla noin 20-30 l/s. Vesi oli syvyyteensä nähden kirkasta ja olosuhteet kalojen havaitsemiseksi olivat hyvät.

5.4.2 Tulokset

Nauruanojan uoma on jaettavissa 28:aan jaksoon (kuva 15). Jaksojen pituudet vaihtelevat 225...3170 metriin keskimääräisen pituuden kasvaessa yläjuoksulta alajuoksulle (taulukko 11). Yläjuoksulla uoma on vain muutaman metrin levyinen ja alajuoksulla parhaimmillaan jo 20 m leveä. Syvyysvaihtelu on koko uoman matkalla maltillista ja inventointihetkellä suurimmat syvyydet olivat yläjuoksulla noin puolen metrin ja alajuoksulla reilun metrin luokkaa.

Niva- ja koskivirtaamien osuus jaksojen kokonaispituudesta ja –pinta-alasta vaihteli välillä 0...65 %. Suurimmillaan osuudet ovat yläjuoksun jaksoilla. Lyhimmillään virtapaikat olivat vain muutaman

metrin mittaisia kivi- ja sorakynnyksiä muutoin hiekkaisessa uomassa. Tällaisten pysyvyys havaitulla paikalla lieenee satunnaista mutta todennäköisesti häviävien kynnysten tilalle syntyy uusia. Pääosalla pituudet olivat kymmenen metrin luokkaa ja pisimmät kosket ylsivät 100 metriin. (Taulukko 11).



Kuva 15. Nauruanojalle uoman ominaisuuksien perusteella erotetut jaksot 1..28. Jaksojen tarkemmat kuvaukset on esitetty liitteessä 2.

Nauruanojan koskien ja nivojen kokonaispinta-ala on 1,79 ha ja hiekkaisuudella korjattu pinta-ala 1,46 ha. Pääosa pinta-alasta sijoittuu keski- ja alajuoksulle välille Jängässuo – Maalismaan yläkanava (jaksot 18-27) (taulukko 11).

Nauruanojan uomasta hieman yli 30 km (81 %) on luonnontilaista. Yläjuoksulla on kaksi perattua jaksoa (2 ja 5, 1630 m ja 1480 m) ja jakson 8 tasaisessa maastossa sijaitsevan uoman virtaama on siirtynyt yläpäästään liian lähelle puroa kaivettuun metsäojaan noin 630 metrin matkalle. Alaosan kahdella viimeisellä jaksolla puroon vaikuttavat Maalismaan voimalaitoksen yläkanavan alitus ja padotusjärjestelyt sekä itse ohitusuoman virtaamasäännöstely (jakson 27 alaosa ja jakso 28; noin 200 m ja 1030 m). (Taulukko 11).

Nauruanoja kulkee hiekkaisilla mailla, joilta ei juurikaan löydy sorapatjoja luonnonsoran raaka-aineeksi. Hyvälaatuisia soraikkoja havaittiin vain kuudella jaksolla ylä- ja alajuoksulle painottuen.

Nauruanojan rannoilla on kokonaisuutena ottaen hyvät ja riittävän leveät suojavyöhykemetsät, jotka antavat varjoa ja suojaa ja tuottavat uomaan hyvin liekopuuta. Hiekkaisessa uomassa liekopuun esiintyminen on tärkeää uoman monimuotoisuuden, kalojen suojapaikkojen ja soran lajittumisen kannalta. Suurella osaa keskijuoksua ja paikoin muuallakin suojavyöhykemetsien voidaan sanoa olevan luonnontilaisia tai hyvin lähellä sitä. Yläjuoksun peratuilla osuuksilla myös rantapuusto oli

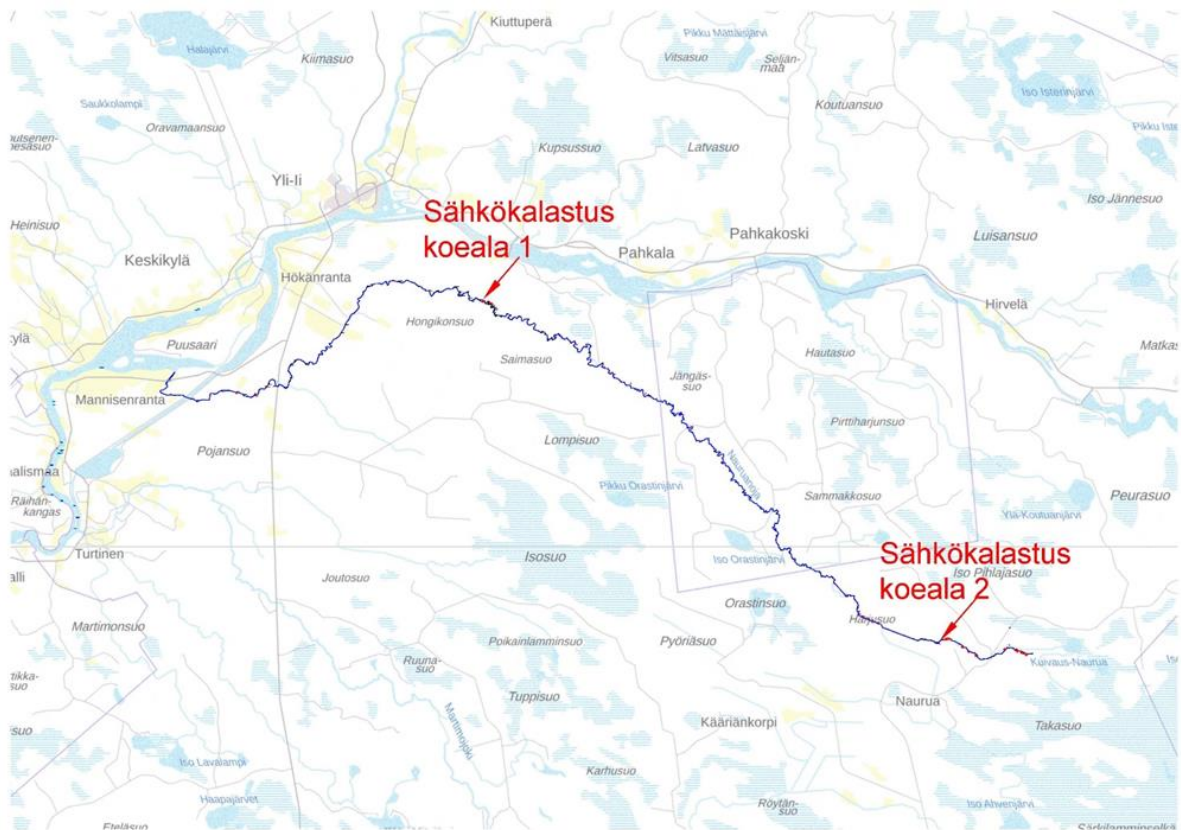
5.5 Sähkökoekalastukset

5.5.1 Menetelmät

Sähkökoekalastukset tehtiin eurooppalaisen CEN-standardin (SFS-EN 14011) ja Olin ym (2014) mukaisesti kahdella koealalla (kuva 16). Koekalastukset tehtiin 9.8.2018. Sähkökalastuslaitteistona käytettiin Hans Krassl akkulaitetta, jännitteenä 450-600 V ja pulssin frekvenssinä 30-40 Hz, mitatun sähköjohtavuuden mukaan säädettyinä. Kalastajia oli kaksi ja kalastuskertoja yksi per koeala.

Molemmat koealat sijoitettiin jaksoille, joilla uoman maastoinventoinneissa havaittiin luonnonsoraikvoja (jaksot 3 ja 22). Koealojen pinta-alat olivat 48 ja 76 m². Koeala kattoi molemmissa tapauksissa koko virtapaikan, joiden leveydet vallinneella virtaamalla olivat keskimäärin 4 ja 2 m. Lähemmät tiedot koealoista ja kalastusten tulokset on tallennettu koekalastusrekisteriin.

Koekalastusten aikana Nauruanojan virtaama oli poikkeuksellisen vähäinen ja vesi oli sameaa.



Kuva 16. Sähkökoekalastusten koealojen sijainti Nauruanojassa.

5.5.2 Tulokset

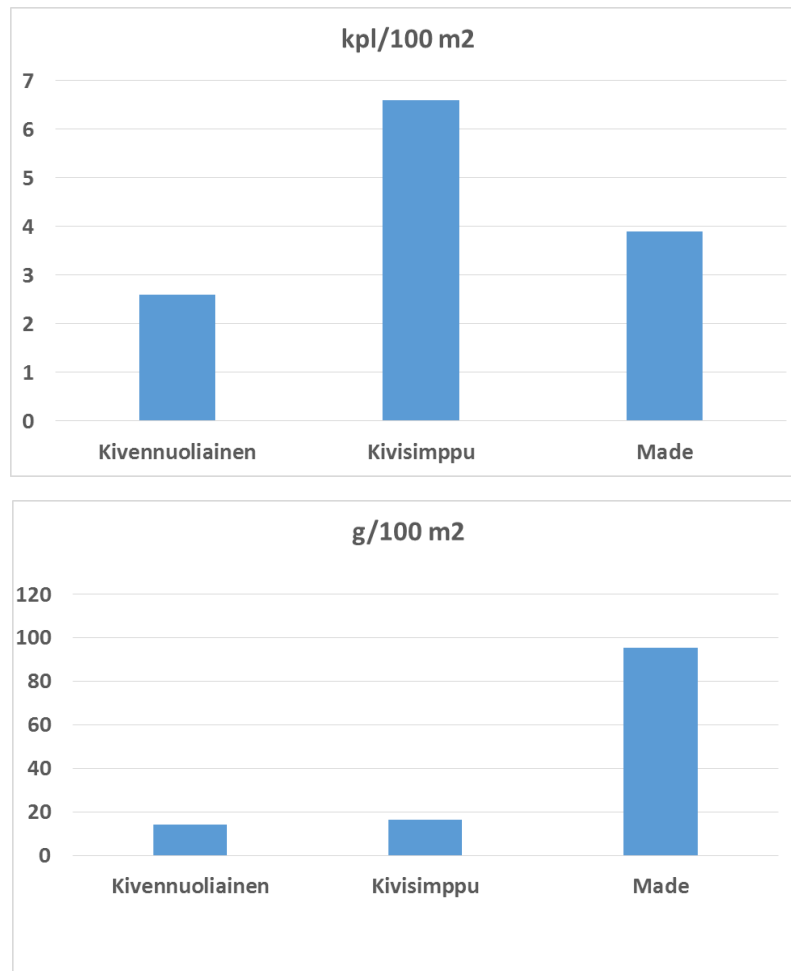
Kaloja tavattiin vain Nauruanojan alaosalle sijoitetulla koealalla 1. Koealalta saatiin saaliiksi kolmea tyyppistä koskilajia: kivenuoliaista, kivisimppua ja madetta (taulukko 12, kuva 17). Koealalta 2 ei tavattu kaloja. Koealan olosuhteet olivat vähäisen ja samean virtaaman vuoksi ilmeisen heikot ja sähkökalastuslaitteella tutkittiin myös aluetta laajemmin mutta satunnaisemmin koealan ulkopuolelta. Lähialueelta saatiinkin havainto yhdestä noin 15 cm pituisesta hauesta. Muuta kalaa ei havaittu.

Koekalastusten yhteydessä ei saatu havaintoa lohi- tai särkikaloista tai ahvenesta.

Taulukko 12. Nauruanojan sähkökoekalastusten lajikohtaiset yhden kalastuskerran kokonaissaalistiedot sekä suhteutetut saalistiedot per 100 m² elokuun 2018 koekalastuksissa.

Koealojen kokonaissaaliit:							
Koeala		Kivenuoliainen		Kivisimppu		Made	
Nro	m2	kpl	g	kpl	g	kpl	g
1	76	2	11	5	12	3	72
2	48	0	0	0	0	0	0

Koealojen saaliit /100 m2:							
Koeala		Kivenuoliainen		Kivisimppu		Made	
Nro		kpl	g	kpl	g	kpl	g
1		2,6	14,2	6,6	16,3	3,9	95,3
2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Kuva 17. Nauruanojan sähkökoekalastusten koealan 1 lajikohtaiset saalistiedot kappaleina ja grammoina per 100 m² elokuun 2018 koekalastuksessa. Kyseessä on yhden kalastuskerran saalis.

5.6. Kalojen nousumahdollisuus ohitusuomasta Nauruanojaan ja puron sisällä

Maastohavaintojen perusteella nousumahdollisuus Maalismaan vanhasta uomasta Nauruanojaan on joko olematon tai hyvin epätodennäköinen. Nauruanoja on silmiinpistävän tyhjän oloinen esimerkiksi Kaistonsuvannossa yleisten särkikalojen ja ahvenen suhteen. On todennäköistä, että joen olosuhteet ovat saaneet nämä paikkaan tai reviiriin vain löyhästi kiinnittyvät tai täysin reviirittömät lajit laskeutumaan ajoittain Nauruanojasta alavirtaan Kaistonsuvantoon. Paluu takaisin kutunousunkaan muodossa ei kuitenkaan näyttäisi olevan todennäköistä tai mahdollista. Paikkauskolliset ja reviiriin kiinnittyvät lajit kuten koko elinkierroltaan tyypilliset koskikalat (kivenuoliainen, kivisimppu), tammukoitu-neet taimenet, osin hauki ja madekin, sinnittelevät vaihtelevalla menestyksellä huonoissakin olosuh-teissa ja näiden kannat ovat säily-neet Nauruanojassa nousumah-dollisuudesta riippumatta.

Selkein este kalojen nousulle on voimalaitoksen yläkanavan alitus-tunnelin ylävirran puolelle raken-nettu noin metrin korkea betoni-nen patokynnys, mikä on selkeä nousueste ainakin tulvavirtaa-mien ulkopuolella. Tulvavirtaa-mien aikaan taas alitustunnelissa (kuva 18) virtaus saattaa olla nou-sulle liian voimakas varsinkin, jos tunneli on vuosikymmenten ai-kana osittain täyttynyt hiekalla. Tyhjän tunnelin virtaaman ei pi-täisi tulvallakaan nousta yli 1 m/s nopeuteen.



Nousuestekysymyksen ratkaisun voisi aloittaa purkamalla täysin tai osittain tunnelin yläpuoleinen pato. Ainakaan päällisin puolin tarkasteltuna padolla ei ole mitään ilmeistä merkitystä tunneliraken-teen osana. Patoon tehtävät mahdolliset muutokset tarvitsevat luvan, koska nykyisellä rakenteella on lupa. Tunnelin osuuden tutkiminen voitaisiin aloittaa sen syvyyden kaikuluotauksella.

Yläkanavan alituksen ja padon yläpuolella kalalla ei ole merkittäviä vaellusesteitä. Esimerkiksi uoman ylittävien metsäautoteiden rummut on pääosin asetettu riittävän syvälle uomaan ja rumpujen pohjat tarjoavat sekä riittävän vesisyvyyden että tulvan kuljettamaa kiviainesta luonnonmukaisen nousun mahdollistamiseksi. Ylimmän tien eli Nauruantien tierummut jaksolla 2 tulisi kuitenkin korjata asentamalla ne vähintään 30 cm nykyistä syvemmälle (lähemmin liite 2).

taimenen kannalta ja liittykö siihen muita epäedullisia laatuparametreja. Mikäli puron kalataloutta ryhdytään elvyttämään nykytilastaan, tulisi jo ennakoon selvittää myös samentumisen alkulähteitä, niiden merkittävyyttä ja korjattavuutta.

Mikäli nousueste poistetaan ja Nauruanojan taimenkantaa ryhdytään elvyttämään, työ olisi järkevintä aloittaa koeluonteisesti alajuoksun jaksoilla 22-23 tai hieman laajemmin jaksoilla 19-23. Kokeilussa voitaisiin lisätä kutusoraikkoja alueen niille virtapaikoille, joilta luonnonsoraikat puuttuvat (lähemmin jaksokuvauksissa, liite 2). Istutukset tehtäisiin soraikoille istutettavalla mädillä ja mahdollisesti vastakuoriutuneilla poikasilla. Istutusten ja sähkökoekalastusseurannan tulisi kestää joen vedenlaaturiskit ja virtaaman äärevyys huomioiden vähintään 3-5 vuotta kohtuullisen luotettavien johtopäätösten tekemiseksi ja jatkokunnostusten laadun (valuma-alue vai uoma) ja järkevyyden arvioimiseksi.

Jaksolla 8 puron virtaama tulisi palauttaa metsäojasta takaisin luonnonuomaansa erillisenä pienimuotoisena korjauksena ja maanomistajalle annettavalla kehotuksella.

Oulussa 19.12.2018



Arto Hautala

biologi

Tmi Arto Hautala, Kalatalous- ja ympäristöpalvelut



Hannu Alatalo

dipl.ins

Maveplan Oy

Liitteet

[Liite 1. Maalismaan vanhan uoman pohjapatojen valokuvia](#)

[Liite 2. Nauruanojan jaksokuvaukset](#)

[Liite 3. Maalismaan voimalaitokseen liittyvät vesioikeudelliset lupapäätökset](#)

Kirjallisuus

Caissie, D. 2006. River discharge and channel width relationships for New Brunswick rivers. - Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2637

Hautala, A., Alatalo, H. ja Pohjamo, T. 2016. Raasakan vanhan uoman pohjapadot lohen elinympäristönä? Vaihtoehtotarkastelu patojen mahdolliselle purkamiselle ja uoman entisöinnille. -Raportti 17 s. Maveplan Oy.

Olin M, Lappalainen A, Sutela T, Vehanen T, Ruuhijärvi J, Saura A ja Sairanen S 2014. Ohjeet standardimukaisiin koekalastuksiin. RKTL:n työraportteja 21/2014.

Orell, P., Vehanen, T., Mäki-Petäys, A., Jaukkuri, M., Huusko, R., van der Meer, O., Huusko, A., Lahti, M., Erkinaro, J. ja Sutela, T. 2016. Kollaja-hankkeen vaikutukset lijoen vaelluskalakantojen elvyttämiseen. Lohen elinkierto, populaatiomallinnus ja ympäristövirtaama. -Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 25/2016. Luonnonvarakeskus, Helsinki

Tennant, D. 1976. Instream Flow Regimens for Fish, Wildlife, Recreation, and Related Environmental Resources. Fisheries 1(4): 6-10.