

Analyysi Lapin ELY-keskuksen Kemijoen kalatalousvelvoitteen muutoshakemuksen kalataloudellisista perusteista

Erkki Huttula
Jukka Muotka
Jyrki Salo

6.8.2020

Sisällysluettelo

1	Hakemuksen perusteluista.....	3
2	Velvoitteen perusteena oleva poikastuotanto.....	4
2.1	Kemijoen ja Tornionjoen hydrologisten ja morfologisten ominaisuuksien erot.....	5
2.2	Lohikantojen vahvuuden vaihtelu.....	10
2.3	Tornionjoen smolttituotantoarvioista	12
2.3.1	Lohi	12
2.3.2	Meritaimen ja vaellussiika	14
2.4	Tornionjoen smolttituotantoarvio suhteessa muihin jokiin.....	16
2.5	Yhteenvedo ja johtopäätökset vaelluspoikastuotantoarvioista.....	19
2.6	Rakentamattoman Kemijoen poikastuotantopinta-ala	21
2.7	Uitto ja kunnostukset	21
2.8	Istukas/luonnonsmoltti -kerroin	22
3	Nahkiaiskannan hoitotoimien vaikuttavuuden parantaminen.....	27
4	Kalateiden ja alasvaellusreittien tehokkuusvaatimukset.....	28
4.1	Kalateiden tehokkuusvaatimuksista	28
4.2	Luonnonmukaisten ohitusuomien mahdollisuuksista.....	32
4.3	Alasvaellusohjauksen tehokkuusvaatimuksesta.....	34
4.4	Kalateiden ja alasvaellusohjausrakenteiden tehokkuuden merkitys vaelluskalojen elinkierron eheyttämisessä	35
4.5	Johtopäätökset kalateiden ja alasvaellusrakenteiden toimivuusvaatimuksista	39
5	Laillisuusvalvontaviranomaisten päätökset ja niiden vaikutukset.....	40
6	Kemijoen vaelluskalakantojen uhanalaisuus	42
7	Jokialueen velvoite	43
8	LÄHTEET	44
9	LIITTEET	47

1 Hakemuksen perusteluista

Lapin ELY-keskus perustelee hakemustaan Kemijoen kalatalousvelvoitteen muuttamiseksi velvoitteen määrittämisen jälkeen tapahtuneilla olosuhteiden olennaisilla muutoksilla. Tällaisiksi muutoksiksi hakija esittää:

- Vesistöalueella tehty vesistöjen kunnostustoimenpiteet
- Kemijoen uiton päättymisen
- Lohen poikastuotantoa koskevan tutkimustiedon lisääntymisen ja muuttumisen
- Luonnon monimuotoisuutta ja kalakantojen hoitoa koskevan tutkimustiedon lisääntymisen ja muuttumisen
- Vesistöalueella tehty suojelutoimet
- Uudet kansainväliset ja kansalliset säädökset ja ohjelmat
- Istutusten tuloksellisuuden heikentymisen

Lisäksi hakemusta perustellaan sillä, että esitetyllä uudella velvoitteella saadaan aikaan kustannus-hyötysuhteeltaan parhaimmat ratkaisut. Uuden velvoitteen keskeisin vaatimus on rakentaa Kemijoen voimalaitoksiin kalatiet sekä vaelluspoikasten alasvaellusreitit, joille molemmille on määriteltä erittäin korkeat toimivuusvelvoitteet. Hakijan mukaan näiden avulla saataisiin Kemijoesta mereen 200 000 – 280 000 luonnonkudusta syntyneitä lohen vaelluspoikasta tukitoimenpideskenaariosta riippuen.

Kemijoen nykyistä kalatalousvelvoitetta määrittäessä pääsy siihen, että kalateiden sijaan päädyttiin kalakantojen hoitoon istutuksilla, oli joen rakentamisen seurauksena menetetyt poikastuotantoalueet sekä voimalaitosten käytön aiheuttamat muutokset kalojen kululle ja lisääntymiselle joessa. Tuolloin Pohjois-Suomen vesioikeus katsoi, että *”ottaen huomioon lohen ja meritaimenen mahdollisten kutualueiden etäisen sijainnin joen suusta ja Kemijoen pääuomaan ennen Ounasjoen haaraa rakennettujen voimalaitosten lukumäärän ei ole perusteita kalateiden rakentamisen määrittämiseen voimalaitoksille”*. Tältä osin olosuhteissa ei ole tapahtunut muutoksia. Joen voimatalouskäyttö on ennallaan ja Kemijoen voimalaitosten ja erityisesti niistä saatavan säätövoiman merkitys Suomen sähköhuollolle on vain kasvanut. Käsityksemme mukaan hakemuksessa esitetyt kokonaisuuden kannalta pienet muutokset joen fyysisissä ominaisuuksissa eivät ole merkittävästi muuttaneet Kemijoen tilaa. Ne eivät siten ole olosuhteiden olennaisia muutoksia, joten toisin kuin hakija esittää, tätä ei voida käyttää perusteluna velvoitteen muuttamiselle.

Lisäksi kuten tässä muistiossa tulemme myöhemmin tarkemmin esittämään, hakemuksen perusteluissa on ilmeisen tarkoitushakuisesti käytetty mm. kalateiden ja alasvaellusrakenteiden toimivuudesta sekä joen poikastuotantoarvioista eri tutkimuksista ja eri joista saatuja maksimiarvioita. Kun esimerkiksi tarkastellaan samojen tutkimusten useamman vuoden keskiarvoja arvioiduista toteutuneista poikastuotannoista, huomataan, että Kemijoen nykyisen velvoitteen perusteena olleet poikastuotantoarviot ovat samaa suuruusluokkaa. Lisäksi nimenomaan Kemijokea koskeva uusi tutkimustieto (alaskaalustutkimus, kalateiden toimivuus, populaatiomallinnus) itseasiassa osoittaa, että hakemuksen mukaisella järjestelyllä ei saavutettaisi hakemuksessa esitettyjä tavoitteita vaelluskalojen luonnollisen lisääntymisen aikaansaamiseksi. Näin ollen tutkimustiedon lisääntymistä ei tästäkään syystä voida käyttää perusteluna velvoitteen muuttamiselle.

Hakemuksessa on myös esitetty, että nykyinen istutusvelvoite perustuisi väärään arvioon Kemijoen poikastuotantopinta-alasta ja oikea tuotantopinta-ala olisi peräti 20% suurempi. Tämän arvion tueksi ei hakemuksessa kuitenkaan esitetä mitään asiallisia perusteita.

Edelleen hakemuksessa esitetään, että istutusten tuloksellisuus on heikentynyt ja se on vesilain tarkoittama olosuhteiden olennainen muutos. Kuten hakemuksessakin esitetään, Kemijoen nykyvelvoitteessa lähtökohtana oli, että laitospoikanen selviytyy merellä huominkin kuin luonnonpoikanen ja tämän vuoksi istutusmääräksi tuli 1,6 kertaa menetetty poikastuotanto. Hakemuksessa tämä ns. kompensatiokerroin esitetään nostettavaksi 2,5:een perustuen mm. suurta vaihtelua sisältäviin Carlin-merkintätuloksiin. 2000-luvun alkupuolella lohenkalastusta Itämerellä rajoitettiin merkittävästi. Merkkipalautukset vähenivät tämän jälkeen niin paljon, ettei niillä enää ole saatu luotettavaa tietoa istutusten tuloksellisuudesta tai luonnonpoikasten selviytymisestä. Tästä syystä tämä ”uusin tieto” on jo vanhentunutta. Itse asiassa Itämeren lohikantamallinnuksen uusiin tieto päinvastoin osoittaa, että nykyvelvoitteen mukainen kompensatio- tai smolttikerroin on pikemminkin yli- kuin aliarvio.

Lohi-istukkaiden selviytymisestä ja istutusten tuotosta on myös saatu uutta tietoa istukkaiden rasvaeväleikkausten kautta. Viimeisimpien arvioiden mukaan istukkaiden osuus kaupallisen kalastuksen saaliissa on merkittävästi suurempi kuin mitä on aiemmin mallinnettu ja mikä on ollut yleinen käsitys mm. Itämeren lohitutkijoiden piirissä. Näin ollen käsitys siitä, että istutusten tuotto olisi heikentynyt hakemuksessa kuvatulla tavalla on virheellinen.

2 Velvoitteen perusteena oleva poikastuotanto

Lapin ELY-keskuksen hakemuksessa on esitetty, että nykyinen Kemijoen kalatalousvelvoite on lohen ja meritaimenen osalta perustunut virheelliseen arvioon Kemijoen todellisesta poikastuotannosta. Hakemuksen mukaan kansainvälisen merentutkimusneuvoston (jäljempänä ICES) alla toimivan Itämeren lohi- ja meritaimentyöryhmän (jäljempänä WGBAST) piirissä kehitetyn Itämeren lohikantamallin ja sen taustalla olevien tutkimusten perusteella Kemijoen poikastuotanto olisi ollut nykyisen velvoitteen pohjana olevaa arviota merkittävästi suurempi.

Lapin ELY-keskus lähtee hakemuksessaan periaatteesta, jonka mukaan lohen kompensatiotaso tulisi määritellä ns. potentiaalisen poikastuotantokapasiteetin (PSPC = Potential Smolt Production Capacity) perusteella. Potentiaalisella poikastuotantokapasiteetilla tarkoitetaan pitkän aikavälin vaelluspoikastuotantoa tilanteessa, jossa lohikantaa ei kalasteta lainkaan. Se edustaa toisin sanoen teoreettista tilannetta, missä ihmisen vaikutus on suljettu kokonaan pois. Potentiaalisesta poikastuotantokapasiteetista on puolestaan johdettu MSY-taso (MSY = Maximum Sustainable Yield), jolla tarkoitetaan poikastuotantotasoa, joka tuottaa suurimman, kestäväen kalastuksen mukaisen saalistuoton. MSY-taso on määritelty poikastuotantotasoksi, joka vastaa vähintään 75 % potentiaalisesta poikastuotantotasosta. Hakijan mielestä MSY-tasoa voidaan käyttää lähtökohtana arvioitaessa voimalaitosrakentamisesta Kemijoella aiheutunutta vahinkoa, sillä ilman voimalaitosrakentamista muut edellytykset saavuttaa pysyvästi kyseinen tavoitetaso hakijan mukaan täyttyisivät.

Hakemuksessa on tukeuduttu ainoastaan Tornionjoen poikastuotannolle saatuihin arvioihin. Tätä on perusteltu sillä, että Tornionjoki vastaa Pohjanlahteen laskevista joista parhaiten Kemijokea. Taimenvelvoitteen osalta hakemuksessa ei kuitenkaan ole tukeu-

duttu uusimpaan tutkimustietoon, vaan taimenen poikastuotantoarviossa on käytetty Kemijoen historiatiedoissa olevaa arviota taimenen ja lohen osuuksista vaelluspoikastuotannossa.

Hakija käyttää poikastuotantoarvioiden lähteinä keskeisesti kahta julkaisua: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen julkaisua vuodelta 2014 (Marttila ym. 2014, hakemuksen liite 2) sekä WGBAST-työryhmän raporttia vuodelta 2014, joka sisältää Itämeren lohi- ja meritaimenkanta-arviot vuoteen 2013 saakka (ICES 2014). Hakija pitää näistä jälkimmäistä ns. uusimpana tutkimustietona, kuten esim. hakemuksen sivulla 32 olevan taulukon 2 kolmannen sarakkeen otsikossa on todettu. Hakemus on jätetty maaliskuussa 2017, joten todettakoon tässä, että hakijan käytettävissä olisivat olleet vastaavat ICESin raportit ainakin vuosilta 2015 ja 2016. Vuoden 2017 ICESin raportti julkaistiin toukokuussa 2017, vuoden 2018 raportti vastaavasti toukokuussa 2018 ja vuoden 2019 raportti toukokuussa 2019. Hakija on täydentänyt hakemustaan viimeksi lokakuussa 2019, mutta ei ole katsonut tarpeelliseksi tarkistaa hakemustaan uusimman tiedon perusteella. Hakemus perustuu siten keskeisiltä osin jo vanhentuneeseen ja monelta osin muuttuneeseen tietoon.

Kemijoen kalakompensaatioprosessin asiakirjoista käy hyvin selvästi ilmi, mihin nykyiset asetetut istutusvelvoitteet perustuvat. Toimitusmiesten lausunnossa sekä vastineessa siitä jätettyihin muistutuksiin todetaan useaan otteeseen, että istutusvelvoite lohen ja meritaimenen osalta perustuu arvioituun pitkän aikavälin keskimääräiseen vaelluspoikastuotantoon. Se ei siten edusta mitään potentiaalista tavoitetasoa, joka on otettu läh-tökohdaksi ELY:n hakemuksessa.

Nykyistä velvoitetta määritettäessä tarkasteltiin useamman joen poikastuotannosta ja kuolevuuksista saatua tietoa. ICES mallinnus sisältää nyt kaikki Pohjanlahteen laskevat lohijoet. Hakemuksessa tarkasteluun on otettu näistä vain laskennallisesti suurimman hehtaarituoannon omaava Tornionjoki, jonka tuotantoarvioissa ICES-raporttienkin mukaan on eniten epävarmuutta.

2.1 Kemijoen ja Tornionjoen hydrologisten ja morfologisten ominaisuuksien erot

Toisin kuin hakemuksessa esitetään, eroavat Tornionjoki ja rakentamaton Kemijoki merkittävästi toisistaan hydrologisten ja morfologisten ominaisuuksien suhteen, ja näillä eroavaisuuksilla on keskeinen merkitys lohikalojen elinympäristöihin, niiden laajuuteen ja sen myötä poikastuotantokykyyn. Jokien kaltevuus vaikuttaa koskialueiden määrään ja laatuun ja valuma-alueen järvisyys alivirtaamien suuruuteen.

Alivirtaama vaikuttaa suoraan vaelluskalojen eri-ikäisten jokipoikasten käytettävissä olevan elinympäristön laajuuteen ja laatuun ja on siten määräävä tekijä joen poikastuotantokyvyn kannalta. Tärkeimmät alivirtaamiin vaikuttavat tekijät ovat valuma-alueen järvisyys ja valuma-alueen koko. Järvisyyden kasvu kahdella prosenttiyksiköllä lisää keskialivalumaa 20-35% (Mustonen 1986 s.224, Kuva 8-61). Valuma-alueen muut ominaispiirteet (mm. puustoisuus) vaikuttavat niin ikään keskivalumiin haihdunnan kautta. Tornion-Muonionjoen valuma-alueen pohjoisten osien keskivalumat on arvioitu merkittävästi suuremmiksi kuin Kemijoen valuma-alueen keskivalumat (Hyvärinen ym. 1995).

Kemijoen vesistön järvisyys ennen tekojärvien rakentamista on ollut Taivalkoskella 2,9%, Kemijärvellä 2,0% ja Kemihaarassa 0,7%. Tornionjoki ja erityisesti sen Ruotsin puoleinen osa, joka muodostaa noin 60% joen valuma-alueesta, on merkittävästi Kemi-jokea järvisempi. Tornionjoen järvisyys Kukkolankoskella ja Pellossa on 4,6%, Muonionjoen Muoniossa 3,5% ja Kaaresuvannossa 3,4%. Ruotsinpuoleisen Tornionjoen yläosan

järvisyys on peräti 8,4% ja Lainionjoenkin 4,7%. Näin merkittävät erot järvisyydessä tarkoittavat sitä, että vaelluskalojen poikasvaiheiden kannalta kriittiset elinympäristömuutokset ovat alivirtaamakaushina Tornionjoessa huomattavasti vähäisempiä kuin Kemijoenessa.

Taulukko 1. Kemijoen ja Tornionjoen järvisyys (Hydrologinen vuosikirja 1956-1960, Hydrologinen toimisto, Helsinki 1960, Puro-Tahvanainen 2001)

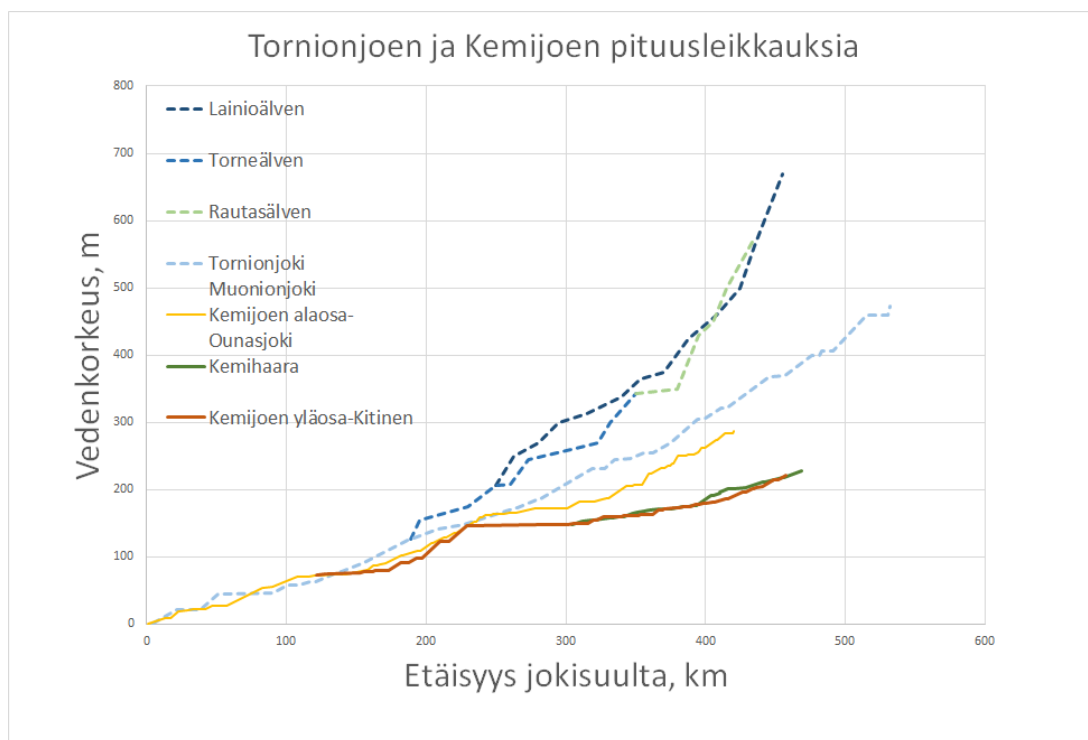
Havaintopaikka	Valuma-alue, km ²	Järvisyys, %
Kemijoki, Taivalkoski	50 790	2,9
Kemijoki, Kemijärvi	27 285	2,0
Kemijärvi, Kemihaara	8 700	0,7
Tornionjoki, Kukkolankoski	40 400	4,6
Muonionjoki, Muonio	9 259	3,5
Muonionjoki, Kaaresuvanto	5 732	3,4
Tornionjoen yläosa	10 028	8,4
Lainionjoki	6 002	4,7

Suurin ero Kemi- ja Tornionjoen välillä on niiden kaltevuudessa. Kemijoen vesistössä Lokka ja Porttipahta ovat hieman alle 250 metriä meren pinnan yläpuolella ja myös Ounasjoen ja Kemijoen latvavedet ovat samoilla korkeuksilla. Tornionjoella ja Muonionjoessa lohen on todettu nousevan alueille, jotka ovat yli 450 metriä meren pinnan yläpuolella. Keskimääräisen jokikaltevuuden kasvaessa virtausnopeudet joessa kasvavat, jolloin virtavesikutuisille kaloille löytyy enemmän ja paremmin soveltuvia poikaselin ympäristöjä. Karlström toteaa jo 1977 julkaistussa tutkimuksessaan, että "lohenpoikasia tavaataan harvoin, alle 0,1 m/s virtausnopeuksissa, mutta runsaasti kun virtausnopeus nousee yli 0,5 m/s". Myöhemmät lohen virtausnopeuden ja vesisyvyyden preferenssien tutkimukset ovat vahvistaneet käsitystä, että lohen poikaset viihtyvät nopeasti virtaavassa vedessä, esimerkiksi Hendry & Cragg-Hine'n (2003) mukaan lohen vuotta vanhemmat jokipoikaset suosivat elinympäristöä, jossa virrannopeus on 60-75 cm/s.

Tornionjoen ja Kemijoen pituusleikkauksia (Kemijoki ennen rakentamista) vertaamalla saadaan tarkempi kuva siitä, miten joet eroavat kaltevuuden ja koski/niva-alueiden suhteen. Tornionjoen Suomenpuoleiselta osalta ja Kemijoelta on käytössä 50-luvulla mitatut tarkat pituusleikkaukset. Tornionjoen Ruotsin puoleista osaa on arvioitu Tornionjoki vesistön tila ja kuormitus julkaisussa esitettyjen Hjortin (1971) tekemien pituusleikkausten perusteella.

Tornionjoki-Muonionjoki on tarkasteltu välillä Pohjanlahti-Kilpisjärvi. Ounasjoki on tarkasteltu välillä Kemijoki-Ounasjärvi, Kemijoki Pohjanlahdesta Kemijärveen, Kitinen Porttipahtaan asti ja Kemihaara Kitisestä Kemihaaraan.

Tornionjoki-Muonionjoen keskikaltevuus on 0,9 m/km ja Kemijoen sekä sen merkittävien sivujokien 0,6 m/km. Joen keskikaltevuus näyttää korreloivan hyvin sekä koskialueiden suhteellisen määrän, että näiden koskialueiden keskikaltevuuden kanssa. Tornionjoki-Muonionjoella koskimaisia alueita on 68 % jokipituudesta, kun niitä Kemijoella on vain 56 %. Tornionjoen Ruotsinpuoleisen osan keskikaltevuus on 1,3 m/km, Lainionjoen 2,3 m/km ja Tornionjoen yläosan Rautasjoen 2,7 m/km. On ilmeistä, että näissä joissa koskimaisten alueiden osuus jokipituudesta on suurempi kuin loivemmissa Kemijoen latva-
vesissä.



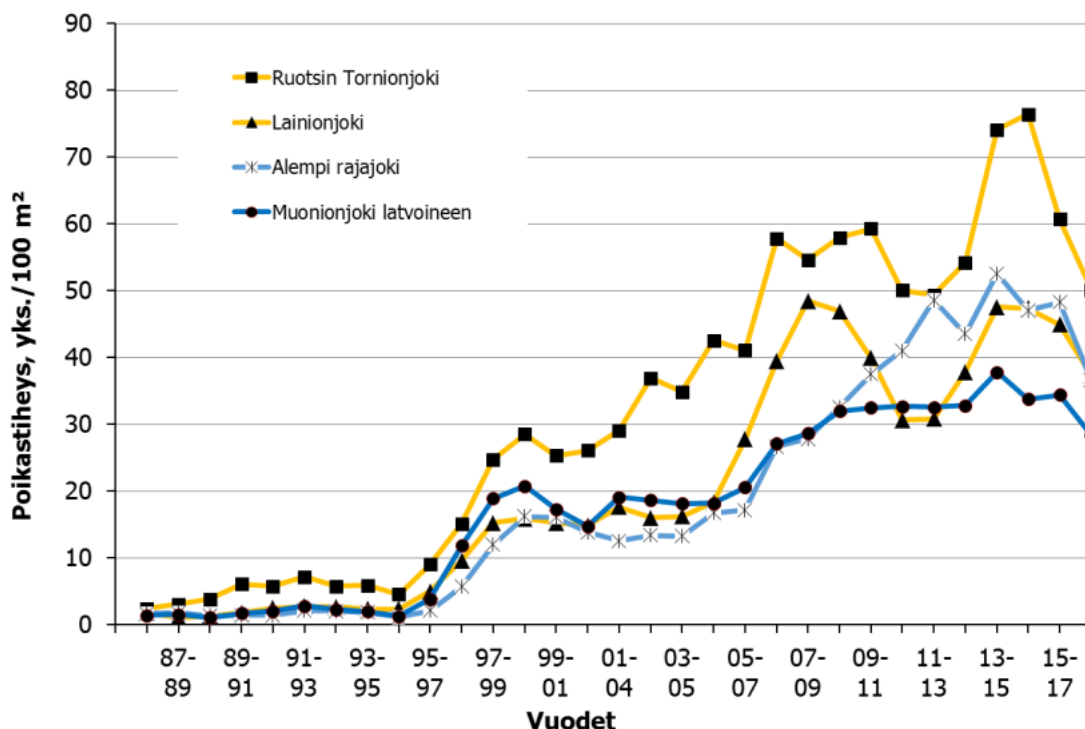
Kuva 1. Tornionjoen ja Kemijoen pituusleikkauksia.

Taulukko 2. Tornionjoen ja Kemijoen ominaisuuksia.

Jokiosuus	Kokonaispituus	Keskikalltevuus	Koskimaiset alueet	Koskimaiden alueiden osuus	Koskimaiden alueiden keskikalltevuus
	km	m/km	km	%	m/km
Tornionjoki, Pohjanlahti-Muonionjokisuu	189	0,7	115	63	1,1
Muonionjoki	343	1,0	246	72	1,4
Tornionjoki-Muonionjoki yhteensä	532	0,9	361	68	1,3
Tornionjoki raja – Tornionjärvi	160	1,3			
Rautasjoki	85	2,7			
Lainionjoki, Tornionjoki-	205	2,3			
TORNIONJOKI yhteensä	982	1,4			
Kemijoki, alaosa	121	0,6	75	62	1,0
Ounasjoki	299	0,7	175	60	1,2
Kemijoki-Ounasjoki yhteensä	420	0,7	250	60	1,1
Kemijoki yläosa	108	0,7	51	47	1,5
Kitinen	178	0,4	75	42	0,9
Ylä Kemijoki	168	0,5	113	67	0,7
Kemijoen yläosa, Kitinen ja Ylä-Kemijoki	454	0,5	238	52	0,9
KEMIJOKI yhteensä	874	0,6	599	52	1,0

Kemijoen ja sen isoimpien sivujokien kokonaispituus on siis 874 km ja Tornionjoen 982 km. Kemijoella koskimaiden alueiden yhteispituus on 487 km ja pelkästään Tornionjoki-Muonionjoen 361 km. Tornionjoen Ruotsin puoleisten osien koskimaiden alueiden määrä voidaan olettaa olevan vähintäänkin 60% jokipituudesta. Tämä antaisi koskimaiden alueiden pituudeksi 270 km ja koko Tornionjoen koskimaiden alueiden pituudeksi 633 km.

Ruotsinpuoleisen Tornionjoen suurempi koskimaiden alueiden määrä ja parempi soveltuvuus lohen poikastuotannolle näkyy selkeästi myös lohen poikastihyysissä, jotka ovat Ruotsin puoleisessa Tornionjoessa selvästi korkeimmat ja kaksinkertaiset esimerkiksi Muonionjokeen verrattuna (kuva 2).



Kuva 2. Lohen poikastiheydet Tornionjoen eri päähaaroissa 1986-2018 (Palm ym. 2019).

Simojoelta ei ollut käytettävissä vastaavanlaisia pituusleikkauksia. Karttatarkastelun perusteella Simojoen pituus (Pohjanlahti-Simojärvi) on noin 200 km ja kokonaisputouskorkeus 176,3 m. Tästä saadaan keskikaltevuudeksi 0,9 m/km. Simojoen järvisyys on 5,7%, mikä on noin 3%-yksikköä suurempi kuin luonnontilaisen Kemijoen.

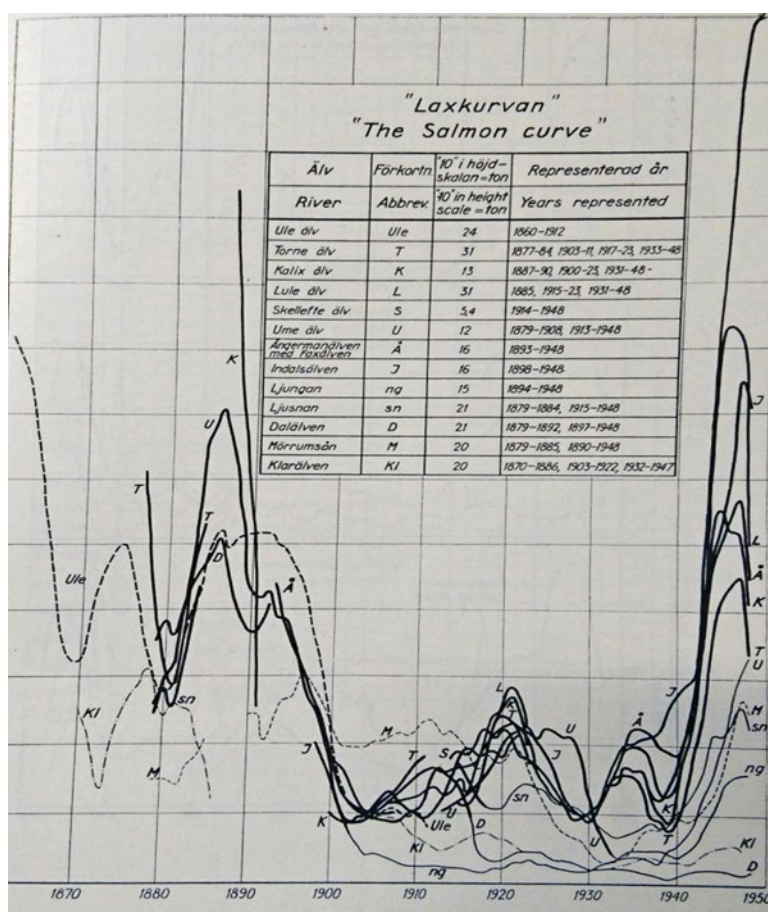
Tornionjoen koskimaisten jokialueiden pituus on 30% suurempi kuin Kemijoella ja Tornionjoen suurempi keskikaltevuus luo paremmat edellytykset nimenomaan lohen poikasten elinympäristöjen muodostumiseen. Lisäksi on huomattava, että Kemijärvi itsessään ja sen yläpuolisten jokialueiden runsaat suvannot loivat erittäin haastavat olosuhteet lohen ja taimenen lisääntymiselle. Tämä on todettu myös Jorma Toivosen lausunnossa Kemijoen vaelluskalojen istutustarpeesta: "Kemijoen olosuhteissa Kemijärvi ja sen yläpuolinen pitkä suvanto Pelkosenniemenlelle ovat saattaneet aiheuttaa keskimääräistä suuremman tappion mm. haukien runsaudesta johtuen Kitisestä, Luirosta ja Kemihaarasta laskeutuneiden poikasten osalta" (Toivonen 1974).

Tornionjoen ja Kemijoen valuma-alueiden ominaispiirteitä voidaan karkeasti vertailla mm. tarkastelemalla jokien kuljettamia ainevirtaamia ja suhteuttamalla ne jokien valuma-alueiden pinta-alaan. Tarkastelun mukaan Kemijoen valuma-alueen huuhtoumajakeet neliökilometriä kohden olivat fosforin kokonaispitoisuuksien osalta vuosina 2004-2017 keskimäärin 2,3 -kertaisia ja typen kokonaispitoisuuksien osalta vastaavasti 3,3 -kertaisia. Kiintoainepitoisuuksien osalta vastaava tarkastelu tuotti vuosien 2006-2012 aineiston perusteella kertoimeksi 1,3. (Anttila ym. 2016, Ojala 2017, Åsbacka & Vaaramaa-Hiltunen 2018 ja 2019). Tarkastelu kuvaa jokien koko valuma-alueiden keskimääräisiä ominaisuuksia ottamatta kantaa alueellisiin eroihin valuma-alueiden sisällä. Molempien jokien alajuoksilla valuma-alueilta tulevat huuhtoumat pinta-alaa kohden ovat suurempia kuin yläjuoksilla.

Yhteenvedona voidaan todeta, että toisin kuin hakija esittää, poikkeaa Tornionjoki hydrologis-morfologisilta ominaisuuksiltaan merkittävästi rakentamattomasta Kemijokesta. Tarkastelun perusteella Tornionjoessa on ainakin 30% enemmän koskimaisia alueita ja niiden laatu on parempi. Tornionjoessa on siten lohen poikastuotannon kannalta selvästi rakentamatonta Kemijokea otollisemmat olosuhteet ja sen poikastuotantokyky on näin ollen suurempi.

2.2 Lohikantojen vahvuuden vaihtelu

Lohikantojen vahvuuden tiedetään luonnostaan vaihtelevan hyvin voimakkaasti. Yksi vanhimmista ja tunnetuimmista esimerkeistä Itämeren lohen kannanvaihtelusta on ns. lohikäyrä (laxkurvan), jonka esitti ruotsalainen professori Arne Lindroth jo viime vuosisadan puolivälissä. Lohikäyrä kuvaa ruotsalaisten Itämereen laskevien jokien (ml. Tornionjoki) lohisaaliin vaihtelua 1800-luvun lopulta 1900-luvun puoliväliin (kuva 3).



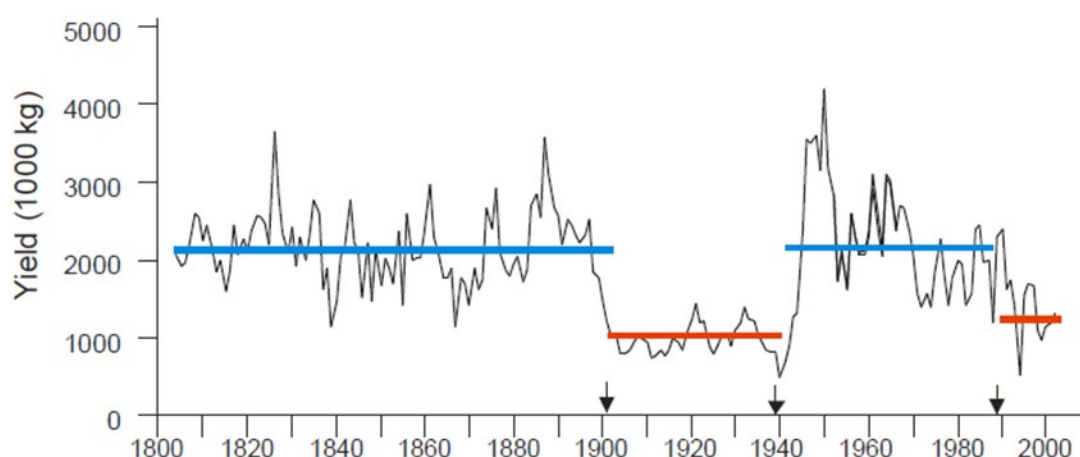
Kuva 3. Laxkurvan (Lindroth 1950).

Kuten kuvasta huomataan, on lohikantojen vahvuuden historiallinen vaihtelu ollut hyvin voimakasta.

Myös Lapin ELY-keskuksen hakemuksen perustana olevassa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen raportissa (Marttila ym. 2014, hakemuksen liite 2) tämä lohikantojen luontainen vaihtelu on todettu sivulla 47:

"Huomattava vaihtelu on ominaista luonnon lohikannoille ja sen taustalla on ihmistoiminnasta riippumattomia tekijöitä, jotka vaikuttavat mm. jokipoikasten, smolttien ja post-smolttien säilymiseen ja kutuvaelluksen ajoittumiseen."

Yhteyttä Itämeren lohikantojen tilan ja suurilmaston vaiheen kesken on myös esitetty yhdeksi selittäväksi tekijäksi vaihtelulle (kuva 4.) Vastaavat muutokset on havaittu myös lohien kasvussa ja edelleen lisääntymistuotossa (Salminen ym. 2013).

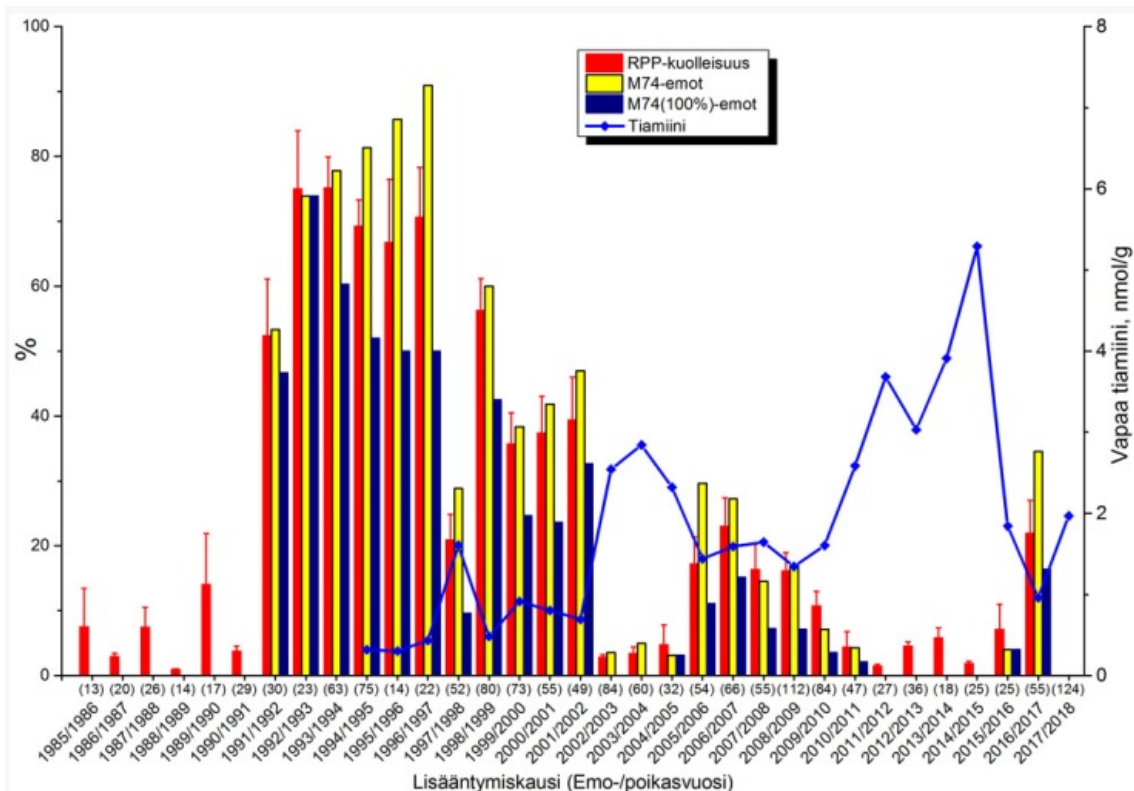


Kuva 4. Itämeren luonnonlohen saaliit 1804-2003 ja ajankohdat, jolloin Itämeren alueella on tapahtunut muutos mantereisesta (sininen) mereiseen (punainen) ilmastoon ja päinvastoin (Salminen ym. 2013).

Lohen voimakas kannanvaihtelu tunnetaan hyvin myös Atlantinlohen Pohjois-Amerikan puoleisilla lohikannoilla. Kannanvaihtelun syyn taustalla on lisääntymismenestys, ts. kuden onnistuminen ja erityisesti ympäristöolosuhteet poikasten varhaisille ikävaiheille joessa (Aas ym. 2011). Myös ns. post-smolttikuoolleisuudella merivaelluksen alussa on keskeinen asema lohien kannanvaihtelussa (esim. ICES 2013, Romakkaniemi ym. 2014).

Lohen huomattavan luontaisen kannanvaihtelun takia on väärin käyttää istutusvelvoitteen arvioinnissa teoreettista tasoa, josta tiedetään, ettei sitä voida ylläpitää edes rakentamattomissa joissa. Arviot lohien poikastuotannon nykyisestä tasosta esim. Tornionjoella eivät myöskään ole tae siitä, että tuotanto pysyisi myös tulevaisuudessa vastaavalla tasolla. Tilanne on pikemminkin päinvastainen, sillä nykyisin esim. tiedetään, että M74-oireyhtymä on jälleen voimistumassa (Luke 2018). ELYn hakemuksen liitteen 2 mukaan 1990-luvun jälkipuolella tapahtuneen M74-oireyhtymän laantumisen on yhdessä kalastuksen säätelyn lisääntymisen kanssa johtanut aikaisempaa suurempiin smolttituotantoarvioihin. Tällä perusteella on loogista arvioida, että voimistuva M74-oireyhtymä tulee jatkuessaan vaikuttamaan poikastuotantoa alentavasti. Viimeisimmän arvion mukaan Simojokeen nousseiden naaraslohiin jälkeläisistä 33% altistui M74-oireyhtymälle vuonna 2017. Vuodelle 2018 vastaavat ennusteet olivat Simojoen osalta 13-21% ja Tornionjoen osalta 13-26% (ICES 2018). M74-emojen jälkeläisistä kaikki tai osa kuolevat ruskuaispussivaiheessa, joten vaikutukset myös smolttituotantoon ovat merkittäviä. Esim. vuonna 2017 kuoriutuneilla poikasilla keskimääräinen kuolleisuus Perämereen laskevissa joissa oli noin neljänneksen (kuva 5) ja vaikutuksen smolttituotantoon voi-

daan arvioida olevan samaa suuruusluokkaa. Lisäksi viime vuosina on useissa Itämeren laskevissa lohijoissa aikuisia lohia kuollut tautiin, jonka syytä ei tiedetä (Luke 2019). Taudin vaikutukset lohikantoihin ovat niin ikään tuntemattomia.



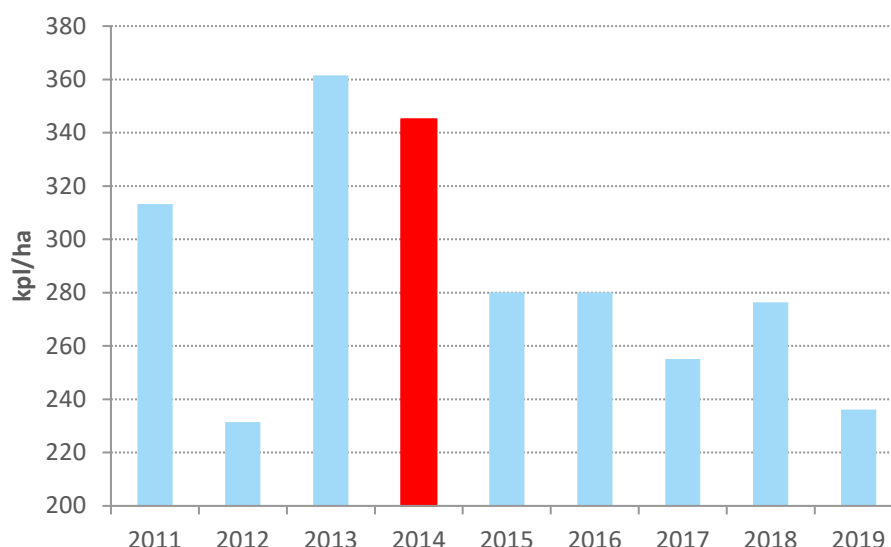
Kuva 5. M74-oireyhtymän voimakkuus Perämeren jokien lohissa lisääntymiskausina 1985/1986–2017/2018 (kutuvuosi/kuoriutumismvuosi). (M74(100%)-emot = niiden naaraisten osuus (%), joiden mädin vapaan tiamiinin pitoisuus < 0,2 nmol/g tai kaikki jälkeläiset ovat kuolleet ruskuaispussivaiheessa. M74-emot = niiden naaraisten osuus (%), joiden mädin vapaan tiamiinin pitoisuus ≤ 1,0 nmol/g tai ruskuaispussipoikasissa on todettu M74-oireita ja osittaista kuolleisuutta. RPP-kuolleisuus = kaikkien naaraisten ruskuaispussipoikasten keskimääräinen kuolleisuus (%).)

2.3 Tornionjoen smoltituotantoarvioista

2.3.1 Lohi

WGBAST-työryhmä raportoi vuosittain arvionsa Itämeren lohi- ja taimenkantojen tilasta sekä antaa suosituksia kalastuskiintiöiksi. Raportit perustuvat Itämeren eri rantavaltioissa kerättyihin tilastoihin ja tehtyihin tutkimuksiin, jotka on yhdistetty bayesilaiseen tilastotieteeseen perustuvalla Itämeren lohikantamallilla. Malli sisältää mm. kaikki merkitävät Itämereen laskevat lohijoet ja lohikalojen istutukset. Mallilla arvioidaan mm. eri jokien potentiaalista maksimipoikastuotantoa ja erilaisten kalastusskenaarioiden vaikutuksia ja tulosten perusteella annetaan suosituksia lohen kalastuskiintiöiksi. Mallia ei siten ole tarkoitettu eikä se sovellu yksittäisen joen osatulosten (kutukalojen nousumäärät, poikastuotantomäärät, vaelluspoikasmäärät) tarkkaan määrittämiseen tai päätöksenteon välineeksi määrittäessä potentiaalisia vaelluspoikasmääriä muille joille (Liite A, Helminen 2019).

Erityisesti Tornionjoen smoltituotantoarviot vaihtelevat ICESin WGBAST raporteissa paljon. Vuosien 2011-2019 raporteissa Tornionjoen lohen vaelluspoikastuotannon MSY-tason (Maximum Sustainable Yield, kestävä enimmäistuotto) arvo on vaihdellut välillä 231-362 smoltia hehtaarille (kuva 6).



Kuva 6. Tornionjoen lohen vaelluspoikastuotannon arvioituja MSY-tasoja ICESin raporteissa vuosilta 2011-2019. Punaisella pylväällä vuoden 2014 arvio, jota hakija käyttää Kemijoen uuden velvoitteen perustana.

Hakija käyttää Kemijoen voimalaitosrakentamisen aiheuttaman lohen vaelluspoikastuotannon menetystä arvioidessaan MSY-tasoa 345 kpl/ha (kuvan 6 punainen pylväs, hakemuksen taulukko 2 s. 33). Kyseinen arvo on peräisin ICESin vuoden 2014 raportista ja se on eri vuosien arvioista kaikkien aikojen toiseksi korkein. Arvio on tämän jälkeen tarkentunut ja pienentynyt siten, että hakemuksen jättämisvuonna vuoden 2017 raportissa se oli 255 smoltia/ha eli neljänneksen pienempi kuin vuoden 2014 arvio. Viimeisin arvio vuodelta 2019 on 236 kpl/ha eli kolmanneksen pienempi kuin hakemuksessa käytetty arvo. Jo yksinomaan tällä perusteella on todettava, että hakemus perustuu keskeisiltä osin virheelliseen ja vanhentuneeseen tietoon. Kyseinen hakemuksen mukainen MSY-taso on itseasiassa selvästi korkeampi kuin Itämeren tärkeimpien lohijokien PSPC-arviot (Potential Smolt Production Capacity, poikastuotantokapasiteetti), kuten Helminen (2019, Liite A) on raportissaan osoittanut.

ICES on toistuvasti esittänyt raporteissaan, että **erityisesti Tornionjoen PSPC-arvioihin liittyy merkittäviä epävarmuuksia ja niiden käyttöön tulee suhtautua varauksella**. Esimerkiksi vuoden 2017 WGBAST raportissa todetaan kappaleessa 4.2.3 sivulla 170 seuraavaa:

"As in last years' assessments, high autocorrelation was found in the MCMC samples of the PSPC estimates for Tornionjoki/Torneälven, and to lesser extent also for Kalixälven and Ume/Vindelälven, as well as in the adult natural mortality estimate. Caution must therefore be taken in the interpretation of these results."

Vuonna 2016 mallilaskentaa ei tehty lainkaan, vaan keskityttiin mallin ongelmien ratkaisemiseen. Vuonna 2017 varsinaista mallilaskentaa ei saatu toteutettua malliin liittyvien

teknisten ongelmien vuoksi. Vuonna 2018 malli siirrettiin uudelle ”alustalle”, JAGSille. Samalla mallissa olleita virheitä korjattiin ja siihen tehtiin eräitä perustavaa laatua olevia muutoksia, jotka ovat johtaneet mm. merkittäviin muutoksiin postsmolttikuoilleisuuden arvioissa.

Mallin kehitystyöstä huolimatta sen ennustuskkyky on osoittautunut heikoksi ja esim. Palmi ym. (2018) mukaan viime vuosina mallin ennusteet ja Tornionjoen smolttilaskennan empiiriset tulokset ovat poikenneet epätavallisen paljon toisistaan. Esimerkiksi vuoden 2017 smolttirysäpyynnin perusteella Tornionjoesta arvioitiin lähteneen merivaellukselle vain vajaa miljoona lohismolttia, kun mallin ennusteen mukaan määrän olisi pitänyt olla kaksinkertainen.

Perin outoa on se, että kun sekä vuoden 2016 sähkökoekalastusten että kevään 2017 smolttirysäpyynnin perusteella vuonna 2017 Tornionjoesta merivaellukselle lähteneiden vaelluspoikasten määrä oli etukäteisarvioita merkittävästi pienempi, saatiin mallinnuksen (FLHM-malli) tuloksena jälkikäteen vuonna 2018, että vuonna 2017 lähtikin Tornionjoesta ennätysmäärä vaelluspoikasia! Mallinnukseen liittyvää epäloogisuutta ja -varmuutta on tarkasteltu lähemmin Helmisen (2019) raportissa.

Näistä tunnistetuista epävarmuuksista ja ongelmista huolimatta on kyseistä Tornionjoen vuoden 2014 vaelluspoikastuotantoarvioita käytetty Kemijoen velvoitteen tasoa uudelleen arvioitaessa ikään kuin se olisi varmaa ja luotettavaa tietoa.

Hakemuksen mukaan (s. 4) voimalaitosten *luvanhaltijat ovat 1950-luvulta lähtien pystyneet tuottamaan omistamissaan voimalaitoksissa sähköä ja hyödyntämään Kemijoen vesivoimaa ilman, että kalataloudelle aiheutuvia haittoja olisi kompensoitu täysimittaisesti*. Kemijoki Oy:n ensimmäinen voimalaitos, Petäjäskoski, valmistui 1957 ja sille samoin kuin kaikille sen jälkeen valmistuneille voimalaitoksille määrättiin väliaikainen kalatalousmaksu, joka poistui vasta kun nykyinen kalatalousvelvoite sai lainvoiman vuonna 1980. Velvoitteen mukainen lohen istutusmäärä oli aina 2000-luvun alkuun saakka selvästi suurempi kuin Tornionjoen vastaavaan aikaan arvioitu luonnonpoikastuotanto. Meritaimenen osalta istutusvelvoite on koko velvoitteen olemassaolon ajan ollut moninkertainen Tornionjoen arvioituun nykyiseen poikastuotantoon verrattuna.

2.3.2 Meritaimen ja vaellussiika

Meritaimenen osalta todetaan hakemuksessa (s. 33) ”Arvioiden mukaan (Tornionjoen vesistöä lähtee vuosittain noin 10 000 – 20 000 meritaimenen vaelluspoikasta (ICES 2014)”. Tämä edustaa siis hakemuksen mukaan viimeisintä tietoa Tornionjoen meritaimenen poikastuotantotasosta. Syystä tai toisesta ei tätä viimeisintä tietoa ole lohen tapaan hyödynnetty meritaimenvelvoitetta arvioitaessa, vaan sen osalta on tukeuduttu vanhaan Toivosen (1974) lanseeraamaan suhdelukuun, jonka mukaan meritaimen osuus on 10 % lohen poikastuotannon osuudesta. Näin on päädytty lopputulokseen, jonka mukaan meritaimenen kompensatiotarve Kemijoella olisi lohen tapaan moninkertainen nykyiseen velvoitteeseen verrattuna.

Kun sekä hakemuksessa että sen keskeisimmässä liitteessä (Marttila ym. 2014) korostetaan useaan otteeseen uusimman tutkimustiedon mukaista arvioita poikastuotannosta, on peräti kummallista, että meritaimenen osalta näin ei menetellä. Esimerkiksi Tornionjoen sähkökalastuksissa, joita on tehty jo yli 20 vuoden ajan, ei pääuoman koealoilta ole saatu taimenen poikaisia kuin satunnaisesti, esimerkkinä tästä vuosi 2006, jolloin ei saatu ainuttakaan taimenen poikasta (Vähä ym. 2007). Huomattakoon vielä, että ko.

vuosi oli viimeinen, jonka osalta taimentiheyksiä on raportoitu. Vuoden 2013 jälkeen ei Tornionjoen lohi- ja meritaimenseurannoista ole enää julkaistu vuosiraportteja lainkaan. Ei kuitenkaan ole syytä olettaa, että taimentiheydet pääuomassa olisivat sittemmin kohonneet ja sähkökalastusten perusteella onkin selvää, että Toivosen (1974) arvio meritaimen vaelluspoikasten suhteesta lohen vaelluspoikastuotantoon on osoittautunut vääräksi eikä meritaimenen vahinkoarviossa tule käyttää samaa poikastuotantopinta-alaa kuin lohella. Meritaimenen poikastuotanto on tapahtunut sivujoissa eikä siellä tuotantopinta-ala ole kuin murto-osa pääuomaan verrattuna. Näin ollen ei meritaimenen vaelluspoikastuotantokaan ole voinut olla kuin murto-osa lohen vaelluspoikastuotannosta.

Esimerkiksi WGBAST 2017 -raportin mukaan Tornionjoen vuoden 2016 arvioitu meritaimensmolttien määrä oli 17 530 yksilöä (2017 ja 2018 ei dataa) ja korkein arvio vuosituhaten vaihteen jälkeen on ollut 19 420 yksilöä (2011). Missään tapauksessa meritaimentuotanto ei ole nykyisellään Tornionjoellakaan tasolla, joka vastaisi Kemijoen nykyisessä velvoitepäätyksessä esitettyä 10 % saalisosuutta lohen ja meritaimenen yhteisaaliista. Olettamalla Kemijoen meritaimenelle soveltuvan poikastuotantoalueen pinta-alan vastaavan Tornionjoen vastaavaa, voidaan myös potentiaalisen smolttituotannon arvioida olevan samaa luokkaa. Velvoitemuutoshakemuksessa mainitaan, että meritaimenen potentiaalisen smolttituotannon arvioidaan olevan Tornionjoella noin 100 000 vaelluspoikasta. Mitään lähdettä tälle arviolle ei kuitenkaan anneta ja arvio tarkoittaisi noin viisinkertaista vaelluspoikasmäärää arvioituihin vuosittaisiin toteutuneisiin maksimimääriin nähden. Lohen osalta Tornionjoen smolttituotannon arvioidaan jo nykyisellään olevan hyvin lähellä ns. MSY-tasoa (75 % maksimituotannosta) ja samalla tavoin arvioiden saadaan Tornionjoen meritaimenen potentiaalisesti smolttituotannoksi noin 27 000 smolttia. Kertomalla tämä vaelluspoikasmäärä edelleen luonnonsmolttien ja viljelyperäisen smolttien post-smolt -kuolleisuuden eroja kuvaavalla ns. kompensatiokertoimella, saadaan todellinen meritaimenvelvoitteen koko istukasmäärällä kuvattuna. Hakemuksen mukaisilla kompensatiokertoimilla päädyttäisiin hyvin lähelle nykyistä velvoitemäärää. Meritaimenen kompensatiotasoa arvioitaessa on lisäksi huomioitava järvitaimenen istutusvelvoite jokialueelle, joka on asetettu kompensoimaan meritaimenen tuoton menetyksiä jokialueella.

Meritaimenen istutusvelvoite Kemijoella on 90 000 vaelluspoikasta vuodessa, joten Kemijokisuulle istutetaan 4,5 – 9 -kertainen määrä meritaimenen poikasia ja kyseessä on vuosia jatkunut ylikompensaatio. Kun huomioidaan jokialueen taimenistutusvelvoite (60 000 kpl/a), joka on siis asetettu kompensoimaan meritaimenen tuoton menetyksiä jokialueella, on ylikompensaatio vielä tätäkin suurempi.

Myöskään vaellussiian osalta esitetty velvoite ei perustu uusimpaan tietoon. Tornionjoen vaellussiikaa on tutkittu mm. ruotsalais-suomalaisessa INTERREG-hankkeessa Tornedalsens Sommarsik - Tornionlaakson Kesäsiika vuosina 2016-2018. Voimakkaasti vaihtelevien tulosten vuoksi Tornionjoen vaellussiian kokonaispoikastuotannosta ei ole voitu antaa vielä luotettavaa arviota ennen kerättyjen tietojen perusteellista tilastollista analyysia. Merkintä-takaisinpyynti -tutkimusten mukaan nykyinen arvio Tornionjoen tuottamasta vastakuoriutuneiden siianpoikasten kokonaismäärästä on kuitenkin noin 5-10 miljoonaa poikasta vuodessa. Kesänvanhoiksi siioiksi muutettuna tämä vastaa noin 120 000 - 240 000 siianpoikasta, jolloin voidaan arvioida Kemijoen nykyisen merialueen siikavelvoitteen olevan 5-10 kertaa ylimitoitettu, vaikka sisävesialueen siikavelvoite (alun perin 31 % kokonaisistutustarpeesta, vastaava myös hakemuksessa) jätettäisiin kokonaan huomioimatta. (Palm ym. 2019.)

Mitään perusteita hakemuksen mukaisille meritaimen- ja vaellussiikavelvoitteille ei näin ollen ole esitettävissä. Näitä kysymyksiä on edelleen käsitelty tämän muistion kappaleessa 5.

2.4 Tornionjoen smolttituotantoarvio suhteessa muihin jokiin

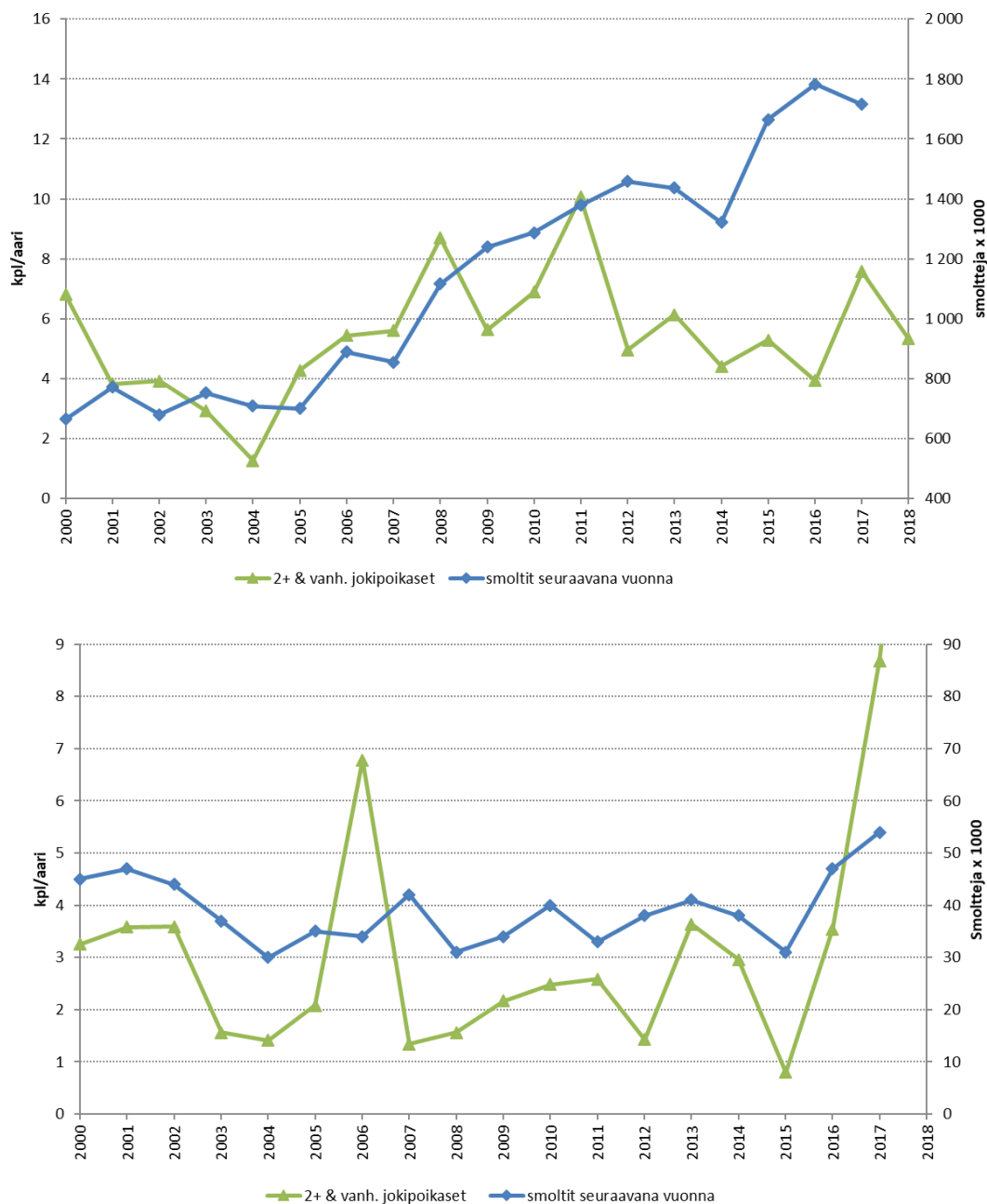
Helminen (2019, Liite A) tarkastelee raportissaan Tornionjoen smolttituotantoa suhteessa muihin Pohjanlahteen laskeviin jokiin.

Kemijoen lohen istutusvelvoitteen arvioinnissa on alun perin käytetty useiden Pohjanlahteen laskevien jokien tietoja. Arviota tehdessä harkinnassa on käytetty tietoja ainakin seuraavista joista: Suomen puolelta Tornionjoki ja Simojoki sekä Ruotsin puolelta Pitejoki, Ricklejoki ja Kalixjoki. Hakija perustaa nyt arvionsa ainoastaan Tornionjokeen vaikka käytettävissä olisi uutta tietoa myös muista joista.

Smolttituotannon arviointi tehdään Tornion- ja Simojoella jokialueen sähkökoekalastusten ja jokisuun smolttirysäpyynnin tulosten pohjalta. Sähkökoekalastusten koealaverkosto on ollut käytännössä sama molemmilla joilla tutkimusten alusta asti (vrt. esim. Haikonen & Romakkaniemi 1999 s. 13 sekä Vähä ym. 2014 ja sen liite 1). Muutokset koealaverkostossa, kuten koealojen määrän lisääntyminen tai alueellinen laajeneminen eivät siten selitä havaittuja muutoksia.

Smolttituotannon arviossa käytetään ns. lineaarista jokimallia, joka yhdistää sähkökalastusten ja rysäpyynnin tiedot bayesilaisella mallinnuksella. Smolttituotantoa arvioidaan lisäksi varsinaisella elinkiertomallilla, FLHM-mallilla (Full Life History Model).

Seuraavissa kuvissa on tarkasteltu sähkökoekalastuksiin perustuvia 2+ ja sitä vanhempien lohen jokipoikasten tiheyksiä (kpl/aari) sekä seuraavana vuonna FLHM-mallilla mallinnettua smolttituotantoarviota Tornionjoessa sekä Simojoessa. Koska sähkökoekalastukset tehdään loppukesästä ko. vuoden smolttivaelluksen jälkeen, edustaa ikäryhmä 2+ ja vanhemmat siis sitä joessa olevaa poikaspoolia, josta seuraavan vuoden smolttituotanto valtaosin muodostuu (pieni osa tästä ikäryhmästä jää jokeen vaeltaakseen mereen myöhempinä vuosina).



Kuva 7. Jokipoikasten (2+ ja vanhemmat) keskitiheys sekä smoltituotanto FLHM-mallilla arvioituna seuraavana vuonna Tornionjoessa (ylempi kuva) ja Simojossa (alempi kuva) vuosina 2000-2018 (Helminen 2019, Liite A)

Kuvien perusteella smoltituotanto seuraa Tornionjoessa jokipoikastiheyttä erittäin hyvin ja loogisesti aina vuoteen 2008 saakka, mutta sen jälkeen tapahtuu jotakin merkittävää: jokipoikastiheys säilyy kutakuinkin ennallaan tai pikemminkin laskee, mutta smoltituotanto lähtee voimakkaaseen kasvuun. Esimerkiksi vuoden 2017 smoltituotantoarvio on kaikkein korkein, vaikka edellisen vuoden 2016 jokipoikastiheys oli yksi tarkastelujakson alhaisimmista.

Simojoella vastaavaa ilmiötä ei tapahdu vaan käyrät seuraavat toisiaan erittäin hyvin koko ajanjaksolla. Tornionjoen smolttituotannon erkaneminen jokipoikastiheydestä on outoa erityisesti sen vuoksi, että lineaarinen jokimalli nimenomaan käyttää jokipoikastiheyksiä vaeltamaan lähtevän smolttimäärän mallinnuksessa. Varsinaisen elinkiertomallin (Full Life History Model, FLHM) antamat tulokset ovat kuitenkin erityisesti viime vuosina poikenneet merkittävästi sekä sähkökalastusten että rysäpyynnin eli ns. jokimallin tuloksista. Esimerkiksi vuonna 2017 pelkän rysäpyynnin perusteella arvioitiin Tornionjoesta lähteneen vaellukselle 952 000 vaelluspoikasta ja vuonna 2016 vastaavasti peräti 2,9 milj. vaelluspoikasta (ICES 2019, taulukko 3.1.1.5), kun elinkiertomallin (FLHM) mukaan vastaavat luvut olivat 1,783 milj. ja 1,665 milj. (kuva 7, ICES 2019, taulukko 4.2.3.3). Ilmiön perusteella loogiselta johtopäätökseltä vaikuttaakin, että elinkiertomalli ”elää omaa elämäänsä” smolttirysäpyynnin ja sähkökoekalastusten tuloksista piittaamatta.

Myös smolttirysäpyynnin laskentamalli sekä tämän ja sähkökalastustietojen yhdistäminen jokimallilla sisältävät merkittäviä epävarmuuksia ja tulokset ovat osittain epäloogisia. Smolttirysäsaalis suhteessa arvioon vaellukselle lähtevistä smolteista on erittäin pieni. Esimerkiksi vuonna 2004 smolttirysäsaalis oli 31 615 luonnonsmolttia (Haikonen ym. 2005) ja arvio vaeltamaan lähteneistä oli 520 000 smolttia. Vastaavasti vuonna 2013 rysäsaalis oli 21 061 smolttia ja arvio vaeltamaan lähteneistä kuitenkin 1,5 miljoonaa smolttia (Vähä ym. 2014). Vaikka rysäpyynnissä oli vuonna 2013 tulvasta johtuvia ongelmia ja rysä oli toukokuun lopussa muutaman päivän kokonaan pois pyynnistä vaikuttavat tulokset epäuskottavilta. Lisäksi vuonna 2013 Muonioon ja Pelloon istutettiin yhteensä 5 307 2-vuotiaasta vaelluspoikasta, joista osa oli merkittyjä. Rysällä saatiin 543 istukasta, joista merkittyjä oli 129. Istukkaista saatiin rysään siis 10 % ja merkityistä istukkaista 24 % (Vähä ym. 2014). Jos esimerkiksi tuota istutettujen suhdelukua (10 %) käytettäisiin smolttiarviossa takaisinsaantina, niin 2013 vaeltamaan lähteneiden luonnonsmolttien arvioiduksi lukumääräksi saataisiin 205 000 smolttia.

Lineaarinen jokimalli käyttää sähkökalastustietoja ja smolttirysätietoa. Sähkökalastustieto on puolestaan virtaamariippuvaista. Aineistosta näkyy selkeästi, että kunkin vuoden eri ikäisten määrä korreloi paremmin ko. vuoden kuin peräkkäisten vuosien kanssa. Josain tapauksissa 1+ -poikasten määrä on jopa suurempi kuin edellisen vuoden 0+ -poikasten määrä (ICES 2019, taulukko 3.1.1.4). Mainittakoon lisäksi, että sähkökoekalastukset toteutetaan koekalastusrekisteriin tallennettujen tietojen mukaan ilmeisesti ns. kertakalastuksina (kukin koeala kalastetaan vain kerran) ja jokipoikasten määrääarviot saadaan tämän jälkeen pääosin jakamalla havaittu poikastiheys vakioidulla taulukkoarvolla kalastettavuuden huomioimiseksi. Laskentatapa on erittäin karkea ja antaa vain suuntaa antavan arvion todellisesta poikastiheydestä, joka riippuu edelleen mm. sähkökalastustyöryhmästä ja -laitteistoista, koealan ominaispiirteistä ja kulloisistakin virtaamaym. olosuhteista.

Eri jokien kutuvaellukselle nousevien lohien määrää arvioidaan joko kalateissa olevien laskureiden perusteella tai kaikuluotauksella, kuten Tornionjoella ja Simojoella on tehty. Nousulohien määrän arviointia voitaneen pitää sangen luotettavana. Lohien nousu on vuosina 2009-2011 ollut Tornionjoella ja Simojoella luokkaa 5 lohta poikastuotantopinta-alaa (ha) kohti ja vuosina 2012-2016 noin 10-20 lohta poikastuotantopinta-alaa (ha) kohti. Muilla joilla nousulohia poikastuotanto-pinta-alaa kohti on ollut pääsääntöisesti alle 5 lohta.

Vuosittainen nousulohien määrä poikastuotantoalueen pinta-alaa kohti on Tornion- ja Simojoessa ollut vuodesta 2009 lähtien hyvin samanlainen. Kuitenkin Tornionjoen smolttituotanto hehtaaria kohti on ICESin raporteissa arvioitu olevan yli kaksinkertainen Simo-

joen vastaavaan verrattuna. Vaikuttaa siis siltä, että joko Tornionjoen smolttien kuolevuus on yli kaksinkertainen Simojoen smoltteihin verrattuna tai sitten Tornionjoen smoltituotanto-arviossa on virhettä. Kun tämä tieto yhdistetään Tornionjoen rysäpyynnin Simojoen vastaavaa suurempaan epävarmuuteen, niin näyttää vahvasti siltä, että Tornionjoen smolttituotanto on yliarvioitu (Liite A, Helminen 2020). Lineaarisen jokimallin epävarmuuksien lisäksi itse elinkiertomalliin liittyy suuria epävarmuuksia useisiin kokonaiskuolevuuden osatekijöihin liittyen (mm. luonnollinen kuolleisuus Itämeressä, avomeri-, rannikko- ja jokisuukalastus vaihtelevine rajoituksineen, hyljepredaatio). Näiden osakuolevuuksien arvot voivat vaihdella hyvin runsaasti sekä vuosien välillä että jokikohtaisesti eikä niitä tunneta missään nimessä riittävän hyvin, jotta niitä voitaisiin käyttää luotettavasti kompensaatiotasojen arvioimiseen. Esimerkiksi pääosin hyljepredaatiosta aiheutuvan nousuvaelluksen aikaisen muun kuin kalastuksesta johtuvan kuolevuuden tasoksi on arvioitu mallinuksissa jo ainakin vuodesta 2010 lähtien 13 %, vaikka esim. norppien määrä Perämerellä on tämän jälkeen jopa nelinkertaistunut (esim. Laanikari 2019). Lisäksi hylkeiden ajallisesti ja paikallisesti vaihtelevasta ravinnonkäytöstä suhteessa lohen ja meritaimenen nousuvaellukseen ja toisaalta smolttien merivaelluksen alkuvaiheeseen tarvitaan lisätietoja. Velvoitemuutoshakemuksessa on toisaalta asetettu hyvin tarkat prosentuaaliset vaatimukset ylös- ja alasvaellusrakenteiden toimintatehoille, mutta vaikutuksiltaan merkittävästi suuremmille epävarmuuksille elinkierron muissa vaiheissa ei ole annettu vastaavaa painoarvoa. (Liite A, Helminen 2020).

Yhteenvetona Tornionjoen smolttirysäpyynnin ja lineaarisen jokimallin tuloksista voidaan todeta, että epävarmuudet ja ristiriitaisuudet ovat niin suuria, että tuloksia ei tule käyttää muiden jokien velvoitteiden suuruusluokan arvioinnin perusteena.

2.5 Yhteenveto ja johtopäätökset vaelluspoikastuotantoarvioista

Vesilain mukaan hankkeen kalatalousvelvoite asetetaan vain kyseessä olevan hankkeen omiin vaikutuksiin perustuen. Kalatalousvelvoitetta, kalatalousmaksua tai näiden yhdistelmää määrittäessä on otettava huomioon hankkeen ja sen vaikutusten laatu, muut haitta-alueella toteutettavat hoitotoimenpiteet ja kalastuksen järjestely. Kalatalousvelvoitteen toimenpiteiden suorittamisesta ei saa aiheutua niillä saavutettavaan hyötyyn verrattuna hankkeesta vastaavalle kohtuuttomia kustannuksia. Kalatalousvelvoitteella pyritään hankkeen vaikutusten ehkäisemiseen tai vähentämiseen.

Käsittääksemme on selvää, että minkään hankkeen kalastovaikutuksia arvioitaessa ei voida tarkastella huippuvuosien tai heikkojen vuosien tilannetta tai potentiaalista maksimituotantoa. Arvion tulee perustua odotettavissa olevan poikastuotannon pitkäaikaiseen keskiarvoon siinä tilanteessa, että hanketta ei toteutettaisi. Arvion tulee siten ottaa huomioon mm. hydrologian, Itämeren suolaisuuden ja ravintotilanteen, tautitilanteiden, tms. luonnon ja ihmistoiminnan vaikutusten vaihtelu. Tätä varten tulee tarkastella riittävän pitkää ajanjaksoa. Käsityksemme mukaan hakemuksessa esitetyt smolttituotantoarviot eivät täytä näitä kriteerejä:

- Hakemuksen lohivelvoite ja siitä johdettu taimenvelvoite perustuvat Tornionjoen smolttituotannon laskennalliseen teoreettiseen maksimituotantopotentiaaliin (PSPC).
 - Tämä maksimituotantopotentiaali on saatu vuoden 2014 ICES:n WGBAST -raportista ja siihen sisältyy merkittäviä epävarmuuksia, joita on käsitelty erillisessä Itämeren lohimalliin liittyvässä muistutuksen liitteessä (Helminen 2019, Liite A). Malli on kehitetty ensi sijassa yleisempään lohikantojen tilan arvioin-

tiin ja apuvälineeksi kalastuksen säätelyyn. Tornionjoen tulokset eroavat mallilajojen tuloksissa erittäin merkittävästi käytännössä kaikkien muiden jokien tuloksista ja pelkästään Tornionjoen mallinnustulosten käyttö velvoitetason arviointiin vaikuttaa tarkoitushakuiselta.

- Hakemuksessa on käytetty vertailujokena pelkästään mallilaskentojen perusteella suurimman hehtaarituo-ton omaavaa Tornionjokea. Tornionjoki eroaa merkittävästi muista Suomen puolen rakennetuista ja vapaista lohijoista.
 - Tornionjoen tuloksissa on myös kaikista suurimmat epävarmuudet muiden mallinnettujen jokien tuloksiin nähden. Esimerkiksi Simojoen vastaavia smolt-tituotantoarvioita käyttämällä saadaan täysin erisuuntaiset tulokset kuin Tornionjoen mallinuksilla (karkeasti n. kolmasosa). Simojoen mallinnustulokset myös käyttäytyvät eri osatulosten ja havaintojen kesken huomattavasti loogisemmin kuin Tornionjoen tulokset.
- Mallilaskennalla arvioidut toteutuneet smoltituotannot ovat myös Tornionjoella merkittävästi teoreettista maksimituotantopotentiaalia pienempiä
 - Tämä kertoo osaltaan mallinuksen epäluotettavuudesta yksittäisen joen kohdalla. Käyttämällä velvoitteen laskennassa Tornionjoen mallinuksen teoreettista maksimituotantopotentiaalia olisi velvoitteen määräytymisen lähtökohtana siten nykytilaa paremmassa tilassa oleva Tornionjoki. Näkemyksemme mukaan tavoitetilana ei voida pitää Itämeren parhaan lohijoen mallinuksen mukaista optimitilaa, jota ei ole saavutettu vaan esim. Simojoen tai useampien jokien havaittuja, pidemmän aikavälin keskimääräisiä arvoja. Näin menetellen päädytään suunnilleen nykyisen velvoitteen tasoon (Helminen 2019, Liite A).
- Viimeisimpien WGBAST-raporttien mukaan Tornionjoen tuloksissa on paljon epävarmuutta ja niiden käyttöön tulee suhtautua varauksella.

Aikaisemmassa oikeuskäytännössä kalatalousvelvoitetta määrättäessä on pyritty arvioimaan joen poikastuotannon pitkän ajanjakson keskiarvoa. Tästä esimerkkinä Kemijoen nykyisen velvoitteen hakemuksessa viranomaisen esittämää poikastuotantoarviota noin 250 smoltia/ha, muutettiin lopullisessa päätöksessä. Pitkäaikaiseksi odotettavissa olevaksi tuotannoksi arvioitiin 150 smoltia/ha.

Nykyistä velvoitetta asetettaessa lähtökohtana oli, että kompensatio tuotetaan ja se myös toteutuu vaelluspoikasten istutuksilla (paitsi jokialueella, missä lohien saalisosuutta ei katsottu voitavan kompensoida). Nyt ELYn hakemuksessa velvoitteen tasoa arvioidaan myös istutustarpeesta lähtien, mutta samalla todetaan, että ei ole järkevää istuttaa sellaista poikasmäärää, mihin vahinkoarvio nojautuu. Sen sijaan vaaditaan toimenpiteitä, jotka ovat kustannuksiltaan erittäin mittavia, mutta joilla ei kuitenkaan päästä itseään ylläpitävään, luontaisesti lisääntyvään lohikantaan.

Käsityksemme mukaan hakijan vahinkoarviot Kemijoen lohien ja meritaimenen osalta ovat merkittävästi yliarvioitu, kun sen sijaan Kemijoen nykyisen velvoitteen perusteena oleva arvio lohien ja meritaimenen smoltituotannosta ovat suuruusluokaltaan oikealla tasolla.

2.6 Rakentamattoman Kemijoen poikastuotantopinta-ala

Kemijoen nykyistä kalatalousvelvoitetta määrittäessä Kemijoen poikastuotantopinta-alaksi arvioitiin 4 000 ha. Arvio perustui osaltaan mitattuihin poikkileikkaustietoihin ja osittain karttatarkasteluun. Hakemuksessa on esitetty, että nykyinen velvoite perustuisi väärään arvioon poikastuotantopinta-alasta ja oikea tuotantopinta-ala olisi peräti 20% suurempi eli 5 000 ha. Tässä kohtaa hakemuksen taulukossa 2 sivulla 32 viitataan uuden poikastuotantopinta-alan osalta julkaisuun ICES (2014). Kyseisessä ICESin raportissa ei kuitenkaan sanallakaan mainita Kemijoen poikastuotantopinta-alaa. Perusteluissa ei siten esitetä uutta tietoa Kemijoesta, vaan väitettä on perusteltu sillä, että Tornionjoen poikastuotantoalan arviota on kasvatettu mm. siksi, että *sähkökalastustutkimuksissa on havaittu lohen poikasia aiempaa kauempana latvoilla* (s. 31). Poikastuotantopinta-alojen arviointi on kuitenkin perustunut jokihabitaatin ominaisuuksiin eikä poikashavaintoihin ja -tiheyksiin, joten kyseinen perustelu on kestävä. Poikastuotantoon soveltuvan jokihabitaatin määrä ei liene Tornionjoessa kuitenkaan lisääntynyt sitten 1970-luvun. Lisäksi sähkökoekalastusten koealaverkosto on vakiintunut nykyalaajuuteensa jo 1990-luvulla.

Rakentamattoman Kemijoen suhteellisen perusteelliseen analyysin perustuneen poikastuotantoalueiden arvion muuttamista ei mitenkään voi perustella sillä, että jollakin toisella joella on päivitetty poikastuotantoaluearviota. Huomattakoon lisäksi, että lijoen osalta ei tällaista poikastuotantoalueiden pinta-alan uudelleenarviointia ole katsottu tarpeelliseksi Lapin ELY-keskuksen lijoen kalatalousvelvoitteiden päivittämistä koskevassa hakemuksessa. On myös merkillepantavaa, että Simojoen poikastuotantopinta-alaksi arvioitiin aiemmin 277 ha ja ICES 2013 raportin mukaan se on supistunut 254 ha:iin (Marttila ym. 2014, taulukko 14). Tähtäkään pohjalta Kemijoen poikastuotantoalueen pinta-alan kasvattaminen ei ole perusteltua.

Kuten aiemmin tässä muistiossa on todettu, poikkeaa Tornionjoki merkittävästi Kemijoesta, erityisesti kokonaisputouskorkeuden ja joen kaltevuuden suhteen. Joen kaltevuus taas korreloi vahvasti koskisuuden kanssa, joka on lohen kannalta keskeinen poikastuotantopotentiaaliin vaikuttava tekijä. Pituusleikkausten analysoinnin perusteella Tornionjoen koskimaisten alueiden pituus on ainakin 30% suurempi kuin Kemijoen. Tätä suhdelukua käyttäen Kemijoen tuotantopinta-ala Tornionjoen tuotantopinta-alan perusteella olisi ollut hieman yli 4000 ha, mitä on käytetty nykyistä velvoitetta määrittäessä.

2.7 Uitto ja kunnostukset

Hakemuksen mukaan tilanne on olennaisesti parantunut, koska Kemijoen sivujokiin on tehty kalataloudellisia kunnostuksia ja uitto joessa on loppunut. Kalataloudelliset kunnostukset eivät kuitenkaan ole muuttaneet tilannetta velvoitteen määrittämiseen nähden, sillä joen velvoitteen tasoa arvioitaessa käytettiin luonnonkosken tuotantoarviota. Uitto otettiin huomioon vähentämällä velvoitteen perusteena olevasta tuotantoarviosta 10 %. Uitto vesistössä on loppunut, mutta tältäkin osin olosuhteet vesistössä ovat vaelluskalojen lisääntymiselle parantuneet lähinnä isoissa sivujoissa.

Kuten Kemijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmassa vuosille 2016-2021 mainitaan, on uittoväyliä kunnostettu viimeisten 20-30 vuoden aikana lähemmäs luonnontilaa, mutta etenkin 1970-1980 -luvuilla voimassa olleiden periaatteiden mukaisesti kunnostetuilla jokialueilla ei voitu riittävästi huomioida esim. arvokalojen elinympäristövaatimuksia. Uittoperkausten jokiekosysteemiä muuttava vaikutus oli suurinta pienissä sivujoissa, jotka eivät ole olleet lohen tuotannon kannalta merkityksellisiä. Lisäksi osa uiton

vuoksi peratuista koskista on edelleen kunnostamatta. Uiton jäljiltä kunnostetut virtavesikohteet eivät siten täydellisesti vastaa joen luonnontilaa eikä 10 % palauttamista velvoitteeseen kokonaisuudessaan voida siten perustella. Lisäksi metsä- ja suo-ojituksista, sekä muusta metsätaloudesta aiheutuvat muutokset silta-/tierumpuineen vaikuttavat potentiaalisen poikastuotantoalueen määrään. Todellinen uiton jälkeisistä kunnostuksista seurannut tilanteen parantuminen ei siten kata 100 % aiemmasta 10 %:n veloitteen uito-vähennyksestä ja uiton päättymisellä perusteltu veloitteen lisäys olisi siten jotakin 0-10 %:n väliltä. Vielä täyttä 10 %:n lisäystäkin ei voida pitää olosuhteiden olennaisena muutoksena. Saman aikaisesti esim. M74 -oireyhtymästä aiheutuva poikaskuolleisuus arvioidaan nykyisellään suuremmaksi kuin mitä 10 % laskennallinen vähennys nykyisistä velvoitteista on ollut (ks. kappale 2.2.).

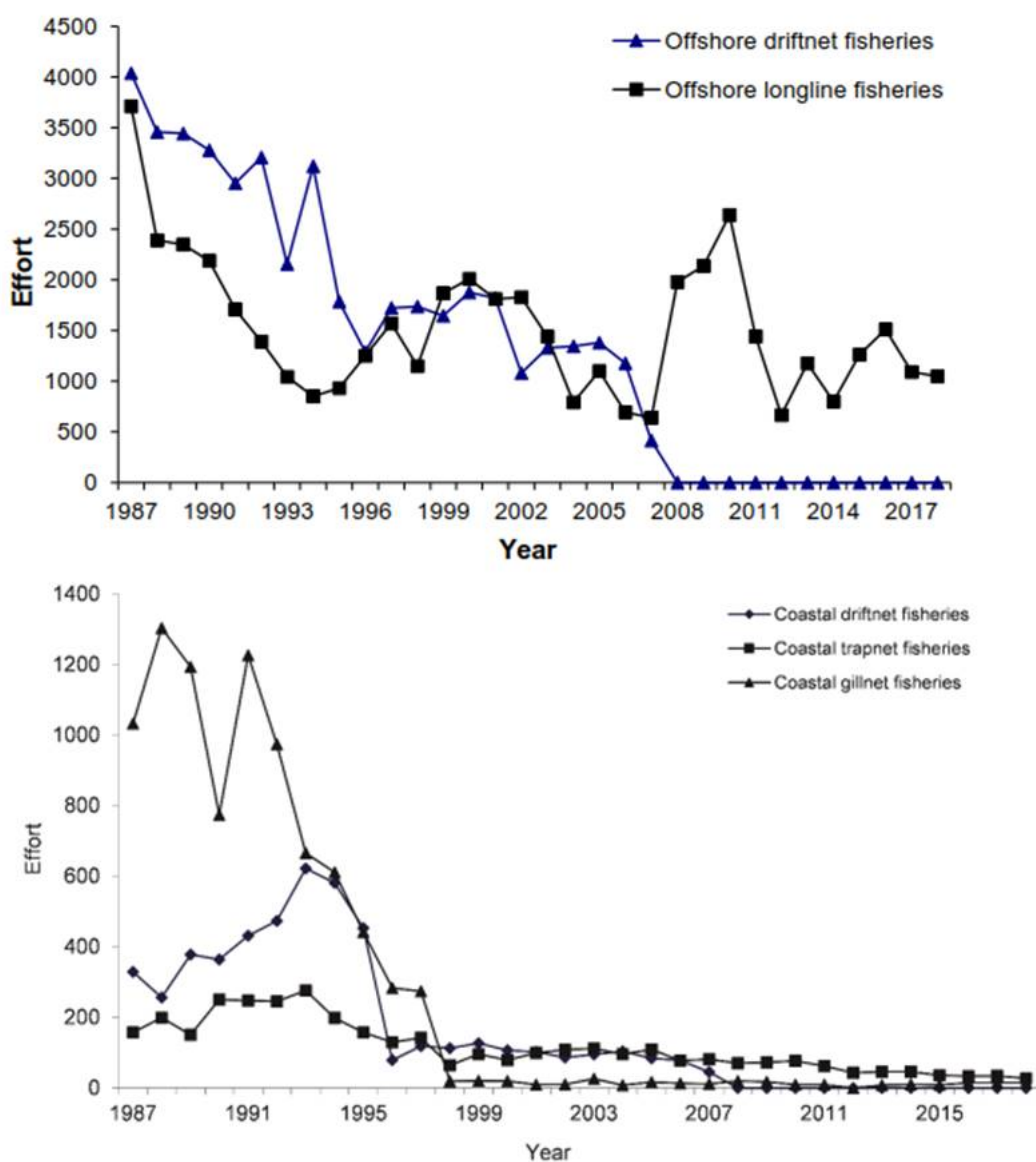
2.8 Istukas/luonnonsmoltti -kerroin

Kemijoen nykyistä veloitetta määritettäessä oli lähtökohtana, että laitospoikanen selviytyy merellä huomattavasti huonommin kuin luonnonpoikanen ja tämän vuoksi istutusmääräksi asetettiin 1,6 kertaa menetetty poikastuotanto. ELY-keskuksen hakemuksessa kuitenkin esitetään, että nykyisten lohen ja meritaimenen istutusvelvoitteiden laskennassa käytetty villiviljelty-kerroin on liian pieni. Tämän taustalla on hakijalla ajatus, että istutusten tuloksellisuus on heikentynyt ja että tämä on vesilain tarkoittama olosuhteiden olennainen muutos. Hakemuksen mukaan uusimman tiedon mukaan tämä luonnonpoikasten ja istutuspoikasten välinen eloonjääntieron kerroin tulisi olla 2,5-3,0.

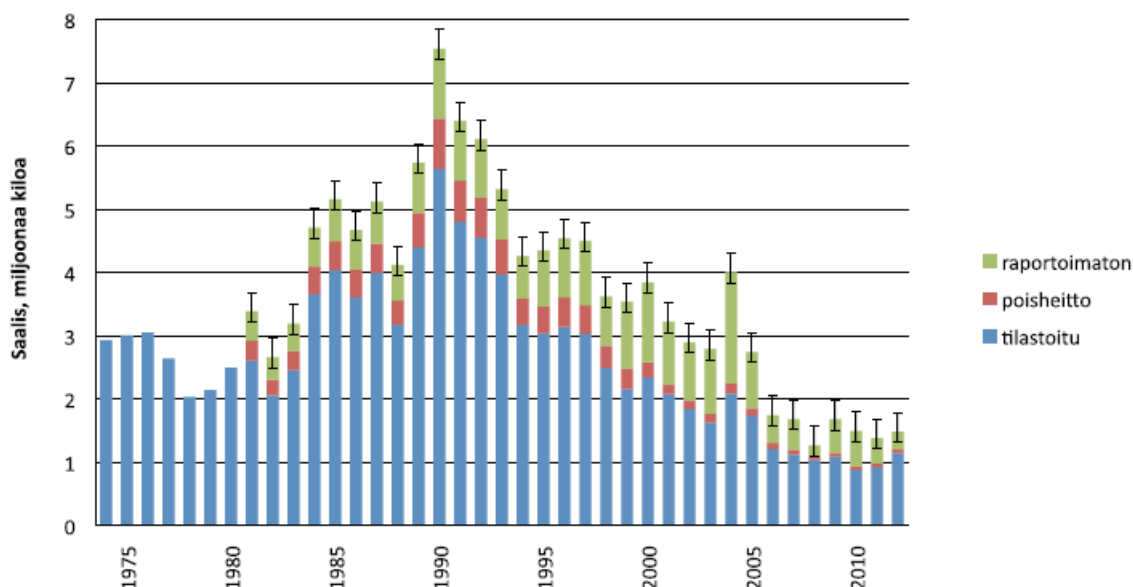
Aivan vastaavasti kuin edellä lohikantojen koon ja poikastuotantoarvioiden kohdalla on tuotu esille niiden vaihtelevuus ajan suhteen, tiedetään, että myös istukkaiden ja luonnonpoikasten selviytymisessä esiintyy vuosittaista vaihtelua. Kuten edellä jo todettiin, on tällä ns. postsmolt-kuolleisuudella keskeinen merkitys lohikantojen vaihtelulle.

Niin istukkaiden kuin luonnonpoikastenkin selviytymistä on perinteisesti seurattu yksilömerkinnöillä, käytännössä aikaisemmin yksinomaan Carlin- ja myöhemmin myös T-ankkurimerkinnöillä. Velvoiteistutusten alkuaikojen saalistuotto oli noin 200 kg/tuhat istukasta ja nousi 1990-luvulla jo luokkaan yli 500 kg/1000 istukasta. Merialueella 2000-luvulla lohen ja meritaimenen merkkipalautusten määrä on pienentynyt radikaalisti eikä merkintöjen avulla voida enää arvioida istukkaiden selviytymistä eikä istutusten tuottoa. Selvitysten mukaan yksi keskeinen syy merkkipalautusten vähenemiseen on mm. se, että kalastajat eivät enää palauta merkkejä yhtä aktiivisesti kuin aikaisemmin. Syyksi tähän on arveltu mm. sitä, että erityisesti ammattikalastajat ovat kokeneet, että merkintätutkimukset ovat osaltaan edistäneet tiukempia kalastusrajoituksia. Merkintätutkimukset eivät siten ole enää 2000-luvulla antaneet luotettavaa tietoa istukkaiden eikä luonnonpoikasten selviytymisestä. Tästä syystä tieto on perustunut hyvin suppeaan DNA ja suonäyteaineistoon, joiden tuloksissa on suurta epävarmuutta.

Tärkeänä syynä merkkipalautusten vähenemiseen on myös lohenkalastuksen merkittävä väheneminen mm. kalastusrajoitusten myötä. Tähän ovat vaikuttaneet mm. ammattikalastajien määrän yleinen väheneminen, EU:n tiukentunut Itämeren lohenkalastuksen sääntely (mm. ajoverkkokalastuksen kieltä vuodesta 2008 alkaen), kansallinen kalastuksen sääntely rannikkovesissä, hylkeistä aiheutuvat saalistappiot ja kalastuksen kohdentuminen muihin lajeihin, sekä useat muut syyt. Kuvassa 8 on esitetty Itämeren ja Pohjanlahden kalastusmäärien väheneminen vuodesta 1987 vuoteen 2018. Kuvassa 9 on esitetty vastaavasti pääaltaan ja Pohjanlahden lohisaaliin kehitys vuoteen 2012 saakka. Tämän jälkeen saalismäärät ovat edelleen vähentyneet lähes puoleen (Palm ym. 2018). Ajoverkkopyynnin loppuminen ja Pohjanlahden kalastusmäärien romahtaminen osuvat samoihin ajankohtiin Carlin-merkkipalautusten vähenemisen kanssa.



Kuva 8. Kalastusmäärien (x 1 000 pyyntipäivää) kehitys Itämeren pääaltaalla (ylempi kuva) ja Pohjanlahdella (alempi kuva) vuosina 1987-2018 ajoverkkopyynnin (driftnet), siimapyyntin (longline), rysien (trapnet) ja verkkojen (gillnet) osalta (ICES 2019).



Kuva 9. Kaikkien maiden yhteenlaskettu tilastoitu ja raportoimaton lohisaalis sekä poisheitto Itämeren pääaltaalla ja Pohjanlahdella vuosina 1974-2012. Vapaa-ajan-kalastuksen saaliit sisältyvät tilastoituun saaliiseen. Lisäksi on esitetty koko saalisarvion 95 % todennäköisyysväli. Arviot raportoimattoman saaliin ja poisheiton määristä sekä todennäköisyysvälistä on saatavissa vuodesta 1981 alkaen. (Romakkaniemi ym. 2014.)

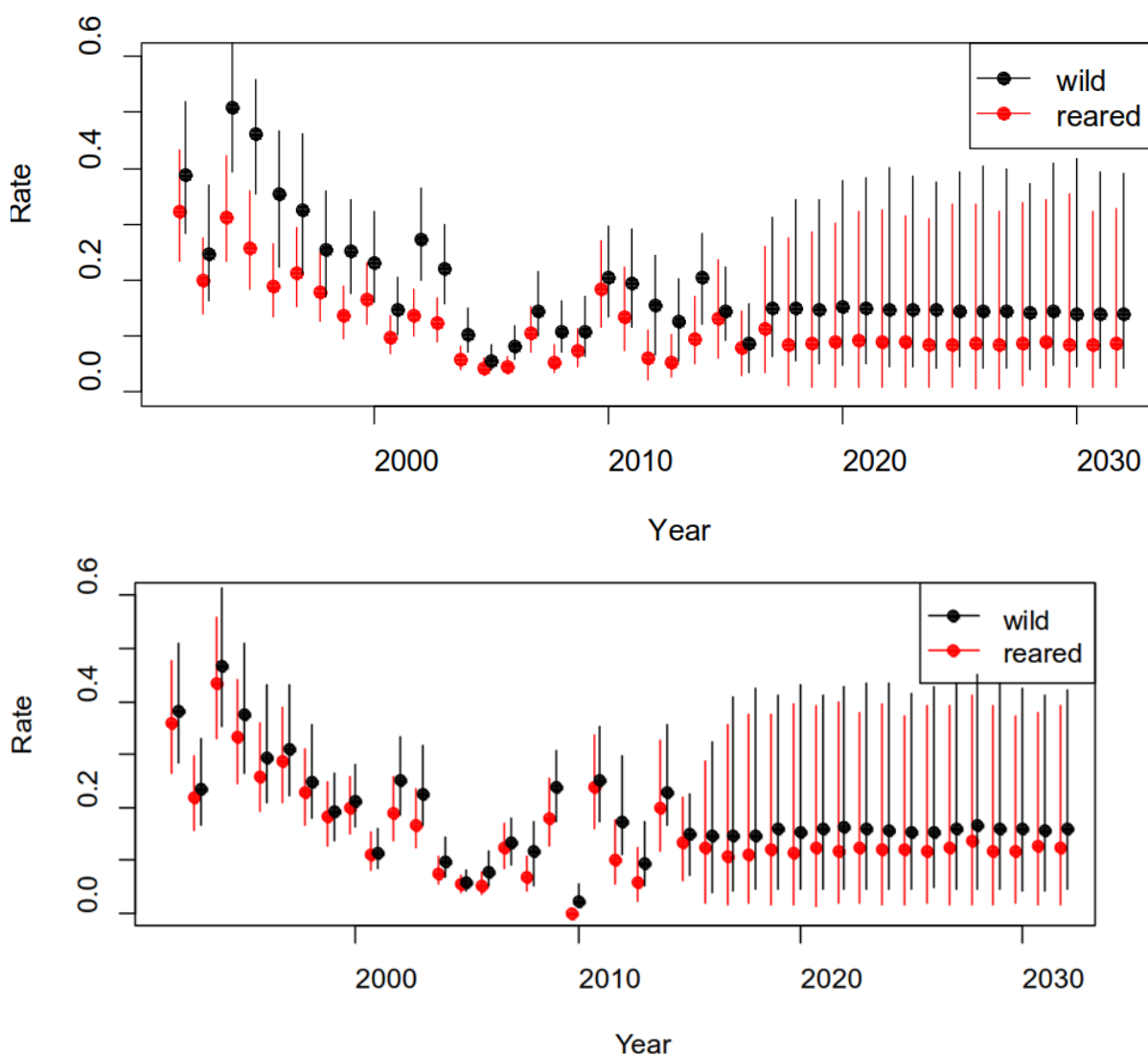
Carlin- ja T-ankkurimerkintöjen pitkän aikavälin vaikutuksista istukkaiden menestymiseen ja edelleen merkkipalautusten kertymiseen tarvitaan lisätietoa (mm. Huusko 2018). Kokeellisista olosuhteista aiheesta on tietoa, mutta luonnonolosuhteista ja merkintöjen vaikutuksista esim. istukkaiden käyttäytymiseen ja predaatioalttiuteen voidaan esittää vain arvioita.

Hakemuksen liitteessä 2 esitetyn Carlin -merkintöjen palautusprosenttien suhdetta eri joilla käsittelevän taulukon mukaisissa tuloksissa on erittäin suurta vaihtelua. Vuodesta ja joesta riippuen luonnonsmoltin ja istukkaan merkkipalautusten suhde on vaihdellut välillä 0,4 - 9,2. Näistä on saatu yksinkertaisesti keskiarvo laskemalla kompensatiokertoimeksi 2,6. Kuitenkin esim. karsimalla vuosittaisista tuloksista ääripäät pois tai käyttämällä mediaaniarvoa päädytään selvästi pienempään kertoimeen. Myös käyttämällä Tornionjoen sijaan vertailujokena Simojokea, päädytään niin ikään selvästi pienempään kertoimeen. Esim. viiden viimeisimmän vuoden vertailu Simojoen luonnonsmoltien ja lijoen istukkaiden osalta antaisi kertoimeksi 0,7. Myös yksittäisinä vuosina kerroin olisi taulukon tulosten mukaan jäänyt nykyistä 1,6 pienemmäksi. Mitään syytä miksi erittäin suurta vaihtelua sisältävien tulosten osalta tulisi käyttää keskiarvoa ei voida perustella. Ainakin poikkeavan suuret arvot (outliers) karsitaan tilastotieteen menetelmissä säännönmukaisesti pois aineistosta.

Hakemuksen liitteessä 2 tehdyt tarkastelut villi-viljelty-kertoimesta on tehty aikana, jolloin sekä villien että viljeltyjen vaelluspoikasten selviytyminen on ollut tähänastisen seuranta-jakson aikana kaikkein alhaisimmalla tasolla. Näiden tutkimusten perusteella näyttää siltä, että istutuspoikasten selviytyminen on heikentynyt enemmän kuin luonnonpoikasten. Eri tutkimuksissa pääsyyntä tähän mahdolliseen istutustulosten heikentymiseen on pidetty viljelykantojen laitostumista mm. geneettisen monimuotoisuuden kaventumisen

vuoksi. Kemijoen osalta viljelykantojen monimuotoisuudesta huolehtiminen onnistuu hyvin, sillä viljelyssä käytetään Tornionjoen kantaa, johon on helppo saada täydennystä Tornionjoen luonnonkaloista. Kalanviljelylaitoksissa viljelymenetelmien kehittämisellä voidaan myös parantaa istutettavien poikasten laatua. Näillä perusteilla ei siten ole tarvetta velvoitteen muuttamiseen.

Erittäin merkittävää asiassa on, että villien ja viljeltyjen poikasten eloonjäännin eroavaisuudesta tehdyt uusimmat arviot ovat muuttuneet aivan ratkaisevasti aikaisemmasta. Viimeisimpien WGBAST-raporttien (2018 ja 2019) mukaan ero on lähes merkityksettömän pieni eikä missään tapauksessa sellaista suuruusluokkaa, mihin hakemus perustuu (kuva 10 ja Helminen (2019, Liite A)). Itse asiassa näiden edellä mainittujen uusimpien arvioiden mukaan nykyisen velvoitteen mukainen kerroin 1,6 on pikemminkin yli- kuin aliarvio.



Kuva 10. Villien ja viljeltyjen poikasten postsmolttieloonjäänti uusimpien mallinnustulosten perusteella (ICES 2018 ja 2019)

Romakkaniemen (2008) mukaan viljelty lohiet ovat villejä alttiimpia joutumaan pyydykseen ja tämä voi johtaa viljeltyjen poikasten eloonjäännin yllärvioon ellei tätä oteta arvioinnissa huomioon. Erityisesti tämä koski ajoverkkokalastusta, joka on ollut kiellettyä Itämerellä vuodesta 2008 alkaen. Itämeren bayesilaisessa mallissa tämä ero on otettu huomioon.

Vuodesta 2017 lähtien pakollisiksi tulleet rasvaeväleikkaukset tarjoavat nykyisin lohien ja meritaimenien osalta mahdollisuuden saada ensimmäistä kertaa kattavasti ja hyvin luotettavasti tietoa istukkaiden saalisosuuksista ja edelleen selviytymisestä myös luonnonolosuhteissa. Istutusten tuloksellisuuden selvittämiseksi onkin erittäin tarpeellista kerätä kattavasti rasvaeväleikkauksiin liittyvää seuranta-aineistoa ja vasta näiden tietojen pohjalta voidaan arvioida suhteellisen luotettavasti istukkaiden selviytymistä ja edelleen mm. kompensatiokertoimen oikeaa tasoa.

Iijokisuulla saatiin jo vuosien 2018 ja 2019 aikana velvoitetarkkailun puitteissa runsaasti havaintoja rasvaeväleikatuista lohista ja meritaimenista. Pääosa yhden merivuoden lohista on ollut rasvaeväleikattuja ja myös suuremmista (yli 8 kg) lohista on osa ollut jo rasvaeväleikattuja (peräisin pienestä erästä v. 2016 istutettuja rasvaeväleikattuja lohia).

Kesällä 2019 selvitettiin kalastuksentralvojen ja kaupallisten kalastajien yhteistyönä Perämerellä välillä Kalajoki-Tornio istukkaiden ja villiä alkuperää olevien lohien osuuksia saalissa. Seuraavassa on esitetty selvityksen tuloksia (Matinlassi 2019):

LAPIN JA POHJOIS-POHJANMAAN KALASTAJAT JOILLA KIINTIÖ JA OVAT KALASTANEET 2019

KALASTAJAT LAPPI

1 ryhmä	17 kalastajaa	KIINTIÖ	9178 kpl	EVÄLLINEN	3726 kpl	42,65 %
2 ryhmä	9 kalastajaa	PYYDETTY	8736 kpl	EVÄTÖN	5010 kpl	57,39 %
		pyytämättä	442 kpl			

KALASTAJAT POHJOIS-POHJANMAA

		KIINTIÖ	3609 kpl	EVÄLLINEN	904 kpl	31,56 %
1 ryhmä	27 kalastajaa	PYYDETTY	2864 kpl	EVÄTÖN	1960 kpl	69,44 %
2 ryhmä	19 kalastajaa	pyytämättä	745 kpl			

KOKO PERÄMERI YHTEENSÄ

2019	Evällinen	4630 kpl	39,9 %
	Evätön	6970 kpl	60,1 %

Tilastossa esiintyy edelleen ennen 2017 istutettuja, eväleikkaamattomia lohia

Koko Perämerellä istukkaiden osuus kaupallisen kalastuksen saalissa oli 60,1% ja villiä alkuperää olevien lohien 39,9%. Tulos on laskennallinen mutta perustuu laajaan otantaan ja on näin ollen luotettava. On kuitenkin huomattava, että kaupallinen kalastus painottuu velvoiteistutusjokien suualueiden edustojen ns. terminaalialueille, jossa istutetun lohien osuus on oletettavasti muuta aluetta jossain määrin suurempi. Toisaalta eväleikkaamattomien kalojen seassa oli vielä kesällä 2019 lohia, joiden alkuperää ei voitu päätellä rasvaevän perusteella (ennen vuotta 2017 istutetut, kahta merivuotta vanhemmat kalat), joten istukkaiden osuus aineistossa oli taulukossa esitettyä suurempi. Istukkaiden osuus on yllättävän suuri ja selvästi korkeampi, kuin mitä aiemmin on arveltu mm. merkkipalautuksiin ja mallinnustuloksiin perustuen.

Valaiseva esimerkki tästä on Whitlock ym. (2018) tutkimus, jossa mm. geneettiseen aineistoon perustuen arvioitiin eri lohikantojen saalisosuuksia Pohjanlahden rannikkosaaliissa Suomen ja Ruotsin puolella. Tutkimuksen aineisto oli kerätty vuonna 2014, jolloin

Suomessa ei vielä oltu aloitettu lohi-istukkaiden laajamittaista rasvaeväleikkausta (Ruotsissa eväleikkaus tuli pakolliseksi jo 2003). Kyseisen tutkimuksen mukaan Suomen rannikolla Merikarvian, Pietarsaaren ja Hailuodon edustan lohisaalissa viljeltyä alkuperää olevin kalojen osuus oli alle 25% ja lohisaalis koostui pääosin Tornionjoen ja Kalixjoen (!) villiä alkuperää olevista lohista.

Kesästä 2020 alkaen pääosa lohien alkuperästä voidaan erotella rasvaevän perustella, kun myös kolmannen merivuoden kalat ovat eväleikattuja. Tätä vanhempia lohia saaliissa on enää hyvin vähän.

Kuten aiemmin tässä muistiossa ja Helmisen (2019) raportissa on esitetty, näyttää Tornionjoen villien smolttien post-smolt -kuolleisuus olevan selvästi suurempaa kuin muilla tarkastelluilla joilla tai sitten smolttimäärät on yliarvioitu. Mikäli smolttimäärän oletetaan olevan oikealla tasolla, tulee kompensatiokerrointa arvioitaessa siten ottaa huomioon Tornionjoen smolttien heikompi eloonjäänti. Hakemuksessa on lisäksi vaadittu istukkaiden kasvatusmenetelmien ja istutuskäytäntöjen kehittämistä (mm. virikekasvatus), mikä yhdessä korotetun kompensatiokertoimen kanssa johtaisi jo ajatuksen tasolla ylikompensaatitilaan. Nykyisellään sekä lijoen että Kemijoen meriedustojen merilohien ja meritaimenten smoltti-istutusten yhteydessä toteutetaan haittalintujen häirintää mm. veneellä, vesiskootterilla ja nestekaasutykein ja jo tämän voidaan arvioida parantavan velvoiteistukkaiden selviytymistä ensivaiheistaan verrattuna yleisiin istutuskäytäntöihin. Tämä tulisi myös ottaa huomioon kompensatiokerrointa määritettäessä.

Yhteenvedona edellä esitetyn perusteella voidaan todeta, ettei kompensatiokerrotoimen korottamiselle ole perusteita.

3 Nahkiaiskannan hoitotoimien vaikuttavuuden parantaminen

Lapin ELY-keskus toteaa hakemuksensa perusteissa kalatalousvelvoitteen asettamiselle nahkiaiseen kohdistuvien velvoitteiden osalta muun muassa, että ”2000-luvulla on jääty useina perättäisinä vuosina ylisiirtopyynnin tavoitteesta ja voimayhtiöt ovat paikanneet vajausta ostamalla nahkiaisia li- ja Oulujoelta. Myös saalismäärä pienentyi voimakkaasti vuodesta 2003 alkaen.” Tällä perusteella hakija vaatii, että nahkiaiselle soveltuvat talvehtimis-, kutu- ja toukkatuotantoalueet koko Kemijoen vesistössä on selvitettävä.

On valitettavaa, että Lapin ELY-keskuksen kalatalousviranomaisen, joka vastaa Kemijoen kalatalousvelvoitteen toteutuksen valvonnasta mukaan lukien nahkiaisen ylisiirto, käyttää hakemuksessaan nahkiaisen osalta vanhentunutta tietoa. Tämä siitäkin huolimatta, että viranomaiselle on raportoitu ylisiirtomäärät vuosittain. Esimerkiksi hakemuksen liitteessä 10, jossa tarkastellaan nahkiaista, päättyy Kemijoen nahkiaissaaliin tarkasteltava aikasarja vuoteen 2009.

Nahkiaissaaliiden taantuma 2000-luvun alussa koski lähes kaikkia Pohjanlahteen laskevia jokia eikä yksinomaan Kemijokea (Hiltunen ym. 2013). Usean vuoden taantumien jälkeen nahkiaissaalis Kemijoella kohosi vuonna 2010 romahtaen kuitenkin heti seuraavana vuonna koko tilastointijakson alhaisimmaksi. Syynä vuoden 2011 romahdukseen oli yksiselitteisesti Isohaaran vanhemman voimalaitoksen yhteyteen suunnitellun kalatien rakentamisen alkaminen, joka kirjaimellisesti jätti parhaimmat pyyntipaikat alleen sekä muutti alueen virtausolosuhteita siten, että entisetkään, jäljelle jääneet pyyntipaikat eivät enää tuottaneet saalista. Tämän jälkeen nahkiaisen ylisiirtovelvoitteesta vastaavat PVO-Vesivoima Oy ja Kemijoki Oy ryhtyivät toimenpiteisiin tilanteen korjaamiseksi. Isohaaran voimalaitosten alapuolella tehtiin mm. virtausmallinnus, koepyyntejä sekä rakennettiin lopulta useita kokonaan uusia pyyntipaikkoja, joissa otettiin käyttöön uusia entistä

tehokkaampia mertamalleja. Pyynnin kehittämisen ja tehostamisen ansioista vuosina 2015 ja 2016 nahkiaissaalis ylitti yliiirtovelvoitteen ja kertynyttä yliiirtovelkaa saatiin pienennettyä. Tätä kehitystä ei hakemuksessa ole huomioitu millään tavoin. On kuitenkin todettava, että vuodet 2017, 2018 ja 2019 olivat jälleen hyvin heikkoja nahkiaissaa-lisvuosia koko Pohjanlahden alueella eikä Isohaarassakaan päästy yliiirtotavoitteeseen.

ELYn hakemuksen liitteessä 10, Nahkiaiskannan hoitotoimet rakennetuilla joilla, referoidaan hyvin useassa kohtaa tuloksia nahkiaistutkimuksista, jotka on tehty Perhonjoessa ja Kalajoessa. Liitteessä kuvataan nahkiaisen elinoloja ja niihin vaikuttavia tekijöitä tavalla, jotka eivät ole miltään osin verrannollisia Kemijoen olosuhteisiin. Tällaisia ovat erityisesti nahkiaiselle soveliaan elinympäristön rajallisuus sekä lyhytaikaissäännöstelyn vaikutukset.

Kemijoen kokoisessa joessa ei vuorokausisäännöstelyllä ole vastaavanlaisia vaikutuksia jokiluontoon kuin mitä on Pohjanmaan kokoluokkaa pienemmillä joilla. Lyhytaikaissäännöstely ei Kemijoella esim. jätä kuivilleen nahkiaisen lisääntymis- ja kutualueita (vrt. hakemuksen liite 10). Kemijoessa ja sen sivujoissa on myös runsaasti nahkiaiselle soveltuvaa elinympäristöä toisin kuin em. Pohjanmaan joissa. Eläintautiviranomaisen päätöksellä nahkiaisen yliiirtoa on Kemijoella rajoitettu vuodesta 1986 lähtien siten, että yliiirto oli aluksi sallittua vain Isohaaran voimalaitosaltaaseen ja nyt jo useamman vuoden ajan myös Taivalkosken voimalaitosaltaalle. Taivalkosken altaaseen laskee useita nahkiaisen lisääntymisen kannalta potentiaalisia sivujokia, joihin yliiirretyt nahkiaiset osaa-vat omaehtoisesti hakeutua ilman, että niitä ihmisen toimesta sinne varta vasten kuljete-taan. Tulevaisuudessa – mikäli kalatautiriski huomioiden on mahdollista – mikään ei estä yliiirtämistä nahkiaisia myös Isohaaran ja Taivalkosken voimalaitosten yläpuoli-sille alueille.

Kemijoella nahkiaisen yliiirtoa on tehty Isohaaran voimalaitoksen valmistumisen jälkeen menestyksekkäästi jo kuudenkymmen vuoden ajan. Lukuun ottamatta yksittäisiä huo-noja saalisvuosia ja 2000-luvun alun usean vuoden heikkojen nahkiaisvuosien sekä sen jälkeen Isohaaran vanhan voimalaitoksen yhteyteen rakennetun kalatien aiheuttamia väliaikaisia ongelmia, on yliiirto tarjonnut ja tarjoaa myös jatkossa luonnonmukaisen menetelmän Kemijoen nahkiaiskannan ylläpitoon.

Mitään tarvetta tai asiallisia perusteita hakemuksessa esitetyille selvityselvoit-teille nahkiaista koskien ei ole olemassa.

4 Kalateiden ja alasvaellusreittien tehokkuusvaatimukset

4.1 Kalateiden tehokkuusvaatimuksista

Hakemuksessa edellytetään voimayhtiöiltä kalateiden toiminnan varmistamista niin, että 90% PVO-Vesivoima Oy:n omistaman Isohaaran padon alapuolelle tulevista lohista nou-see padon yläpuolelle ja niistä vähintään 75% nousee Kemijoki Oy:n omistamien neljän seuraavan voimalaitoksen kalatien kautta Valajaskosken padon yläpuolelle. Kemijoki Oy:n voimalaitosten osalta tämä tarkoittaa n. 93% läpäisytehokkuutta. Vastaavasti alas-vaelluksen osalta edellytetään 60% kokonaisselviytymistä, mikä tarkoittaa, että voimalai-toskohtainen selviytymisen tulee olla 90%.

Hakemuksessa esitetään yhtenä esimerkkinä olosuhteiden olennaisesta muutoksesta Kokemäenjoen voimalaitoksia koskevaa Korkeimman hallinto-oikeuden päätöstä 2004:98. Kyseisessä tapauksessa keskeinen olosuhdemuutos oli veden laadun parane-

minen teollisuuden haitallisten jätevesipäästöjen vähentymisen seurauksena, mikä mahdollisti kalakantojen hoitamisen aiempaa paremmin. Päätöksestä ei siten ole millään lailla perusteltavissa, että kalatie- ja alasvaellusratkaisut olisivat kehittyneet sellaisella tavalla, mikä mahdollistaisi vaelluskalojen luonnonkierron palauttamisen Kemijoen vesistöön.

Hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia kalateiden ja alasvaellusreittien tehokkuudelle pidetään kohtuullisina ja annetaan ymmärtää, että ne olisivat suuruusluokaltaan muualla maailmassa tavanomaisia. Tässä kohtaa käsiteltäessä kalateiden toimivuutta viitataan hakemuksessa *Kalatiestrategian taustaselvitykset* –julkaisuun (Sutela ym. 2012), jossa on mainittu muutama esimerkki hyvin toimivista kalateistä maailmalla. Alasvaelluksen osalta hakemuksessa viitataan ainoastaan yhteen tutkimukseen, joka koskee Kolumbiajoen kuningaslohta sekä merivaelteista kirjolohta, eikä siis Atlantinlohta.

Kalateiden toimivuuden suhteen hakemuksessa viitataan kuitenkin jo vanhentuneeseen tai Kemijoen kannalta epäolennaiseen tietoon. *Kalatiestrategian taustaselvitykset* -raportissa ja hakemuksessa mainitulla Pohjois-Amerikan Penobscot-joella Atlantinlohen tärkeimmät lisääntymisalueet sijaitsivat viiden voimalaitoksen takana – siis aivan kuten Kemijoellakin. Penobscot River Restoration Trust –sivuston (www.penobscotriver.org) mukaan kumulatiiviset tappiot vaellusesteillä tekivät kuitenkin mm. lohikannan elvyttämisen käytännössä mahdottomaksi. Penobscot-joella päädyttiinkin lopulta kahden alimman voimalaitoksen, Veazien ja Great Works'in, purkamiseen (kuva 11).



Kuva 11. Nykyistä Penobscot-jokea puretun Great Works'in voimalaitoksen kohdalla.

Vastaavasti *Kalatiestrategian taustaselvitykset* -raportissa ja hakemuksessa käytetään esimerkkinä hyvin toimivista kalateistä ranskalaisen Gave de Pau-joen kahta uutta kalatietä. Näistä toisen tehokkuudeksi mainitaan 100% ja toisen 94%. Ensimmäisen osalta kyse on Biron voimalaitoksesta, jonka putouskorkeus on 3,6 m ja teho 1,7 MW (kuva 12). Toinen on puolestaan d'Artixin voimalaitos, jonka putouskorkeus on 4,25 m ja teho 4,3 MW. Kemijoen alaosan voimalaitosten putouskorkeudet vaihtelevat Isohaaran 12,2 metristä Petäjäskosken 20,5 metriin ja tehot vastaavasti Isohaaran 112,5 MW:sta Petä-

jäskosken 182 MW:iin. Noissa laitoksissa voimalaitosten rakennusvirtaamat ovat luokkaa 50-100 m³/s, kun ne Kemijoella ovat luokkaa 1000 m³/s. Kyseiset voimalaitokset ja niiden yhteyteen rakennetut kalatiet eivät siten ole miltään osin vertailukelpoisia Kemijoen olosuhteisiin eikä niitä voida käyttää esimerkkeinä Kemijokeen rakennettaviksi vaadittujen kalateiden toimivuutta arvioitaessa. Kalatiestrategian taustaselvitykset raportissa viitataan Gave de Pau -joen voimalaitosten kalateiden osalta Larinierin 2008 selvitykseen "*Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France*", eli nimenomaan pienvesivoiman kalatieratkaisuihin.

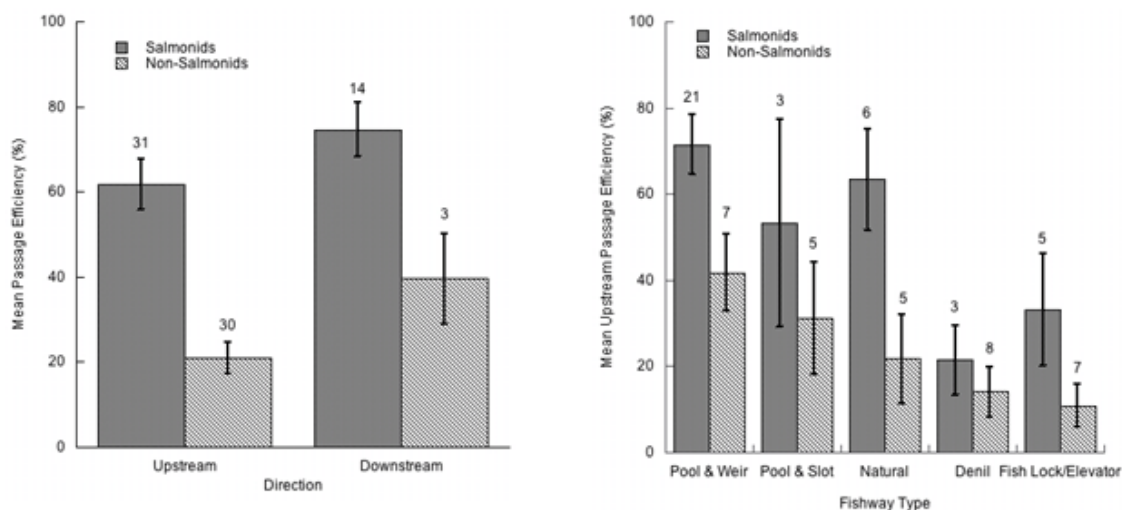


Kuva 12. Biron voimalaitos ja kalatie Gave de Pau -joessa. Kalatien linjaus merkitty punaisella.

Kalateiden virtaamamitoituksen osalta hakemuksessa viitataan mm. Uumajajoen Stornorrforssin säännöstelypadolle rakennettuun kalatiehen, jonka enimmäisvirtaama on 3 m³/s ja lisäksi alimpaan altaaseen johdetaan 20 m³/s houkutusvirtaama siitä energian hyödyntävän turbiinin läpi. Hakemuksessa jätetään kuitenkin mainitsematta, että tästä huolimatta kalatien keskimääräinen tehokkuus jää selvästi hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia heikommaksi. (mm. Bunt ym. 2012 & 2016.)

On myös huomattava, että parhaiten toimivat kalatiet ovat sellaisia, jotka on rakennettu itse voimalaitoksen rakentamisen yhteydessä. Tällöin kalatien rakenteet ja niiden sijainti voidaan suunnitella ja valita optimaalisesti. Sen sijaan kalateiden rakentaminen jälkikäteen olemassa olevan voimalaitoksen yhteyteen on selvästi hankalampaa ja niiden sijoittamisessa on tehtävä mm. muun infran vuoksi kompromisseja, jotka vaikuttavat kalatien toimivuuteen. Sama koskee alasvaellusrakenteita.

Noonan ym. (2012) ovat selvittäneet laajassa katsauksessaan erilaisten ylös- ja alasvaellusrakenteiden tehokkuuksia. Tarkastelu perustui vuosina 1960-2011 julkaistuihin 65 artikkeliin. Selvityksen tulosten mukaan lohikaloilla yksittäisten, vaellusestekohtaisten ylösvaellusrakenteiden (kalatiet yms.) keskimääräinen tehokkuus oli 61,7 % ja alasvaellusrakenteiden 74,6 % (kuva 13). Näihin verrattuna hakemuksessa esitetyt vaatimukset ovat täysin epärealistisia.



Kuva 13. Ylös- ja alasvaellusrakenteiden (vasen) sekä eri kalatietyyppien (oikea) tehokkuuksia ($\pm$ SE, N) lohikaloille ja ei-lohikaloille Noonan ym. (2012) mukaan.

Kuten kuvasta havaitaan, ovat tehokkuudet lohikalojen (Salmonids) osalta säännönmukaisesti muita kalalajeja korkeampia. Silti niidenkään osalta kokonaistehokkuudet eivät yllä likimainkaan hakemuksessa vaaditulle tasolle millään kalatietyypillä.

Noonanin ym. (2012) mukaan eri kalatietyyppien välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja tehokkuudessa. Allaskalatien (Pool & Weir), pystyrakokalatien (Pool & Slot) ja luonnonmukaisen (Natural) kalatien välillä tehokkuudessa ei kuitenkaan ollut eroa, sen sijaan Denil-kalatien ja Kalasulku/hissi-kalateiden (Fish Lock/Elevator) tehokkuus oli em. alhaisempi. Näin ollen näkemys siitä, että tietyn tyyppisellä kalatiellä – esimerkiksi luonnonmukaisella ohitusuomalla – päästäisiin muita kalatietyyppejä merkittävästi parempaan tehokkuuteen on väärä. Luonnonmukaisia kalateistä on tarkasteltu tarkemmin kappaleessa 4.2.

Vastaavasti Bunt ym. (2012, 2016) tarkastelevat julkaisuissaan eri kalatietyyppien toimivuuksia eri kalaheimoille. Selvitys perustuu 19 eri seurantaraporttiin kuudesta eri maasta – eri kalaheimoja tarkastelussa oli yhteensä 29. Tekijät jakavat kalateiden toimivuuden kokonaistehokkuuden tarkastelun kahteen osaan: houkutustehokkuuteen (attraction) ja läpäisytehokkuuteen (passage). Nämä yhdistämällä he päätyivät keskimääräiseen kokonaistehokkuuteen n. 50 %. Loppupäätelmänään he esittävätkin, että useimmille lajeille mitään tehokkuusarvoa ei voida taata millään kalatietyypillä.

Hakemuksen mukainen tehokkuusvaade kalateille olisi ylipäättään monelta osin mahdoton toteuttaa. Ensinnäkään ei ole käytännössä mitään keinoa, millä kyettäisiin määrittämään alimman eli Isohaaran kalatien toimintateho. Se edellyttäisi, että Isohaaran alapuolella oleva Kemijokeen nousemaan pyrkivä lohimäärä pystyttäisiin vuosittain jollakin tavalla luotettavasti ja yksiselitteisesti selvittämään. Tämä on käytännössä mahdotonta, koska alueelle saapuu lohia nousukauden aikana pitkin kesää. Lohet liikkuvat jokisuun ja meren välillä edestakaisin ja osa lohista vain käväisee Isohaaran alla jatkaakseen matkaa esim. Tornionjokeen. Luonnollisestikaan ei ole mitään keinoa, millä lohset voitaisiin pakottaa nousemaan kalatiehen. Lisäksi kalatiestä Isohaaran voimalaitoksen yläaltaaseen ja turbiinien kautta taas takaisin voimalaitoksen alapuolelle kulkeutuvien lohien määrä on käytännössä mahdotonta selvittää.

Voimalaitosten välillä nousukalojen määrää kyettäisiin jollain tarkkuudella seuraamaan kalateihin asennettavilla laskureilla. Sen sijaan se, mitä kaloille tapahtuisi voimalaitosten välillä, jäisi hämärän peittoon. Luvallisen kalastuksen aiheuttaman hävikin selvittäminen reaaliaikaisesti olisi käytännössä mahdotonta eikä mitään keinoja esim. salakalastuksen aiheuttaman hävikin selvittämiseksi olisi. Käytännössä kalateiden tehokkuusvaatimusten täyttäminen edellyttäisi kalastuksen mahdollisimman tehokasta rajoittamista tai totaalista kieltämistä nousukauden aikana. Tämä taas olisi voimakkaassa ristiriidassa hakemuksessa esitettyjen uusien jokialueen istutusvelvoitteiden kanssa.

Lisäksi on huomattava, että tehokkuusvaatimuksien tavoittelu edellyttäisi nousukalojen pääsyn estämistä Kemijoen sivujokiin lisääntymään.

Merkillepantavaa on myös se, että Lapin ELY-keskuksen hallinnoimassa Askel Ounasjolle III –hankkeessa, johon Kemijoki Oy osallistui ja jossa tehtiin kalatiesuunnitelmat yhtiön omistamiin voimalaitoksiin Rovaniemeltä alavirtaan, lähtökohtana kalateiden suunnittelussa pidettiin tavoitetta, jossa kalatien suulle nousseista nousuhalukkaista lohista nousisi ilman suuria viiveitä kalatietä myöten seuraavaan yläaltaaseen vähintään 90 % ([http://www.ymparisto.fi/fi-](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesistokunnostusverkosto/Hankkeet/Askel_Ounasjoelle_III)

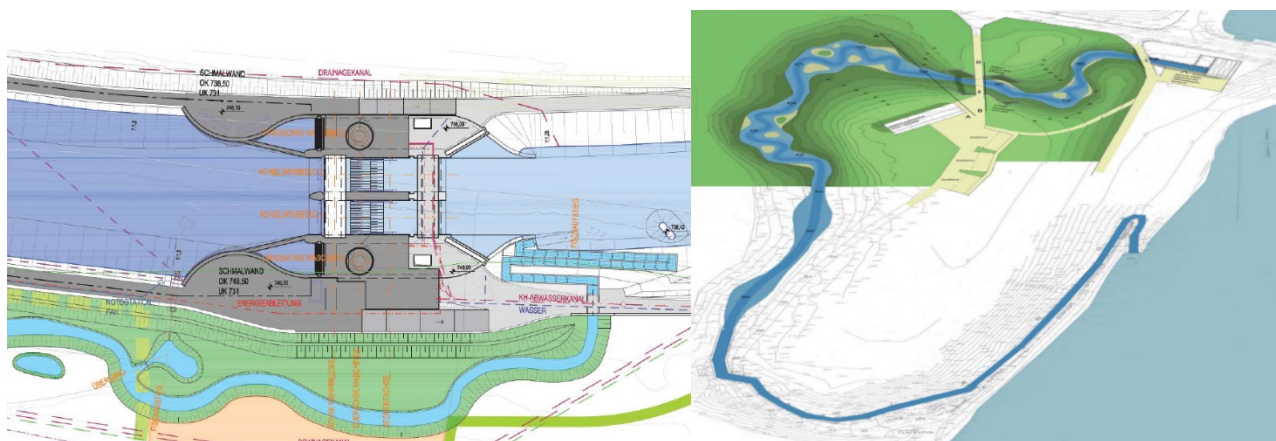
[FI/Vesistokunnostusverkosto/Hankkeet/Askel_Ounasjoelle_III](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesistokunnostusverkosto/Hankkeet/Askel_Ounasjoelle_III)). Kalateiden suunnittelusta ja hydraulisesta mitoituksista päätettiin hankkeen asiantuntijaryhmässä, jossa oli myös Lapin ELY-keskuksen kalatalousyksikön edustus (kalatalouspäällikkö P. Pasanen). Suunnittelun lähtökohtana oli em. tehokkuuden lisäksi kalatien 1 m³/s (maksimi 2 m³/s) käyttövirtaama ja houkutusvirtaama 8 m³/s. Kyseiseen suunnitteluhankkeen kokonaiskustannukset olivat lähes 600 000 €. Myös Kemijoki Oy rahoitti hanketta. Nyt nuo suunnitelmat ovat hyödyttömiä, koska vaatimukset kalateiden tehokkuudelle ja virtaamille ovat hakemuksessa merkittävästi suuremmat.

4.2 Luonnonmukaisten ohitusuomien mahdollisuuksista

Viimeaikaisessa kalatiekeskustelussa on korostettu luonnonmukaisten ohitusuomien paremmuutta teknisiin kalatieratkaisuihin verrattuna. Paremmuutta on pyritty perustelemaan mm. niiden tehokkaammalla toimivuudella, lisääntymisalueiden tarjoamisella sekä soveltuvuudella useille kalalajeille, ei ainoastaan lohelle ja taimenelle. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan tue näkemystä luonnonmukaisten ohitusuomien paremmasta tehokkuudesta, vaan tilanne on pikemminkin päinvastainen, sillä kuten edellä todettiin sekä Noonanin ym. (2012) että Buntin ym. (2016) selvitysten mukaan luonnonmukaisilla ohitusuomilla ei ole päästy muita kalatietyyppejä korkeampiin tehokkuuksiin.

Kokonaan luonnonmukaisten ohitusuomien rakentaminen ei ylipäätään ole mahdollista kaikissa tapauksissa. Esimerkiksi Kemijoella, missä voimalaitosten alakanavat on joko kaivettu tai louhittu, on puhtaasti luonnonmukaisen kalatien lähtöpaikan vieminen lähelle turbiinivirtaa käytännössä mahdotonta teknisen toteuttavuuden ja kustannusten kohtuuttomuuden takia. Kalatien tehokkaan toimivuuden kannalta tämä olisi kuitenkin välttämätöntä ja näin ollen lähtöpään sijoittaminen lähelle voimalaitosta edellyttää teknisiä rakenteita. Esimerkkeinä tästä ovat Oulujoen Montan voimalaitoksen luonnonmukaisen kalatien rakennussuunnitelma (2011), Kemijoen Taivalkosken luonnonmukaisen kalatien suunnitelma (2020) ja 2019 valmistunut Salzach-Kraftwerk Gries -voimalaitoksen kalatie Itävallassa (kuva 14). Puhtaasti luonnonmukaisen ohitusuoman lähtöpaikka on sen sijaan sijoitettava kauas alavirtaan, jolloin sen houkuttelevuus ja sitä myötä tehokkuus erityisesti lohelle ja taimenelle jää heikoksi. Hakemuksen mukaisten tehokkuusvaatimusten tavoittelemiseksi kalojen ohjaaminen päävirrasta tällaiseen sivu-uomaan edellyttäisi

massiivisia ohjausrakenteita ja huokutusvirtaa, jollaisten toimivuudesta ei ole kuitenkaan kokemuksia eikä näyttöä.



Kuva 14. Sekä Salzach-Kraftwerk Gries kalatie (vasen) että Montan luonnonmukaisen kalatien suunnitelma (oikea) edellyttävät pitkäköö teknistä alaosa.

Tonavan Greifensteinin voimalaitoksen (290 MW, RQ 3100 m³/s) yhteyteen 2018 valmistuneen luonnonmukaisen ohitusuoma (virtaama 3,8-5 m³/s) voitiin toteuttaa kokonaan luonnonmukaisena, sillä maaston muodot ja maaperä olivat rakentamiselle soveliaat. Ongelmaksi muodostuivat kuitenkin erittäin suuret maamassojen siirrot (400 000 m³) ja niiden sijoittelu, sillä ohitusuoman alaosa oli rakennettava syvässä kanjonissa virtaava pieni joki.

Jotta voidaan arvioida luonnonmukaisten ohitusuomien merkitystä vaelluspoikastuotannon kannalta, on tarkasteltava muodostettavissa olevan kutu- ja poikastuotantoalueen määrää. On huomattava, että kutualueiden sekä eri ikäisten jokipoikasten elinympäristöjen laatuvaatimukset ovat erilaisia, minkä takia ei voida olettaa, että uoman koko pinta-ala olisi vaelluspoikastuotantoaluetta. Toistaiseksi on suhteellisen vähän kokemusta ja tutkimustietoa Suomessa taimenille ja erityisesti lohille suunniteltujen keinotekoisien uomien vaelluspoikastuotannosta, mutta taimenen poikastiheyksiä on tutkittu mm. ns. Imatran kaupunkipurossa. On ylipäättään epävarmaa, missä määrin lohi voidaan saada lisääntymään ohitusuomien kaltaisissa suhteellisen vähävetisissä uomissa, sillä lohien tiedetään edellyttävän taimenta vuolasvetisempiä jokijaksoja. Luonnonmukaisiin ohitusuomiin mahdollisesti kudulle jäävät vaelluskalat olisivat lisäksi myös pois voimalaitoksen yläpuolelta pääsevistä kutukaloista ja siten heikentäisivät kalateiden toimintatehokkuutta suhteessa vaadittuihin toimintatehokkuuksiin.

Teoreettisesti on mahdollista laskea tietylle virtaamalle ja putouskorkeudelle maksimi-arvo syntyvälle lisääntymisalueelle tilanteessa, jossa ohitusuomaan voitaisiin luoda optimiolosuhteet koko uoman pituudelle. Pohjamateriaalin ohella lohien poikasten elinympäristön soveltuvuuteen vaikuttavat syvyys ja virtausnopeus, joille sopivien arvojen katsotaan yleisesti olevan väleillä 0,1-1,0 m ja 0,1-0,8 m³/s. Manningin virtausyhtälön mukaan optimaalinen ympäristö näiden molempien suhteen voidaan saavuttaa vain, jos kaltevuus ei ole merkittävästi suurempi kuin 1 %. Jos tavoitellaan keskimäärin 0,5 %

kaltevuutta, olisi esimerkiksi 10 metrin putouskorkeudella optimaalinen ohitusuoman pituus noin 2 km, jolloin 1 m³/s juoksutuksella saatavissa oleva lisääntymisalue olisi luokkaa 1 ha. Toisin sanoen 1 m³/s juoksutuksella olisi mahdollista luoda 10 aaria lisääntymisaluetta putouskorkeusmetriä kohden. Tämä olisi kuitenkin mahdollista vain hyvin otollisissa maasto-olosuhteissa ja edellyttäisi uoman alaosan viemistä pitkälle alavirtaan. Tämä taas heikentäisi ratkaisevalla tavalla ohitusuoman toimivuutta, sillä kuten edellä todettiin, edellytys lohelle ja taimenelle tehokkaalle kalatielle on, että kalatien alaosan tulee lähteä läheltä turbiinivirtaa. Käytäntö on osoittanut, että tällöin uomasta tulee huomattavasti optimikaltevuutta jyrkempi. Tällöin saatavissa olevan lisääntymisalueen määrä vähenee selvästi optimikaltevuuteen verrattuna. Suunniteltaessa ohitusuomia olemassa olevien voimalaitosten yhteyteen voimalaitokseen liittyvät rakenteet (mm. kyt-kinkenttä) määrittävät uoman sijainnin ja lisäksi uoma joudutaan usein tilanpuutteen vuoksi toteuttamaan optimileveyttä kapeampana.

Oulujoen Montan voimalaitoksen (putouskorkeus 12 m) yhteyteen suunnitellun luonnonmukaisen kalatien pituudeksi saatiin 650 m. Montan uoma suunniteltiin 0,3-0,8 m³/s (keskivirtaama 0,5 m³/s) virtaamalle ja lisääntymisaluetta saatiin noin 0,1 ha, mikä on noin 1,7 aaria/putouskorkeus/virtaama.

Vuoksen vesistössä sijaitsevan Imatran voimalaitoksen (putouskorkeus 24 m) yhteyteen tehdyn kaupunkipuron kokonaispituudeksi saatiin noin 1 000 m, josta pienpoikastuotantoalueen pituus on noin 400 m. Imatran kaupunkipuron virtaama on 0,3 m³/s ja lisääntymisalue, kun lasketaan mukaan myös yläosan vain isommille poikasille soveltua alue, on luokkaa 0,2-0,3 ha eli noin 4 aaria/putouskorkeus/virtaama.

Kemijoen Taivalkosken voimalaitoksen (putouskorkeus 14,5 m) yhteyteen suunnitellun luonnonmukaisen kalatieosuuden pituudeksi saatiin 450 m. Uoma suunniteltiin 1-2 m³/s virtaamalle. Jos koko uoman pituus lasketaan lisääntymisalueeksi, niin pinta-alaksi tulee 0,27 ha eli noin 1-2 aaria/putouskorkeus/virtaama.

Tonavan Griefensteinin ohitusuoman pituus on noin 4 km ja leveys 7-10 m, putouskorkeus 14,5 m ja virtaama 3,8-5 m³/s. Uoma on suunniteltu Tonavan kalalajeille, joten se on kaltevuudeltaan selvästi loivempi kuin mitä optimikaltevuus lohen ja taimenen osalta olisi. Mikäli 70 % uomasta (2,8 km, laskennallinen pituus lohen ja taimenen optimikaltevuudella 2,4 km) laskettaisiin lisääntymisalueeksi, olisi lisääntymisaluetta noin 2,4 ha. Tämä olisi noin 3,3 aaria/putouskorkeus/virtaama.

Käytännön esimerkkien mukaan näyttää siis siltä, että voimalaitosten yhteyteen rakennettavilla ohitusuomilla on mahdollista saada aikaan noin 1-3 aaria lisääntymisaluetta putouskorkeusmetriä ja 1 m³/s virtaamaa kohden. Tämän mukaan arvioiden luonnonmukainen kalatie 2 m³/s virtauksella 10 metrin putouskorkeuden omaavan voimalaitoksen yhteydessä voisi sisältää 0,4-0,6 ha lisääntymisaluetta. Kemijoen alaosalla Valajaskosken ja meren välillä on putouskorkeutta 74 m, joten lisääntymisaluetta ohitusuomiin olisi muodostettavissa 1,5-4,5 ha. Riippumatta siitä, kuinka korkeaksi vaelluspoikasten tuotantopotentiaali arvioitaisiin, jäisi niiden merkitys marginaaliseksi.

4.3 Alasvaellusohjauksen tehokkuusvaatimuksesta

Hakemuksessa edellytetään vaelluspoikasten 60% kokonaisselviytymistä Kemijoen rakennetulla alaosalla, mikä merkitsee 90% voimalaitosallakohtaista selviytymistä.

Edellä todettiin Noonanin (2012) tutkimukseen viitaten, että lohikaloilla alasvaellusrakenteiden keskimääräinen tehokkuus on ollut 74,6 % (kuva 13). Myös Huusko ym. (2014)

ovat raportissaan tarkastelleet erilaisten alasvaellusohjainten voimalaitoskohtaisia tehokkuuksia julkaistuihin tutkimuksiin perustuen. Vaikka parhaimmissa tapauksissa on yksittäisten voimalaitosten osalta voitu päästä yli 90 % tehokkuuksiin, on ohjausteho useimmissa tapauksissa jäänyt selvästi tämän alle. Lisäksi on huomattava, että parhaat ohjaustehokkuudet on saavutettu Kemijokea selvästi pienemmissä kohteissa, joissa koko jokiuoma voidaan esim. "sulkea" välppärakenteilla tai sellaisilla rakenteilla, joita ei Kemijoen voimalaitosten osalta voida edes soveltaa (esim. ns. Eicher Screen).

Vaikka itse voimalaitoksen kohdalla hakemuksen mukaiseen vaatimukseen jollakin tavalla kyettäisiinkin pääsemään, ei voimalaitosten välisissä altaissa tapahtuvaan hävikkiin voida käytännössä vaikuttaa mitenkään. Esimerkiksi Huuskon ym. (2016) tutkimuksessa seurattiin radiotelemetrian avulla lohien vaelluspoikasten eloonjääntä Kemijoella. Poikaset istutettiin Ounasjokeen. Voimalaitoksista Valajaskoskella on antennit laitoksen ylä- ja alapuolella. Niiden perusteella sadasta laitoksen yläpuolella havaitusta kalasta 93 havaittiin alapuolella eli voimalaitoksen aiheuttamaksi tappioksi saatiin 7%. Jos oletetaan, että myös alemmilla voimalaitoksilla selviytyminen olisi vastaavalla tasolla, saadaan voimalaitosten aiheuttamaksi kokonaistappioksi $100 - 93^5 = 30\%$. Sadasta kalasta olisi siten pitänyt päästä mereen 70 kpl mikäli muuta kuolevuutta ei niihin olisi kohdistunut. Mereen päätyi kuitenkin vain 13 kalaa eli kokonaiskuolevuus Valajaskosken voimalaitoksen yläpuolelta mereen oli 87%. Edellisen perusteella voidaan ajatella, että jos voimalaitosten osalta päästäisiin 100% tehokkuuteen alasvaelluksessa, saataisiin mereen $30 + 13$ kalaa eli muun kuin voimalaitoksista johtuvan kuolevuuden osuudeksi jää 57%. Huuskon ym. (2016) mukaan suurimmaksi syyksi vaelluspoikasten korkeaan kuolleisuuteen Kemijoen rakennetulla alaosalla epäiltiin petokalojen aiheuttamaa predaatiota, jota edesauttoivat voimalaitosaltaiden hitaasti virtaavat alueet.

Onkin selvää, että vaikka voimalaitoskohtaisessa selviytymisessä saavutettaisiin 100% tehokkuus, ei Kemijoella päästäisi hakemuksessa edellytettyyn 60% kokonaisselviytymiseen. Tätä käsitystä tukee myös Huuskon ym. (2016) tutkimustulokset Tornion/Muonionjoelta, jossa istutuspoikasten selviytyminen jokisuulta liki 300 km päässä sijainneelta istutuspaikalta merelle oli parhaallakin istukaserällä vain 68%. On siis selvää, että jos rakentamattomalla joella vaelluspoikasten selviytyminen on samaa tasoa kuin mitä hakemuksessa vaaditaan rakennetun Kemijoen osalta, on hakemuksen vaatimus epärealistinen ja mahdoton toteuttaa.

4.4 Kalateiden ja alasvaellusohjausrakenteiden tehokkuuden merkitys vaelluskalojen elinkierron eheyttämisessä

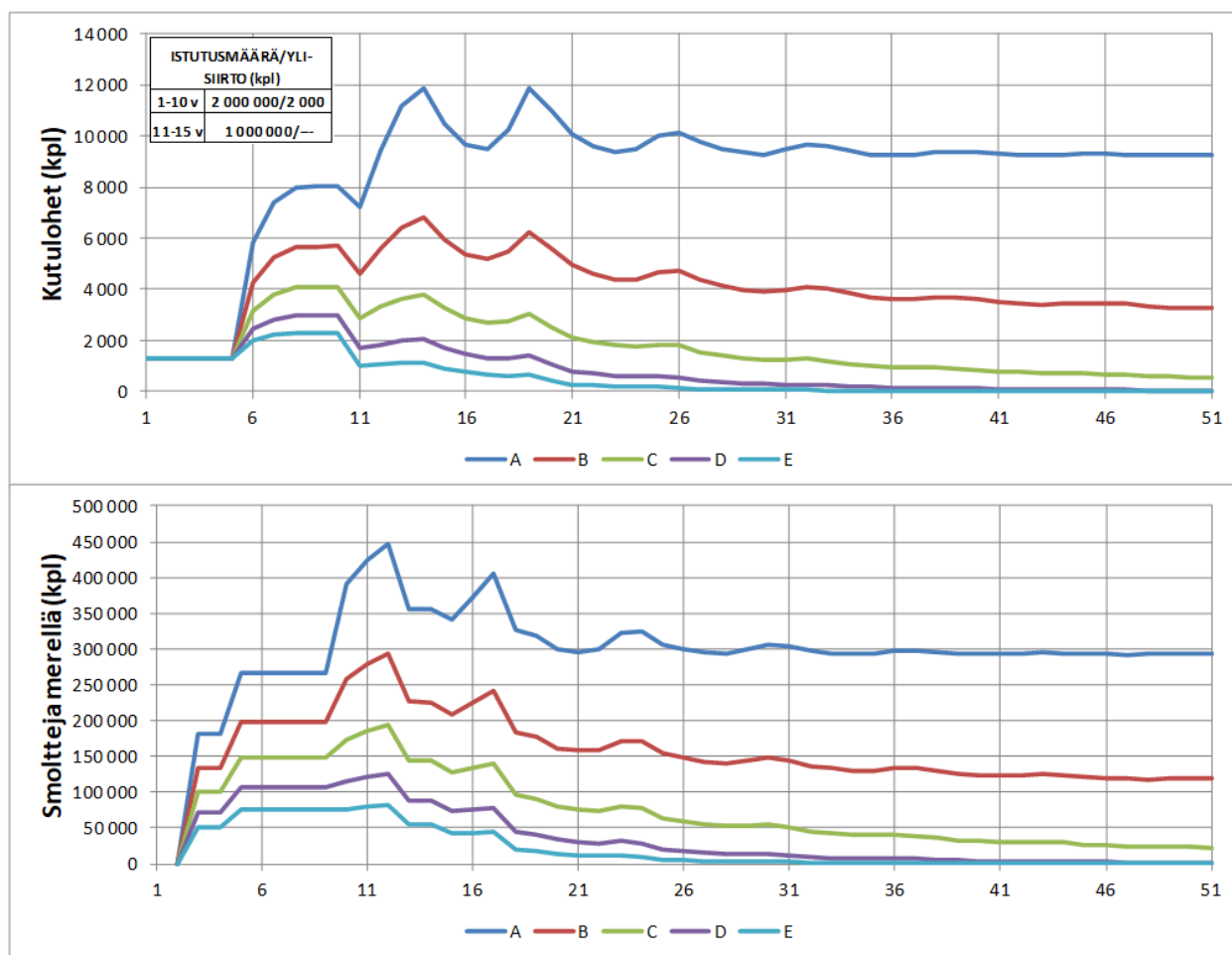
Kutuvaelluksen ja vaelluspoikasten alasvaelluksen aikaisilla tappioilla on keskeinen merkitys vaelluskalojen palauttamisen onnistumisessa. Tappion kokonaismäärä on verrannollinen vaellusesteiden määrään. Lapin ELY-keskuksen hakemuksen liitteessä 11 on mallinnettu mm. näiden tappioiden vaikutusta Ounasjoen lohikannan kehittymiseen 50 vuoden aikahorisontissa kahdella eri hoitotoimenpideskenaariolla. Molemmissa skenaarioissa päädytään siihen hakemuksen mukaiseen lopputulokseen, että on mahdollista saada aikaan itseään ylläpitävä kutulohikanta. Kuten hakemuksessa on todettu (s. 36), on mallia käytetty toimenpiteiden suunnitteluun ja mitoittamiseen. Mallin avulla on siis haettu istutettavien pienpoikasten ja ylisiirrettävien lohien määrälle sekä lohien ylös- ja alasvaelluksen tehokkuudelle sellaiset lukuarvot, että kyseinen itseään ylläpitävä kutulohikanta saadaan aikaiseksi. Nämä lukuarvot on sen jälkeen viety vaatimuksiksi lupamääräyksiin. Tämä nurinkurinen lähestymistapa mallinnuksessa on johtanut siihen, että kuten edellä on osoitettu, on ylös- ja alasvaelluksen tehokkuudelle jouduttu asettamaan

epärealistisen korkeat arvot, jotta etukäteen asetettu tavoite itseään ylläpitävästä lohikannasta on voitu saavuttaa.

Hakemuksen kappale Vaelluskalakantojen hoito kalatalousvelvoitteella (s. 35) on muutoinkin ristiriitainen. Tässä kohtaa hakemuksessa todetaan, että *Hakemuksessa Ounasjoen vesistöalueen lohen luonnontuotannolle on asetettu sama tavoitetaso kuin nykyisillä luonnonkannoilla*, millä tarkoitetaan Tornion-Muonionjoen tutkimuksista johdettua arviota hehtaarikohtaisesta smolttituotannosta MSY-tasolla 345 kpl/ha ja arvioita Ounasjoen vesistön poikastuotantoalueesta 1900 ha. Edelleen hakemuksessa todetaan, että hakemuksen lähtökohtana on, että velvoitetoimenpiteillä saadaan Ounasjokeen smolttituotantotavoitteen edellyttämä kutukalojen määrä, mikä saavutetaan 50% todennäköisyydellä, kun kutemaan pääseviä naaraita on vähintään 9170 kpl.

Kuitenkin jo heti hakemuksen seuraavalla sivulla todetaan, että mallinnuksen perusteella luonnonkierron avulla saavutettava emokalojen ja smolttituotannon taso jää alle MSY-tason. Hakemuksen liitteen 11 mukaan jäävät sekä emokalojen määrä että Ounasjoesta mereen tuleva smolttituotanto parhaimmillaankin noin puoleen edellä mainitusta tavoitetasosta. Näin ollen jo hakemuksessakin myönnetään, että Tornionjoen tulosten perusteella asetettu tavoitetaso on epärealistisen korkea.

Tämän muistion liitteessä B on vastaavaa mallitarkastelua täydennetty niin, että sekä ylös- että alasvaelluksen tappioiden skaalaa on laajennettu realistisemmaksi ELYn hakemuksen tarkastelusta. Tarkastelussa on viisi skenaariota, joista ensimmäinen (A) edustaa hakemuksen mukaisia ylös- ja alasvaellustappioita (kuva 15). Skenaarioissa B-E on alasvaellustappiota lisätty 5 % ja kalatietappiota 3 % askelin. Esimerkiksi skenaario B edustaa tapausta, jossa voimalaitoskohtainen alasvaellustappio on 15 % ja kalatiekohtainen tappio 10 %. Tällöin kokonaistappio ylösvaellukselle on 41 % ja alasvaellukselle 56 %. Tämänkin skenaarion tappiot ovat hyvin maltillisia verrattuna siihen, mitä edellä tutkimusten perusteella maailmalta tunnetaan kalateiden ja alasvaellusohjainten tehokkuudesta.

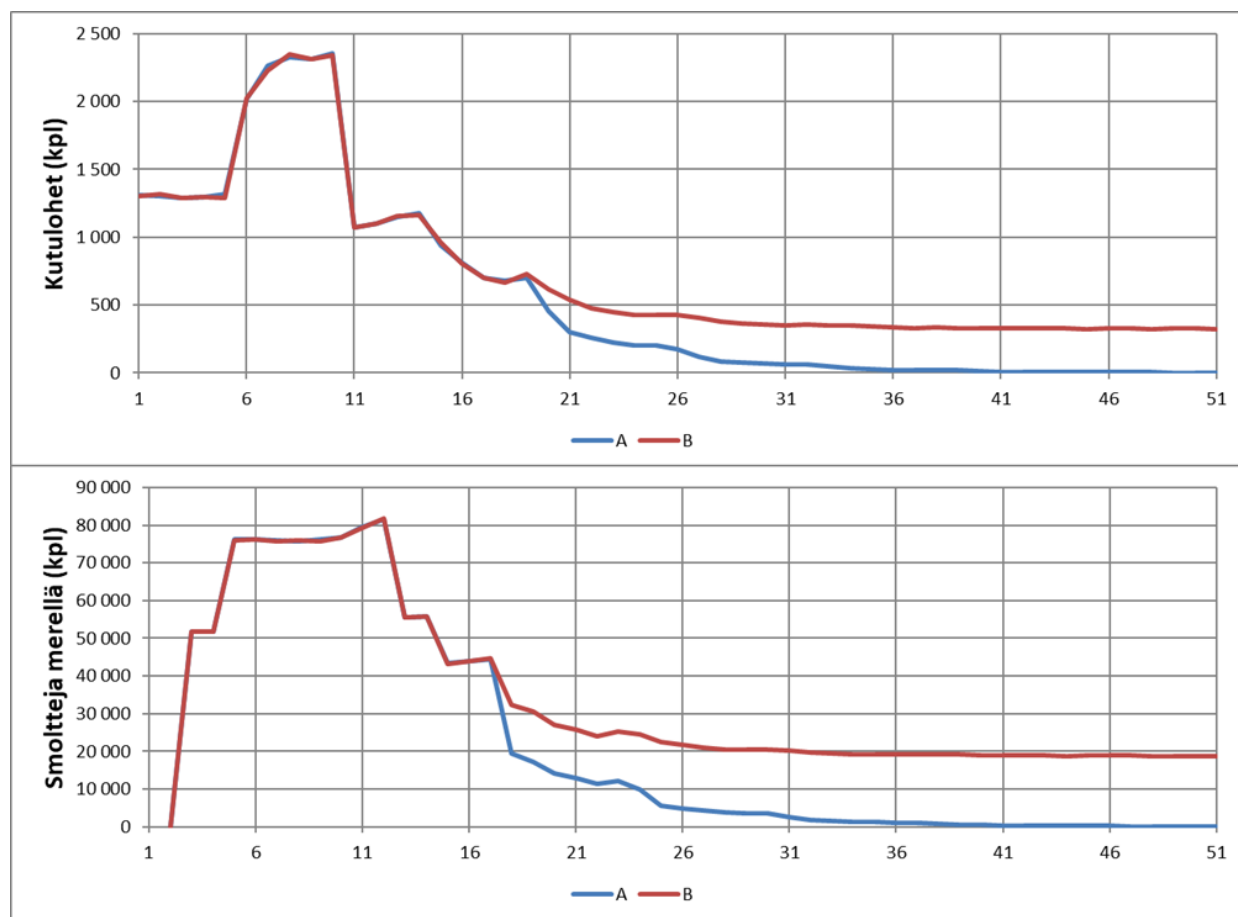


Kuva 15. Ounasjoen lohien populaatiokoko (mediaanit) viidessä skenaariossa, joissa erilaiset alasvaellus- ja kalatietappiot. Kuolevuudet elinkierron eri vaiheissa löytyvät van der Meer'in (2017) raportista (Liite B). Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaellusrakenteiden ja kalateiden tehokkuuksista.

Mallitarkastelun perusteella havaitaan, että jos esimerkiksi voimalaitoskohtaista alasvaellustappiota nostetaan 10 % ja kalatietappiota noin 5 % hakemuksen mukaisista epärealistisen korkeista arvoista, hiipuu lohikanta käytännössä nolleen tarkastelujakson aikana (skenaario C). Skenaarioissa D ja E, joissa ensiksi mainitussa kunkin kalatien tehokkuus olisi vielä niinkin korkea kuin 84% ja vastaavasti voimalaitoskohtainen alasvaellustehokkuus 75%, tämä tapahtuisi hyvin pian tuki-istutusten loppumisen jälkeen. Mallitarkastelu osoittaaakin selkeästi, että kun sekä ylös- että alasvaellustappioille annetaan hakemusta realistisempia arvoja, ei tavoitetta luontaisesti lisääntyvästä, itseään ylläpitävästä lohikannasta saavuteta. Huomattakoon vielä, että kaikkein heikommassakin skenaariossa E kalatietappio on selvästi pienempi kuin mitä Noonan'in (2012) selvityksen mukaiset keskimääräiset tappiot lohikaloille olivat (19% vs. 38,3%).

Edellä esitetyn mallitarkastelun lisäksi tehtiin vielä yksi mallitarkastelu, jossa kalateille ja alasvaellusreiteille annettiin realistiset, seurantatuloksiin perustuvat tehokkuusarvot. Tarkastelu tehtiin tilanteessa, jossa alimman eli Isohaaran kalatien toimintatehokkuus on

70% ja sen jälkeisten neljän voimalaitoksen kalateiden 85%. Alasvaellustehokkuudeksi valittiin 70% kaikille laitoksille. Mallinnuksen tulokset on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. Ounasjokeen päässeiden kutulohien sekä mereen päätyvien smolttien määrä Skenaariossa A jokipoikasten istutukset loppuvat 15 v. jälkeen ja skenaariossa B ne jatkuvat koko tarkasteluajan. Ylisiirtoja tehdään molemmissa 10 vuotta 2000 lohta/a.

Tarkastelun perusteella sekä kutulohien määrä että smoltituotanto loppuvat noin kymmenen vuoden kuluttua tukitoimenpiteiden loppumisen jälkeen. Jatkuvalla 500 000 jokipoikasen istutuksella saataisiin Ounasjokeen n. 300 emokalaa ja mereen vajaa 20 000 smolttia. Kestävää, ainoastaan luontaisesti lisääntyvää lohikantaa ei Ounasjokeen kyettäisi luomaan.

Viimeisimmän arvion (Palm ym. 2019) mukaan Tornionjoella MSY-tason 1 600 000 smolttia saavuttamiseksi tarvitaan vajaat 32 000 emolohta, kun naaraiden keskipaino on 8 kg ja keskimääräinen mätimunamäärä on 1 350 kpl yhtä painokiloa kohden. Tästä saadaan laskennallisesti selviytymiseksi mätimunasta smoltiksi noin 0,46 % (= kuolevuus 99,54%). Selviytyvyys on siten merkittävästi heikompi kuin hakemuksen liitteessä 11 esitetyn Lohikannan palauttaminen Ounasjoelle -skenaariossa laskelmissa käytetty tiheydestä riippuva vastaava kuolevuusjakauma 98,5 - 99,2 % (=selviytyminen 0,8-1,5%). Käytännössä tämä tarkoittaa siis sitä, että luonnonkierron palauttaminen Ounasjoelle on uusimman tiedon mukaan vielä huomattavasti vaikeampaa kuin hakemuksessa esite-

tään ja esim. kalateiden ja alasvaellusreittien toimivuustehokkuuksien tulisi olla vielä hakemuksessa esitettyjäkin korkeampia. Käytännössä hakemuksen liitteen 11 skenaarioiden mukaiset nousulohimäärät tulisi kertoa noin 1,7-3,2:lla, jotta ero kuolleisuuksissa tulisi huomioitua.

Merkittävä vaelluskalavesistö on vesipuitedirektiivin Suomen kansallisen toimeenpano-ohjeistuksen määritelmien mukaisesti vesistö, johon on mahdollista aikaansaada kestävä, luontaisesti lisääntyvä vaelluskalakanta (Suomen ympäristökeskus 2008). Kuten edellä mallitarkastelulla on osoitettu, ei tämä ole Kemijoella mahdollista.

Tämän muistion liitteessä B on myös tarkasteltu samaisen populaatiomallin avulla lohien palauttamisen edellytyksiä Ylä-Kemijoen tapauksessa. Tällaista tarkasteluahan ei ELYn hakemukseen sisällynyt lainkaan. Myös Ylä-Kemijoen osalta mallitarkastelu osoittaa yksiselitteisesti, että lohikanta ei sinne ole palautettavissa kalateiden avulla – ei edes siinä tapauksessa, että kyettäisiin pääsemään hakemuksen mukaisiin epärealistisiin ylös- ja alasvaellustehokkuuksiin. Lisäksi on syytä huomata, että hakemus on Ylä-Kemijokea koskevien vaatimusten osalta ristiriidassa kalatiestrategian kanssa, sillä strategian mukaisesti Ylä-Kemijoki otetaan tarkasteltavaksi vasta siinä vaiheessa, kun Ala-Kemijoen kalateiden toimivuudesta on näyttöä.

4.5 Johtopäätökset kalateiden ja alasvaellusrakenteiden toimivuusvaatimuksista

Hakemuksessa esitetyt vaatimukset kalateiden ja alasvaellusrakenteiden tehokkuudelle ovat tutkimustulosten valossa epärealistisen korkeita eikä vastaaviin tehokkuuksiin ole päästy Atlantin lohien osalta missään päin maailmaa. Hakemuksessa mainitut esimerkit tehokkaista kalateista eivät ole millään muotoa vertailukelpoisia Kemijoen tilanteeseen ja alasvaellusrakenteiden osalta hakemuksessa ei ole pystytty osoittamaan edes yhtään esimerkkiä.

Vastaavasti tehokkaasti toimivien, puhtaasti luonnonmukaisten ohitusuomien rakentaminen Kemijoen olosuhteissa on mahdotonta, sillä kalatien alkupään sijoittaminen lähelle voimalaitoksen turbiinivirtaa edellyttää lähes poikkeuksetta teknisiä rakenteita. Niillä ei myöskään saavuteta tutkimusten mukaan teknisiä kalateitä parempaa toimintatehokkuutta. Ohitusuomiin toteutettavissa olevan poikastuotantoalueen määrä jää muutamaankin hehtaariin, jolloin niiden vaelluspoikastuotanto on kokonaisuuden kannalta merkityksetön.

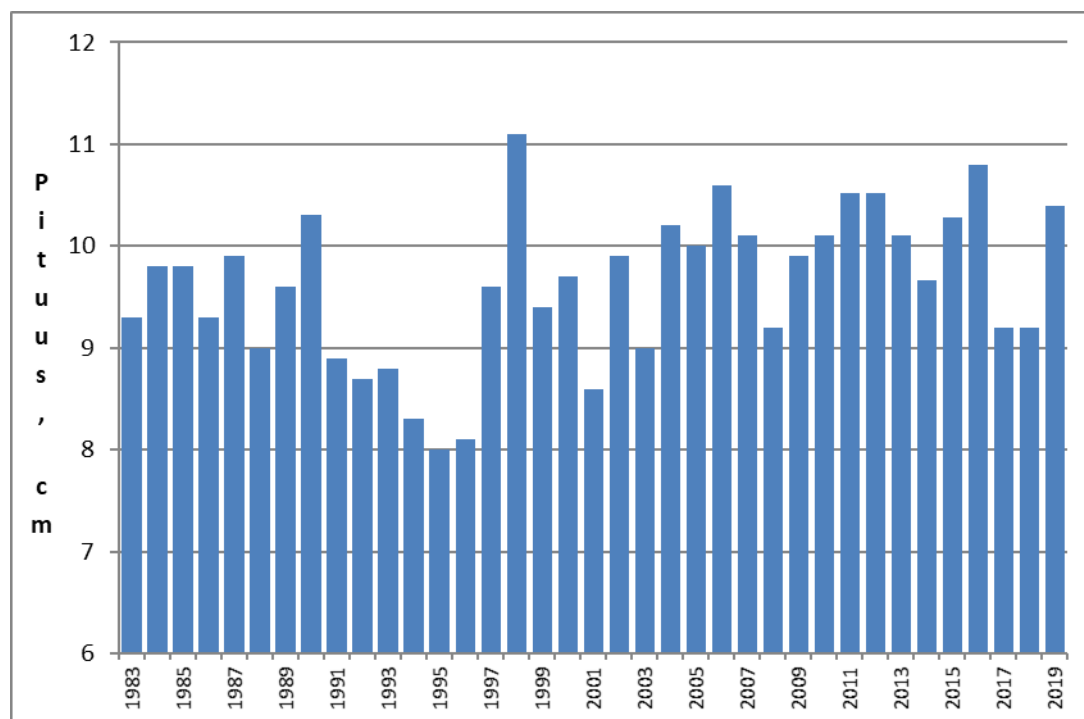
Hakemuksessa on populaatiomallia hyväksikäyttäen pyritty osoittamaan, että luontaisesti lisääntyvän ja itseään ylläpitävän lohikannan aikaansaaminen Ounasjokeen on mahdollista rakentamalla kalatiet ja alasvaellusreitit Kemijoen viiteen alimpaan voimalaitokseen. Kun vastaava populaatiomallinnus tehdään käyttämällä mahdollisesti saavutettavissa olevia, realistisia tehokkuuksia, päädytään vääjäämättä lopputulokseen, että kyseinen tavoite ei ole saavutettavissa. Ylä-Kemijoen osalta hakemuksessa ei ole esitetty ensimmäistäkään laskelmaa kalateiden avulla saavutettavasta hyödystä. On kuitenkin selvää, että kun tavoite luontaisesti lisääntyvän ja itseään ylläpitävän lohikannan aikaansaamisesta on Ounasjoen osalta mahdoton saavuttaa, on sen tavoittelu Ylä-Kemijoen osalta vielä epätoivoisempaa.

5 Laillisuusvalvontaviranomaisten päätökset ja niiden vaikutukset

Lapin ELY-keskuksen hakemuksen kappaleessa 1.3 on tarkasteltu laillisuusvalvontaviranomaisen, tässä tapauksessa oikeuskanslerin päätöksiä (1273/1/01, 673/1/04 ja OKV/356/1/2006 sekä OKV/562/1/2007) tehtyihin kanteluihin koskien kalatalousvelvoitteen toteutusta. Vastaavasti ko. päätöksiin viitataan hakemuksen kappaleessa 2.4. Hakemuksessa em. päätöksiä pidetään yhtenä perusteena kalatalousvelvoitetta koskevien lupaehtojen tarkistamiselle. Myös valtiosihteeri Kimmo Tiilikainen maatalous- ja ympäristöministerinä toimiessaan on viitannut viimeksi mainittuun oikeuskanslerin päätökseen vastauksessaan 3.6.2016 kansanedustaja Jari Myllykosken ym. kirjalliseen kysymykseen Kemijoen kalatalousvelvoitteen päivittämisestä (KKV 261/2016 vp).

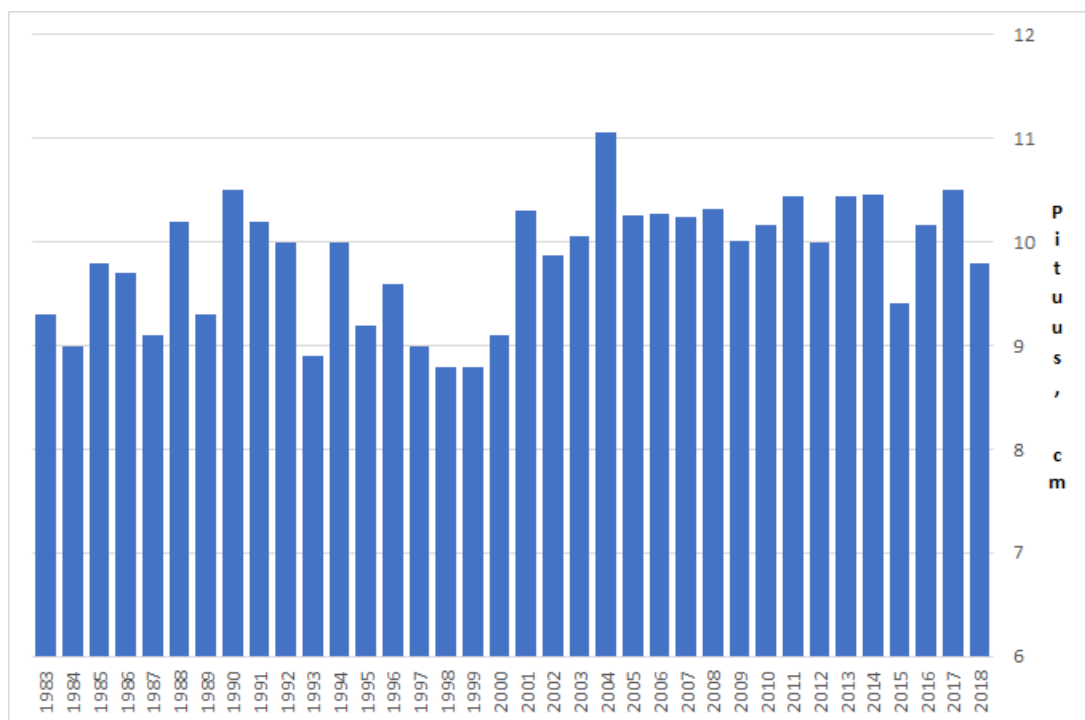
Oikeuskanslerin päätöksiä on ELYn hakemuksessa tulkittu ilmeisen tarkoituksellisesti väärin. Kyseiset päätökset pohjautuvat sisällöltään nyt jo ”pois päiväjärjestyksestä hoidettuun” asiaan, joka sai alkunsa kansanedusta Erkki Pulliaisen oikeuskanslerille 20.12.2001 tekemästä kantelusta ja joka asiallisesti ottaen koski lijoen vaellussiikaistukkaiden kokoa sekä maa- ja metsätalousministeriön asettaman istutuspoikasten laatuksien määrittämistä pohtivan työryhmän kokoonpanoa. Kansanedustaja Erkki Pulliainen teki oikeuskanslerille uuden kantelun 31.5.2004, joka oli jatkoa hänen aikaisemmalle kantelulleen. Vastaavasti myös kolmas oikeuskanslerin päätös koskee kantelua merialueen siikavelvoitteiden toteutuksesta. Se tehtiin 19.5.2007 Perämeren kalastusalueen puheenjohtaja Antti Jauholan toimesta.

Alun perin Pulliaisen kanteluihin johtanut kritiikki siikaistukkaita kohtaan puolestaan juontui siitä, että lijoen vaellussiikaistukkaat olivat 1990-luvun alkupuoliskolla useana vuonna peräkkäin keskipituudeltaan tavanomaista pienempiä, selvästi alle yhdeksän senttimetrin mittaisia (kuva 16).



Kuva 17. Lijoen merialueen vaellussiikaistukkaiden keskipituus vuosina 1983-2019 (lähde: Voimalohi Oy).

Myös Kemijoella vaellussiian istutuspoikasten keskipituus oli 1990-luvulla keskimääräistä alhaisempi, joskaan ei yhtä merkittävästi kuin lijoella (kuva 17).



Kuva 18. Kemijoen vaellussiikaistukkaiden keskipituus vuosina 1983-2018 (lähde: Voimalohi Oy).

Kalatalousviranomaisten kanssa käytyjen neuvottelujen myötä päättivät sekä Kemijoki Oy että PVO-Vesivoima Oy, että velvoiteistukkaiksi kasvatettavan vaellussiian tuotannossa tavoitteeksi asetetaan kymmenen senttimetrin keskimitta, mikä myös sittemmin vahvistui kalaistutusten kehittämissuunnitelman (Työryhmämuistio MMM 2004:6) suosituksen mukaiseksi pituudeksi siikaistukkaille. Kuten kuvasta 17 havaitaan, on tuo tavoite saavutettu Kemijoella vuodesta 2001 alkaen lähes joka vuosi ja ylitetty useana vuotena.

Kaikki em. oikeuskanslerille tehdyt kantelut ovat koskeneet yksinomaan merialueen vaellussiikaistutuksia ja niissäkin erityisesti istukkaiden kokoa, eivätkä miltään osin esim. lohta tai meritaimenta. Kuten edellä on todettu, on Kemijoen merialueen vaellussiikaistutuksissa noudatettu jo pitkään kalatalousviranomaisen asettamia suosituksia. Näin ollen voidaan myös todeta, että asiantila on ratkaisevasti muuttunut siitä, mikä vallitsi em. oikeuskanslerille tehtyjen kanteluiden sekä niistä annettujen päätösten aikaan. Tätä tukee myös se, että vastaavanlaisia vaatimuksia tai kanteluita ei ole vuoden 2007 jälkeen enää tehty. Näin ollen ELYn hakemuksessaan tässä yhteydessä esittämä johtopäätös, että tilanteet pohjoisen suurilla rakennetuilla joilla ovat lohi- ja meritaimenkantojen ja ylipäänsä kalatalousvelvoitteiden toteuttamisen kannalta samantyyppiset, joten oikeuskanslerin ratkaisujen sisältämät kannanotot ovat sovellettavia kaikissa saman tyyppisissä tilanteissa, on virheellinen.

ELYn hakemuksen lupamääräyksessä Merivaelteiset lajit 5 c) esitetty vaatimus vaellussiian istutuspoikasten keskimäärin vähintään 10 cm mitasta on täysin tarpeeton ja perusteeton, koska istutuksiin on käytetty jo useiden vuosian ajan ja tullaan myös tulevaisuudessa käyttämään tällaisia suositusten mukaisia poikasia.

Mitä tulee Oikeuskanslerin päätökseen (OKV/356/1/2006), on todettava, että se ei koske miltään osin Kemijokea, vaan kansanedustaja Erkki Pulliaisen kantelua, jossa Pulliainen arvosteli Oulujoen vesivoimalaitosten ja Oulujoen vesistön säännöstelyyn liittyvien vesioikeudellisten päätösten mukaisten kalakannan hoitoa koskevien määräysten toteuttamista Oulujoella. Oulujoella kalatalousvelvoitteiden toteuttamisessa on noudatettu maatalousministeriön ja voimayhtiön välillä 22.12.1954 solmittua Montan sopimusta. Tämä Oulujoen sopimusjärjestely on Suomen olosuhteissa poikkeuksellinen ratkaisu, johon oikeuskansleri ei päätöksessään nähnyt laillisuusvalvonnan kannalta aiheutta puuttua. Myös hakemuksessa samassa yhteydessä mainittu professori emeritus Erkki Hollon selvitys vuodelta 2010 ("Oikeudellinen selvitys kalatalousvelvoitteiden tarkistamisesta Montan sopimuksen valossa") koskee nimenomaan sitä, miten velvoitehoito on Oulujoella Montan sopimuksen perusteella järjestetty. Selvityksessä ei edes mainita Kemijokea.

Toisin kuin hakemuksessa väitetään, oikeuskanslerin ratkaisussa ei todeta, että lupaehdot eivät olisi laillisessa tilassa tai että tilanne olisi lain vastainen. Myöskään "tilanteet kalatalousvelvoitteiden toteuttamisen kannalta" Kemijoella ja Oulujoella eivät ole lainkaan "samantyyppiset", koska Oulujoen kalatalousvelvoitteiden hoito pohjautuu ennen vesilain voimaantuloa solmittuun Montan sopimukseen.

6 Kemijoen vaelluskalakantojen uhanalaisuus

Hakemuksessa käytetään yhtenä keskeisimpänä perusteluna sekä olennaiselle olosuhdemuutokselle että vaadituille uusille velvoitteille (kalatiet etc.) kalakannan perinnöllisen monimuotoisuuden säilyttämistä. Tässä kohdassa hakemuksessa ja sen liitteessä 4 viitataan korkeimman hallinto-oikeuden ratkaisuihin Saimaan järvioltoa koskien.

Kyseiset ratkaisut eivät ole Kemijoen asiassa relevantteja eikä Kemijoen tapauksessa voi olla kysymys uhanalaisen kalakannan suojelusta ja/tai perinnöllisen monimuotoisuuden turvaamisesta, koska alkuperäistä Kemijoen lohi- ja meritaimenkantaa ei ole enää olemassa. Toisin sanoen kalanviljelyssä ja istutuksissa ei ylläpidetä kalakantaa, jonka perinnöllinen monimuotoisuus olisi viljelyolosuhteista johtuen vaarantunut.

Ylipäättään nykyisin lohien suojelu kohdistuu lajisuojelun sijaan perinnöllisesti toisistaan eroavien jokikohtaisten lohikantojen suojeluun (Niva ym. 2016).

Kemijoen istutuksiin käytetään pääasiassa Tornionjoen lohikantaa, joka voi tällä hetkellä monimuotoisuuden suhteen erinomaisesti. Tornionjoen kantaa on käytetty myös mm. vapaaehtoisissa mäti- ja pienpoikasistutuksissa Ounasjoella. Tornionjoen lohi ei tarvitse Ounasjokea kannan monimuotoisuutta lisäämään. Hakemuksessa esitettyjen "ajan myötä omiksi kannoiksi eriytyvien vaelluskalakantojen" muodostuminen veisi puolestaan hyvin pitkään, jopa satoja - tuhansia vuosia (Vallila 2019).

Toisaalta hakemuksen liitteessä 2 (kappale 4.3.3) todetaan, että kalankasvatuksen menetelmät ovat kehittyneet olennaisesti ja nykyaikaisessa viljelyssä käytetään mahdollisimman paljon luonnonkiertoa: emokaloja pyritään saamaan vuosittain luonnosta ja ainakin osa poikasista pyritään jatkokasvattamaan luonnonvesistöissä. Juuri näin toimitaan tälläkin hetkellä esim. Kemijoen istutuksissa käytettävän Tornionjoen lohikannan osalta.

Mitä tulee hakemuksessa mainittuihin Kemijoen vesistöön sopeutuneisiin ja perimältään ainutlaatuisiin, Kemijoen alkuperäistä kantaa oleviin taimenpopulaatioihin Kemijoen rakentamattomissa sivu- ja latvavesissä, niin niiden voidaan todeta säilyneen joen rakentamisesta huolimatta. Toisaalta mitään tutkimuksia taimenkantojen alkuperäisyydestä tai puhtaudesta ei ole olemassa – luultavasti istutukset ovat sekoittaneet niiden perimää merkittävästi, kuten muuallakin Suomessa.

7 Jokialueen velvoite

Hakemuksessa esitetään Kemijoen jokialueen istutusten muuttamista hyvin radikaalilla tavalla. Esitetylle uudelle sisävesivelvoitteelle ei kuitenkaan ole esitetty mitään asiallisia perusteita, ts. vahinkoarvioita, mihin uudet, entisiin verrattuna selvästi suuremmat istutusvelvoitteet perustuvat. Esimerkiksi vaadittu taimenen istutusvelvoite, 30 000 kpl vähintään 40 cm:n pituisia taimenia, edellyttäisi käytännössä 5-v. istukkaita, joiden keskipaino on kilon luokkaa. Tällaisia istukkaita on markkinoilta saatavissa hyvin rajoitetusti eikä missään tapauksessa hakemuksessa esitettyä määrää. Jos tuo taimenmäärä (30 000 kg) muutetaan nykyisen jokialueen velvoitteen mukaiseksi ”perusvelvoitetaimeksi” (> 20 cm), vastaisi se hinnan perusteella 240 000 istukasta eli olisi nelinkertainen nykyvelvoitteeseen verrattuna. Kun tähän lisätään vaadittu merialueen meritaimenen istutusmäärä, 100 000 kpl, päädytään yhteensä 340 000 taimenistukkaaseen, joka on enemmän kuin hakemuksessa esitetty vahinkoarvio ja joka siis sekin on räikeä yliarvio.

Hakemuksessa ei myöskään oteta kantaa siihen, onko uuden sisävesivelvoitteen mukaisia istukasmääriä järkevästi tai lainkaan tuotettavissa kalankasvatusyrityksissä. Esimerkiksi vaadittujen taimenistukkaiden kokovaatimus on sellainen, että sen toteuttaminen vaatisi käytännössä 5-v. istukkaita, joiden kasvattamiseen liittyy erittäin suuria käytännön ongelmia (vesihome jne). Pohjois-Suomessa kasvukauden lyhyydestä johtuen tämän kokoluokan istukkaiden tuottaminen olisi ylipäätään äärimmäisen vaikeaa. Uusien viljely-yksiköiden perustaminen on lisäksi yhä tiukemmin säädeltyä mm. sijainninhajauksen kautta. Lisäksi pyyntikokoisen kalan lisääistutukset ovat vahvassa ristiriidassa sen tosiseikan kanssa, että kalateiden rakentamisen jälkeen jouduttaisiin erityisesti kesäaikaista kalastusta voimakkaasti rajoittamaan, jotta vaadittuihin ylös- ja alasvaellustehokkuuksiin voitaisiin edes teoriassa päästä.

8 LÄHTEET

Aas, O., Einum, S., Klemetsen, S. & J. Skurdal (eds.) 2011: Atlantic Salmon Ecology. Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-4051-9769-4.

Anttila, E-L., Rantala, L., Lehtinen, L. & Vepsä, H. 2016: Kemijoen vesistötarkkailu vuonna 2015. Pöyry Finland Oy.

Bunt, C.M., Castro-Santos, T & A. Haro 2012: Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration. *River Res. Applic.* 28:457-478.

Bunt C.M., Castro-Santos & T, Haro A. 2016:. Reinforcement and Validation of the Analyses and Conclusions Related to Fishway Evaluation Data from Bunt et al.: "Performance of Fish Passage Structures at Upstream Barriers to Migration". *River Res. Applic.* 32: 2125-2137.

Haikonen, A. ja Romakkaniemi, A. 1999: Lohi- ja meritaimenkantojen poikastutkimukset Tornionjoessa 1998. Kala- ja riistaraportteja 145, Riistan ja kalan tutkimus.

Haikonen, A., Romakkaniemi, A., Ankkuriniemi, M., Keinänen, M., Pulkkinen, K. ja Vähä, v. 2005: Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoessa 2004. Kala- ja riistaraportteja nro 354. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Hendry K & Cragg-Hine D 2003: Ecology of the Atlantic Salmon. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 7. English Nature, Peterborough.

Hiltunen E., Tolonen R., Kaski O. ja Oikarinen, J. 2013. Nahkiainen – Perämeri, Tornio-Kokkola alue. Nahkiainen ennen, nyt ja tulevaisuudessa -hanke: II, Suomi.

Hiltunen, M. 2011: Iijoen merialueen kalatalousvelvoitteen tarkkailutulokset vuosina 2006-2010. Kalantutkimusraportti nro 5, Pohjolan Voima Oy.

Hjorth, S. 1971. Torne och Kalix älvar. Del I; Allmän beskrivning. - Ungi rapport 12. Uppsala universitet, Naturgeografiska institutionen. Uppsala. 149 s.

Huusko, R., Orell, P., Jaukkuri, M., Mäki-Petäys, A. ja Erkinaro, J. 2014: Lohen vaelluspoikasten alasvaellus rakennetuissa joissa – ongelmat ja ratkaisumahdollisuudet. RKTL:n työraportteja 8/2014.

Huusko, R., Orell, P., Hyvärinen, P., Jaukkuri, M., Laaksonen, T., van der Meer, O., Mäki-Petäys, A. ja Erkinarvo, J. 2016: Lohen vaelluspoikasten alasvaellus rakennetussa ja luonnontilaisessa joessa. Vertailututkimus Kemi-Ounasjoessa ja Tornion-Muonionjoessa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 38/2016.

Huusko, R. 2018: Downstream migration of salmon smolts in regulated rivers: factors affecting survival and behaviour. *Acta Universitatis Ouluensis - A Scientiae Rerum Naturalium* 709. University of Oulu. Oulu 2018.

Hyvärinen, V., Solantie, R., Aitomurto, S. & Drebs, A. 1995. Suomen vesitase 1961-1990 valuma-alueittain. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A. Nro. 220. Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki. 68 s.

ICES 2013: Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST).

ICES 2014: Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST).

ICES 2018: Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST).

ICES 2019: Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST).

Karlström, Ö. 1977: Biotopval och besättningsstäthet hos lax- och öringungar i svenska vattendrag. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, (6): 1-72.

Laanikari, J. 2019. Maa- ja metsätalousministeriön asetus pyyntiluvalla sallittavasta Itämeren norpan metsästyksestä metsästysvuonna 2019—2020. Muistio. Maa- ja metsätalousministeriö. Dnro 915/01.03/2019. 32 s.

Lindroth, A. 1950: Laxbeståndets fluktuationer i de nordiska älvarna. Svenska vattenkraftföreningens publikationer 415 (1950:5).

Luke 2018: <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/kalat-ja-kalatalous/kalat-ja-muuttuva-ymparisto/itameren-lohen-lisaantymishairio-%E2%80%92m74-oireyhtyma/>

Luke 2019: <https://www.luke.fi/uutinen/tornionjoen-sairaiden-lohien-tilannetta-selvitetaan-tiiviisti-yhteistyolla/>

Matinlassi T. 2019: Kalastuksensääteily ammattikalastajan näkökulmasta matkailu huomioiden. Esitys Lohiseminaarissa Muoniossa 31.8.2019.

Marttila, M., Orell, P., Erkinaro, J., Romakkaniemi, A., Huusko, A., Jokikokko, E., Vehanen, T., Piironen, J., Huhmarniemi, A., Sutela, T., Saura, A. ja Mäki-Petäys, A. 2014: Rakennettujen jokien kalataloudelle aiheutuneet vahingot ja kalatalousvelvoitteet. RKTL:n työraportteja 6/2014.

Mustonen, S. (toim.) 1986: Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry., Helsinki. 503 s. Vesiyhdistys ry:n julkaisuja nro 1. ISBN 951-95555-1-X, ISSN 0782-9612.

Niva, T., Kanninen, T., Orell, P. ja Erkinaro, J. 2016: Lohenkalastuksen kantakohtaiset sääteilyjärjestelmät. Kirjallisuuskatsaus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 47/2016.

Noonan, M.J., Grant, J.M.A & C.D. Jackson 2012: A quantitative assessment of fish passage efficiency. Fish and Fisheries, 13, 450–464.

Ojala, S. 2017: Kemijoen vesistötarkkailu vuonna 2016. Osa 1. Ahma ympäristö Oy, 87 s.

Åsbacka, J. & Vaaramaa-Hiltunen, M. 2018. Kemijoen vesistötarkkailu vuonna 2017 - osa 1. Eurofins Ahma Oy. 73 s.

Åsbacka, J. & Vaaramaa-Hiltunen, M. 2019. Tornion-Muonionjoen yhteistarkkailu vuonna 2018 - suppea vesistötarkkailu. Eurofins Ahma Oy. 72 s.

Palm, S., Romakkaniemi, A., Dannewitz, J., Jokikokko, E., Pakarinen, T. ja A. Broman 2018: Tornionjoen lohi-, meritaimen- ja vaellussiikakannat – yhteinen ruotsalais-suomalainen biologinen selvitys sopivien kalastussääntöjen arvioimiseksi vuodelle 2018. SLU ID: SLU.aqua.2018.5.5-81, LUKE ID: 666/13 05 00/2018

Palm, S., Romakkaniemi, A., Dannewitz, J., Jokikokko, E., Pakarinen, T., Huusko, R., A. Broman ja Sutela, T. 2019: Tornionjoen lohi-, meritaimen- ja vaellussiikakannat – yhteinen ruotsalais-suomalainen biologinen selvitys sopivien kalastussääntöjen arvioimiseksi vuodelle 2019. SLU ID: SLU.aqua.2019.5.4-9, Luke ID 522/11 00 03/2019

Puro-Tahvanainen, A., Viitala, L., Lundvall, D., Brännström, G. & Lundstedt, L. 2001: Tornionjoki - vesistön tila ja kuormitus, Alueelliset ympäristöjulkaisut 95, Lapin ympäristökeskus & Länsstyrelsen i Norrbottens Län.

Romakkaniemi 2008: Conservation of Atlantic salmon by supplementary stocking of juvenile fish. Academic dissertation, University of Helsinki.

Romakkaniemi, A., Jutila, E., Pakarinen, T., Saura, A., Ahola, M., Erkinaro, J., Heinimaa, P., Karjalainen, T.P., Keinänen, M., Oinonen, S., Moilanen, P., Pulkkinen, H., Rahkonen, R., Setälä, J. ja Söderkultalahti, P. 2014: Lohistrategian taustaselvitykset. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 91 (1/2014). Maa- ja metsätalousministeriö.

Salminen, M., Heinimaa, P., Huusko, A., Hyvärinen, P., Kallio-Nyberg, I., Kolari, I., Lehtonen, E., Leskelä, A., Niva, T., Piironen, J., Romakkaniemi, A. ja Vehanen, T. 2013: Paremmat istukkaat, parempi istutustulos. Istutustutkimusohjelman 2006–2012 tuloksia. RKTL:n työraportteja 19/2013.

Suomen ympäristökeskus 2008: TPO-projekti, Voimakkaasti muutettuja ja keinotekoisia pintavesiä koskevat erityiskysymykset ja hydrologis-morfologisen tilan arviointi. Versio 27.6.2008.

Sutela, T. Karjalainen, T.P., Mäki-Petäys, A., Laine, A., Tammi, J., Koivurinta, M., Orell, P. ja Louhi, P. 2012: Kalatiestrategian taustaselvitykset. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 90 (1/2012). Maa- ja metsätalousministeriö.

Toivonen, J. 1974: Kemijoen vaelluskalojen istutustarpeen laskentaperusteista. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto, tiedonantoja nro 2.

Vallila, H. 2019: Lohi on sopeutunut täydellisesti synnyinjokeensa — hävinnyt lohikanta vie mukanaan tuhansien vuosien kehityksen. <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/06/28/lohi-on-sopeutunut-taydellisesti-synnyinjokeensa-havinnyt-lohikanta-vie>. Viitattu 23.10.2019

Vähä, V., Romakkaniemi, A., Ankkuriniemi, M., Keinänen, M., Pulkkinen, K. ja Mäntyniemi, S. 2007: Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoessa vuonna 2006. Kala- ja riistaraportteja nro 405.

Vähä, V., Romakkaniemi, A., Pulkkinen, K., Ankkuriniemi, M., Keinänen, M., Lilja, J. & Leminen, M. 2014. Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoen vesistöissä vuonna 2013. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 2/2014.

Whitlock, R., Mäntyniemi, S., palm, S., Koljonen, M-L., Dannewitz, J. & Östergren, J. 2018: Integrating genetic analysis of mixed populations with a spatially explicit population dynamic model. *Methods Ecol Evol.* 9(4):1017-1035.

9 LIITTEET

Liite A. Helminen, H. 2020: Itämeren lohimalli, lohen kanta-arviomenetelmät ja niiden soveltuvuus vahinkoarvioiden tekemiseen. Raportti 30.3.2020

Liite B. van der Meer, O. 2017: Kemijoen lohen populaatiomallinnus. Raportti, T:mi Olli van der Meer 30.5.2017.

ITÄMEREN LOHIMALLI, LOHEN KANTA- ARVIOMENETELMÄT JA NIIDEN SOVELTUVUUS VAHINKOARVIOIDEN TEKEMISEEN

30.3.2020

dosentti Harri Helminen

TIIVISTELMÄ

Raportin tarkoituksena on välittää olennaista taustatietoa päätöksentekijöille, kun he arvioivat rakennettujen jokien kalatalousvelvoitteiden muuttamistarvetta. Raportti esittelee, miten tällä hetkellä Itämeren lohen kanta-arvioita tehdään ja miten luotettavia ovat uusimmat padottujen jokien vahinkoarviot ja niistä johdetut kompensatiotesitykset Kemijoelle ja Iijoelle.

Vahinkoarvioiden päivittämisen keskeisimmäksi perusteeksi on esitetty "olosuhteissa tapahtunut olennainen muutos", jota on perusteltu mm. lohimallilla tehdyillä arvioilla Tornionjoen poikastuotantokapasiteetista (PSPC). Tornionjoen smolttimääräarviot lähtivät nousuun vuodesta 2008 alkaen, minkä seurauksena myös PSPC estimaatit nousivat aina vuosiin 2013 ja 2014. Vuoden 2014 PSPC estimaatista on laskettu teoreettinen enimmäistuotto (MSY), johon perustuvat esitettyjen kalatalousvelvoitteiden vahinkoarviot. Voidaan perustellusti sanoa, että lähtökohta ei ole oikea. Tämän vuoksi näiden estimaattien ja Tornionjoen käyttö ainoana vertailujokena ovat kyseenalaisia.

Nykyisellä Itämeren bayesilaisella lohimallilla ei voida arvioida luotettavasti Tornionjoen poikastuotantokapasiteettia, sillä smolttituotantoarviot sisältävät runsaasti omituisuuksia ja ristiriitaisuuksia. Vahinkoarvion perustana käytetty PSPC:stä johdettu kestävä enimmäistuotto (MSY) ei myöskään sovellu tähän tarkoitukseen. Se on käsitteenä vain teoreettinen tavoite, joka on tarkoitettu kalastuksen säätelyn tueksi. Vahinkoa arvioitaessa pitää tilannetta verrata siihen, mitä patoamattomissa joissa on pitemmällä aikavälillä tapahtunut: paljonko niissä on ollut lohen poikastuotantoa ja mikä on ollut kutukannan koko. Tällainen arvio puuttuu Lapin ELY-keskuksen muutoshakemuksesta.

SISÄLLYS

1.	Johdanto	2
2.	Itämeren lohi ja vesistö rakentaminen.....	3
3.	Lohijokia.....	4
3.1	Kemijoki	4
3.2	Simojoki	4
3.3	Iijoki	5
3.4	Tornionjoki.....	5
3.5	Byskeälven ja Ume/Vindelälven	6
4.	Nykyiset kalatalousvelvoitteet Kemijoella.....	7
5.	Nykyiset kalatalousvelvoitteet Iijoen.....	9
6.	Uusi tieto mitoittaa uudet velvoitteet?.....	10
7.	Bayesmalli lohen kanta-arvio menetelmänä	12
8.	Lohimalliin liittyviä epävarmuuksia ja ongelmia	25
8.1	Aineistot	25
8.2	Mallin käyttämät lähtötiedot (prioritieto).....	27
8.3	Mallin rakenteen oletukset ja yksinkertaistukset.....	27
9.	Poikasten määrä ja smolttituotanto Tornionjoessa ja Simojoessa	28
10.	Kutukanta-rekryytti -suhde ja sen vaihtelu	34
10.1	Potentiaalinen poikastuotantokapasiteetti (PSPC)	39
10.2	Jokikohtaisia kutukanta-rekryyttisuhteita.....	43
11.	Istukkaat selviytyvät luonnonpoikasia heikommin	45
12.	Tornionjoen ja Simojoen lohien saalisosuudet.....	53
13.	Nousulohien määrät Tornionjokeen ja Simojokeen	54
14.	Lapin ELY-keskuksen esitys Kemijoen ja Iijoen uusiksi velvoitteiksi	58
15.	Poikastuotantoalueiden pinta-alat vahinkoarvioissa	59
17.	MSY:n käyttö kalatalousvelvoitteen määräytymisessä	61
17.1	Lohikantojen palautuminen populaatiomalleilla arvioituna	62
18.	Kalatalousvelvoitteen määräytymisen perusteista	72
18.1	Tornionjoen smolttituotantoarvio suhteessa muihin jokiin.....	72
18.2.	Tornionjoki, Simojoki, Byskeälven ja Ume/Vindelälven - toteutunut poikastuotanto vuosina 2008-2017	77
18.3.	Kemijoen ja Iijoen vahinkoarvioiden laskeminen ja vertailu	79
19.	Johtopäätöksiä.....	82
20.	Kirjallisuutta.....	86

1. JOHDANTO

Käsillä oleva raportti esittelee, miten tällä hetkellä Itämeren lohen kanta-arviot tehdään ja millaisia menetelmiä siihen käytetään. Tarkastelun pääpaino on ollut rakentamattomien pohjoisten jokien, Tornionjoen ja Simojoen lohikantojen arvioinnissa ja Itämeren lohen bayesilaisessa mallittamisessa. Kanta-arviointia ja mallittamista on käsitelty eri näkökulmista ja pohdittu minkälaisia epävarmuuksia monimutkaiseen mallittamiseen voi sisältyä. Lähteinä on ollut Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL), Luonnonvarakeskuksen (LUKE) ja Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten (ELY-keskukset) julkaisemia raportteja ja tieteellisiä artikkeleita sekä ICES raportteja (2011-2019) Itämeren lohikannan tilasta.

Lapin ELY-keskus on jättänyt 17.3.2017 hakemuksen Pohjois-Suomen aluehallintovirastoon Kemijoen kalatalousvelvoitteiden muuttamiseksi. Kalatalousviranomaisena ELY-keskus vaatii, että Kemijoen voimalaitosten kalatalousvelvoitteet muutetaan vastaamaan nykytietämyksen mukaista voimalaitosten rakentamisen seurauksena syntynyttä kalaston hoidon tarvetta. Vastaava hakemus samoin perustein on jätetty Iijoen osalta 27.10.2017.

Molemmat hakemukset perustuvat pitkälti RKTL:n työraporttiin *"Rakennettujen jokien kalataloudelle aiheutuneet vahingot ja kalatalousvelvoitteet"* (Marttila ym. 2014). Uudet arviot Kemi- ja Iijoen lohen kompensaatiotasoista ovat moninkertaisia nykyvelvoitteisiin nähden. Raportissa arviot uusista kompensaatiotasoista esitetään aiempien kalatalousvelvoitteiden tapaan kalojen istutuspoikasina. Raportin mukaan kuitenkin: *"Olennaista velvoitteiden määrittämisessä on niiden arvo, joten velvoitteiden toimeenpanotapa tulee arvioida tapauskohtaisesti."*

Tässä raportissa arvioin, miten luotettavia ovat Lapin ELY-keskuksen hakemuksen mukaiset rakennettujen jokien vahinkoarviot ja niistä johdetut kompensaatiot Kemijoelle ja Iijoelle. Raportin tarkoituksena on välittää olennaista taustatietoa päätöksentekijöille, kun he arvioivat padottujen jokien kalatalousvelvoitteiden muuttamistarvetta.

2. ITÄMEREN LOHI JA VESISTÖRAKENTAMINEN

Itämeressä syönnöstävää merilohta esiintyi ennen jokien patoamista ainakin 34 joessamme. Valtaosa Suomen Itämerenpuoleisesta lohentuotannosta oli peräisin Perämeren alueelta ja siellä suurimpia lohituotoltaan olivat Tornion-, Kemi-, Ii- ja Oulujoki. Merkittäviä lohisaaliita saatiin myös Kokemäenjoelta ja Suomenlahteen laskevalta Kymijoelta. Näiden jokien vuosittaiset lohisaaliit olivat vähintään kymmeniä tonneja, parhaimmillaan jopa satoja tonneja.

Nykyisin alkuperäinen, luonnossa lisääntyvä lohikanta on jäljellä enää vain Tornionjoessa ja Siimojoessa. Rakennettujen jokien lohikannoista suurin osa on hävinnyt kokonaan luonnonlisääntymisen estyessä. Harvoja jäljelle jääneitä kantoja ja niihin kohdistuvaa kalastusta ylläpidetään kalanviljelyn ja istutusten avulla. Luonnonvarakeskuksen viljelylaitoksissa ylläpidetään Iijoen ja Oulujoen (ns. Montan) lohikantoja. Suomen lajien punaisessa kirjassa 2019 (Hyvärinen ym. 2019) Itämeren lohi luokitellaan vaarantuneeksi.

Vesistöarakentamisesta on aiheutunut eniten haittaa vaelluskalakannoille kuten lohelle, taimenelle, siialle, ankeriaalle ja nahkiaiselle. Vaelluskalat tarvitsevat koski- ja virtapaikkoja lisääntymiseen ja osa myös poikasvaiheen kasvuun. Lisäksi niiden luontainen elinkierto edellyttää kulkumahdollisuutta jokien poikasalueiden ja järvien/meren syönnösalueiden välille. Vesivoimalaitosten rakentaminen katkaisi vaelluskalojen kulkuyhteydet, minkä lisäksi osa kutukoskista ja poikastuotantoalueista jäi voimalaitos- ja patorakenteiden alle ja osa muuttui voimakasvirtaisesta koskesta järvimäiseksi patoaltaaksi. Esimerkiksi Itämeren lohikannoille vaikutukset ovat olleet erittäin kohtalokkaita: lisääntyvät luonnonkannat ovat vähentyneet noin sadasta vajaaseen kolmannekseen pääosin jokien patoamisen seurauksena. Lisäongelmia ovat aiheuttaneet jokiympäristöjen ja vedenlaadun heikkeneminen sekä liikakalastus (Karlsson L. and Karlström Ö. 1994).

3. LOHIJOKIA

3.1 KEMIJOKI

Kemijoki kuuluu Kemijoen vesienhoitoalueeseen, joka ulottuu pohjoisesta Saariselän tuntureilta ja Pöyrisjärven erämaasta etelään Perämeren rannikolle (Lapin ELY-keskus 2015 a). Kemijoen vesistöalue on Suomen toiseksi suurin ja sen osuus koko maan pinta-alasta on 15 %. Joen suurin pituus Kitisen latvoille mitattuna on yli 550 km. Sen alkulähde on Kemihaara Savukoskella, jonka alkukorkeus on 230 m. Järvisyys on verrattain vähäinen (luonnontilassa 2,9 %, rakennettuna 4,7 %) ja sen vuoksi kevättulvat ja vesimäärien vaihtelut ovat olleet etenkin luonnontilassa huomattavia. Suurin alueen järvistä on Kemijärvi ja suuria tekojärviä on kaksi, Lokka ja Porttipahta. Pääuomaan laskevista sivujoista merkittävimmät ovat Raudanjoki ja Ounasjoki. Uiton päättymisen jälkeen jokiuomia on kunnostettu. Kemijoen vesistössä on yhteensä 21 voimalaitosta, joista viisi Rovaniemen ja jokisuun välillä. Rovaniemen kohdalla Kemijokeen yhtyvä Ounasjoki on lailla suojeltu voimalaitosrakentamiselta (laki Ounasjoen erityissuojelusta 703/83) ja kuuluu Natura-alueisiin.

Kemijokeen nousi ennen voimalaitosten rakentamista lohta, meritaimenta, vaellussiikaa ja nahkiaista. Isohaaran pato ja voimalaitos sulkivat vaelluskalan kulun jokisuussa vuonna 1948. Isohaaran voimalaitoksen yhteyteen on rakennettu kaksi kalatietä, joista ensimmäinen valmistui vuonna 1993 ja toinen vuonna 2012.

3.2 SIMOJOKI

Simojoki on Simojoen vesistön Lapin maakunnan eteläosassa sijaitseva 193 kilometrin pituinen laskujoki, jonka alkulähde on Simojärvi Ranualla. Joen yläjuoksu on pääasiassa erämaista ja asumatonta, ja vesi on kirkasta. Mainittavia koskia yläjuoksulla ovat Aurakoski, Saarikoski, Toivakkakoski ja Vääräkoski. Simojoki laskee Perämereen Kemijoen suun kaakkoispuolella Simossa. Simojoen alaosalla vesi on osin humuksen värjäämää, sillä valuma-alueella on runsaasti ojitettuja metsiä ja turvetuotantoalueita sekä maataloutta. Simojoen vedenlaatu on kokonaisuudessaan erinomainen – sivujokien vedenlaatu on yleisesti hyvä (Lapin ELY-keskus 2015 a).

3.3 Iijoki

Iijoki kuuluu Oulujoen - Iijoen vesienhoitoalueeseen, joka koostuu 14 vesistöalueesta ja ulottuu 53 kunnan alueelle pääasiallisesti Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakunnissa (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, 2016). Iijoki on Pohjois-Pohjanmaan läpi virtaava joki, jonka pääuoman pituus on noin 370 kilometriä. Joen lähteiden katsotaan olevan Iijärven seudulla Kuusamossa, josta se virtaa Taivalkosken, Pudasjärven ja Oulun Yli-Iin kautta Iihin. Iijoki laskee Perämereen Iin kirkonkylän kohdalla. Korkeuseroa latvajärviltä jokisuuhun on 250 metriä.

Joessa on runsaasti koskia, arviolta noin 150. Iijoen keski- ja yläjuoksu kuuluvat koskiensuojelulailla suojeltuihin vesistöihin. Iijoen koskisodat 1980-luvulla olivat yksi alkusysäys koskiensuojelulain syntyyn. Rakennuskelpoinen teho on noin 230 megawattia. Suurimmat voimalat ovat Maalismaa, Kierikki, Pahkakoski, Haapakoski ja Raasakka, jotka kaikki sijaitsevat joen alajuoksulla Oulun kaupungin ja Iin kunnan alueella. Valtaosaltaan Iijoki virtaa siis vapaana. Joen ominaispiirteisiin kuuluvat runsaat kevättulvat, koska joen valuma-alue on laaja ja kuuluu Suomen runsaslumisimpiin seutuihin

3.4 TORNIONJOKI

Tornionjoen kansainvälinen vesienhoitoalue ulottuu Perämeren rannikolta Pohjois-Lapin käsivarteen saakka. Vesienhoitoalue koostuu yhdestä päävesistöalueesta, Tornionjoen-Muonionjoen vesistöalueesta (Lapin ELY-keskus 2015 b). Vesistö koostuu kahdesta suuresta joesta: Ruotsin puolelta virtaavasta Tornionjoesta sekä Muonionjoesta, joka kulkee Suomen ja Ruotsin välisellä rajalla. Muonionjoen latvahaarat ovat Kilpisjärvestä alkunsa saava Könkämäeno ja Käsivarren tuntureiden latvahaaroista alkunsa saava Lätäseno, jotka yhtyvät Kaaresuvannon yläpuolella Muonionjoeksi. Tornionjoki ja Muonionjoki yhtyvät Pajalan kunnan kirkonkylän eteläpuolella. Ruotsin puoleinen Tornionjoki on luonteeltaan erikoinen kahteen suuntaan laskeva joki (ns. bifurkaatiojoki). Junosuvannossa Tornionjoen pääuomasta haarautuu Täräntöjoki, joka laskee etelään Kalixjokeen. Vesistöaluetta luonnehtivat suuret

pohjoiset joet, joille ovat tyypillisiä suuret vuodenaikaiset ja vuosittaiset virtaaman vaihtelut. Järviä koko vesistöalueen pinta-alasta on 2 217 km² (5,5 %).

Jokireitin pituus Kilpisjärveltä Perämerelle on yhteensä noin 500 km. Koko Suomen puoleisen vesistön jokipituus on yhteensä 3 600 km. Jokireitin ylin osa, Könkämäeno, saa alkunsa Kilpisjärvestä 473 m korkeudesta ja se laskee Käsivarren tunturiylänköä pitkin noin 90 km:n matkalla 142 m. Könkämäenon ja toisen latvahaaran Lätäsenon yhtyessä Kaaresuvannon yläpuolella joki saa nimekseen Muonionjoki. Muonionjoen pituus on yhteensä 230 km, ja putouskorkeutta tällä jaksolla on 205 m. Muonionjoki laskee Lappeen kohdalla Ruotsin puolelta tulevaan Tornionjokeen. Tornionjoen pituus Muonionjoen yhtymäkohdasta mereen saakka on 180 km ja putouskorkeutta tällä suhteellisen alavalla Tornionjokilaakson alueella on 126 m.

3.5 BYSKEÄLVEN JA UME/VINDELÄLVEN

Ruotsin puolelta on tarkasteltu vertailujokina kahta rakentamatonta lohijokea, jotka ovat Byskeälven ja Ume/Vindelälven. Byskeälven on näistä pienempi: sen pituus on 215 km eli se on suurin piirtein Simojoen kokoinen (193 km). Sen valuma-alue on 3662 km² ja veden laatu hyvä. Ennen laskemistaan mereen joki putoaa 38 metriä 11 kilometrin matkalla. Noin 40 km jokisuusta sijaitsee Fällforsen, jonne on v. 2000 rakennettu uusi kalatie. Siihen ja sen viereisen vanhaan kalatiehen on asennettu laskurit, joilla voidaan arvioida nousulohien määrää.

Vindelälven on Etelä-Lapissa ja Västerbottenin läänissä sijaitseva joki, joka on 453 km pitkä ja jonka valuma-alue on kooltaan 12 650 km². Vindelälven yhtyy alaosassa Umeälveniin, jonka kanssa sillä on yhteinen alajuoksu, mutta kaikki lohen poikastuotantoalueet sijaitsevat Vindelälvenissä. Ume/Vindelälven on Ruotsin suurin kaksoisvirta, jonka keskimääräinen virtaama on 190 m³/s. Noin 25 km mereltä jokea ylöspäin Stornorrforssiin on rakennettu v. 2010 uusi kalatie, joka korvasi vanhan. Uusi tekninen kalatie on n. 350 m pitkä ja siten Euroopan pisin. Sen kautta kulkevat lohet lasketaan, myös alavirtaan menevät.

Sekä Byskeälvenissä että Vindelälvenissä arvioidaan myös lohien jokipoikasten määriä sähkökalastamalla. Vindelälvenissä on ollut käytössä vuosina 2009-2015 samankaltainen

smolttien rysäpyynti kuin Tornionjoessa (ICES 2019). Näin ollen lohimallilla tehtyjen smolttituotantoarvioiden tukena on samanlaista havaintoaineistoa kuin Tornionjoella ja Simojoella on saatavilla.

4. NYKYISET KALATALOUSVELVOITTEET KEMIJOELLA

Kalatalousvelvoitteet perustuvat useimmiten arvioihin menetetyistä vuotuisesta vaelluspoikastuotannosta. Erityisesti lohella tuotantomääriä on arvioitu poikastuotantoon sopivien koskipinta-alojen sekä niiltä syntyvän hehtaarikohtaisen vaelluspoikastuoton avulla. Koska kalataloushaittaa on estimoitu yleensä vasta joen patoamisen jälkeen eikä tietoja luonnontilan aikaisista lohikalojen vaelluspoikasmääristä ja eri koskihabitaattien tuotannosta ole ollut, on nämä jouduttu arvioimaan.

Nykyisen velvoitteen perusteina on käytetty rakentamattomilla vertailujoilla tehtyjä tutkimuksia, joiden mukaan on arvioitu vuotuinen vaelluspoikastuotanto (kpl/ha/v) (Marttila ym. 2014). Näissä tutkimuksissa luonnontilassa olevilta lohijoilta lähtevää smolttimäärää oli arvioitu eri menetelmillä: 1) luonnonpoikasten smolttipyynnillä, jota harjoitettiin eräillä pienemmillä joilla; 2) luonnonsmolttien merkintä-takaisinpyynnillä, jossa hyödynnettiin merkkipalautuksia kutujokeen palaavista lohista tai 3) jokipoikasten tiheyden ja ikärakenteen estimoinnilla, jossa käytettiin yleensä sähkökalastusta. Menetelmä perustuu eri ikäluokkien välisen luonnollisen kuolevuuden laskentaan, josta lopulta saadaan arvio joen poikastiheyksien ja vaelluspoikastuotannon välisestä suhteesta ja siten myös smolttituotannosta (Karlström 1977, Lindroth 1985, Toivonen 1974).

Vesioikeus antoi 17.11.1976 päätöksen koskien Kemijoen kalakannan säilyttämistä tarkoittavien velvoitteiden määräämistä. Päätöksessä velvoitettiin luvan saajat kalakannan säilyttämiseksi Kemijoen vesistössä ja sen merellisellä vaikutusalueella tekemään istutuksia vuosittain maa- ja metsätalousministeriön hyväksymän suunnitelman mukaisesti mereen Kemijoen suualueelle ja sen läheiselle merialueelle. Päätöksestä valitettiin korkeimpaan hallinto-oikeuteen. KHO palautti asian käsittelyn 17.11.1977 antamallaan päätöksellä takaisin vesioikeuteen perusteena se, että hakemus oli muutettu maa- ja metsätalousministeriön toimitusmiesten lausunnon johdosta lähettämässään huomautuskirjelmässä maksuvelvoitteesta toimenpidevelvoitteeksi (istutusvelvoite ja velvoite rakentaa

kalanviljelylaitoksia ja luonnonravintolammikoita). Palautuksen jälkeen annettiin 28.12.1979 vesioikeuden päätös nro 78/79/II koskien kalatalousvelvoitteen määräämistä. Vesioikeuden päätöksestä valitettiin korkeimpaan hallinto-oikeuteen, joka katsoi 30.5.1980 antamassaan päätöksessä, ettei näiltä osin ollut syytä muuttaa vesioikeuden päätöstä.

Pohjois-Suomen vesioikeuden päätöksessä (78/79/II; annettu 28.12.1979) katsottiin, että Kemijoen voimalaitosrakentamisen vuoksi menetetty lohen ja meritaimenen luonnontuotanto oli yhteensä 486 000 vaelluspoikasta. Tästä meritaimenta oli 15 % eli 72 900 kpl.

Laskentaperusteena käytettiin 4000 hehtaarin tuotantopinta-alaa ja 135 vaelluspoikasen hehtaarituottoa (Karlströmin lausunto 1977a ja Marttila ym. 2014). Smolttituotannoksi saatiin siten 540 000 vaelluspoikasta. Tämä luku sisälsi oletetun vaellustappion. Uittoväyläperkausten ja muiden vesistön tilaan haitallisesti vaikuttaneiden tekijöiden katsottiin heikentäneen poikastuotantokykyä 10 %. Arvioidusta smolttituotannosta vähennettiin tämä heikennys ja velvoitteeksi saatiin yhteensä 486 000 lohen ja meritaimenen vaelluspoikasta.

Kokonaismäärästä oli vähennettävä Kemijoen jokialueen teoreettinen saalisosuus, mikä lohen osalta oli Suomen ja Ruotsin merkintätutkimuksiin perustuen 7 % ja meritaimenen osalta 25 %. Luonnonpoikasista saatua saalista vastaavan saaliin varmistaminen viljelypoikasilla edellytti 1,6-kertaisen määrän istuttamista, joten merialueelle jäi istutettavaksi 615 000 lohen ja 90 000 meritaimenen poikasta.

KHO:n merialueen nykyvelvoitteen laskelma:

Lohen ja taimenen tuotantoala joessa 4000 ha ja yhteissmolttituotanto 150 yks/ha

- Vaelluspoikastuotanto sisältäen 10 % vaellustappion: $4000 \text{ ha} \times 135 \text{ kpl/ha} = 540\,000 \text{ kpl/v}$
- Uiton heikentävä vaikutus 10 %: $540\,000 \text{ kpl/v} \times 0,9 = 486\,000 \text{ kpl/v a}$
- Jako lajeihin
 - ➔ 85 % lohta: $0,85 \times 486\,000 = 413\,100 \text{ yks/v}$
 - ➔ 15 % taimenta: $0,15 \times 486\,000 = 72\,900 \text{ yks/v}$

- Vähennettävä jokialueen teoreettinen saalis (= jäljelle jää merialueen kompensaatio-tarve)
 - ➔ lohi 7 %: $413\,100 \text{ kpl} \times 0,93 = 384\,183 \text{ kpl/v}$
 - ➔ meritaimen 25 %: $72\,900 \text{ kpl} \times 0,75 = 54\,675 \text{ kpl/v}$
- Merialueelle istutettava laitospoikasmäärä (istukkaat vs. luonnontilaiset -kerroin 1,6)
 - ➔ lohi: $384\,183 \text{ kpl/v} \times 1,6 = 614\,693 \text{ kpl/v}$
 - ➔ meritaimen: $54\,675 \text{ kpl/v} \times 1,6 = 87\,480 \text{ kpl/v}$

5. NYKYISET KALATALOUSVELVOITTEET IJOELLA

Pohjois-Suomen vesioikeus katsoi päätöksessään (85/79/I; annettu 31.12.1979), että Ijoen lohi- ja meritaimenkannan luonnontilainen vaelluspoikastuotanto on 10 % suuruinen jokivaelluksen aikainen vaellustappio huomioon ottaen ollut keskimäärin 135 yks/ha. Vesioikeus perusti päätöksensä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Simojoella suorittamiin tutkimuksiin (RKTL 1978a) ja kalatalousintendentti Ö. Karlströmin (1977a) antamaan Kemijoen vaelluspoikastuotantoa koskevaan lausuntoon. Myöhemmin KHO (5203/80; annettu 23.10.1980) yhtyi vesioikeuden näkemykseen. 1900 ha smolttituotantoalan ja 135 yks/ha tuotannon perusteella mereen vaeltaneiden lohen ja meritaimenen yhteismääräksi tuli siis 256 500 yksilöä vuodessa (ks. laskelma alla).

KHO:n (PSVEO:n) merialueen nykyvelvoitteen laskelma:

- Lohen ja taimenen tuotantoala joessa 1900 ha ja yhteissmolttituotanto 150 yks/ha
- Vaellustappio (10 %) joessa huomioiden yhteissmolttituotanto 135 yks/ha
- Smolttituotanto: $1900 \times 135 = 256\,500 \text{ yks/v}$
- 10 % alenema uittoperkauksista ja muista vesistön tilaa heikentävistä tekijöistä johtuen: $0,9 \times 256\,500 = 230\,850 \text{ yks/v}$ (KHO-päätöksessä pyöristetty 231 000)
- Jako lajeihin (nämä luvut ovat siis voimalaitosrakentamisen vuoksi menetetty vaelluspoikasmäärä)
 - ➔ 90 % lohta: $0,9 \times 231\,000 = 207\,900 \text{ yks/v}$

- 10 % taimenta: $0,1 \times 231\,000 = 23\,100$ yks/v
- Vähennettävä jokialueen tuoton osuus (= jäljelle jää merialueen kompensaatiotarve)
 - 16 000 lohen luonnonpoikasta vastaava määrä: $207\,850 - 16\,000 = 191\,900$ yks/v
 - taimen 25 %: $0,75 \times 23\,100 = 17\,325$ yks/v
- Merialueelle istutettava laitospoikasmäärä (kerroin 1,6)
 - lohi: $191\,900 \times 1,6 = 306\,560$ yks/v (KHO:n päätöksessä pyöristetty 310 000 yks/v 3 v. keskiarvona, yli 14 cm vaelluspoikasia)
 - taimen: $1,6 \times 17\,325 = 27\,720$ yks/v (KHO:n päätöksessä pyöristetty 28 000 yks/v 3 v. keskiarvona, yli 18 cm vaelluspoikasia)

6. UUSI TIETO MITOITTAU UUDET VELVOITTEET?

Voimassa olevat kalatalousvelvoitteet perustuvat pääosin noin 40 vuotta vanhoihin tutkimustietoihin ja arvioihin vaelluskalojen poikastuotannosta. RKTL:n raportti (Marttila ym. 2014) on tarkastellut velvoitteiden sisältöä suhteessa vuoteen 2013 asti kertyneeseen tutkimustietoon ja sen pohjalta tehtyihin arvioihin sekä muihin olosuhteissa tapahtuneisiin muutoksiin. Olosuhteiden olennainen muutos voi olla perusteena hakemukselle kalatalousvelvoitteen muuttamiseksi.

Raportin mukaan lohikalojen ekologiaan ja erilaisten jokihabitaattien soveltuvuuteen liittyvä tieto on lisääntynyt ja sen myötä mm. lohien poikastuotantoon soveltuvien alueiden on havaittu olevan laaja-alaisempia kuin aiemmin on esitetty, joten aiemmat arviot jokien poikastuotantokapasiteetista voivat olla alimitoitettuja.

Olennaisin muutos, joka aikaisempiin arvioihin nähden on tapahtunut, on Tornionjoen huomattavasti kohonneet smoltituotantoarviot. Tämän ilmiön taustasta RKTL:n raportti (Marttila ym. 2014) toteaa mm. seuraavaa:

"1990-luvun puolivälin jälkeen luonnontilaisten jokien lohen poikastiheydet alkoivat nousta, koska M74-oireyhtymä alkoi laantua ja tällä hetkellä sen vaikutus on enää vähäinen. Tämä yhdessä kalastuksen säätelyn lisäyksen kanssa on raportin mukaan johtanut siihen, että

jokikohtainen smolttituotanto on ylittänyt aiemmat arviot potentiaalityönnöstä osoittaen, että jokien tuotantokapasiteetti oli aiemmin aliarvioitu. Positiivinen kehityssuunta on jatkunut edelleen, vaikka vuosien välillä on ollut vaihtelua ja jokikohtaiset erot tuotannossa ovat edelleen suuria. Perämeren alueen lohijokien vaelluspoikastuotannon on arvioitu lähes kymmenkertaistuneen vuodesta 1997."

Vuosina 2008 - 2012 Tornionjoen lohen vaelluspoikasten kokonaistuotannoksi RKTL arvioi 1 000 000 – 1 600 000 vaelluspoikasta vuodessa (Marttila ym. 2014). Kullekin lohijoelle voidaan arvioida laskennallisesti myös potentiaalinen poikastuotantokapasiteetti, joka määritellään tilanteeksi, jossa lohikantaan ei kohdistu kalastusta. *"Tornionjoen lohen poikastuotantokapasiteetti on RKTL:n mukaan huomattavasti aiemmin arvioitua suurempi: poikastuotantokapasiteetiksi on arvioitu 2 409 500 vaelluspoikasta (482 kpl/ha, ICES 2013). Verrattaessa näitä lukuja vanhoihin vaelluspoikastuotannon arvioihin havaitaan, että nykyarviot ovat selvästi korkeampia kuin esimerkiksi Lindrothin ja Toivosen (1962) arvioima 1 000 000 kpl/v sekä Sjöblomin ym. (1974) arvioima 900 000 kpl/v."*

Vaelluspoikasmääriä on arvioitu merkintä-takaisinpyynnillä Simojoella vuodesta 1977 ja Tornionjoella vuodesta 1987 alkaen. Vaelluspoikasia koekalastetaan rysäpyydyksellä, jonka pyydystystehokkuutta arvioidaan vaelluspoikasten merkintä-takaisinpyyntikokeilla. Poikasvaelluksen kokonaismäärän arvio ja arvion tarkkuus lasketaan tilastollisin menetelmin. Joen tulvaolosuhteet ja pyydysten puhdistus ovat toisinaan estäneet koko vaellusajan kestävän keskeytymättömän koekalastuksen. Vuosilta, jolloin vaelluspoikaspyynti on epäonnistunut, mereen vaeltavien smolttien lukumäärästä on tehty arviot Itämeren lohikantamallituksella. Näin on lisäksi voitu tarkentaa pelkän rysäpyynnin perusteella laskettuja kokonaisvaelluksen arvioita. Yksinkertaisimmillaan rysäpyyntiaineistojen lisänä on käytetty jokipoikastiheyksiä selittämässä ja ennustamassa vaelluspoikasmääriä. Monimutkaisimmissa tarkasteluissa lohikannan koko elinkierto on mallitettu ja rysäpyynti- ja poikastiheysaineistojen lisäksi mallissa on käytetty Itämeren lohikannoista joesta ja merestä kerättyjä havaintoaineistoja.

7. BAYESMALLI LOHEN KANTA-ARVIO MENETELMÄNÄ

Käsitteitä ja lyhenteitä:

Bayesilainen tilastotiede = bayesiläisessä tilastollisessa päättelyssä tilastollisen evidenssin, joka muodostuu havaintoaineistosta, sen tilastollisesta mallista ja a priori uskomuksista, avulla lasketaan Bayesin teoreeman avulla niin sanotut a posteriori todennäköisyydet

Hierarkkinen lineaariregressiomalli = tilastollinen malli, jolla selvitetään muuttujien yhteyksiä

ICES = kansainvälinen merentutkimusneuvosto

PSPC = suurin mahdollinen vaelluspoikasten tuotantokyky (laskennallinen ja jokikohtainen)

MSY = kestävä enimmäistuotto

M74 = Itämeren lohita vaivaava lisääntymishäiriö, joka aiheuttaa lohienpoikasten kuolemista ruskuaispussivaiheessa.

Itämeren lohikantojen arviointimenetelmiä on kehitetty lähinnä ICESin piirissä. Eri projekteissa on kehitetty ns. bayesilaiseen tilastotieteeseen pohjautuva lohien kanta-arviomalli, jonka ICESin kanta-arviotyöryhmä otti käyttöön vuonna 2002.

Bayesilaiseen tilastotieteeseen kuuluu *ns. priori- eli etukäteistiedon* käyttö ja arvioitavien parametrien estimaattien esittäminen todennäköisyysjakaumina. Prioritietoa voivat olla aiempien analyysien tulokset, aiemmista tutkimuksista (kirjallisuus) analysoitu tai asiantuntijoiden näkemyksistä koottu synteesi liittyen tutkittaviin parametreihin. Prioritieto annetaan todennäköisyysjakaumina. Kun prioritieto yhdistetään analyysissa käytettyihin havaintoaineistoihin tilastollisen mallin avulla, tuloksena saadaan *ns. posteriori- eli jälkikäteistieto*. Tämä on formaali synteesi siitä mitä prioritieto ja havainnot yhdessä kertovat tutkittavista parametreista. Myös posterioritieto on todennäköisyysjakauma.

Vain todennäköisyysjakauma kertoo kunnolla miltä posterioritieto näyttää. Tulosten esittelyssä on usein teknisiä hankaluuksia, koska todennäköisyysjakaumia ei aina voi esittää ja jakaumia kuvaavat yksittäiset tunnusluvut eivät yleensä voi korvata koko jakaumien esittämistä. Tyypillisesti esim. eläinten lukumääriä koskevat todennäköisyysjakaumat ovat vinoja siten, että jakauman huippu (moodi) sijaitsee lähellä koko jakauman kattaman alueen alapäätä (pienissä lukumäärissä). Jakauman odotusarvo (keskiarvo) sijaitsee suuremmissa luvuissa kuin moodi. Jakauman mediaani (50 % todennäköisyydestä on ko. kohtaa pienemmissä ja 50 % suuremmissa arvoissa) puolestaan sijaitsee moodin ja odotusarvon

välimaastossa. Usein jakaumasta myös esitetään 95 %:n todennäköisyysväli (eli väli jonka sisällä parametrin todellinen arvo sijaitsee 95 %:n todennäköisyydellä).

Tulosten esittämiseen liittyy myös se hankaluus, että useimmiten eri parametrien välisiä vertailuja ja laskutoimituksia ei voi tehdä suoraan tunnuslukujen pohjalta.

Itämeren lohikantamalli koostuu useista osamalleista, joiden keskinäiset suhteet on esitetty kuvassa 1. Siinä yläosassa laatikoissa "sub-model" olevat viisi osamallia ajetaan ensin ja niiden tuottamia jakaumia "model output" käytetään syöttötietoina (prioritietoina) ns. elinkiertomallissa, joka tuottaa lopputulokset. Alun perin lohenkalastuksen merkkipalautusaineistot ja pyyntiponnistusaineistot analysoitiin myös erillisellä osamallilla (merkintä-takaisinpyyntimalli merelle), mutta nykyisin kyseinen osamalli on integroitu mukaan elinkiertomalliin. Elinkiertomalliin siis syötetään osamallien tulosten lisäksi myös muutamia keskeisiä havaintoaineistoja sellaisenaan. Alemmassa kaaviossa suorakaiteet ovat jokikohtaisia tyypittelyjä, jotka asiantuntijat arvioivat alkuun kullekin joelle. Ellipsit ovat mahdollisia muuttujia ja nuolet osoittavat kuinka näistä kaikista lopulta saadaan jokikohtaiset arviot poikastuotantokapasiteetista (Uusitalo ym. 2005).

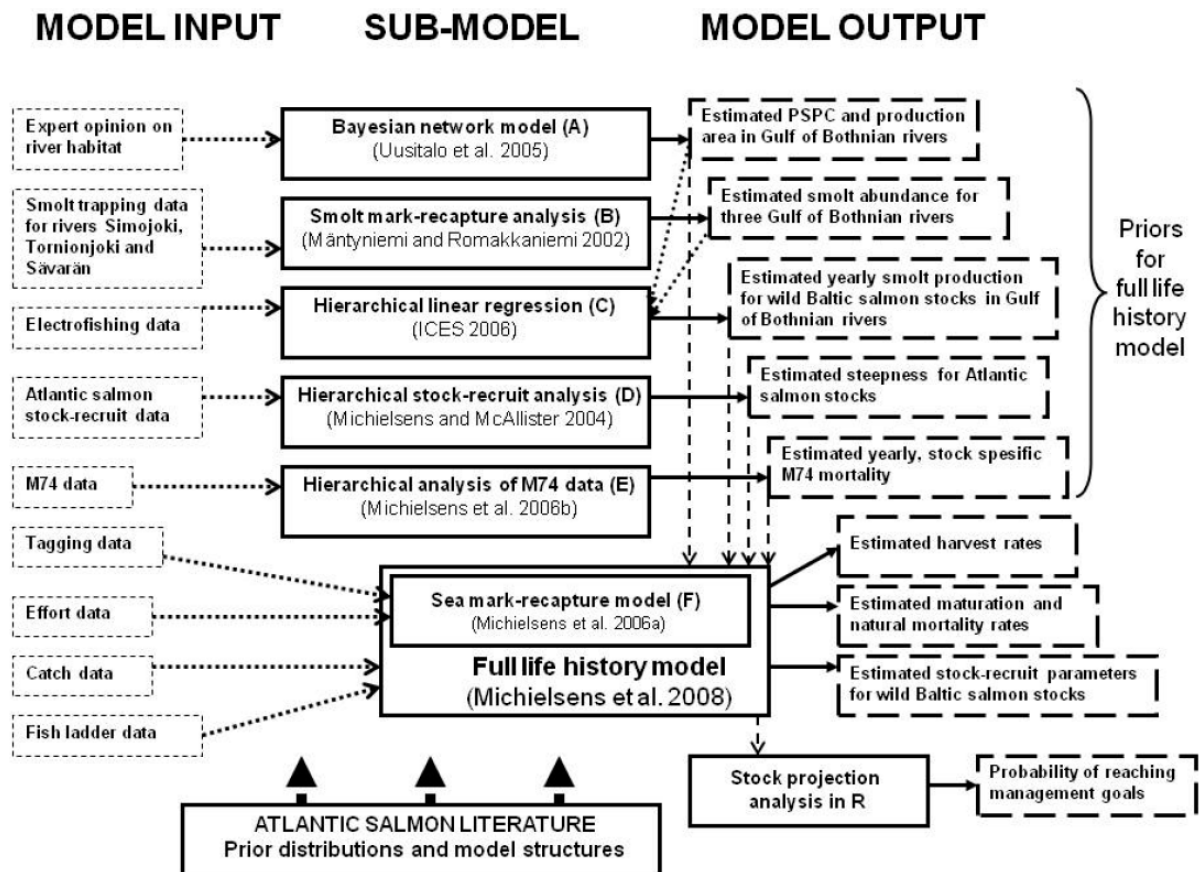
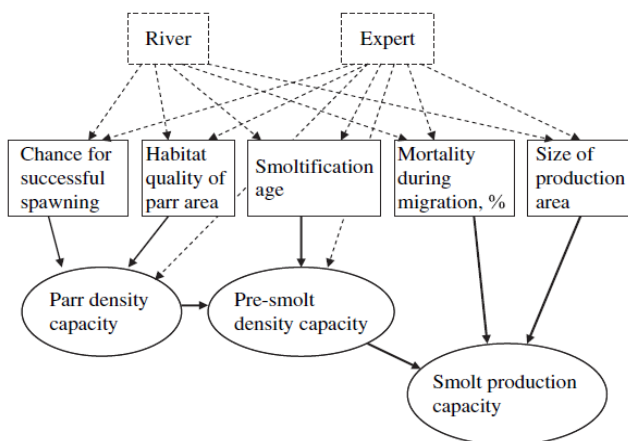


Figure 5.3.1. Overview of the assessment methodology for Baltic salmon stocks. The results from five uppermost analyses provide informative prior probability distributions for the full life-history model. These priors become automatically updated by the information contained in the data and by the biological knowledge of the Baltic salmon life cycle used to build a full life-history model. PSPC=Potential Smolt Production Capacity.

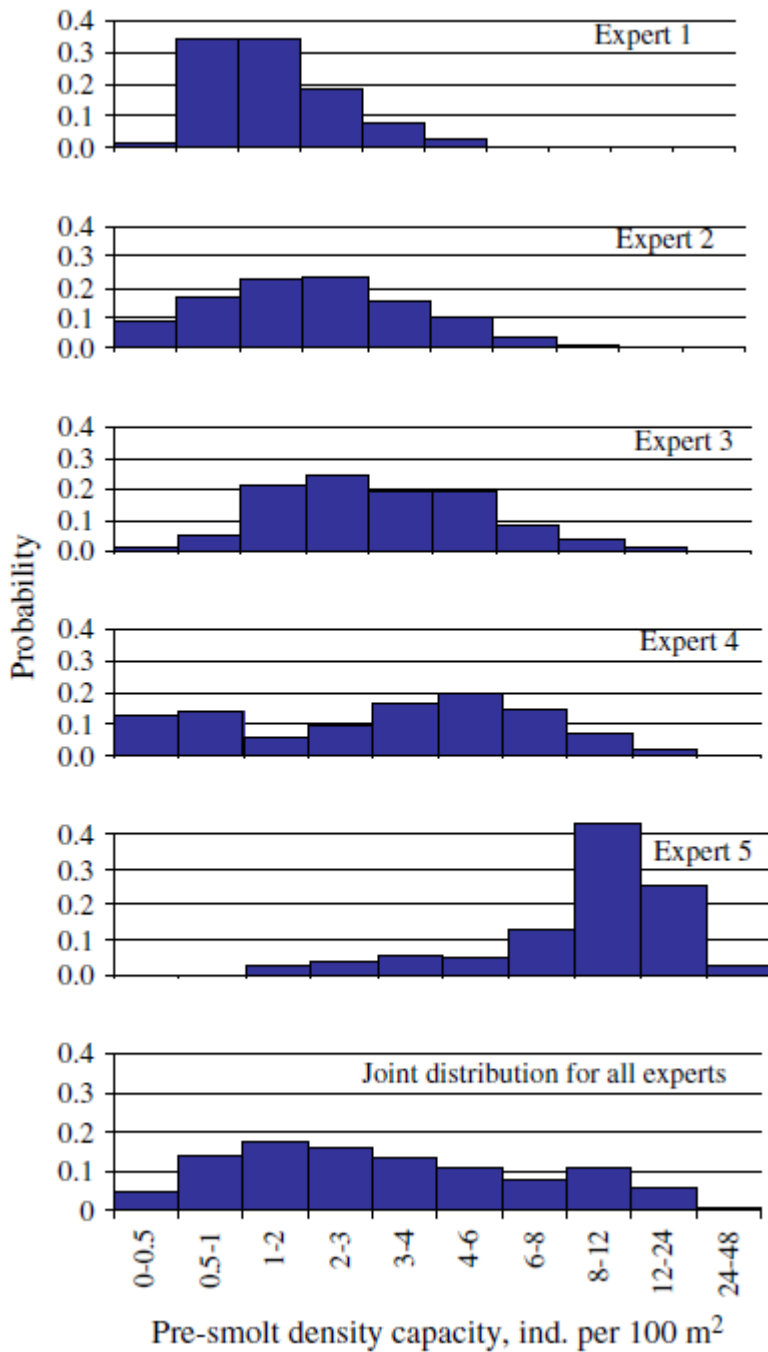


Kuva 1. Kaavakuva ICESin lohi- ja meritaimenkantojen arviointiin käytettävistä osamalleista, jotka kokonaisuutena muodostavat Itämeren lohikantamallin (Marttila ym. 2014). Alemmassa kaaviossa (yläkuvassa malli A *Bayesian network model*) suorakaiteet ovat jokikohtaisia tyypittelyjä, jotka asiantuntijat arvioivat alkuun kullekin joelle. Näitä ovat mm. jokivaelluksen aikainen kuolleisuus ja poikastuotantoalueiden pinta-alat. Ellipsit ovat ehdollisia muuttujia ja

nuolet osoittavat kuinka näistä kaikista lopulta saadaan jokikohtaiset arviot poikastuotantokapasiteetista (Uusitalo ym. 2005).

Seuraavaksi käydään läpi ylemmässä kuvassa esitetyt osamallit ja elinkierto malli.

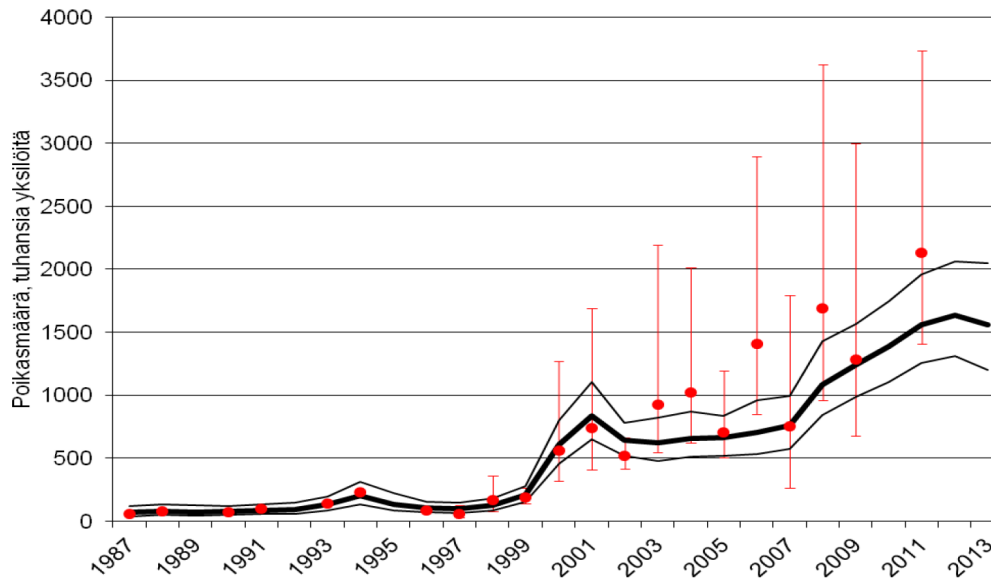
Bayesilainen verkkomalli (kuvan 1 osamalli A) tuottaa asiantuntijatietoon pohjautuvan priorikäsityksen Pohjanlahden jokien poikastuotantoalueista ja tuotantokapasiteetista (Uusitalo ym. 2005). Viisi Pohjanlahden piirissä pitkään toiminutta Suomen ja Ruotsin lohitutkijaa antoivat kukin oman käsityksensä täyttämällä etukäteen laaditut taulukot, joissa kysyttiin jokikohtaisesti arviot poikasalueiden laajuudesta ja laadusta, lohenkudun onnistumismahdollisuuksista, smolttien iästä ja jokivaelluksen kuolleisuudesta sekä suurimmista mahdollisista poikastiheyksistä ja niistä tuloksena saatavista suurimmista mahdollisista smolttimääristä (PSPC) eri laatuluokissa. Kuvassa 2 on esitetty kyselyn tuloksia jokipoikastiheyksien jakaumista. Vastaavalta pohjalta voitiin loogisesti tuottaa asiantuntijoiden tiedot yhdistäviä todennäköisyysjakaumia. Tuloksia käytetään sekä hierarkkisessa lineaariregressiomallissa että itse elinkierto mallissa prioritietona.



Kuva 2. Viiden asiantuntijan etukäteisarvio (a priori) jakaumat lohien jokipoikasten tiheydestä kaikissa pohjoisen joissa ja asiantuntijoiden tiedot yhdistävä todennäköisyysjakauma (alinna). Yhdistettyä jakaumaa käytetään Itämeren lohimallissa etukäteisjakaumaoletuksena (a priori). Huomaa x-akselin asymmetrinen skaalaus.

Smolttien merkintä-takaisinpyyntimalli (kuvan 1 osamalli B) on bayesilainen versio eläinmäärien arvioinnissa käytetyistä perinteisistä merkintä-takaisinpyyntianalyyseista (Mäntyniemi ja Romakkaniemi 2002). Malliin on lisätty ominaisuuksia, jotka huomioivat poikasvaelluksen ja sen koepyyntin. Tällaisia piirteitä ovat poikasten parveutumisen vaikutukset päivittäisiin saaliisiin ja merkittyjen kalojen takaisinsaantitodennäköisyyteen sekä ympäristöolosuhteiden (mm. joen tulvatilanteen) vaikutukset koepyyntin tuloksellisuuteen. Nämä asiat ovat vaikeita mallittaa ja niihin oletettavasti liittyy paljon epävarmuuksia. Mallilla analysoidaan ne Pohjanlahden joet missä vaelluspoikasten merkintä-takaisinpyyntiä toteutetaan (Vindeljoki ja Sävarnjoki Ruotsin puolella, Simojoki ja Tornionjoki Suomen puolella). Mallin tulokset ovat prioritietoa hierarkisessa lineaariregressiomallissa.

Hierarkinen lineaariregressiomalli (kuvan 1 osamalli C) ('jokimalli') yhdistää sähkökalastuksilla havaitut poikastiheydet, poikastuotantoalueiden laajuusarviot ja smolttien merkintä-takaisinpyyntimallilla saadut vaelluspoikasten määräärviot Bayes-laskennalla. Malli arvioi, millaisia lineaarisia yhteyksiä on havaituilla poikastiheyksillä ja vaelluspoikasmäärillä niissä kolmessa Perämeren joessa (Simojoki, Tornionjoki, Sävarån), missä vaelluspoikasten koepyyntiä tehdään. Malli myös skaalaa tiedot ko. jokien poikasalueiden laajuuteen. Näin saatua yhteyttä sovelletaan niihin jokiin, mistä on olemassa vain poikastiheystiedot sekä poikastuotantoalueiden määräärviot. Tuloksena saadaan tarkentuneet vuosittaiset arviot kunkin joen vaelluspoikasmääristä - myös vuosille, jolloin vaelluspoikasten rysäpyynti ei ole onnistunut. Edelleen tuloksina saadaan vaelluspoikasmäärien arviot myös niille joille, mistä kerätään havaintoja vain poikastiheystiedot, ja joista on yhteneväisillä menetelmillä arviot poikasalueiden laajuudesta. Tuloksena saadaan vuosittaiset arviot kunkin joen vaelluspoikasmääristä.



Kuva 3. Tornionjoen smolttien rysäpyynnin merkintä-takaisinpyyntikokeiden avulla (punainen) sekä jokimallin avulla (musta) saatuja tuloksia mediaaneina. Mallinnuksen tuottamat mediaanien 95 %:n todennäköisyysvälit ohuilla viivoilla. Nämä eivät edusta todellista mallitulosten epävarmuutta, jota on vaikea kuvata vastaavalla tavalla (Marttila ym. 2014).

Hierarkkinen emokanta-rekryytti -malli (kuvan 1 osamalli D) tekee synteetin Atlantin lohen levinneisyysalueella kerätyistä lohen kutukannan ja siitä syntyneiden vaelluspoikasmäärien seuranta-aineistoista (Michielsens ja McAllister 2004). Pitkiä aikasarjoja on kerätty yhdeksässä joessa, joista suurin osa sijaitsee Kanadassa, mutta mukana on myös jokia Brittein saarilta, Ranskasta ja Islannista. Meta-analyysillä kyseisistä aineistoista on laskettu, miten mästi selviytyy vaelluspoikaseksi ja kuinka paljon siinä esiintyy vaihtelua silloin, kun kutukalojen määrä on vähäinen (emokannan ja jälkeläisten määrän suhdetta kuvaavan käyrän ns. steepness eli jyrkkyys lähellä origoa; $\text{steepness} = 0,2 * R_{\text{max}}$). Meta-analyysillä arvioidaan myös millainen emokanta-rekryytti -suhdetta kuvaavan käyrän muoto tulisi kokonaisuutena olla. Tuloksia käytetään prioritietona elinkiertomallissa. Bayesilaisen tarkastelun mukaan Beverton-Holtin yhtälö (kuva 4) on käytetyllä aineistolla todennäköisempi emokanta-rekryytti -suhteen kuvaajana kuin ns. Rickerin malli (kuva 5).

Hierarkkinen malli M74-kuolleisuudesta (kuvan 1 osamalli E) käyttää hyväkseen kerättyjä aikasarjoja Itämeren jokien M74-kuolleisuuden vaihtelusta ja tuottaa estimaatit siitä millainen M74-kuolleisuus on kunakin vuonna ollut lohikannoissa (Michielsens 2006). Pääosa Itämeren

luonnonlohikannoista ei kuulu M74-seurannan piiriin. Kuitenkin M74- kuolleisuus tulee ottaa huomioon kun elinkierto-malli arvioi aikasarja-aineistojen ja prioritetien pohjalta emokanta-rekryytti -suhteen kullekin Itämeren lohikannalle. Osamallin tuloksia käytetään prioritetona elinkierto-mallissa.

Elinkierto-malli, jonka osana oli Carlin-merkintöjen tuloksia hyödyntävä merkintä-takaisinpyyntimalli (**kuvan 1 osamalli F**), sisältää luonnonlohen populaatiodynamiikan rakenteen lohen perusbiologian pohjalta (Michielsens ym. 2008). Merkkipalautusten vähäisyys on kasvattanut tässä kohtaa entisestään epävarmuutta. Nykyisin on alkanut kertyä uutta tietoa rasvaeväleikkauksista, joka voi muuttaa tilanetta. Malliin on tehty lisäksi joukko rakennetta yksinkertaistavia oletuksia kuten esim., että kaikkien vaelluspoikasten iäksi oletetaan Pohjanlahden joissa 3 vuotta ja pääaltaaseen laskevissa joissa 2 vuotta ja että kaikkien kutulohien oletetaan kuolevan heti kudun jälkeen. Tosiasiassa vaelluspoikaset voivat elää joissa pitempään ja kaikki kutulohet eivät kuole kudettuaan (Lehtonen ja Varjo 2017).

Kaikkien mallissa mukana olevien lohikantojen (Pohjanlahden sekä Etelä-Ruotsin luonnon- ja istutuskannat) oletetaan vaeltavan syönnökselle Itämeren pääaltaalle ja joutuvan siten samalla tavoin avomerikalastuksen kohteeksi (tosin istukkaiden ja luonnonkalojen välillä sallitaan ero kalastuskuolevuudessa).

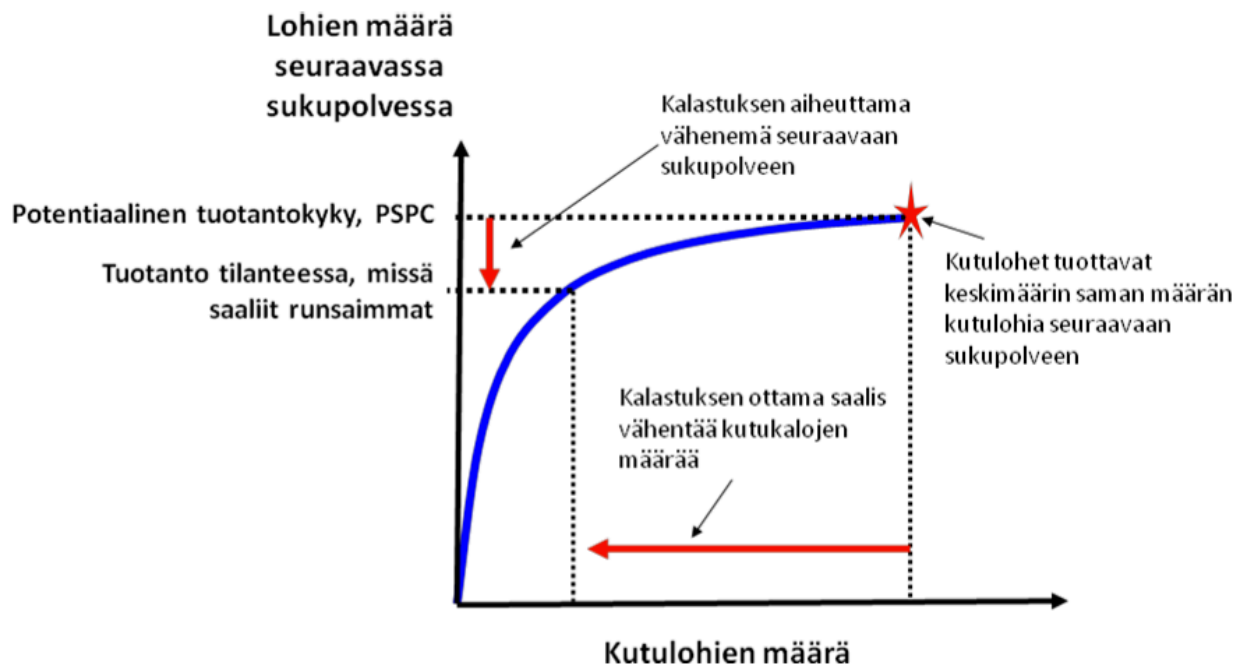
Sukukypsäksi tulon jälkeen pääaltaaseen laskevien jokien lohet oletetaan siirtyvän ko. jokiin ilman että niihin kohdistuu rannikkokalastusta. Sen sijaan Pohjanlahteen tulevat lohet joutuvat Pohjanlahden rannikkokalastuksen kohteeksi. Pohjanlahti on jaettu Selkämeren alueeseen sekä Perämeren läntiseen ja itäiseen alueeseen: kotijoen sijainnista riippuen lohia oletetaan kalastettavan eri tavoin näillä alueilla.

Mallin syöttötietoina annettavat pyyntiponnistus- ja saalistiedot on vastaavasti jaettu kalastuksittain ja rannikkokalastuksen osalta kolmeen osa-alueeseen, jotta kuhunkin lohikantaan voidaan kohdistaa ko. tiedot. Saalis- ja merkkipalautustietoja käytettäessä otetaan huomioon, että jonkin verran lohisaaliista ja merkittyjen lohien saaliiksi saamisesta jää raportoimatta.

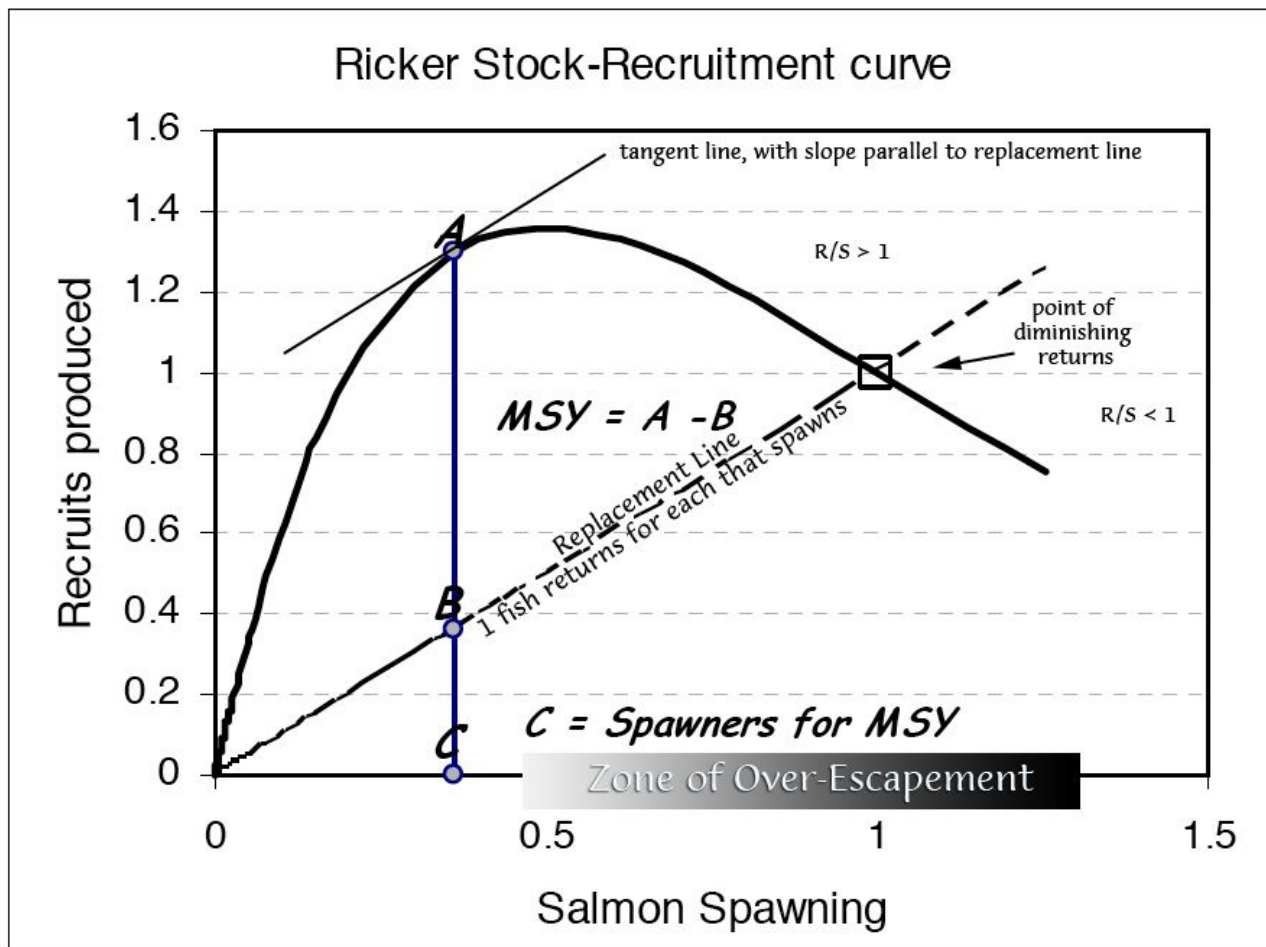
Elinkierto-malli päivittää hierarkisen emokanta-rekryytti -mallin tuottamia emokannan ja smolttien välisen suhteen yleisiä prioreita jokikohtaisiksi estimaateiksi. Tässä päivityksessä

mallin laskemat jokikohtaiset historialliset emolohi- ja smolttimäärät ovat keskeistä tietoa. Kuvassa 6 on esimerkkinä mallin arvioima kutukannan ja smolttituotannon välinen yhteys sekä poikastuotantokapasiteetti-arvio (PSPC) ja enimmäistuottoarvio (MSY) Tornionjoella (ICES 2013). Violetinväriset käyrät kuvaavat sitä epävarmuutta, joka liittyy tietyn kutukalamäärän (tässä mätimääränä ilmaistuna) tuottamaan smolttimäärään. Siellä missä käyriä on tiheimmin, on yhteys todennäköisintä. Mutta myös niillä alueilla, missä käyrät kulkevat harvassa voi olemassa olevan tiedon mukaan olla yhteyksiä. Se kuinka korkealle kutukalamäärä voi ylipäättään nousta, määräytyy merivaelluksen luonnollisen kuolevuuden pohjalta (eli kutukalamäärät tilanteessa, jossa kalastusta ei olisi). Kyseinen kutukalamäärä ja sitä vastaava y-akselin smolttimäärä määrittävät jokikohtaisen poikastuotantokapasiteetin (PSPC).

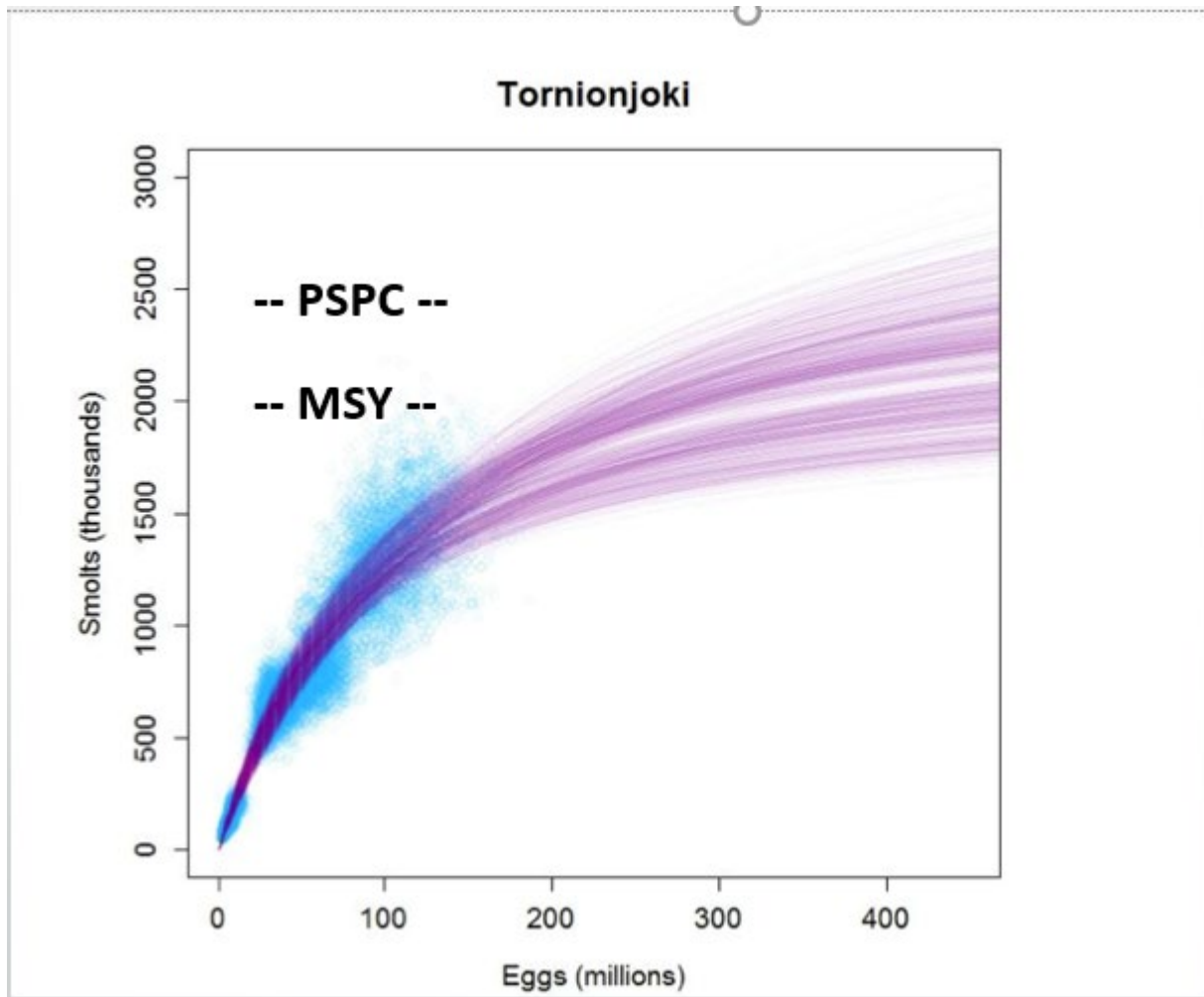
PSPC määritellään pitkän aikavälin keskimääräiseksi vaelluspoikastuotannoksi tilanteessa, jossa lohikantaa ei lainkaan kalasteta. Taustalla on sekä teoreettinen, että havaintoaineistoihin pohjautuva tutkimus, jonka tulkitaan tukevan ns. Beverton-Holt – tyyppisen lisääntymisdynamiikan esiintymistä Atlantin lohella. Tällaisessa lisääntymisdynamiikassa kutulohimäärien kasvaessa hyvin alhaisista määristä poikastuotanto kasvaa nopeasti ja yhtä kutenutta lohta kohti tulee seuraavassa sukupolvessa keskimäärin enemmän kuin yksi lohi kudulle. Kun kutulohimäärät runsastuvat edelleen, poikastuotannon kasvu alkaa hidastua ja lähestyä tiettyä jokikohtaista tasoa asympotoottisesti. Kannan kasvu lopulta pysähtyy kun yksi kutenut lohi tuottaa keskimäärin enää vain yhden kudulle selviytyvän jälkeläisen (tasapainotila). Käytännössä tasapainotilaa ei koskaan täsmällisesti ottaen saavuteta, koska luonnonolosuhteiden vaihtelun vuoksi lohen luontainen eloonjäänti vaihtelee ja PSPC määritelläänkin pitkän aikavälin keskiarvon mukaan. Kuvauksesta voidaan myös nähdä, ettei PSPC:a saavuteta, jos kantaan kohdistuu kalastusta, koska kalastus toimii lisäkuolleisuutena, joka estää kantaa saavuttamasta tasapainotilaa yhtä runsaana kuin ilman kalastusta. Käytännössä toteutuva poikastuotanto voi kohtuullisen kalastuksen tilanteessa kuitenkin kohota hyvin lähelle PSPC:n mukaista tasoa ja jopa satunnaisesti ylittääkin sen kun luonnonolosuhteet ovat suotuisat.



Kuva 4. Kaaviokuva Beverton-Holt yhtälön mukaisesta kutukanta-rekryyttisuhteesta ja siihen liittyvistä käsitteistä. Sininen käyrä kuvaa lisääntyvien lohien määrän ja siitä seuraavan lisääntymistuloksen välistä yhteyttä. MSY = tuotanto tilanteessa, missä saaliit ovat runsaimmat. (Lähteenä Marttila ym. 2014).



Kuva 5. Kaaviokuva Ricker yhtälön mukaisesta kutukanta-rekryyttisuhteesta ja siihen liittyvistä käsitteistä. Tämän yhtälön muoto on olennaisesti erilainen kuin kuvassa 6 esitetty. (Ricker 1975).



Kuva 6. Esimerkki lohimallin arvioimasta kutukannan ja smolttituotannon välisestä yhteydestä Tornionjoella (Marttila ym. 2014). Siniset täplät ovat lohimallin jälkikäteis- eli a posteriorijakaumasta saatuja smoltti- ja mätimunamääriä. Smolttimäärää vastaa 4 vuotta aiempi kutu-kannan kokoarvio mätimääränä, sillä pääosa vaelluspoikasista on 4 vuoden takaisesta kudusta peräisin. Violetit käyrät vastaavat mahdollisia emokannan ja vaelluspoikasmäärän yhteyden muotoja. Poikastuotantokapasiteetti, $PSPC = 2\,409\,500$ kpl ja siitä laskettu teoreettinen enimmäistuotto, $MSY = 1\,807\,125$ kpl. MSY on tässä $0,75 \times PSPC$ ja kuten kuvasta ilmenee $PSPC$ edustaa viuhkan maksimiarvoja, $PSPC = R_{max}$. Viuhkan keskikohta asettuisi tasolle $PSPC$, jos x-akselia jatkettaisiin. Vaikka kutukanta-rekryyttisuhteessa on mallitulosten perusteella huomattavaa vaihtelua, RKTL:n raportissa (Marttila ym. 2014) sitä ei oteta lainkaan huomioon $PSPC$ arvoa esittäessä. ICES (2013) raportissa tämän $PSPC$ estimaatin 95 %:n luottamusvälin on kerrottu olevan $1\,898\,000 - 3\,248\,000$ kpl. MSY lle luottamusväli on sitten $1\,423\,500 - 2\,436\,000$ kpl.

Lisääntymisjoen poikastuotantoalueiden laajuus vaikuttaa keskeisesti siihen, millaisen absoluuttisen koon kukin lohikanta voi saavuttaa. Lisääntymisympäristön laatu puolestaan vaikuttaa erityisesti siihen, kuinka nopeasti kanta voi kasvaa vähäisillä kutulohimäärillä;

esimerkiksi jos huono vedenlaatu aiheuttaa lisääntyntä (kutukannan runsaudesta riippumaton) kuolleisuutta mädille ja/tai poikasille, yhtä kutulohta kohden syntyy seuraavaan sukupolveen jatkuvasti vähemmän lohia kuin tilanteessa missä vedenlaatu on hyvä.

Lisääntymisdynamiikan analysoinnin mahdollistavassa elinkierto-mallissa on hieman yksinkertaistettu lohen elinkiertoa ja lohikantojen välisiä eroja, jottei mallista tulisi liian monimutkainen. Kaikkien mallissa mukana olevien lohikantojen (Pohjanlahden sekä Etelä-Ruotsin luonnon- ja istutuskannat) oletetaan vaeltavan syönnökselle Itämeren pääaltaalle ja joutuvan siten samalla tavoin avomerikalastuksen kohteeksi (tosin istukkaiden ja luonnonkalojen välillä sallitaan ero kalastuskuolevuudessa, mikä voi johtua esimerkiksi jonkinasteisista eroista vaellusalueissa). Saalis- ja merkkipalautustietoja käytettäessä otetaan huomioon, että osa lohisaaliista ja merkittyjen lohien saaliiksi saamisesta jää raportoimatta. Sukukypsäksi tulon jälkeen Pohjanlahteen tulevat lohet joutuvat Pohjanlahden rannikkokalastuksen kohteeksi. Pohjanlahti on jaettu Selkämeren alueeseen sekä Perämeren läntiseen ja itäiseen alueeseen: kotijoen sijainnista riippuen lohia oletetaan kalastettavan eri tavoin näillä alueilla. Mallin syöttötietoina annettavat pyyntiponnistus- ja saalistiedot on vastaavasti jaettu kalastuksittain, jotta kuhunkin lohikantaan voidaan kohdistaa ko. tiedot.

Kalastus on kestävä, jos se ei aiheuta pysyviä negatiivisia muutoksia kalakannoissa. Kestävä kalastus ei heikennä kalakantojen lisääntymistä eikä aiheuta muita pitkäaikaisia muutoksia. Kestävän kalastuksen biologiseksi ohjenuoraksi on Johannesburgin kestävän kehityksen huippukokouksessa vuonna 2002 hyväksytty kestävä enimmäistuotto.

Kestävän enimmäistuoton (Maximum Sustainable Yield, MSY) mukainen kalastuksen määrä sekä sitä vastaava saalis ja kannan koko voidaan kullekin lohikannalle johtaa emokanta-rekryyttisuhteesta. Kestävän enimmäistuoton mukainen kannan koko on se kohta emokanta-rekryyttisuhteessa, missä kannasta voidaan kalastaa sukupolvesta toiseen suurimmat saaliit ilman että kanta kasvaa tai pienenee. Itämeren lohikannoilla MSY-kohta vaihtelee kantakohtaisesti välillä 60-80 % potentiaalisesta poikastuotantokapasiteetista (PSPC) ja Tornionjoen kaltaisilla hyvätuottoisilla kannoilla kohta on tämän vaihteluvälin yläpäässä. Euroopan Komissio on ehdottanut Itämeren lohen hoitosuunnitelman keskeiseksi tavoitteeksi saavuttaa jokaisessa lohikannassa vähintään 75 %:n vaelluspoikastuotanto suhteessa kannan

PSPC:iin, jotta kalastus olisi kestävä. Itämeren parhaimmin elpyneet lohikannat ovat nykyisin suunnilleen kestävästä enimmäistuotosta mukaisessa tilassa.

YHTEENVETO:

Lohikantojen arviointimalli perustuu bayesilaiseen tilastotieteeseen, johon kuuluu *ns. priori- eli etukäteistiedon* käyttö ja arvioitavien parametrien estimaattien esittäminen todennäköisyysjakaumina. Kun prioritieto yhdistetään analyysissä käytettyihin havaintoaineistoihin tilastollisen mallin avulla, tuloksena saadaan *ns. posteriori- eli jälkikäteistieto*. Ongelmana tämän tyyppisissä malleissa on usein se, että prioritiedon valinta saattaa vaikuttaa bayesiläisen tilastollisen päättelyn tuloksiin. Tämä korostuu laskelmissa, joiden tukena on vähän havaintoaineistoja. Ajan mittaan mallin pitäisi tarkentua ja mahdollisesti virheellisen prioritiedon merkitys pienentyä. Tulosten esittelyssä on usein myös teknisiä hankaluuksia, koska todennäköisyysjakaumia ei aina voi esittää ja jakaumia kuvaavat yksittäiset tunnusluvut eivät yleensä voi korvata koko jakaumien esittämistä. Tulosten esittämisessä useimmiten eri parametrien välisiä vertailuja ja laskutoimituksia ei voi tehdä suoraan tunnuslukujen pohjalta. Näin ollen epävarmuuden kvantifiointi on vaikeaa.

Lohimalli koostuu useasta eri osamallista ja tuottaa lopputuloksena jokikohtaisen arvion vaelluspoikasten määrästä. Tärkeä lopputulos on poikastuotantokapasiteetti (PSPC), joka määritellään pitkän aikavälin keskimääräiseksi vaelluspoikastuotannoksi tilanteessa, jossa lohikantaa ei lainkaan kalasteta. Tästä arvosta johdetaan jokikohtainen teoreettinen enimmäistuotto (MSY), jota käytetään myöhemmin vahinkoarvion perustana. Näiden lopputuotteiden mallittamiseen sisältyy paljon epävarmuuksia, joita on vaikea analysoida.

8. LOHIMALLIIN LIITTYVIÄ EPÄVARMUUKSIA JA ONGELMIA

8.1 AINEISTOT

Lohen merivaiheen kuolevuutta on mallinnettu merkkipalautusaineistojen avulla vuoteen 2010. Tilastojen mukaan palautusprosentti oli Pohjanlahdella hyvin alhainen (n. 1 %) jo vuonna 2001 ja vuodesta 2005 se on ollut lähellä nollaa. Merkkipalautuksia on saatu myös tämän jälkeen, mutta niin vähän, ettei näitä tuloksia ole voinut enää käyttää. Merkinnot painottuivat vain tietyille alueille (etenkin Perämereltä vaeltaviin poikasiin) ja lisäksi viimeisten vuosien osalta vain suomalaisiin merkintätuloksiin. Ruotsin merkintäaineistot ovat niiden omistusoikeuteen liittyneiden kiistojen takia olleet vain osittain saatavissa.

Eväleikkaus mahdollistaisi erottaa viljeltyt ja villit lohet saaliissa. Tällaista informaatiota on käytetty esim. arvioitaessa villien ja viljeltyjen lohien suhteita erilaisissa kalastusmuodoissa, jotka kohdistuvat sekakantoihin. Mutta sitä ei ole hyödynnetty WGBAST arviointimallissa koska vain osa Itämeren lohien smolteista on ollut rasvaeväleikattuja. Esimerkiksi Suomessa noin 25 % viljellyistä lohista on aikaisemmin näin merkitty. Vuodesta 2016 alkaen kaikki viljelty lohet Suomessa on eväleikattu, mutta näitä aineistoja ei toistaiseksi ole käytetty.

Lapin ELY-keskuksen valvojat tekivät lohienkalastuskaudella 2019 valvonnan yhteydessä selvityksen Perämeren alueen kalastetuista kiintiölohista (Matinlassi, T. 2019). Tulos on otanta, joka perustuu laskettuihin saaliisiin. Sen mukaan Perämerellä saaliiksi saatiin 4630 kpl rasvaevällisiä lohia (luonnonkala) ja 6970 kpl rasvaevättömiä (istutettu) lohia. Eli luonnonkalojen ja istutettujen suhde saaliissa on 40:60.

ICES (2019) raportin mukaan vuonna 2018 luonnonlohen smolttituotanto Itämereen laskevissa joissa olisi ollut yhteensä 3,1 miljoonaa smolttia. Samanaikaisesti Itämereen istutettiin 4,4, miljoonaa kasvatettua smolttia. Luonnonsmolttien ja istutettujen suhde on siis 41:59 eli käytännössä sama kuin niiden suhde saadussa saaliissa. Tämän tiedon perusteella luonnonkalat ja istutetut selviäisivät Itämeressä yhtä hyvin saaliiksi tuloon asti.

Luonnonlohien osalta merkintätuloksia on olemassa ainoastaan Tornion- ja Simojoen kannoista. Näin ollen luonnon- ja istukaslohien väliset yhtäläisyydet ja erot pohjautuvat näihin kahteen, samalta alueelta peräisin olevaan lohikantaan. On hyvinkin mahdollista, että eteläisempien alueiden luonnon- ja istukaslohien suhteet poikkeavat Tornion- ja Simojoen lohilla havaituista suhteista. (Salminen 2013).

Kalateissä ja kaikuluotaimilla kerättyjä nousukala-aineistoja on hyödynnetty mallissa toistaiseksi vain vähän. Yleisesti ottaen varsinaista havaintoaineistoa on niukalti käytössä. Esimerkiksi arviot jokipoikasten määristä perustuvat erilaisten mallinnusten tuloksiin.

8.2 MALLIN KÄYTTÄMÄT LÄHTÖTIEDOT (PRIORITIEITO)

Hyvälaatuisen prioritiedon hankkiminen on haastavaa ja vie aikaa. Joidenkin malliparametrien osalta (mm. saaliin raportointi) prioritietoa olisi syytä antaa erikseen eri ajanjaksoille, mutta tähän ei toistaiseksi ole ollut mahdollisuuksia. Prioritiedon suhteellinen merkitys on suurinta siellä missä havainto-aineistot ovat vähäisimmillään. Kaikkein pienimpien ja heikomprien luonnonkantajokien havaintoaineistot ovat yleensä vähäisimpiä ja siten elinkiertomallin tulokset esimerkiksi emokanta-rekryyttisuhteen parametrien ja PSPC-arvioiden osalta ovat huomattavalta osin prioritietoon pohjautuvia. Merkipalautusaineistojen mallitukseen liittyen monet tulokset olivat herkkiä käytetylle prioritiedolle; näiden käytöstä onkin luovuttu. Kaiken kaikkiaan tässä on vaarana, että väärät tai epävarmat lähtöoletukset painavat liian paljon itse mallinnuksessa; priorin eli etukäteisjakauman valinta joka tapauksessa vaikuttaa bayesiläisen tilastollisen päättelyn tuloksiin.

8.3 MALLIN RAKENTEEN OLETUKSET JA YKSINKERTAISTUKSET

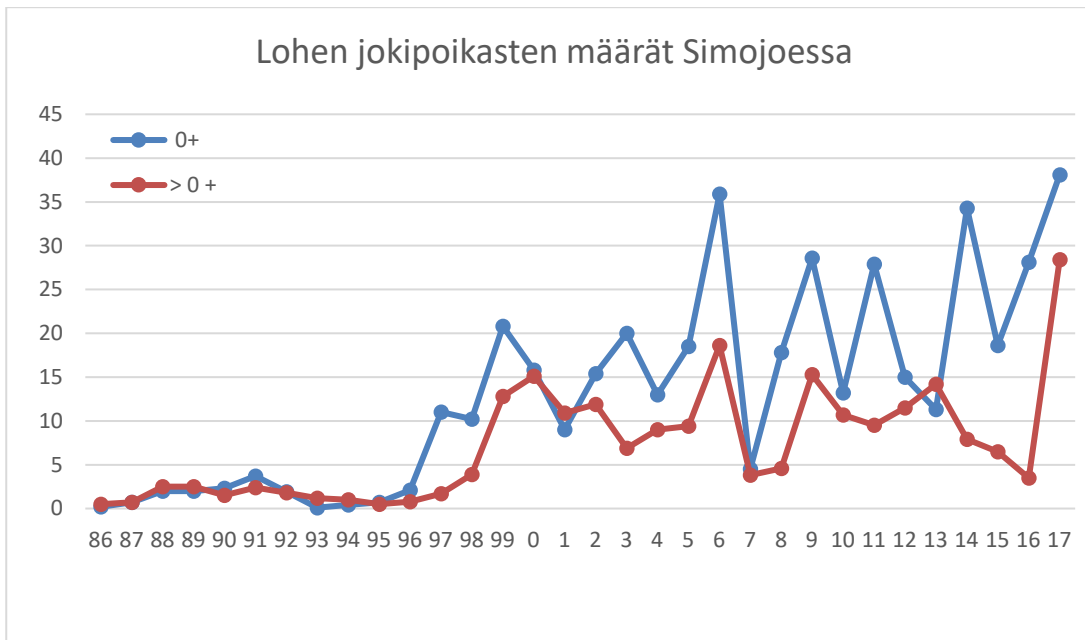
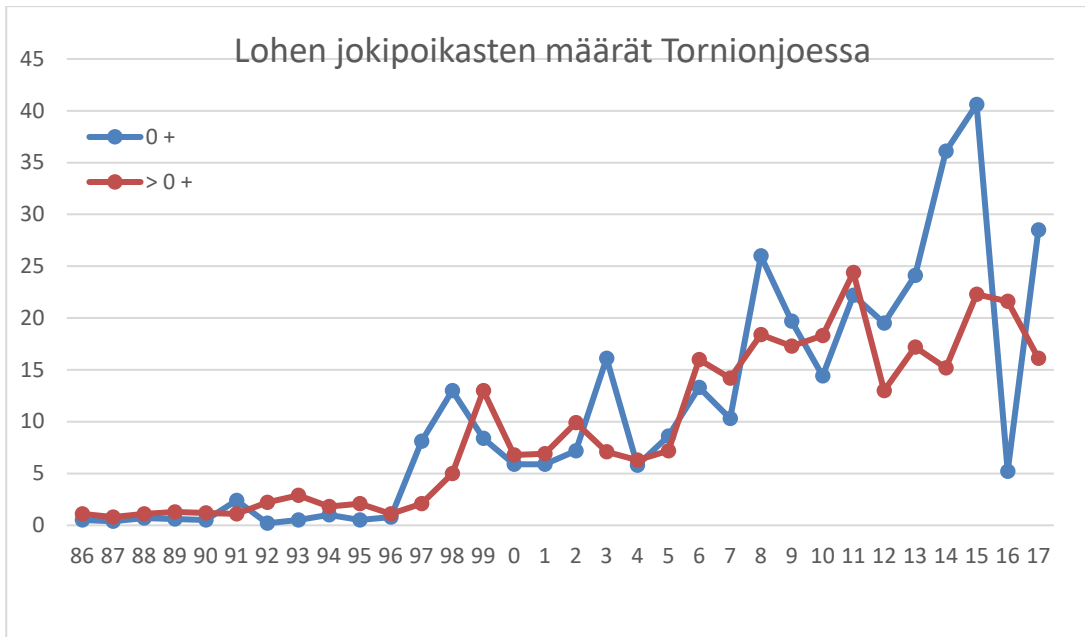
Lohen kanta-arviomallinnukseen valitut rakenteet voidaan ajatella eräänlaiseksi prioritiedoksi: kalastusbiologiseen taustatietoon pohjautuen on valittu täsmälliset mallirakenteet ja myös ne kohdat malleissa, mitkä on arvioitu voitavan yksinkertaistaa suhteessa todellisuuteen. Joissain tapauksissa tulokset ja niistä vedettävät johtopäätökset ovat herkkiä tehdyille mallitusvalinnoille. Esimerkiksi, nykymallissa oletetaan, että eri jokien emokanta-rekryyttisuhde säilyy ajassa muuttumattomana. Näin ei kuitenkaan välttämättä ole. Itämeren luonnonkannat olivat pitkään hyvin heikot ja monissa vesistöissä käytössä olleet lisääntymisalueet supistuivat. Kantojen vahvistuessa kutulohet saattavat olla suuremmassa määrin pakkautuneina näille vanhoille kutualueille, mistä seuraa ylimääräistä kilpailua kutupaikoista ja pienpoikasten elintilasta.

Merivaiheeseen liittyviä keskeisiä yksinkertaistuksia on useita. Eri alueiden välille ja samalla alueella eri jokien välillä tehtyt yksinkertaistavat oletukset heikentävät jokikohtaisia kanta-arvioita. Tulokset ovat eräänlaisia keskiarvoistuksia, jolloin yleiskuva kantojen kehityksestä on melko kohdallaan mutta joki(kanta)kohtaiset erot tulevat huonosti arvioitua.

Näitä kuvattuja ongelmia on tunnistettu olevan nimenomaan Tornionjoen lohen mallittamisessa. Sen kannanarviointilaskelmissa ja poikastuotantokapasiteetin (PSPC:n) määräytymisessä on ollut ICES (2015) raportin mukaan jotain outoa: *”Tornionjoen kutukanta-rekryyttimalliin tulee suhtautua varauksella, koska sen rakentamiseen on liittynyt tilastollisia ongelmia. Raportin mukaan mm. näistä syistä arvio potentiaalisesta poikastuotantokapasiteetista (PSPC) on epäilyttävä. Tornionjoen PSPC:n tasosta on ristiriitaista tietoa ja siksi posterior jakauman viuhkaan tulee paksu ja pitkä pyrstö.”* Näitä tilastollisia ongelmia on WGBAST työryhmässä sittemmin pyritty parantamaan. Lapin ELY-keskuksen hakemuksessa on kuitenkin käytetty vahinkoarvion perusteena ICES (2014) raportissa tehtyä PSPC estimaattia sellaisenaan.

9. POIKASTEN MÄÄRÄ JA SMOLTITUOTANTO TORNIONJOESSA JA SIMOJOESSA

Lohen jokipoikasten määrät ovat olleet nousussa koko 2000-luvun sekä Tornionjoessa että Simojoessa (kuva 7). Vuosituhannen vaihteessa Tornionjoen 0+ jokipoikasten tiheydet olivat tasolla 8 kpl/100 m², mutta Simojoella selvästi suuremmat 15 kpl/100 m². Vuodesta 2008 lähtien molemmissa joissa kesänvanhojen 0+ lohenpoikasten tiheydet ovat olleet yhtä suuria (taulukko 1). Mittausjakson korkeimmat tiheydet Tornionjoella havaittiin vuonna 2015: 40,6 kpl/100 m². Vastaavasti Simojoella korkeimmat tiheydet olivat vuonna 2017: 38,1 kpl/100 m².

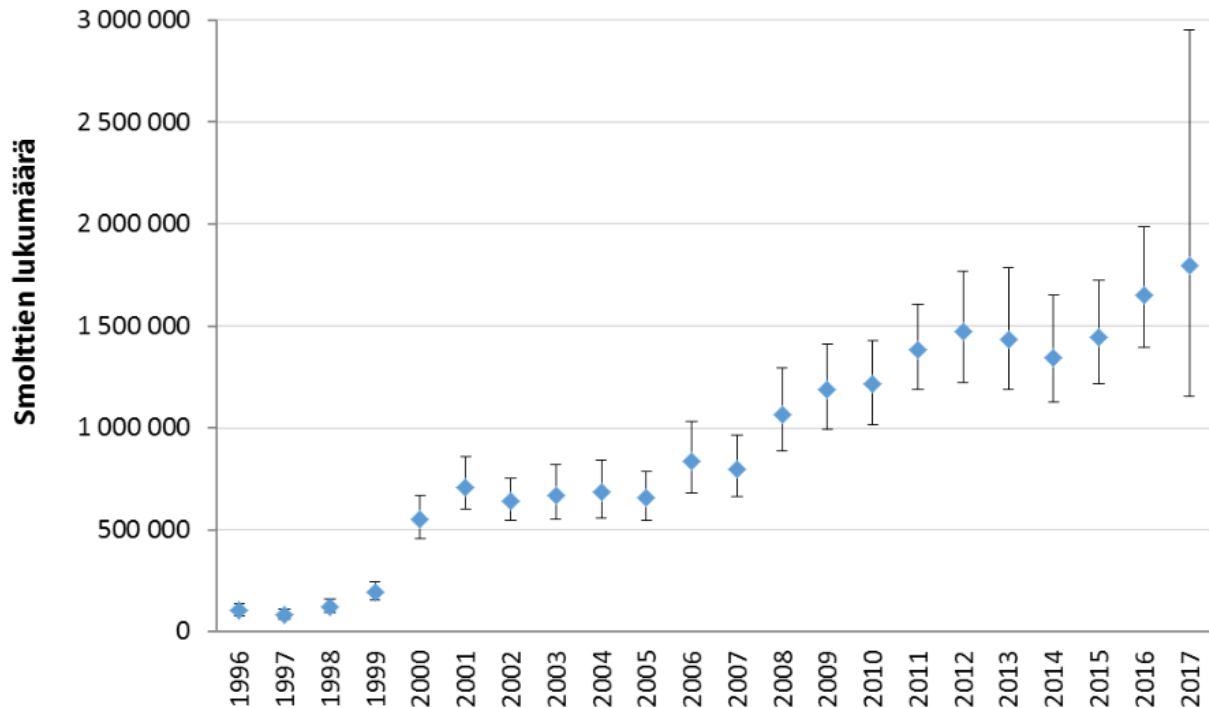


Kuva 7. Kesän vanhojen (0+), sitä vanhempien (> 0+) lohenpoikasten tiheyksiä (kpl/100 m²) Tornionjoessa ja Simojjoessa vuosina 1986-2017 (Vähä ym. 2013, ICES WGBAST 18).

Taulukko 1. Sähkökoekalastuksiin perustuvat arvioidut jokipoikasten (kesän vanhat 0+ ja 1+ ja 2+ sekä vanhemmat) määrät (kpl/100 m²) Tornionjoella (TJ) ja Simojoella (SJ) viisivuotisjaksoissa (ICES 2018).

vv.	TJ 0+	TJ 1+	TJ2+	SJ 0+	SJ 1+	SJ2+
98-02	8,1	5,4	3,9	15,2	8,4	2,5
03-07	10,8	6,2	4,0	18,4	7,1	2,4
08-12	20,4	11,2	7,1	20,5	8,3	2
13-17	26,9	9,8	5,9	26,1	10,1	2

Kuten monien muiden Pohjanlahden vesistöjen lohikantojen, myös Tornionjoen lohikannan kehitys on ollut selkeästi positiivinen 1990-luvulta lähtien. Tornionjoki lohentuotanto on nykyään selkeästi suurin verrattuna Itämeren muihin luonnonlohijokiin (Itämerimalli tuottamat arviot > 1 miljoonaa smolttia vuodessa). Tornionjoen smolttituotannon kehityksessä on ollut mallilaskelmien perusteella pitkään nouseva trendi (kuva 8).

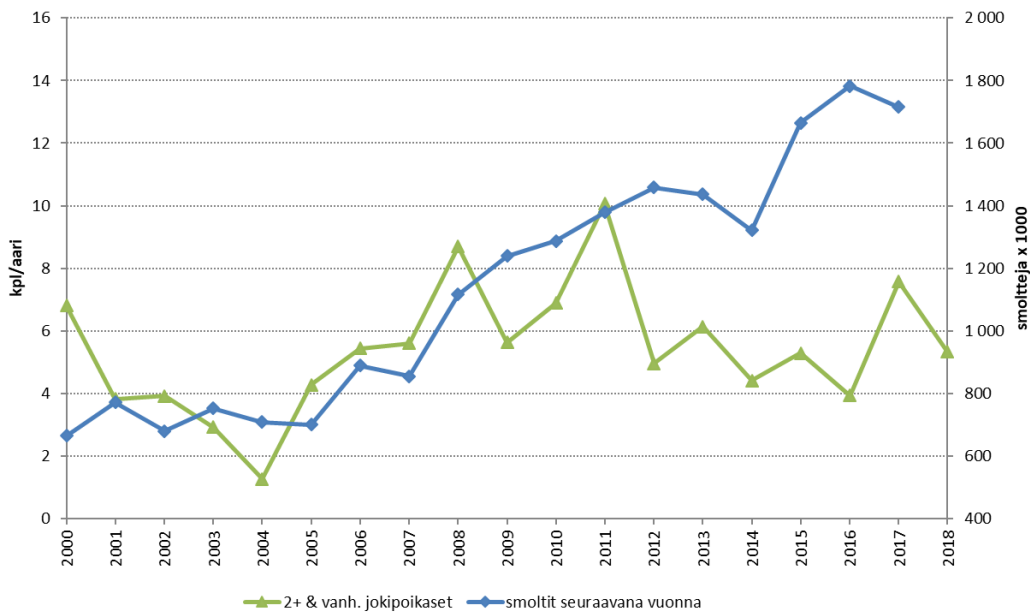


Kuva 8. Lohismolttien eli lohen vaelluspoikasten vuosittainen vaellus Tornionjoesta 1996–2017. Lohimallin tuottamat smoltituotantoarviot ja niiden laskennalliset 90 %:n todennäköisyysvälit (Palm 2018).

Vaikka lohipoikasmäärän kehitys Tornionjoessa pitkällä aikavälillä noudattaa kutevien lohimäärien positiivista kehitystä, ei ole aina nähtävissä selkeätä yhteyttä syksyn kutukalamäärän ja seuraavana kesänä kuoriutuvan poikasmäärän välillä. Esimerkki tästä on se, että kutukalan arvioitu määrä kasvoi rajusti vuodesta 2011 vuoteen 2012 (n. 170 %), mutta näistä kuduista syntyneiden jokipoikasten keskitiheys kasvoi ainoastaan maltillisesti (n. 24 % vuodesta 2012 vuoteen 2013). Vastaavasti ei voida selittää vuoden 2014 jokipoikasten ennätysmäärää millään vastaavalla kutevien kalojen ennätysmäärällä syksyllä 2013 (kutukalojen arvioitu määrä pikemminkin laski hieman verrattuna vuoteen 2012).

Selkeän yhteyden puuttuminen kutevien kalojen määrän ja seuraavan vuoden poikasten tiheyden välillä johtuvat todennäköisesti useasta tekijästä. Kun kutevien kalojen määrä nousee, myös tiheydestä riippuvan kuolleisuuden (esim. poikasten keskinäisen kilpailun) uskotaan yleisesti kasvavan. Tämä johtaa siihen, että kannan runsastuessa poikastuotanto ei kasva yhtä

paljon kuin kutukalojen määrä kasvaa. Jos tämä tilanne jatkuu pitkään, on saavutettu jokipoikasten osalta enimmäistuottotaso.

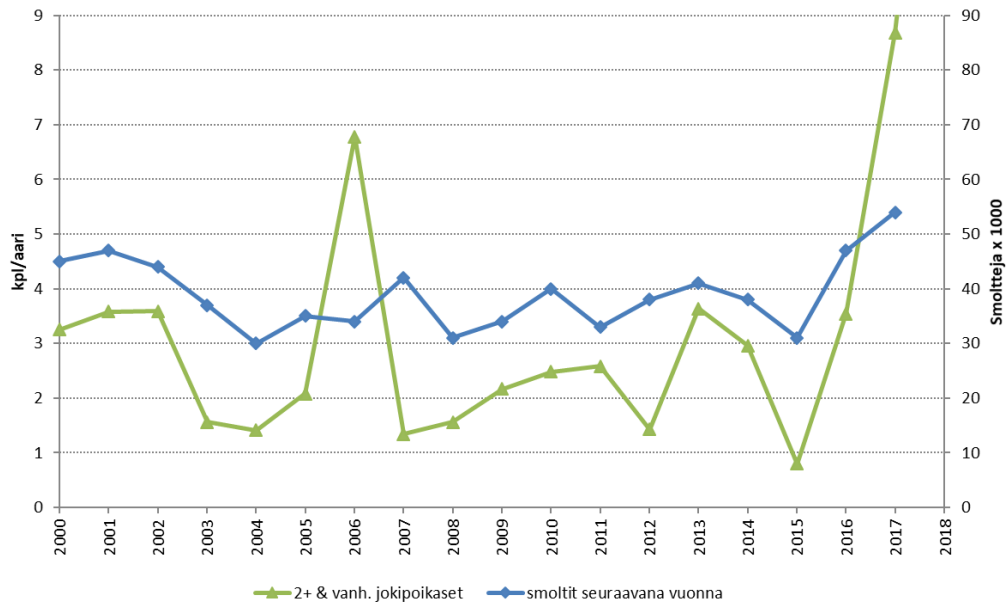


Kuva 9. Lohen vanhempien jokipoikasten (2+ ja vanhemmat) määrät (kpl/100m²) ja niitä seuraavat smolttien määrät (kpl) seuraavana vuonna Tornionjoessa vuosina 2000-2018 (ICES 2019).

Kuvassa 9 on verrattu Tornionjoen lohesta raportoituja tietoja vuosilta 2000-2018. Aikasarjassa tutkitaan, paljonko Tornionjoessa on ollut lohen vanhempia jokipoikasia (2+ ja vanhemmat) ja paljonko niistä on seurannut smolttituotantoa. Kuvassa on kunkin vuoden 2+ ja sitä vanhempien jokipoikasten tiheys ja seuraavan vuoden smolttituotanto (jota siis siirretty vuotta aikaisemmaksi). Loppukesällä tehtävästä sähkökalastuksesta voidaan tehdä arvio joukosta, mistä seuraavan vuoden smoltit muodostuvat. Arviot vastaavat hyvin toisiaan vuoteen 2008, jonka jälkeen tapahtuu merkittävä erkaantuminen. Muutamassa vuodessa smolttituotanto-arviot nousivat 2,5 kertaisiksi suhteessa aikaisempiin vastaaviin arvioihin.

Joku osa tästä noususta voi selittyä sillä, että havaintojen mukaan 2+ ja sitä vanhempien jokipoikasten määrä on noussut Tornionjoessa juuri vuoden 2008 jälkeen noin 1,5 kertaiseksi verrattuna edellisiin jaksoihin (taulukko 1). Smolttituotantoarvioissa näyttäisi siis näiden

lukujen valossa olevan ylimääräistä noin 500 000 smoltin verran. Toisin sanoen oikeampi toteutunut tuotantotaso Tornionjoessa olisi ollut viimeisen kymmenen vuoden aikana noin 900 000 -1 000 000 smolttia vuodessa eli 175 kpl/ha kuin raportoitu noin 1 400 000 smolttia eli 263 kpl/ha. Hakemuksessa esitetty uusi vahinkoarviohan perustuu MSY-tasoon 2 300 000 smolttia eli 345 kpl/ha. Tähän verraten toteutunut taso on ollut 2,3-2,5 kertaa pienempi.



Kuva 10. Lohen vanhempien jokipoikasten (2+ ja vanhemmat) määrät (kpl/100m²) ja niitä seuraavat smolttien määrät (kpl) seuraavana vuonna Simojossa vuosina 2000-2018 (ICES 2019).

Vastaavaa smolttituotannon suhteellista nousua ei ole nähtävissä Simojoen aineistossa (kuva 10). Sekä vanhempien jokipoikasten että niitä seuraavien smolttien määrät ovat pitemmällä aikavälillä paljon vakaampia. Taulukon 1 mukaan Simojoen 2+ ja vanhempien jokipoikasten tiheys onkin säilynyt suurin piirtein samalla tasolla (2-2,5 kpl/100 m²) koko 2000-luvun, vaikka nuorempien jokipoikasten määrät ovat kasvaneet. Tämä voi tarkoittaa sitä, että siellä poikastuotantokapasiteetti on jo saavutettu.

10. KUTUKANTA-REKRYYTTI -SUHDE JA SEN VAIHTELU

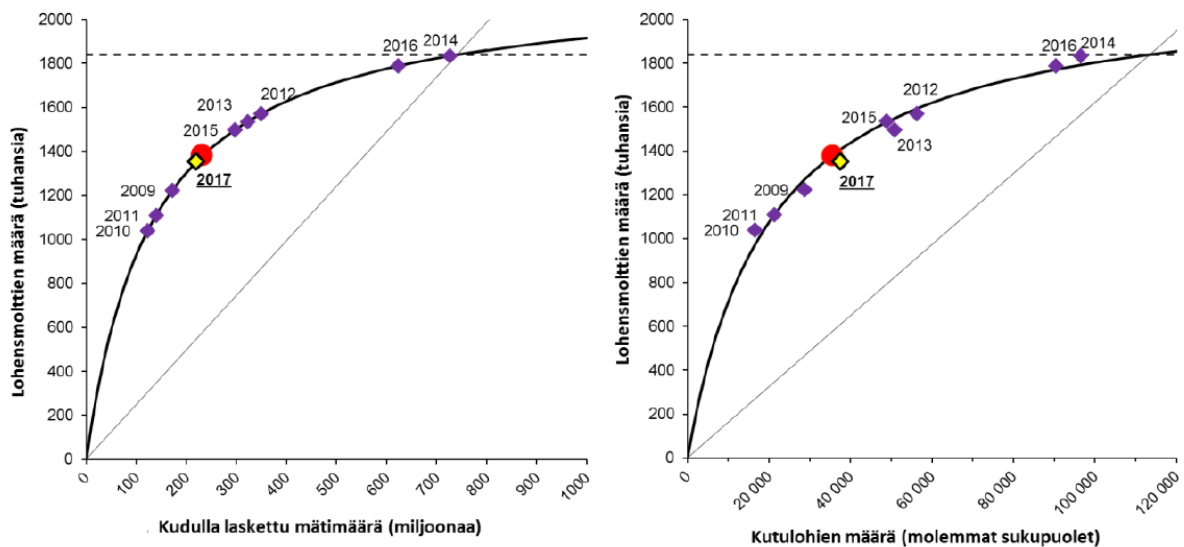
Lohimallin yksi keskeisimpiä yhtälöitä kuvaa sitä paljonko kutukanta pystyy tuottamaan seuraavaan sukupolveen jälkeläisiä eli tässä smoltteja. Bayesilaista menetelmää on kritisoitu siitä, että siinä usein valitaan subjektiivisesti priorin jakaumat ja todennäköisyysfunktiot (esim. Gelman 2008, Fraser 2011). Tämän vuoksi on ensiarvoisen tärkeää, että posteriorin todennäköisyysjakauman herkkyyks erilaisten alkuvalinnoille arvioidaan.

Itämeren lohimallin kutukanta-rekryytti yhtälöt perustuvat alun perin tutkimukseen, jossa aineistona oli yhdeksän aikasarjaa eri puolilta Atlantia (6 Kanadasta, 3 Euroopan puolelta). Tutkimuksessa testattiin kahden yhtälön (Beverton-Holt ja Ricker soveltuvuutta aineistojen kuvaamiseen (Michielsens ja McAllister 2004). Artikkelin mukaan tutkimusta tehdessä ei Itämeren lohikannasta ollut lainkaan sellaista informaatiota olemassa, että kutukanta-rekryyttisuhde olisi voitu laskea suoraan. Näin ollen myöskään mallitulosten varmentaminen ei onnistunut. Johtopäätöksissä kirjoittajat toteavat mm., että bayesilaisen tarkastelun mukaan Beverton-Holtin yhtälö on todennäköisempi käytetyllä aineistolla, mutta Rickerin malliakaan ei voida pois sulkea. Käytetyn yhtälön valinnasta voi näin ollen aiheutua malliin lisää epävarmuutta.

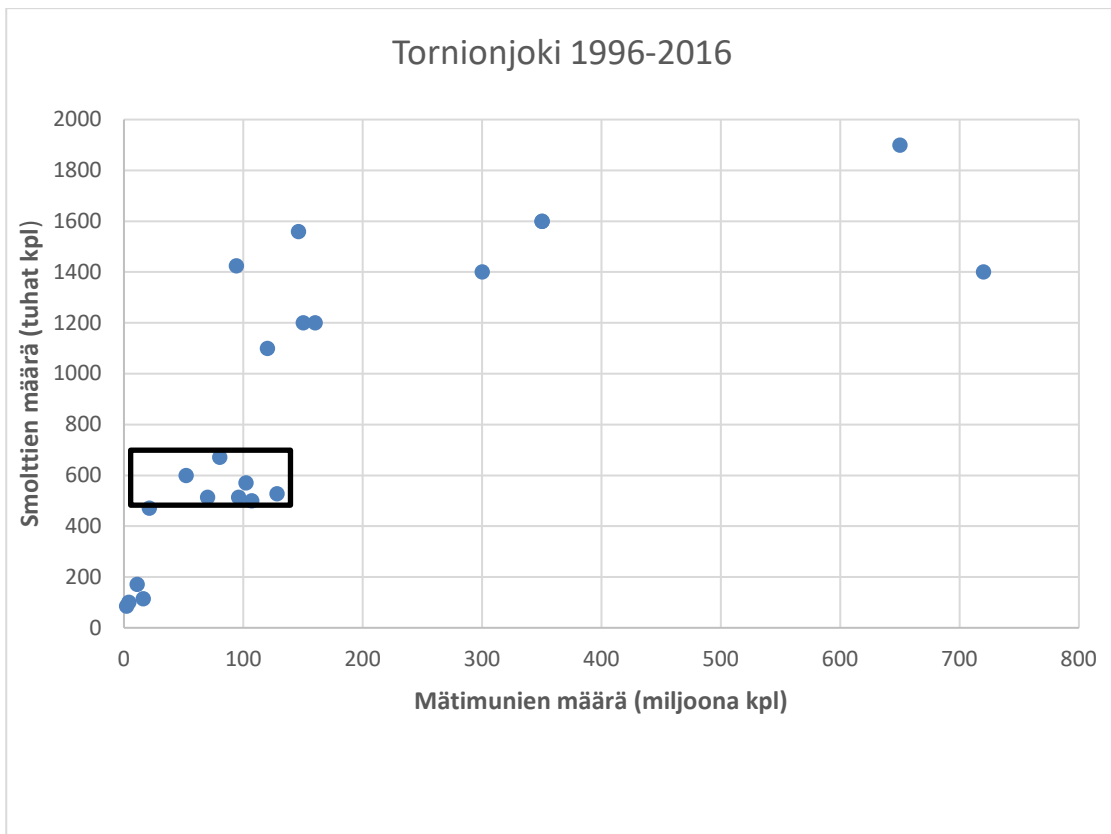
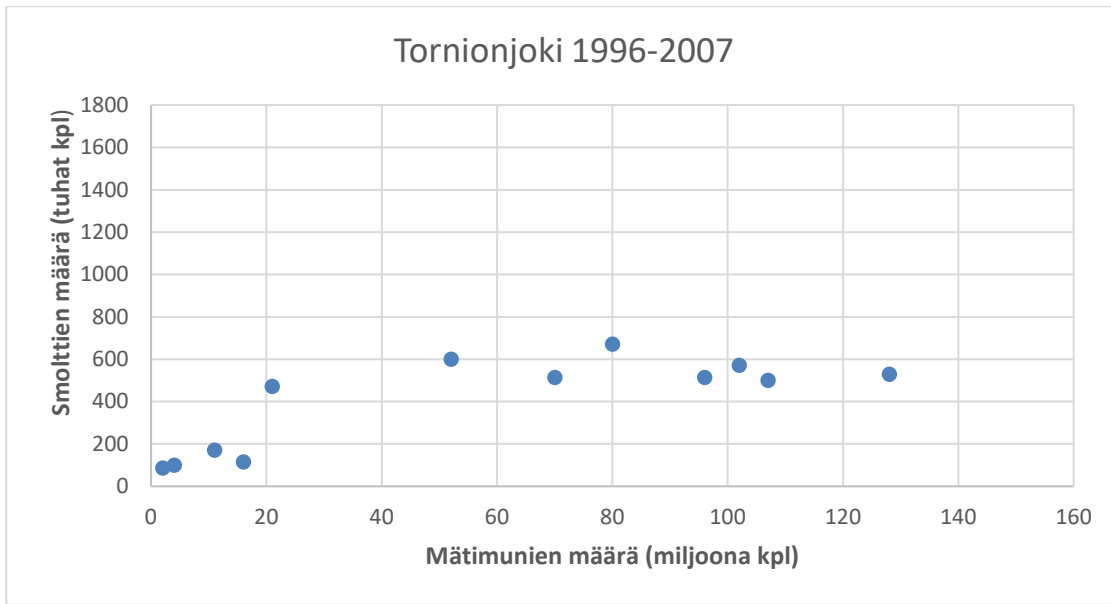
Itämeren lohimallissa on päädytty käyttämään Beverton-Holt -yhtälöä (kuva 4). Tämän yhtälön mukaan potentiaalinen poikastuotantokapasiteetti (PSPC) saavutetaan, kun annetaan kutukannan kasvaa hyvin suureksi. Rickerin mallissa PSPC saavutetaan vain pitämällä kutukanta käyrän huippua vastaavalla kohdalla (kuva 5). Tämä onnistuu vain kalastusta optimoimalla, mikä ei ole helppoa tai aina lainkaan mahdollista. Tämä seikka on voinut olla yhtenä perusteena siihen, että Itämerellä on päädytty käyttämään toista yhtälöä.

ICES:n arvioinnissa 2017 Tornionjoen lohikannan tilasta tiedot perustuivat vuoden 2016 smolttituotantoon, joka lähinnä kuvasti kutulohien vaellusta vuosina 2011–2013. Siinä ensimmäisen kerran Tornionjoki oli saavuttanut suurella todennäköisyydellä MSY-tavoitteen eli 75 %:iin maksimaalisesta smolttituotannosta (ICES 2017b). ICES:n analyysit mädin määrän ja smolttituotannon välisestä yhteydestä (ns. *stock-recruit* -yhteys) Tornionjoessa antaa osviittaa siitä, kuinka monta kalaa pitäisi kutea joessa, jotta MSY-tavoitteen mukainen

smolttituotanto saavutettaisiin. Tämän yhteyden mukaan 75 % tavoitteen saavuttamiseksi (eli n. 1,4 miljoonan smoltin tuottamiseksi, kuva 11) tarvitaan n. 232 miljoonaa mätimunaa, mikä empiiristen tutkimusten perusteella vastaa n. 22 000 naaraskalaa (naaraiden keskipaino noin 8 kiloa ja mätimäärä noin 1 350 kappaletta yhtä painokiloa kohden). Tämä taas vastaa yhteensä n. 35 500 kutukalaa molemmista sukupuolista, jos naaraita oletetaan olevan 62 % kutevasta kannasta. (Palm 2018)



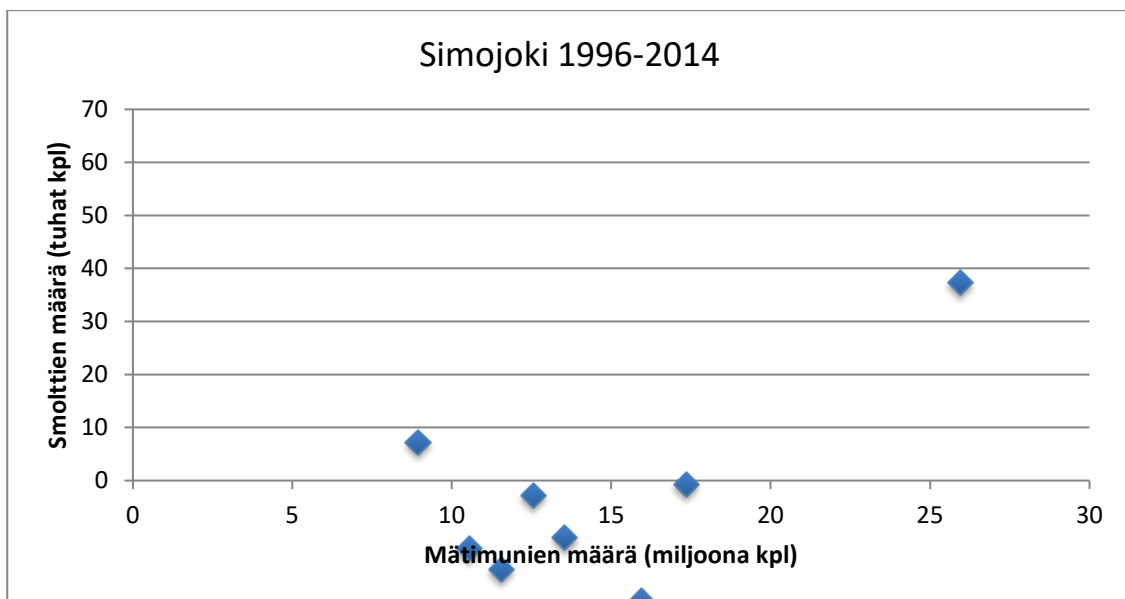
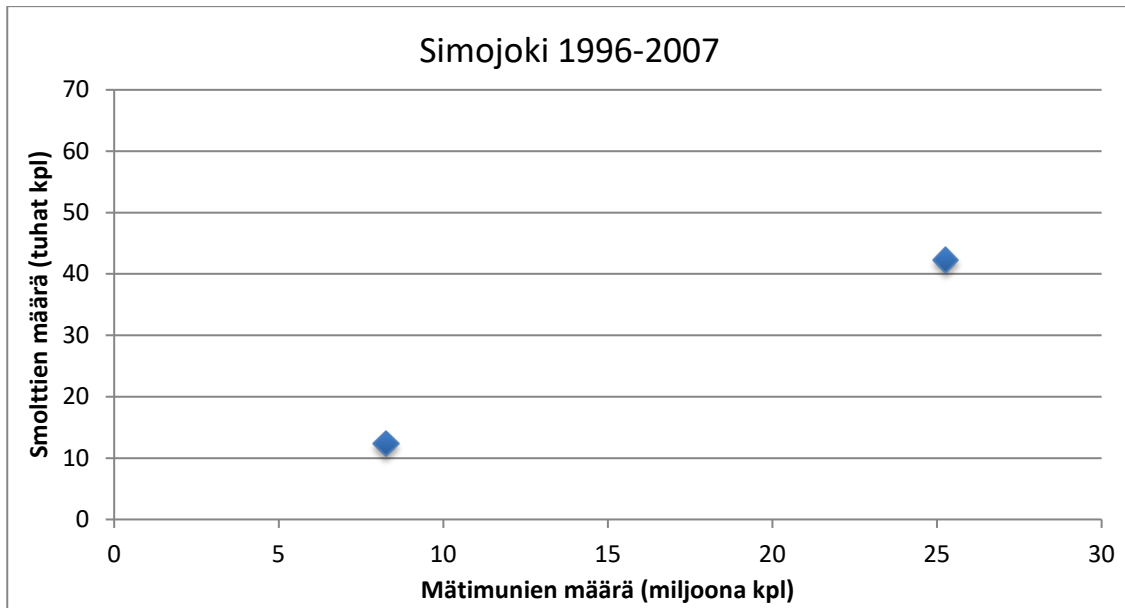
Kuva 11. Mätimäärän (vasemmalla) ja kutulohien yksilömäärän (oikealla) arvioitu yhteys smolttimääriin Tornionjoessa. Yhtenäinen viiva kuvaa mediaaniin pohjautuvaa ns. stock-recruit-yhteyttä, jota on arvioitu Tornionjoesta saatujen tietojen ja ICES:n lohikantamallin pohjalta (ICES 2017a, eri ikäisten kutukalojen sukupuoliosuuksilla päivitettyinä). Punainen piste osoittaa smolttituotannon MSY-tasolla eli 75 % arvioidusta maksimaalisesta tuotantokapasiteetista (jota on kuvattu katkonaisella vaakaviivalla). Tämä n. 1,4 miljoonaa smoltia syntyy noin 232 miljoonasta mätimunasta eli noin 35 500 kutukalasta. Pienemmät vinoneliöt osoittavat laskennallisia vuosittaisia smolttituotantotasojen kutuvuosien 2009–2017 tuloksina pohjautuen kutukalojen määräärvioihin sekä kerättyihin tietoihin kutulohien ikä- ja sukupuolijakaumista. (Palm ym. 2018). On huomattava, että kaikki pisteet ovat laskennallisia, eivät mitattuja havaintoja.



Kuva 12. Kutukannan (mätimääräksi laskettuna) ja smoltituotannon välinen yhteys Tornionjoella vuosina 1996-2007 (ylempi paneeli) ja 1996-2016 (alempi). Alemmassa kuvassa suorakaiteella on erotettu vuodet 2001-07, joihin perustuu ensimmäinen PSPC arvio (650 000 kpl).

Kuvassa 11 kutukanta-rekryytti yhtälön tuottama ennuste ja laskennalliset smolttituotantotasot näyttävät vastaavan hyvin toisiaan. Siinä aineistot on laskettu vuosille 2010-2017. Paremmin kutukannan ja smolttien suhde avautuu, kun tarkastelemme aineistoa jaksoittain. Tornionjoen kutukanta-rekryyttisuhde näyttää olleen suhteellisen tasainen vv. 1996-2007 ja arvioitu poikastuotantokapasiteetti on ollut vakaa, noin 600 000 yksilöä (120 kpl/ha) (kuva 12 ylempi paneeli). Jostain syystä vuodesta 2008 alkaen smolttien määrät ovat nousseet noin 2,5 kertaisiksi aikaisemmin julkaistuihin verrattuna (Michielsens et al. 2008). Tälle jaksolle kuvasta arvioitu PSPC eli $R_{\max}$ olisi nyt noin 1 900 000 kpl (380 kpl/ha) (kuvat 11 ja 12 alempi paneeli). Kutukannassa tapahtuneet muutokset eivät selitä yksinään smolttimäärän nousua. Kuvasta 12 (ylempi paneeli) selviää, että jaksolla v. 1996-2007 mätimunamäärillä 100-150 miljoonaa kpl toteutuneet smolttimäärät olivat noin 2,5 kertaa alemmat kuin jaksolla v. 2008-2016.

Samanlaista ilmiötä ei havaittavissa Simonjoen aineistossa. Siellä poikastuotantokapasiteetiksi näyttää kuvan perusteella vakiintuneen noin 50 000 kpl (200 kpl/ha) (Kuva 13).



Kuva 13. Kutukannan (mätimääräksi laskettuna) ja smolttituotannon välinen yhteys Simojoella vuosina 1996-2007 (ylempi paneeli) ja 1996-2016 (alempi).

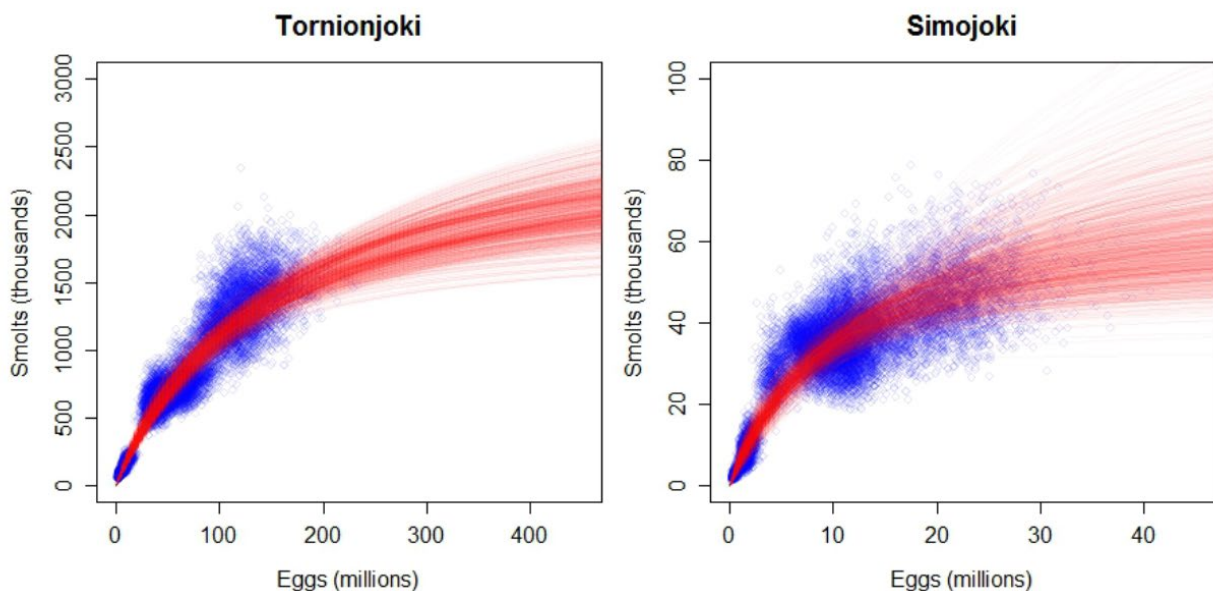
JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

RKTL:n työraportin (2014) mukaan olennaisin muutos, joka aikaisempiin arvioihin nähden on tapahtunut, on Tornionjoen huomattavasti kohonneet smolttituotantoarviot. Raportissa oli käytetty arviota, että PSPC olisi 2 409 500 kpl ja siitä johdettu MSY 1 807 125 kpl. Nämä luvut perustuvat Itämeren lohimallin tulokseen vuodelta 2013. Lapin ELY-keskuksen hakemuksessa on käytetty vuoden 2014 arvoa PSPC = 2 300 000 kpl ja MSY = 1 725 000 kpl. Palm ym. (2018) ovat arvioineet vastaaviksi

luvuiksi vuosien 2010-2017 aineiston perusteella $PSPC = 1\,900\,000$ kpl ja $MSY = 1\,400\,000$ kpl (kuva 11). Tarkemman analyysin myötä ilmenee, että Itämeren lohimalin tuottamat smoltituotantoarviot Tornionjoessa ovat nousseet uudelle tasolle vuoden 2008 jälkeen. Simojoessa ei vastaavaa ilmiötä ole havaittavissa. Syy eroon ei ole kutukannan koon eikä 0 + jokipoikasten määrän muutoksissa. Näyttää siltä, että Itämeren lohimalli yliarvioi merkittävästi Tornionjoen smoltituotantoa.

10.1 POTENTIAALINEN POIKASTUOTANTOKAPASITEETTI (PSPC)

RKTL:n raportissa (Marttila ym. 2014) esittämä arvio Tornionjoen poikastuotantokapasiteetiksi, 2 409 500 vaelluspoikasta (482 kpl/ha) perustuu WGBAST raporttiin vuodelta 2013 (ICES 2013) (kuva 6). Lapin ELY-keskuksen vahinkoarvio-esityksessä käytetään arviona 2 300 000 kpl (460 kpl/ha), mikä puolestaan perustuu WGBAST raporttiin vuodelta 2014 (ICES 2014) (kuva 14). Edellä mainitut PSPC arviot ovat korkeimmat viimeiseen 8 vuoteen, sillä raporttien (ICES 2012, 2015, 2016, 2017, 2018 ja 2019) mukaan vuonna 2012 PSPC oli 1 543 000 kpl, v. 2015 ja 2016 2 020 000 kpl, v. 2017 1 840 000 kpl, v. 2018 1 993 000 kpl ja v. 2019 1 703 000 kpl.

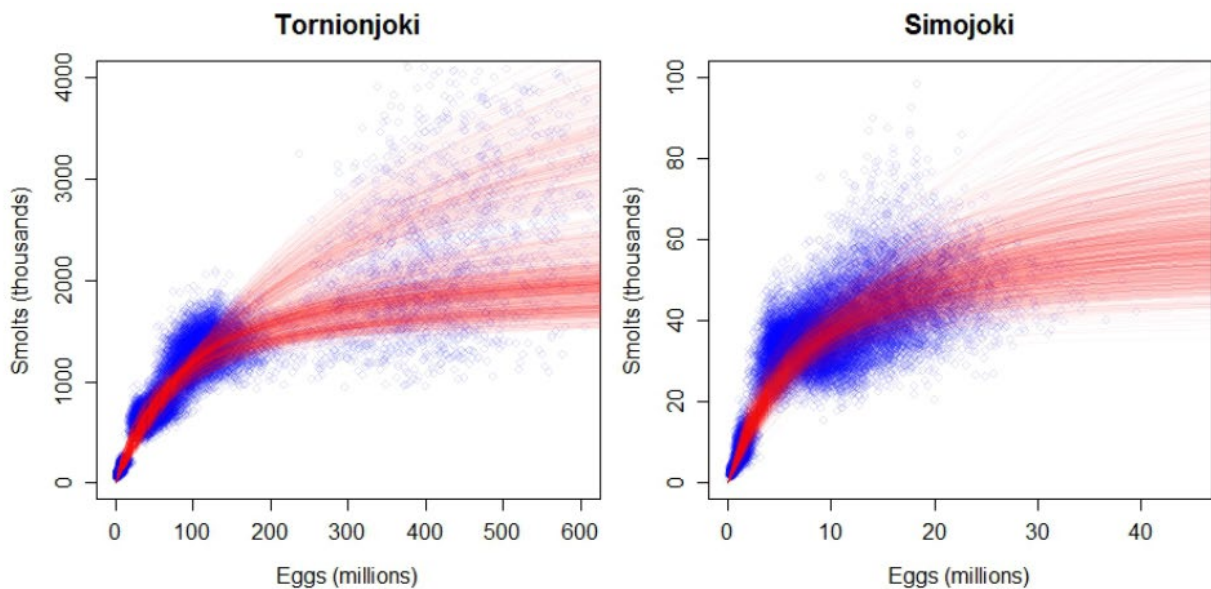


Kuva 14. Bayesilaiseen Itämerimalliin perustuvat kutukanta rekryytisuhteet Tornionjoelle ja Simojoelle vuodelle 2014 (ICES 2014). Siniset täplät ovat lohimallin jälkikäteis- eli a posteriorijakaumasta saatuja smoltti- ja mätimunamääriä. Smolttimäärää vastaa 4 vuotta aiempi kutu-kannan kokoarvio mätimääränä, sillä pääosa vaelluspoikasista on 4 vuoden takaisesta kudusta peräisin. Punaiset käyrät vastaavat mahdollisia emokannan ja

vaelluspoikasmäärän yhteyden muotoja.

Aiemmin kuvissa 4 ja 6 on esitetty periaate siitä, miten poikastuotantokapasiteetti saadaan johdettua kutukanta-rekryyttikuvaajasta. PSPC edustaa rekryyttikäyrän maksimiarvoa, $PSPC = R_{max}$. Vaikka kutukanta-rekryyttisuhteessa on mallitulosten perusteella huomattavaa vaihtelua, ei sitä oteta lainkaan tässä huomioon PSPC arvoa määritettäessä. Sama pätee PSPC:stä suoraan johdettavaan enimmäistuottoon (MSY).

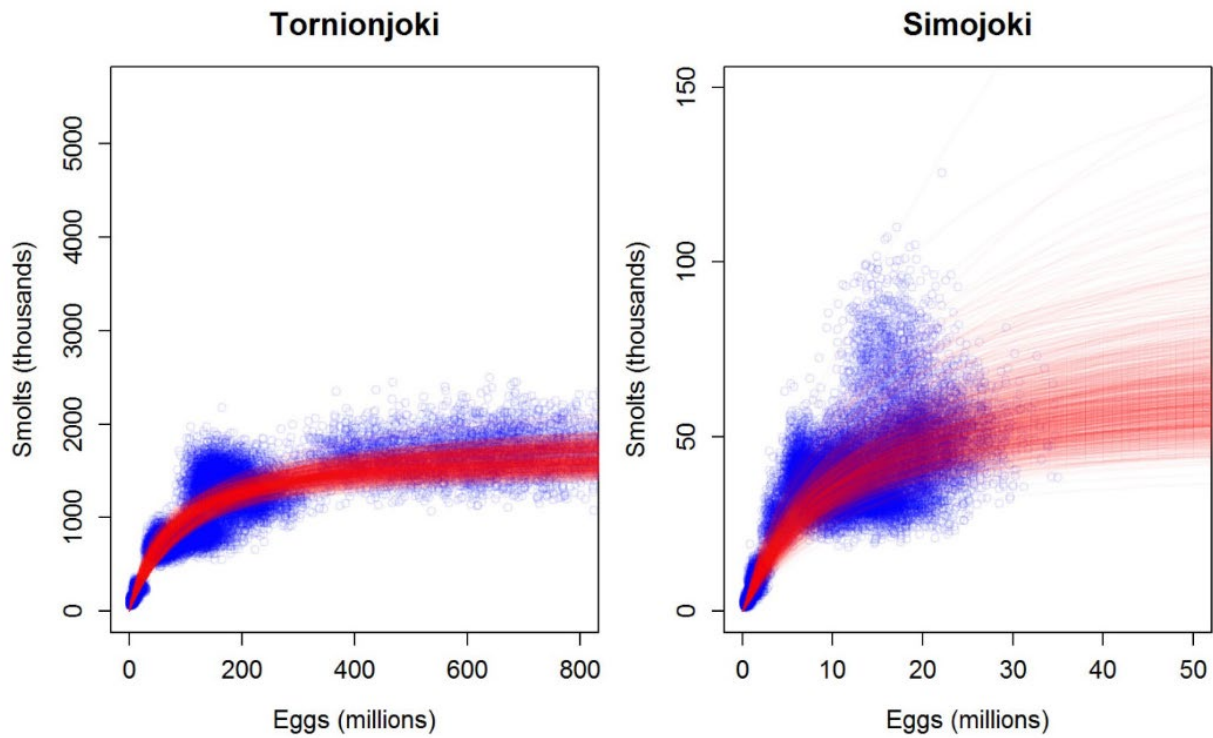
Vuoden 2015 kutukanta-rekryyttikuvissa Tornionjoen ennusteet (PSPC) olivat nousseet tosi korkealle tasolle samanaikaisesti, kun Simojoen suhde oli säilynyt lähes ennallaan (Kuva 15). Tornionjoen PSPC maksimi arvio eli viuhkan yläosa oli silloin jo tasolla liki 4 000 000 kpl (800 kpl/ha). Viuhka oli kuitenkin selvästi kaksiosainen ja alempi osa vastasi vuoden 2014 kuvaa. WGBAST2015 raportti kiinnitti huomionsa tähän seikkaan ja seuraavana vuonna ei ennustetta tehty lainkaan, vaan keskityttiin mallin tilastollisten ongelmien korjaamiseen. ”Tuplaviuhka” kertoi, että mallin rakenteessa oli jotain vikaa.

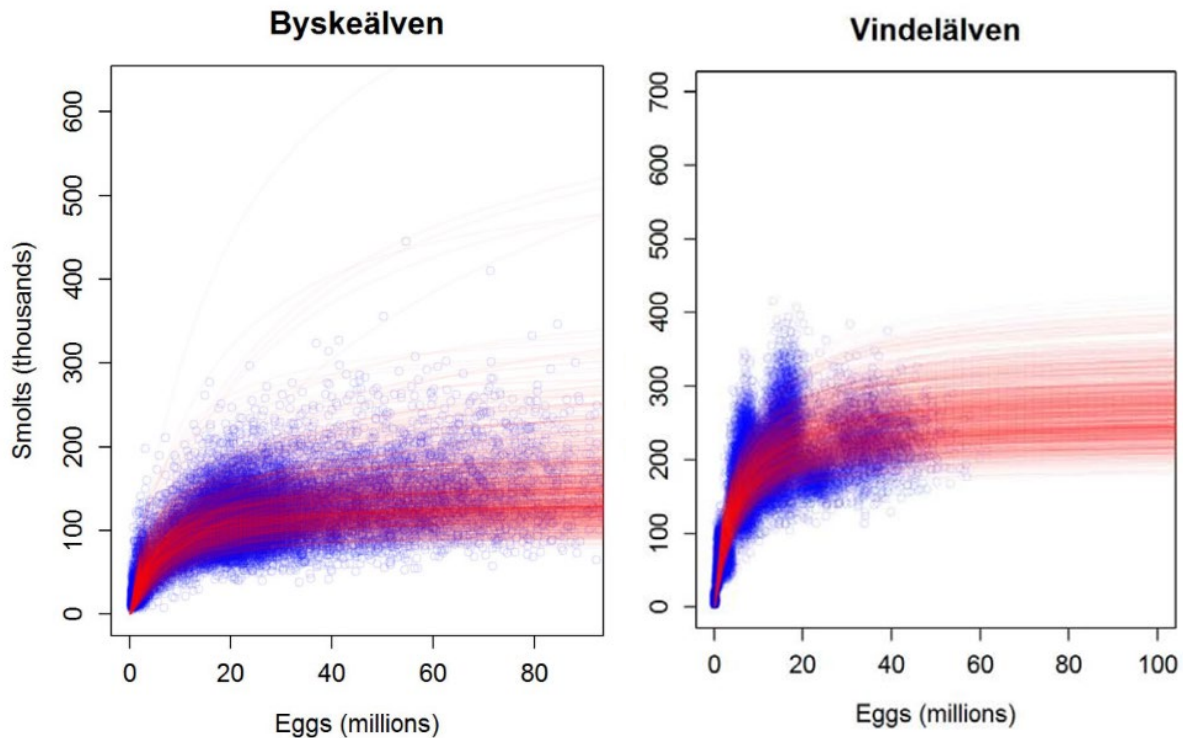


Kuva 15. Bayesilaiseen Itämerimalliin perustuvat kutukanta rekryyttisuhteet Tornionjoelle ja Simojoele vuodelle 2015 (ICES 2015).

WGBAST 2019 raportin mukaan (kuva 16) näyttää siltä, että Tornionjoen kutukanta

rekryytisuhteessa on tapahtunut sellainen muutos, että viuhkan ylempi haara on hävinnyt ja viuhka on hyvin tiivis. Loppuosan mediaani on selvästi alentunut aikaisempiin vuosiin verrattuna. Tämän mallinnuksen perusteella Tornionjoen poikastuotantokapasiteetti (PSPC) olisi 1 703 000 kpl. Näyttää siltä, että aineistossa olleet tilastolliset ongelmat olisi onnistuttu ratkaisemaan ja siten saatu vähennettyä Tornionjoen poikastuotantokapasiteetinarvioimiseen liittyvää epävarmuutta.





Kuva 16. Bayesilaiseen Itämerimalliin perustuvat kutukanta rekryyttisuhteet neljälle pohjoisen lohijoelle: Tornionjoki, Simojoki, Byskeälven ja Vindelälven vuodelle 2019 (ICES 2019).

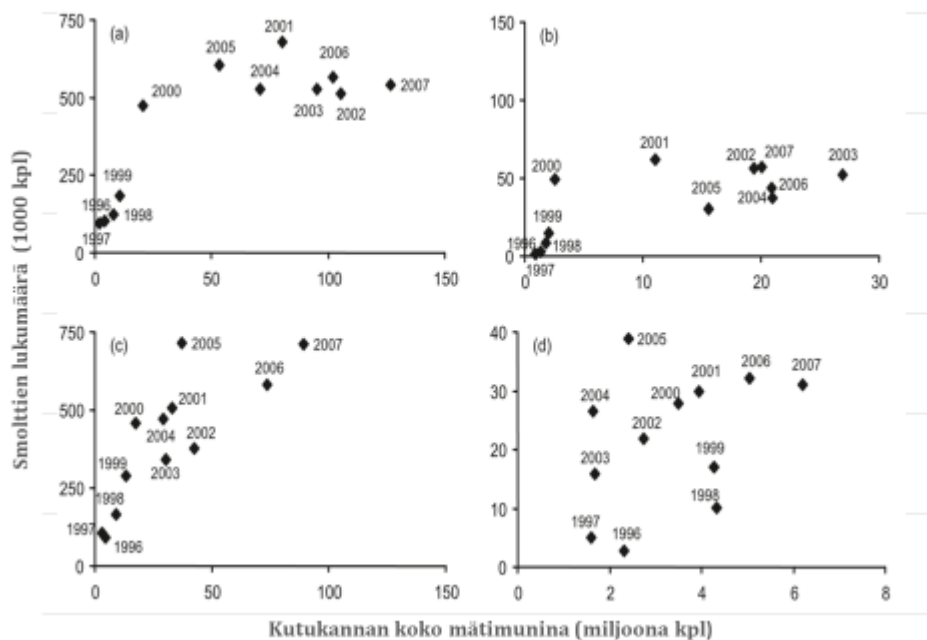
Viimeisin arvio vuodelta 2019 Simojoen poikastuotantokapasiteetista on 61 000 kpl eli 242 kpl/ha (ICES 2019). Byskeälvenillä vastaava arvio on 146 000 kpl eli 259 kpl/ha ja Vindelälvenille 236 000 kpl eli 133 kpl/ha. Tornionjoen PSpC (315 kpl/ha) on edelleen 50 % suurempi kuin edellämainittujen jokien poikastuotantokapasiteettien keskiarvo (211 kpl/ha).

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Tornionjoen potentiaalinen poikastuotantokapasiteettiarvio (PSPC) on muuttunut paljon vuosien varrella. RKTL (2014) raportin mukaan se oli 2 409 500 kpl (ICES 2013). Lapin ELY-keskuksen vahinkoarvion perustana käytettiin estimaattia vuodelta 2014: 2 300 000 kpl. Uusimman WGBAST2019 raportin mukaan se on 1 703 000 kpl. Uusin arvio on 26 % pienempi kuin vahinkoarviossa käytetty. Teoriassa PSpC:n estimaatin pitäisi olla pitkälläkin aikavälillä suhteellisen stabiili. Vuosien välinen vaihtelu kertoo osaltaan Itämeren lohimallin epävakaudesta.

10.2 JOKIKOHTAISIA KUTUKANTA-REKRYYTTISUHTEITA

Jokikohtaisia kutukanta-rekryyttisuhteita on aikaisemmin julkaistu ainakin seuraaville joille: Tornionjoki (a), Simojoki (b), Kalixälven (c) ja Råneälven (d) (Michielsens ym. 2006 ja 2008). Artikkelin kirjoittajien mukaan kutukanta-rekryytti aineisto on hankittu yhdistämällä smolttien runsausarvioita (ICES 2005) yhteen smolttien eloonjäämisarvioihin (smoltista kutukalaksi) ja fekunditeetti-arvioiden (paljonko mätimunua naaraskalat tuottavat) kanssa (ICES 2005).

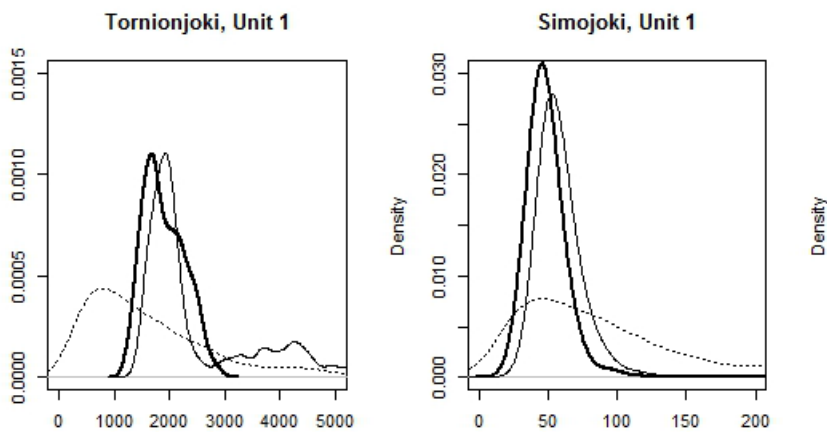


Kuva 17. Jokikohtaisia kutukanta-rekryyttisuhteita a) Tornionjoki b) Simojoki c) Kalix d) Råne vuosille 1996-2007. (Michielsens ym. 2008). Estimaatit on saatu ennen kuin niitä on käytetty mallin sovittamiseen yhdistämällä smolttien runsausarvioihin smolttien merivaiheen selviytyminen ja sen jälkeinen kutukalojen jokikohtainen fekunditeetti.

Nämä jokikohtaiset kutukanta-rekryyttisuhteet tuottavat koko lailla erilaisia tuloksia kuin mitä päivitetty Itämeren bayesilainen lohimalli, sillä näissä aineistot päättyvät vuoteen 2007 (kuva

17). Vuosina 1996-2007 Tornionjoella jo 20-30 miljoonaa mätimunaa riittävät parhaassa tapauksessa tuottamaan 600 000 smoltia (33 – 50 mätimunaa → 1 smoltti). Samoina vuosina Simojoella 2-3 miljoonaa mätimunaa kykenivät tuottamaan 50 000 smoltia (40 – 60 mätimunaa → 1 smoltti)

Kummankaan joen smolttituotanto ei tästä enää tarkasteluajanjaksolla näyttänyt nousevan, vaikka laskettujen mätimunien määrä kasvoi eli kutukanta saattoi olla selvästikin vahvempi. Kuvien 17 ja 18 perusteella Tornionjoen potentiaalinen poikastuotantotuotantokapasiteetti (PSPC) olisi 120 kpl/ha ja Simojoen 200 kpl/ha.



Kuva 18. Smolttituotantokapasiteetin etukäteis- eli a priori (pisteviiva) ja jälkikäteis- eli a posteriori (ohut yhtenäinen viiva 2015 ja paksu viiva 2017) jakaumat Tornionjoelle ja Simojoelle (ICES 2017).

Kuvassa 18 on esitetty Itämeren lohimallissa käytetyt etukäteisjakaumaoletukset ja havaintojen lisääntymisen myötä päivittyneet posteriorijakaumat poikastuotantokapasiteetista Tornionjoelle ja Simojoelle. Aineistossa on mukana vuodet 2008-14. Lohimallissa prioritietoa voivat olla aiempien analyysien tulokset, aiemmista tutkimuksista (kirjallisuus) analysoitu tai asiantuntijoiden näkemyksistä koottu synteesi liittyen tutkittaviin parametreihin. Prioritieto annetaan todennäköisyysjakaumina. Kun prioritieto yhdistetään analyysissa käytettyihin havaintoaineistoihin tilastollisen mallin avulla, tuloksena saadaan ns.

posteriori- eli jälkikäteistieto. Tämä on formaali synteesi siitä mitä prioritieto ja havainnot yhdessä kertovat tutkittavista parametreista. Myös posterioritieto on todennäköisyysjakauma.

Simojoki on tämänkin tarkastelun perusteella varsin vakaa systeemi, sillä jakaumien mediaanit eivät juurikaan eroa toisistaan, ainoastaan niiden muoto on erilainen. Sen sijaan Tornionjoella jakauman mediaani on noussut ajan myötä yli kolmenkertaiseksi; a priorin mediaani on noin 600 000 smoltia ja a posteriorin 1 600 000 – 2 000 000 smoltia. Missään muissa pohjoisen joissa ei näin suurta nousua havaittavissa, kun verrataan lähtöjakaumia siihen jakaumaan, joka on ajan myötä muodostunut.

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Vuosina 1997-2007 Tornionjoen poikastuotantokapasiteetiksi (PSPC) arvioitiin n. 600 000 smoltia ja Simojoen n. 50 000 smoltia. Arviot perustuvat jokikohtaisiin tutkimuksiin. Vuoden 2008 jälkeen Itämeren baeyesilainen lohimallilla tehdyt laskelmat ovat nostaneet Tornionjoen PSPC:n yli kolminkertaiseksi, mutta Simojoen kohdalla estimaatit ovat pysyneet samalla tasolla. Itämeren lohimallin mukaan Tornionjoessa lohen lisääntyminen onnistuisi jostain syystä paljon paremmin kuin muualla.

11. ISTUKKAAT SELVIYTYVÄT LUONNONPOIKASIA HEIKOMMIN

Vaelluspoikasistutusten tuottavuutta voidaan arvioida pyynti- ja saalistilastojen sekä yksilömerkittyjen (mm. Carlin-merkinnät) lohien ja taimenten merkkipalautuksien avulla. Aiempien tutkimusten mukaan istutettujen poikasten eloonjäänti olisi selvästi heikompaa kuin luonnossa syntyneiden poikasten. On esitetty, että 1980-luvun lopulla ja 1990-luvun alussa viljeltyjen poikasten eloonjäänti oli noin puolet villien poikasten eloonjäännistä. Tämä istutuspoikasten ja luonnossa syntyneiden poikasten välinen ero huomioitiin yleensä voimalaitosrakentamisen aiheuttamien kalataloushaittojen kompensointia suunniteltaessa. Nyrkkisääntönä on ollut, että yksi villi vaelluspoikanen vastaa keskimäärin kahta viljeltyä poikasta. Velvoitepäätöksissä suhdeluku on Kemijoella ja Iijoella sekä Oulujoen Merikoskella

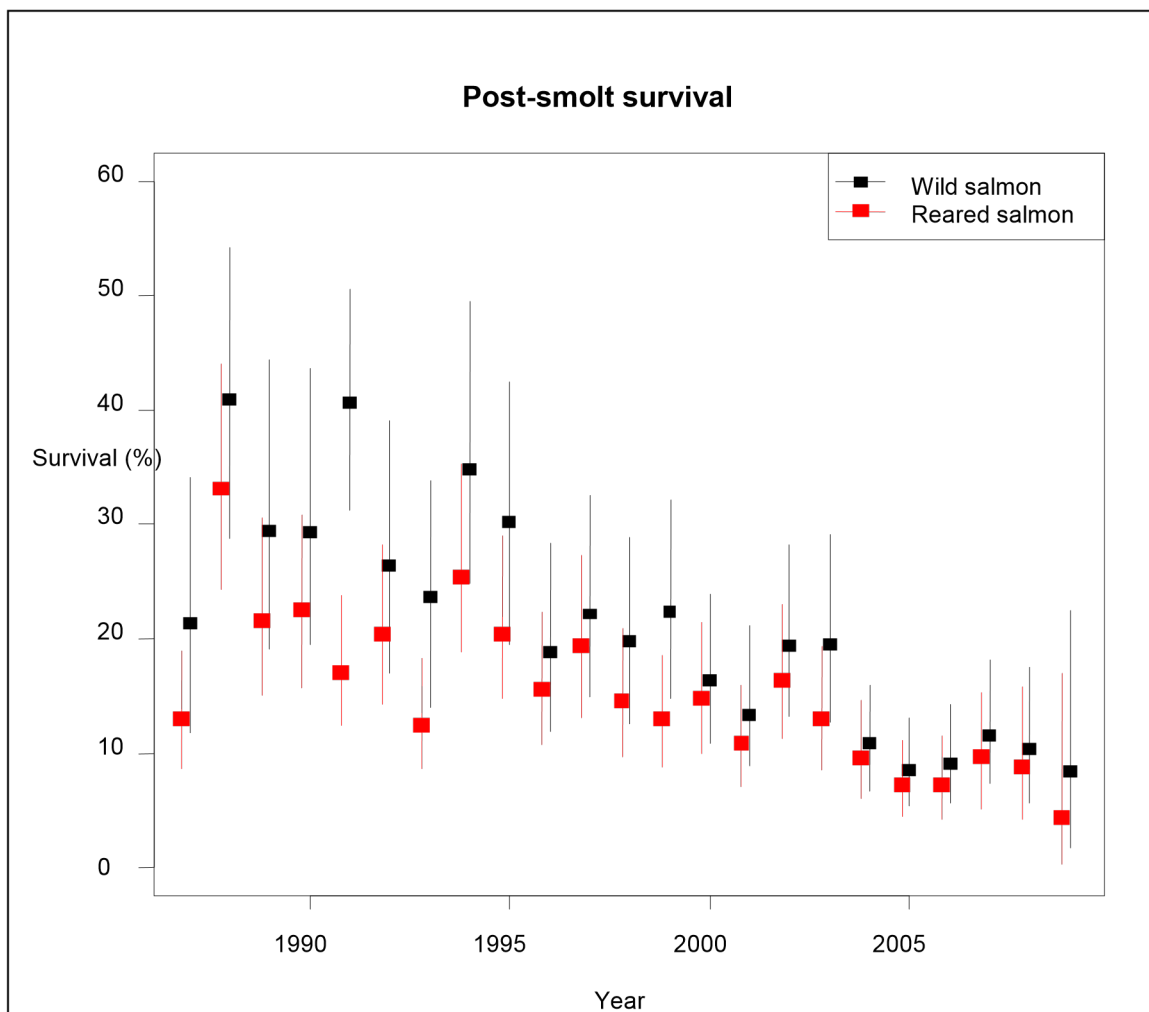
ollut 1,6.

Ensimmäinen merivuosi on lohikalojen elinkierrossa kriittinen, sillä merkittävä osa kuolevuudesta ajoittuu tähän post-smoltтивaiheeseen. Istutetuilla lohenpoikasilla post-smolttikuoletuus on suurempaa kuin luonnonpoikasilla. Syy viljeltyjen poikasten heikompaan eloonjääntiin voi liittyä ominaisuuksiin, joihin laitoskasvatus vaikuttaa (kasvunopeus, sukukypsyysikä, predaatioalttius, vaellusvalmius ja -aktiivisuus) (Hyvärinen, P. ja Rodewald P. 2013). Viljeltyjen poikasten vaellusominaisuudet näyttävät vaihtelevan voimakkaasti kalasta, kalaerästä ja vuodesta toiseen. Parhaimmillaan viljeltyt poikaset voivat olla villien poikasten veroisia, mutta yleensä ne ovat näitä selvästi heikompia. Viljeltyjen poikasten eloonjäännissä on todettu olevan myös suurta vuosien välistä vaihtelua.

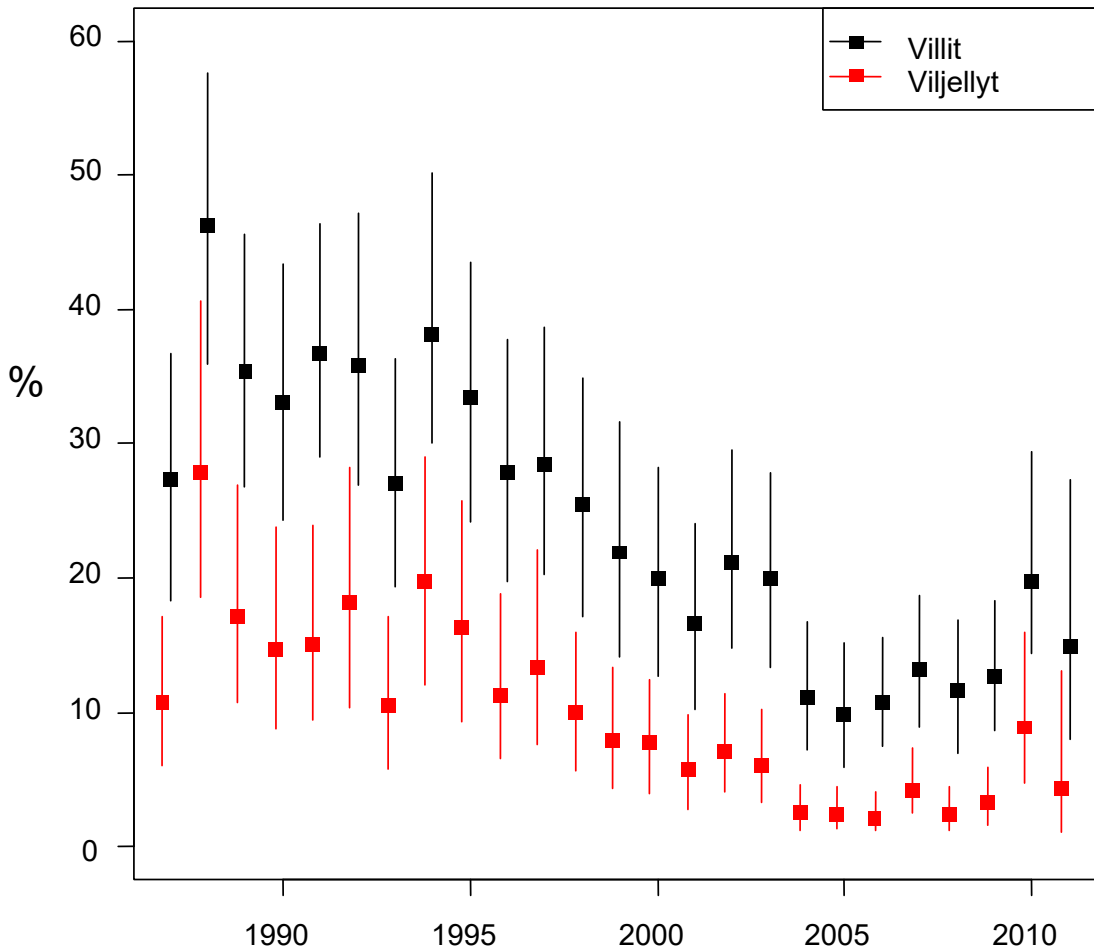
1990-luvun puolivälistä lähtien post-smolttikuoletuus on noussut huomattavasti ja 2000-luvun loppupuoliskolla vaelluspoikasista jäi henkiin keskimäärin vain neljännes 1990-luvun alun tilanteeseen verrattuna. Heikentyneen eloonjäännin syyksi on esitetty Itämeren epäedullisia luonnonoloja ja hylkeitten aiheuttama lisääntynyt saalistus (Mäntyniemi ym. 2012, Salminen ym. 2013). Mistään ei käy tarkemmin ilmi, miten muut luonnonolot Itämerellä olisivat viimeisten parinkymmen vuoden aikana muuttuneet niin, että ne vaikuttaisivat lohien eloonjääntiin. Viime aikaisten tutkimusten mukaan hylkeet syövät avomerellä pääosin muita kalalajeja kuin lohta (Hansson ym. 2017). Hylkeiden ravinnonkäytöstä jokisualueilla ei ole tutkittua tietoa.

Tärkeä jatkokysymys on, onko eloonjäänti alentunut villeillä ja viljeltyillä vaelluspoikasilla samassa vai eri tahdissa. Jos aleneminen on ollut nopeampaa viljeltyillä poikasilla, on syytä siihen etsittävä Itämeren tilan lisäksi poikasten laadussa ja kalanviljelyssä tapahtuneista muutoksista. Tässä tapauksessa myös mahdollisuudet istutustulosten parantamiseen saattavat olla hyvät, sillä monet poikasten laatuun viljelyssä vaikuttavat tekijät ovat ainakin jossakin määrin kontrolloitavissa. Suhteessa yhtä suuri aleneminen viittaisi siihen, että viljeltyjen poikasten laatu on pysynyt vuosien kuluessa jotakuinkin ennallaan. Kolmas vaihtoehto, luonnonvaraisten poikasten eloonjäännin suhteessa suurempi aleneminen, puolestaan saattaisi kertoa kalanviljelyn onnistuneesta kehitystyöstä, ja jo tapahtuneesta poikaslaadun paranemisesta.

ICES:n lohikanta-arvioissa villien ja viljeltyjen vaelluspoikasten eloonjäännit linkitettiin aina vuoteen 2009 saakka toisiinsa pitkän aikavälin keskiarvon mukaisella vakiosuhteella (noin 2/1), joten arviot eivät kyenneet tuomaan vastausta edellä esitettyyn kysymykseen. ICES (2010) kanta-arviossa linkitys on kuitenkin ensimmäistä kertaa purettu ja eloonjääntisuhde on saanut vaihdella vapaasti vuodesta toiseen. Tulokset olivat yllättäviä. Niiden mukaan villien poikasten eloonjäänti olisi pitkällä aikavälillä alentunut suhteessa enemmän kuin viljeltyjen. Lisäksi näiden ryhmien eloonjäännit olisivat olleet melko lähellä toisiaan jo 1990-luvun puolivälistä lähtien, ja vuodesta 2004 alkaen käytännöllisesti katsoen samalla tasolla (kuva 19).



Kuva 19. Luonnonvaraisten (mustalla) ja viljeltyjen (punaisella) lohen vaelluspoikasten ensimmäisen merivuoden eloonjäänti (post-smoltti eloonjäänti) Pohjanlahden ja Itämeren pääaltaan alueella vuosiluokissa 1987- 2009 (ICES 2010). Pisteistä lähtevät viivat kuvaavat 95 %n luottamusvälejä.



Kuva 20. Luonnonvaraisten (mustalla) ja viljeltyjen (punaisella) lohien vaelluspoikasten ensimmäisen merivuoden eloonjäännin (postsmolttieloonjäännin) mediaani ja sen 95 % todennäköisyysväli Pohjanlahden ja Itämeren pääaltaan alueella vuosiluokissa 1987–2011 (ICES 2013).

Istutustutkimusohjelman loppuraportista (Salminen ym. 2013) on otettu kuva 20, jossa eloonjäännit näyttävät samassa aikasarjassa kokonaan toisenlaisilta. Salminen ym. 2013 toteavatkin, että *”villien ja viljeltyjen vaelluspoikasten erillisiä eloonjääntiarvioita vertailtaessa on kuitenkin syytä muistaa, että arviot ovat edelleen eräänlaisia mallitusprosessin kehittämisen välituloksia, joihin liittyy suurta epävarmuutta. Tätä epävarmuutta kuvaa hyvin se, että vielä edellisessä kanta-arviossa (ICES 2012) villien ja viljeltyjen vaelluspoikasten eloonjäännit näyttivät alentuneen jotakuinkin samassa suhteessa”*.

Salmisen ym. raportista (2013) ei selitetty, mistä havaitut erot ICESin 2010 ja 2013 julkaisemissa tiedoissa voisivat johtua. Taulukossa 2 on esitetty edellä mainituista raporteista koottuja lukuja smolttituotantoarvioista ja smolttivaiheen jälkeisestä eloonjäännistä.

Taulukko 2. Tornionjoen smolttituotantoarviot ja vaelluspoikasten ensimmäisen merivuoden eloonjäänti.

Vuosi	Smoltteja (x1000 kpl)	Eloonjäänti (%)
1996	103	30
1999	209	23
2000	605	20
2005	662	10
2008	1082	12

Eri lähteissä on todettu smolttivaiheen jälkeisen kuolevuuden kasvun syyksi Itämeren epäedullisia olosuhteita. Selitys on kovin epämääräinen. Taustalla saattaa ennemminkin olla Itämeren lohimallin rakenteeseen liittyvää harhaisuutta. Tornionjoella vuoden 2007 jälkeen nopeasti ylöspäin hinautuneisiin smolttituotantoarvioihin sisältyy yhä enemmän epävarmuutta. Voidaanko sitä hallita paremmin, jos esimerkiksi malleissa vähennetään smolttivaiheen jälkeistä eloonjääntiä? Eli, jos smolttituotanto jostain syystä ensin yliarvioidaan, joudutaan myöhemmin arviota korjaamaan ja se näkyikin suoraan vähentyneenä eloonjääntinä vaelluspoikasen ensimmäisenä merivuotena kuten taulukossa 2.

Palataan vielä Romakkaniemen (2008) esittämään arvioon luonnonkalojen ja istukkaiden eloonjäännin suhteesta vuosilta 1999-2008. Selvitys on siis tehty ajanjaksona, jolloin smolttituotantoarviot eivät olleet kohonneet moninkertaisiksi. RKTL:n raportin (Marttila ym. 2014) taulukon 16 mukaan Simo- ja Tornionjoen luonnonsmolttien Carlin-merkintöjen palautusprosenttien suhde vastaavien merkintöjen tuloksiin Kemi-, Ii- ja Oulujoen istukkailla keskiarvona oli 2,6. Mutta jos taulukosta lasketaan keskiarvon sijaan mediaani, joka paremmin kuvaa tämänlaista vinoa jakaumaa, saadaan tulokseksi koko aineistolle 2,15. Samasta taulukosta voidaan laskea myös seuraavat mediaanit:

Simojoki vs. Kemijoki: 1,75

Tornionjoki vs. Kemijoki: 2,85

Simojoki vs. Iijoki: 1,5

Tornionjoki vs. Iijoki: 2,6

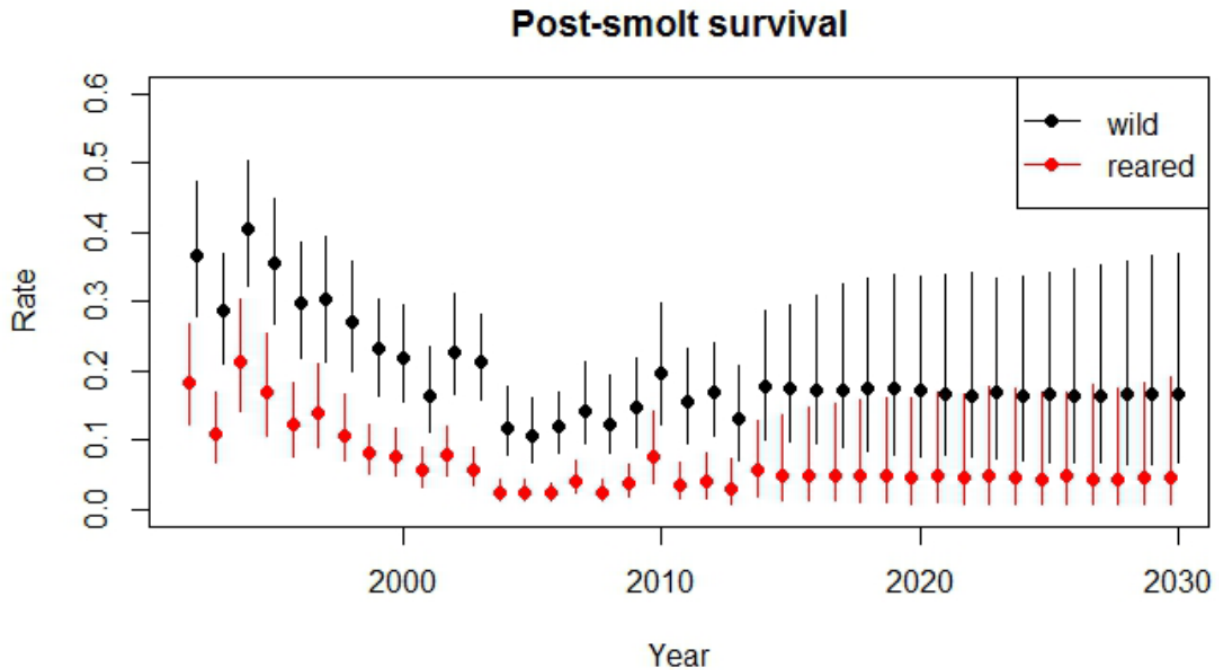
Aineiston perustella näyttää siltä, että Tornionjoen luonnonkalat selviytyvät meressä paremmin kuin Simojoen. Jos arvioinnin vertailuksi otetaan Tornionjoen smolttituotanto, saadaan kompensatiokertoimeksi 1,7 x isompi luku kuin jos vertailukohteena on Simojoen smolttituotanto. Siis jos Tornionjoen kohdalla suhdeluvuksi on ilmoitettu 2,5 – 3, se Simojoen tapauksessa on 1,5 – 1,8. Vastaavaa merkintätutkimusta ei ole tehty 2010-luvulla.

ICES (2017) raportissa vielä villin lohien ja istutetun eloonjäämisen suhde (kuva 21) on samanlainen kuin edellä kuvassa 20 vuodelta 2013. Mutta tämä suhde muuttuu olennaisesti ICES (2018) raportin mukaan (kuva 22). Sen vuoden mallinnustiedon mukaan villi lohi säilyy elossa vain 1,2 - 1,3 kertaa paremmin kuin istutettu. ICES (2019) raportissa taas tuo suhde on hieman kasvanut ja suhdeluku on nyt noin 1,3 – 1,4 (kuva 23).

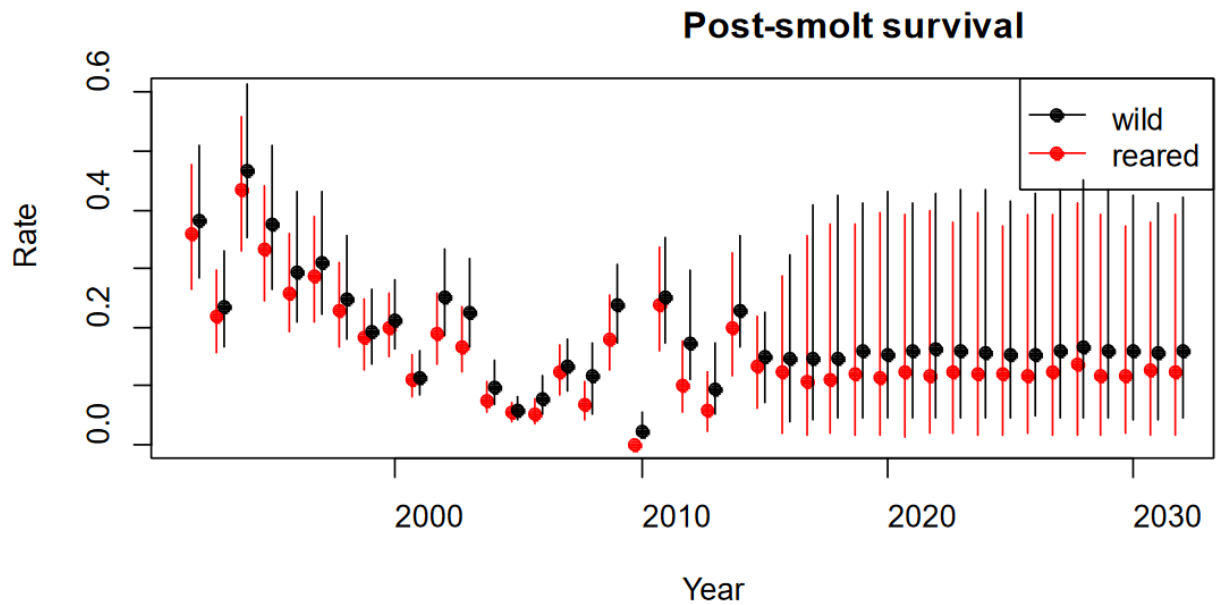
Aiemmin todettiin, että vuoden 2019 eväleikkausselvitysten perusteella Perämerellä luonnonkalojen ja istutettujen suhde saaliissa oli 40:60. Koko Itämerellä luonnonsmolttien ja istutettujen suhde on ollut 41:59 eli käytännössä sama kuin niiden suhde saadussa saaliissa (ICES 2019). Tämän tiedon perusteella luonnonkalat ja istutetut selviäisivät Itämeressä käytännössä yhtä hyvin saaliiksi tuloon asti eli suhdeluku olisi 1. ICES (2019) raportissa oli kuitenkin luonnonsmolttien määrä ilmoitettu jokien potentiaalisten poikastuottojen summana ja näin päädytty arvioon 3,1 miljoonaa smolttia. Kun lasketaan toteutuneet smolttimäärät kaikille joille, joissa on luonnontuotantoa, vuosille 2008-2018, päästään arvioon 2,5 miljoonaa smolttia. Näin ollen Itämerellä luonnonsmolttien ja istutettujen todellinen suhde on 36:54. Tästä voidaan laskea, että villin lohien ja istutetun eloonjäämisen suhde on 1,17.

Näissä luvuissa Tornionjoen arvioitu smolttituotanto oli 264 kpl/ha eli 1 428 000 kpl. Aiemmin (kappale 9) päättelin, että Tornionjoen smolttituotantoarvioissa näyttäisi olevan ylimääräistä noin 500 000 smoltin verran. Jos tästä tuotantoluvusta otetaan vielä yliarviona pois 500 000, ja suhteutetaan siten saatu smolttien ja istukkaiden määrä havaittuun saalisjakaumaan,

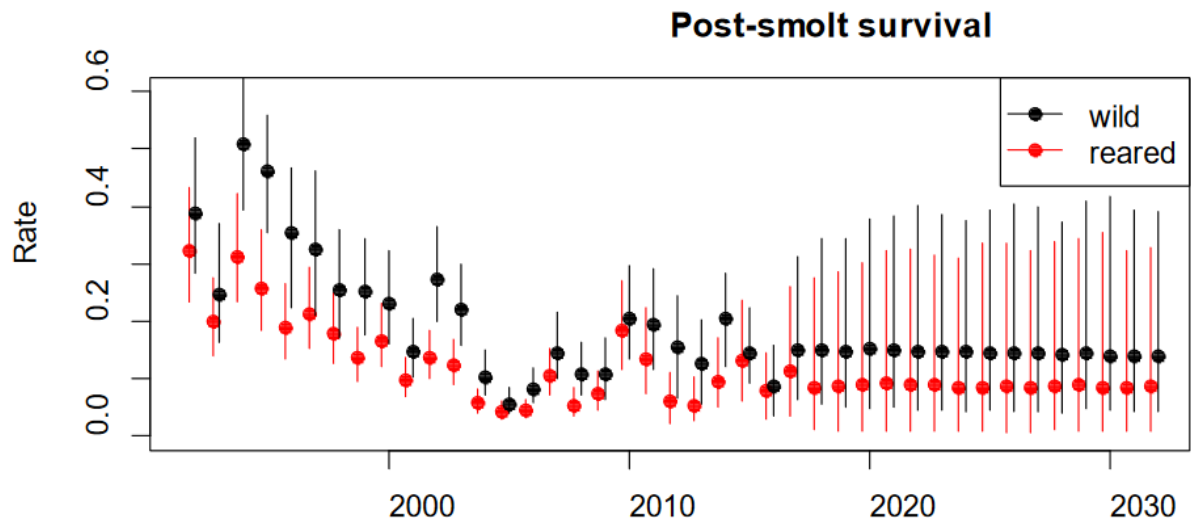
päädytään kompensatiokertoimeen 1,46. Vuoden 2019 selvitysten tulokset evämerkinnöistä tukevat hyvin uusimpien ICES raporttien (2018, 2019) käsitystä kompensatiokertoimen tasosta. Sen sijaan, jos suhdeluku olisi muutoshakemuksessa esitetty 2,5, pitäisi luonnonkalojen ja istutettujen suhde saaliissa olla aiva erilainen, 64:36.



Kuva 21. Luonnonvaraisten (mustalla) ja viljeltyjen (punaisella) lohen vaelluspoikasten ensimmäisen merivuoden eloonjäännin (postsmolttieloonjäännin) mediaani ja sen 95 % todennäköisyysväli Pohjanlahden ja Itämeren pääaltaan alueella vuosiluokissa 1987–2032 (ICES 2017).



Kuva 22. Luonnonvaraisten (mustalla) ja viljeltyjen (punaisella) lohien vaelluspoikasten ensimmäisen merivuoden eloonjäännin (postsmolttieloönjäännin) mediaani ja sen 95 % todennäköisyysväli Pohjanlahden ja Itämeren pääaltaan alueella vuosiluokissa 1987–2032 (ICES 2018).



Kuva 23. Luonnonvaraisten (mustalla) ja viljeltyjen (punaisella) lohien vaelluspoikasten ensimmäisen merivuoden eloonjäännin (postsmolttieloönjäännin) mediaani ja sen 95 % todennäköisyysväli Pohjanlahden ja Itämeren pääaltaan alueella vuosiluokissa 1987–2032 (ICES 2019).

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Vanhoissa kalatalousvelvoitteissa on käytetty kompensatiokerrointa 1,6, kun on laskettu tarvittavien istukkaiden määriä. Nyt esitetyissä velvoitteissa käytetään selvästi suurempaa kerrointa 2,5-3. Esityksen perusteluissa viitataan merkintätutkimukseen, josta saatiin tulokseksi keskiarvo 2,6 - tuloksen mediaani, joka kuvaa aineistoa paremmin oli 2,15. Erilaisia lukuja saadaan käyttämällä eri lähteitä ja laskentatapoja. Viimeisimmät lohimalleista saadut kompensatiokertoimet vuosilta 2018 ja 2019 ovat selvästi alhaisimmat: 1,2-1,4. Vuoden 2019 selvitysten tulokset evämerkinnöistä tukevat hyvin uusimpien WGBAST raporttien (ICES 2018, 2019) käsitystä kompensatiokertoimen tasosta.

12. TORNIONJOEN JA SIMOJOEN LOHIEN SAALISOSUUDET

Tässä yhteydessä on hyödyllistä tarkastella lähemmin ICES (2017) raporttia ja siellä dokumentoituja eri jokien saalisosuuksia eri merialueilla. Tiedot perustuvat yhdistettyihin DNA – ja smolttien ikäjakauma-aineistoihin, joita on mallinnettu Baeyns menetelmällä vuodesta 2000 (Kallio-Nyberg ym., 2014, Koljonen, 2006).

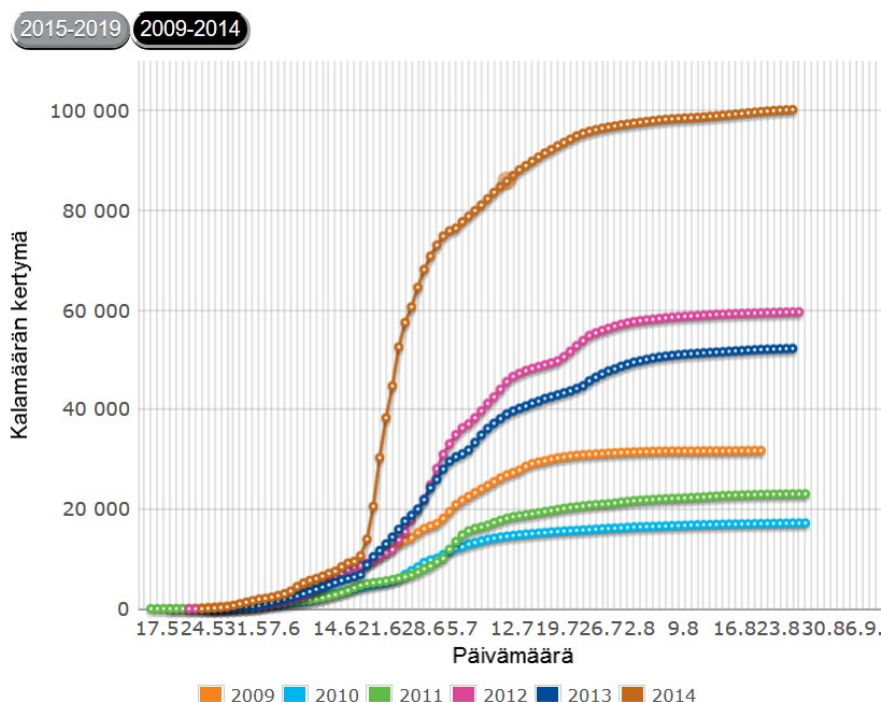
Vuosina 2001-2016 Ahvenanmeren aineistossa Tornionjoen villien lohien osuus saaliissa oli 34% ja Simojoen vastaavasti 3% eli 11:1. Mutta tämän aineiston perusteella näyttää siltä, että Tornionjoesta peräisin olevien lohien kuolevuus on paljon suurempi kuin Simojoen lohien: vuosina 2001-2016 Tornionjoen smolttituotannon on arvioitu olleen ka. 1 000 000 kpl ja Simojoen vastaavasti 50 000 kpl. Eli 20:1.

Jos suhde smolttituotannossa olisi sama kuin saalisosuuksissa 11:1, olisi Tornionjoella 550 000 kpl smolttia koko jaksolla. Siis suunnilleen saman verran kuin oli vuosina 2001-2007 keskimäärin eli 650 000 kpl.

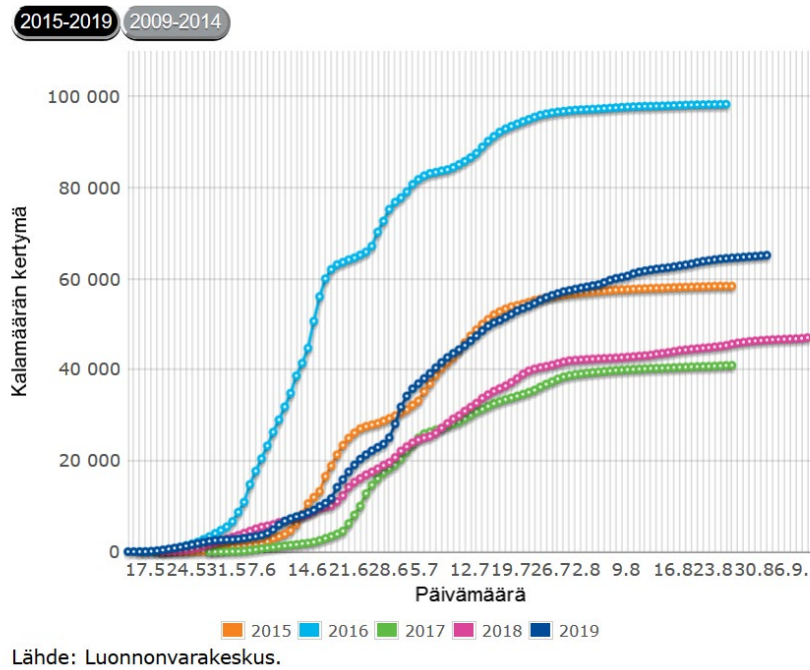
Vuosina 2008-2016 arvioiden mukaan Tornionjoen smolttituotanto on noussut 2,5 kertaiseksi tästä, mutta se ei ole näkynyt mitenkään merialueen saalisosuuksissa. Mahdolliset selitykset tähän ilmiöön ovat rajusti kasvanut smolttivaiheen jälkeinen kuolevuus tai lähtötiedoissa tehty smolttituotannon yliarviointi. Jälkimmäinen on todennäköisin syy. Saalisosuuksien perusteella Tornionjoen poikastuotanto olisi samalla tasolla kuin ennen vuotta 2008, noin 600 000 – 700 000 kpl maksimissaan.

13. NOUSULOHIEEN MÄÄRÄT TORNIONJOKEEN JA SIMOJOKEEN

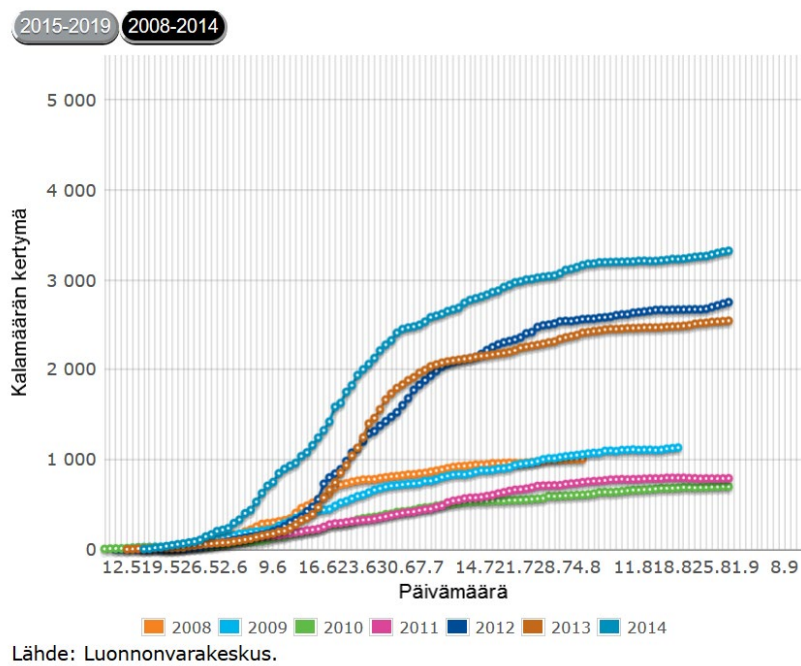
Tornionjokeen nousi kesällä 2014 ennätysmäärä, yhteensä noin 100 000 lohta (kuva 24). Vilkkain nousu näyttää tapahtuneen kesäkuun viimeisellä viikolla. Myös vuonna 2016 lohia nousi kutemaan noin 100 000 kpl (kuva 25). Näiden suurien nousulohien määrien taustalla on mitä ilmeisemmin kalastuskuolevuuden väheneminen avomerivaiheessa viimeisen kymmenen vuoden aikana ja elossa pysymisen paraneminen (esim. alentunut M74-kuolevuus) jossain muussa elinkierron vaiheessa. Vuosina 2018 Tornionjokeen nousi noin 45 000 lohta ja vuonna 2019 noin 65 000 lohta (kuva 25). Simojokeella tehtiin ennätys 5000 nousulohta vuonna 2016. Vuonna 2019 Simojokeen nousi noin 3500 lohta (kuvat 26 ja 27).



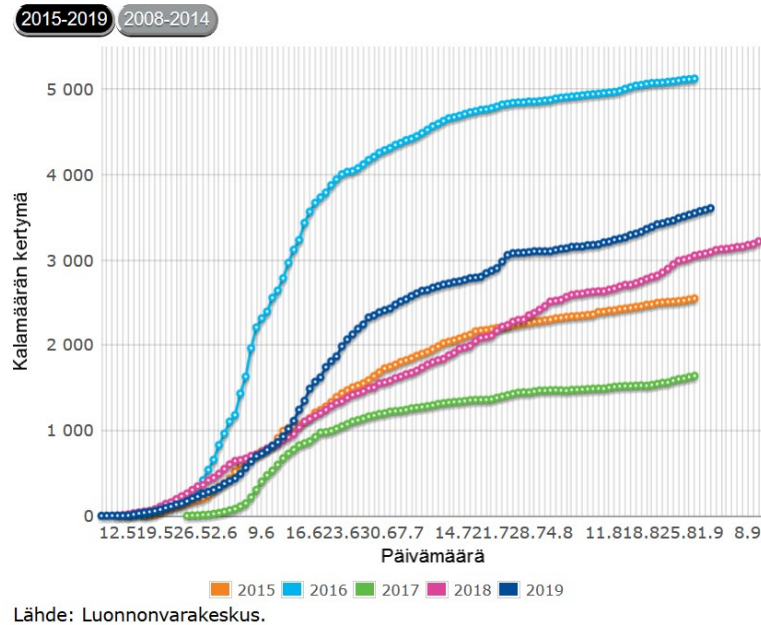
Kuva 24. Nousulohien määrät Tornionjokeen vuosina 2009-14.



Kuva 25. Nousulohien määrät Tornionjoessa v. 2015-19.



Kuva 26. Nousulohien määrät Simojokeen vuosina 2009-14.



Kuva 27. Nousulohien määrät Simojokeen v. 2015-19.

Itämeren lohimallin jokikohtaisia tuloksia voidaan ehkä parhaiten yrittää varmentaa vertaamalla sen tuottamia kutukanta-arvioita havaittuihin nousulohiin. Tässä vertailussa ilmenee, että Tornionjoelle lohimalli systemaattisesti tuottaa selviä yliarvioita kutukannan koosta. Ennustevirheen keskiarvo vuosille 2009-2018 on ollut + 33 % (taulukko 3). Simojoen nousulohien määrän arvioimisessa ennustevirheen keskiarvo on ollut vuosina 2012-2019 vain + 3 %. Näistä luvuista voidaan päätellä, että Simojoen lohelle malli toimii paremmin, ja että Tornionjoella mallin yliarviot voivat johtua esim. liian suurista lähtöarvoista eli liian suureksi arvioidusta smolttituotannosta. Edelleen kutukannan yliarviointi johtaa myös liian suureen smolttituotantoon. Mallissa käytetään Beverton-Holt yhtälöä, jonka perusteella smolttien määrä kasvaa, kun kutukanta vahvistuu aina maksimaaliseen poikastuotantokapasiteettiin asti. Yleisellä tasolla voidaan sanoa, että mitä enemmän Itämerimallissa on kutukaloja, sitä enemmän syntyy smoltteja.

Itämerimallilla laskettu Tornionjoen smolttituotanto vuosille 2008-2018 oli 264 kpl/ha eli 1 428 000 kpl. Jos kutukannan koossa tehty 33 %:n yliarvio johtuisi suoraan samansuuruisesta virheestä smolttituotannossa, niin ylimääräisiä smoltteja pitäisi arviossa olla noin 470 000 kpl. Aiemmin päättelin jokipoikasaineiston tulosten perusteella, että Tornionjoen

smoltituotantoarvioissa näyttäisi olevan ylimääräistä noin 500 000 smoltin verran (kappale 9).

Taulukko 3. Tornionjokeen ja Simojokeen nousevien lohien määrä Itämerimallin havaintojen ja malliarvioiden mukaan vuosina 2009-2018 (ICES 2012-2019).

	Tornionjoki	ICES 2019		ICES 2018		ICES 2017		ICES 2015		ICES 2014		ICES 2013		ICES 2012	
	havainnot	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %
2009	31,7	38	20 %	38	20 %	38	20 %	35	10 %	35	10 %	29	-9 %	29	-9 %
2010	20	24	20 %	25	25 %	28	40 %	23	15 %	25	25 %	17	-15 %	24	20 %
2011	23,1	28	21 %	30	30 %	60	160 %	33	43 %	33	43 %	26	13 %	33	43 %
2012	59,5	68	14 %	68	14 %	90	51 %	88	48 %	85	43 %	60	1 %		
2013	53,6	102	90 %	98	83 %	105	96 %	95	77 %	105	96 %				
2014	101,3	100	-1 %	135	33 %	140	38 %	130	28 %						
2015	58,3	99	70 %	93	60 %	103	77 %								
2016	98,9	98	-1 %	118	19 %	105	6 %								
2017	40,9	63	54 %	68	66 %										
2018	47	79	68 %												
2019															
keskiarvo			36 %		39 %		61 %		37 %		43 %		-3 %		18 %

	Simojoki	ICES 2019		ICES 2018		ICES 2017		ICES 2015		ICES 2014		ICES 2013		ICES 2012	
	havainnot	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %	arvio	virhe %
2009	1,4	1,3	-7 %	1,3	-7 %	1,7	21 %	1,7	21 %	1,8	29 %	1,3	-7 %	1,3	-7 %
2010	0,9	0,9	0 %	0,7	-22 %	0,9	0 %	1	11 %	1	11 %	0,9	0 %	0,9	0 %
2011	1,1	1,1	0 %	1,2	9 %	1,5	36 %	1,2	9 %	1,3	18 %	1,2	9 %	1,2	9 %
2012	3,6	2,4	-33 %	2,3	-36 %	3,3	-8 %	3,2	-11 %	4,5	25 %	2,2	-39 %		
2013	3,1	2,9	-6 %	2,7	-13 %	3,1	0 %	3	-3 %	4	29 %				
2014	3,8	2,9	-24 %	3,5	-8 %	3,4	-11 %	3,3	-13 %						
2015	3	2,8	-7 %	2,5	-17 %	2,9	-3 %	2,5	-17 %						
2016	5,1	2,9	-43 %	3,3	-35 %	2,8	-45 %								
2017	1,9	1,9	0 %	1,8	-5 %										
2018	4	2,1	-48 %												
2019															
keskiarvo			-17 %		-15 %		-1 %		0 %		22 %		-9 %		1 %

14. LAPIN ELY-KESKUKSEN ESITYS KEMIJOEN JA IJOEN UUSIKSI VELVOITTEIKSI

RKTL on arvioinut Kemijoen lohen ja meritaimenen menetettyä vaelluspoikastuotantoa Tornionjoen tutkimustulosten avulla seuraavasti (Marttila ym. 2014).

”Koska kestävän kalastuksen mukainen taso on asetettu Tornionjoen ja myös Simojoen tavoitetasoksi, voidaan olettaa, ettei niihin kohdistuva kalastuspaine tule ainakaan nykyhetkestä nousemaan, ja siksi sekä kestävän kalastuksen mukainen taso, että viime vuosina toteutunut taso ovat luontevat lähtökohdat myös rakennettujen jokien kompensaatiotason arvioinnille. Kestävän kalastuksen tason katsotaan olevan 80 % arvioidusta potentiaalisesta poikastuotantokapasiteetista. Potentiaalinen poikastuotantokapasiteetti (PSPC) puolestaan määritellään pitkän aikavälin keskimääräiseksi vaelluspoikastuotannoksi tilanteessa, jossa lohikantaa ei lainkaan kalasteta ja se ottaa huomioon myös luonnonolosuhteiden ja luontaisen eloonjäännin vaihtelun. Meritaimenen vaelluspoikasmäärän arvioidaan puolestaan olevan suuruusluokaltaan 10 % lohen vaelluspoikastuotannosta, ja samaa lohen ja taimenen saalisosuuksiin perustuvaa lukusuhdetta on käytetty myös aiemmissa arvioissa.

Kalataloudellista haittaa kompensoivan velvoitteen tulee olla arvoltaan sen suuruinen, että se vastaa luonnonpoikasista kalastuskokoon rekrytoituvien lohien määrää. Menetetyn vaelluspoikastuotannon kompensoimiseen tarvittava istutettavien vaelluspoikasten määrä saadaan käyttämällä kerrointa (keskimäärin 2,5-3), joka perustuu istutuspoikasten luonnonpoikasia heikompaan selviytymiseen merivaiheen alussa. Tässä arviossa käytetään kerrointa 2,5, joka on selvästi suurempi kuin aikoinaan velvoitteita määritettäessä käytetty kerroin.

Näin merialueen istutuskompensaatioksi lohella saadaan n. 3,7 – 4,4 miljoonaa vaelluspoikasta ja meritaimenella n. 330 000 – 400 000 vaelluspoikasta. Vastaavasti, kun laskennassa käytetään Tornionjoen nykyisen tuotantotason mukaista lohen hehtaarituohtoa (mediaani 313 kpl/ha/v), päädytään lohella tasolle 3,0 – 3,6 miljoonaa istutettavaa smoltia ja meritaimenella 270 000 – 320 000 smoltia. Nykyvelvoitteeseen verrattuna arvio lohen kompensaatiotarpeesta on 5-7-kertainen (voimassa oleva istutusvelvoite on 615 000 lohen vaelluspoikasta). Vastaavasti myös arvio istutettavien meritaimensmolttien määrästä on moninkertainen nykyvelvoitteeseen (90 000 vaelluspoikasta) nähden.

On huomattava, että näissä laskelmissa keskeisintä on kompensaation arvo. Sen sijaan, että velvoiteresurssi käytettäisiin ainoastaan istutuksiin, on tärkeää selvittää myös muut vaihtoehdot ja tarkoituksenmukaiset toimenpanotavat. Eri ratkaisumalleja harkittaessa tulee huomioida sekä

kansallisessa että kansainvälisessä päätöksenteossa ja strategioissa tunnustettu tarve siirtää painopistettä kalakantojen hoidossa luonnonpoikastuotantoa tukeviin toimenpiteisiin ja vaelluskalakantojen palauttamiseen.”

Lapin ELY-keskus on päättänyt pääosin RKTLn raportin (Marttila ym. 2014) perusteluihin vedoten esittämään Kemijoelle ja Iijoelle seuraavia vahinkoarvioita, joissa kuitenkin PSPC arvio on otettu ICES (2014) raportista.

Kemijoki:

PSPC: 2 300 000 kpl

MSY (75%): 1 725 000 kpl

Smoltituotanto (MSY): 345 kpl/ha

Smoltituotantopinta-ala: 5000 ha

Kompensaatiokerroin: 2,5-3

Lohen istutuskompensaatio: **Yhteensä 4 312 500-5 175 000 kpl/vuosi**

Iijoki:

PSPC: 874 000 kpl

MSY (75%): 655 500 kpl

Smoltituotanto (MSY): 345 kpl/ha

Smoltituotantopinta-ala: 1900 ha

Kompensaatiokerroin: 2,5-3

Lohen istutuskompensaatio: **Yhteensä 1 638 750 – 1 966 500 kpl/vuosi**

15. POIKASTUOTANTOALUEIDEN PINTA-ALAT VAHINKOARVIOISSA

RKTL (Marttila ym. 2014) ja Lapin ELY-keskus käyttävät Kemijoen ja Iijoen vertailujokena Tornionjokea mm. seuraavin perustein:

”Simojoen ja Tornionjoen perusominaisuuksia vertaamalla havaitaan, että Simojoki poikkeaa monella tapaa muista tarkasteltavista joista, minkä vuoksi Simojokea ei voida pitää luontevana vertausjokena esimerkiksi Kemijoelle, Iijoelle tai Oulujoelle. Simojoen valuma-alueen koko ja virtaamat (erityisesti kesäiset alivirtaamat) ovat verrattain pieniä. Lisäksi alueen vedet ovat

luonnostaan hyvin humuspitoisia ja tummia (Lapin ympäristökeskus 2010). Nämä tekijät voivat heikentää lohikalojen elinympäristöä esimerkiksi edesauttamalla veden lämpötilan nopeaa nousua avovesikaudella.”

Esitetyt perusteet ovat osin hataria; Simojoki eroaa selvästi Tornionjoesta, Kemijoesta ja Iljoesta vain pinta-alansa puolesta. Lohen poikastuotantoalueiden arvioidut pinta-alat ovat seuraavat: Kemijoki 4200 ha, Tornionjoki 4997 ha, Iijoki 1900 ha ja Simojoki 254 ha. Juuri valmistuneiden vesienhoitosuunnitelmien mukaan Tornionjoki, Kemijoki ja Iijoki kuuluvat jokityyppiin erittäin suuret turvemaiden joet (EST) ja Simojoki tyyppiin suuret turvemaiden joet (ST). Tornionjoki on valtaosin hyvässä tai erinomaisessa tilassa. Kemijoki on veden fysikaalis-kemiallisen laadun perusteella hyvässä tai jopa erinomaisessa tilassa. Iijoen pääuoma on hyvässä tilassa. Simojoen vedenlaatu on kokonaisuudessaan erinomainen – sivujokien vedenlaatu on yleisesti hyvä. Vaikka Tornionjoen ja Simojoen valuma-alueiden ja lohentuotantoalueiden pinta-alat eroavat huomattavasti, ovat niiden jokikohtaiset kutukantarokryytti suhteet hyvin samankaltaisia (Michielsens ym. 2008.)

RKTL:n raportissa (Marttila ym. 2014) Tornionjoen lohen poikastuotantoalan on arvioitu olevan 4997 ha. ICES (2013) raportissa tälle estimaatille on ilmoitettu 95 %:n luottamusvälin olevan 3877-6695 ha. Arvio perustuu ilmeisesti Peterssonin (1975) tutkimukseen, jossa käytettiin Lindrothin johdolla vuonna 1960 koottua aineistoa (Lindroth ja Toivonen 1962). Lindrothin tekemää tuotantoalojen rajausta muutettiin osittain ja lisäksi aineistoa täydennettiin vesistöalueen yläosilta kerätyillä tiedoilla. Tornionjoen vesistön lohen lisääntymisalueeksi saatiin yhteensä 4965 hehtaaria (Petersson 1975), joka n. 600 ha enemmän kuin Lindrothin ja Toivosen (1962) aiemmin raportoima tuotantoala (4399 ha). RKTL:n (2014) mukaan ”näissä nykyisin käytössä olevissa poikatuotantoalan arvioissa ei kuitenkaan ole huomioitu edellä esitettyjen uusimpien habitaattitutkimusten tuloksia ja siten ne ovat ennemmin ali- kuin yliarvioita.”. Vuoden 2015 WGBAST raportissa onkin sitten ilmoitettu Tornionjoen poikastuotannon uudeksi pinta-alaksi 5409 ha (estimaatin 90 %:n luottamusväli 4282-6835 ha). Tätä muutosta ei kuitenkaan ole mitenkään perusteltu eikä sen pohjaksi löydy uusia tutkimuksia.

Nykyisin käytössä olevia pinta-ala-arvioita on käytetty myöhemmin esitettävissä poikastuotannon pinta-alakohtaisissa laskelmissa. Kemijoen smoltituotantopinta-alaksi on aiemmin arvioitu 4200 ha (Toivonen 1974). Aikaisemmissa vahinkoarvioissa on tästä saatu

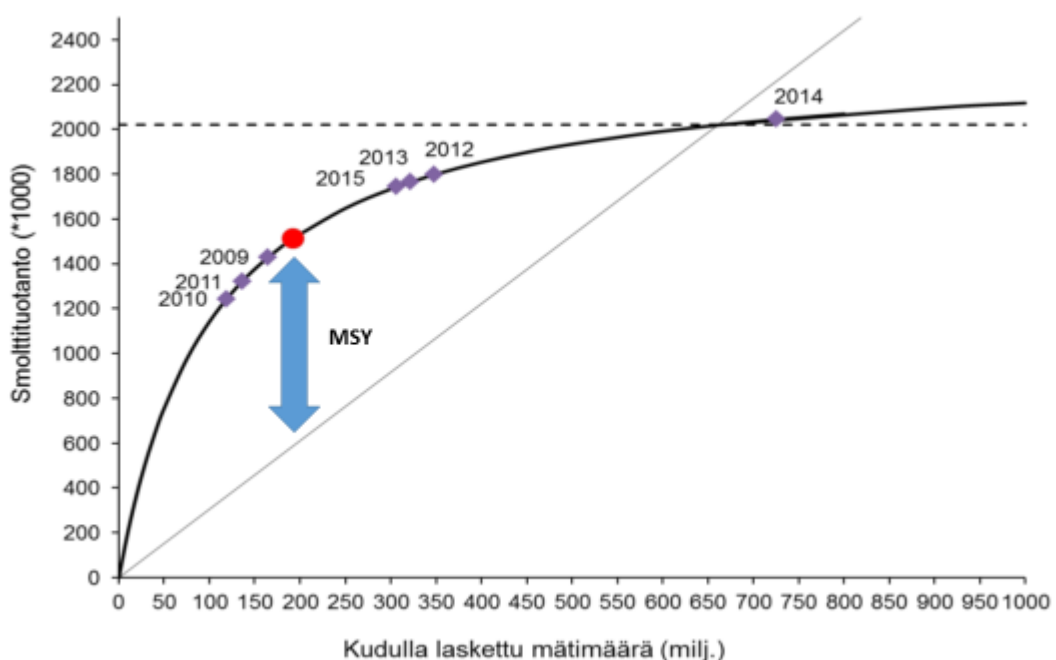
4000 ha. Vahinkoarvioissa on kuitenkin alettu käyttää RKTL:n (Marttila ym. 2014) esittämää arviota Kemijoen tuotantopinta-alaksi 5000 ha. Uutta, mitattua tietoa, johon tuotantopinta-alan kasvu 1000 hehtaarilla vanhaan arvioon verraten perustuu, ei Kemijoen osalta ole julkaistu.

Johtopäätöksiä:

Lohen poikastuotantoalueiden pinta-alat Tornionjoessa ja Kemijoessa ovat Lapin ELY-keskuksen muutoshakemuksessa kasvaneet olennaisesti entisistä arvioista. Näille uusille arvioille ei löydy kuitenkaan perusteiksi minkäänlaista mitattua tai muutakaan tietoa.

17. MSYN KÄYTTÖ KALATALOUSVELVOITTEEN MÄÄRÄYTYMISESSÄ

Kestävä enimmäistuotto (Maximum Sustainable Yield, MSY) on määritelty kirjallisuudessa ”maksimisaaliiksi, joka voidaan saada kalapopulaatiosta pitkällä aikavälillä” (Finley 2011). Käytännössä on osoittautunut, että ”täysin oikea” kalastus ei voi perustua vakioituun arvioon MSY:sta, vaan pitää käyttää tasoa ”hyväksyttävä kokonaissaalis (Total Allowable Catch, TAC)”, jonka kalastuksen säätelijät vuosittain asettavat. Tätä tasoa määritettäessä pyritään ottamaan huomioon sellaiset luontaiset vaihtelut ympäristössä, jotka aiheuttavat muuntelua kalapopulaation kokoon.



Kuva 28. Kutukannan (mätimääräksi laskettuna) ja smolttituotannon välinen yhteys Tornionjoella. Yhtäsuuruusviiva osoittaa tilanteen, jossa kutulohet tuottavat keskimäärin saman verran kutulohia seuraavaan sukupolveen. Katkoviivalla on osoitettu poikastuotantokapasiteetti (PSPC) ja punaisella täplällä enimmäistuotto (MSY). MSY sijoittuu siis kaarevalla viivalla kohdalle, jossa viivan etäisyys yhtäsuuruusviivaan on suurimmillaan. (Palm ym. 2016).

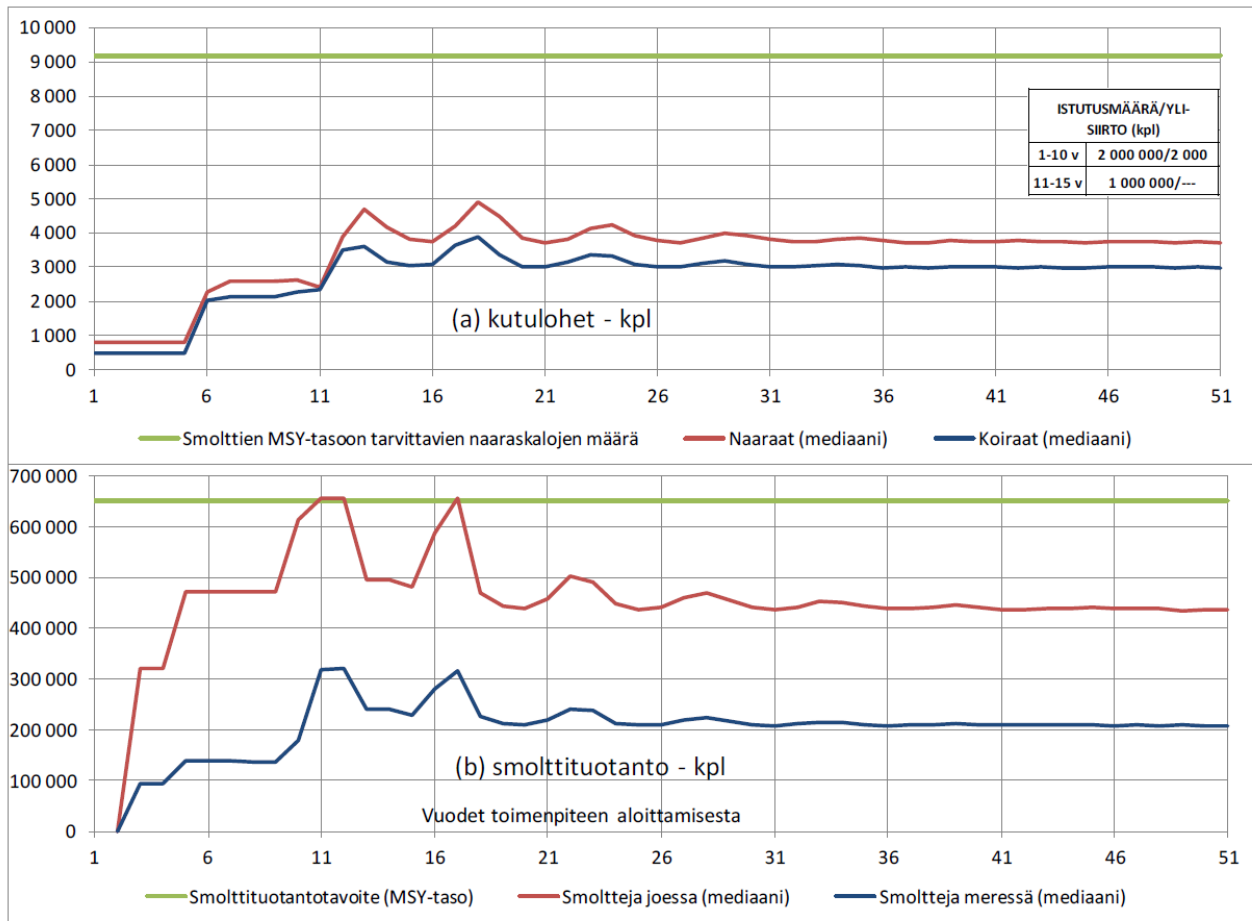
Nämä käsitteet ovat siis pitkälti teoreettisia ja niiden tarkoitus on ohjata kalastusta niin, että kalakannoista saadaan maksimaalinen tuotto. MSY on tässä yhteydessä laskettu suoraan poikastuotantokapasiteetista (PSPC) kertoimella 0,75. PSPC puolestaan edustaa kutukanta-rekryyttyhtälön (tässä Beverton-Holt) rekryyttyhtälön maksimiarvoa eli $PSPC = R_{max}$. (kuva 28).

Kemijoelle ja Iijoen esitetyissä vahinkoarvioissa MSY käsitettä on käytetty velvoiteistutusten määräytymisen perustana. Tällaiseen käyttöön MSY käsitettä ei ole alun perin lainkaan tarkoitettu. Tässä on tehty vertailu tilanteeseen, jossa Kemijoki ja Iijoki olisivat luonnontilassa ja kalastusta säädeltäisiin optimaalisesti. Teoriassa vain tällöin Kemijoki ja Iijoki voisivat alkaa tuottaa MSY:tä vastaavan määrän smoltteja.

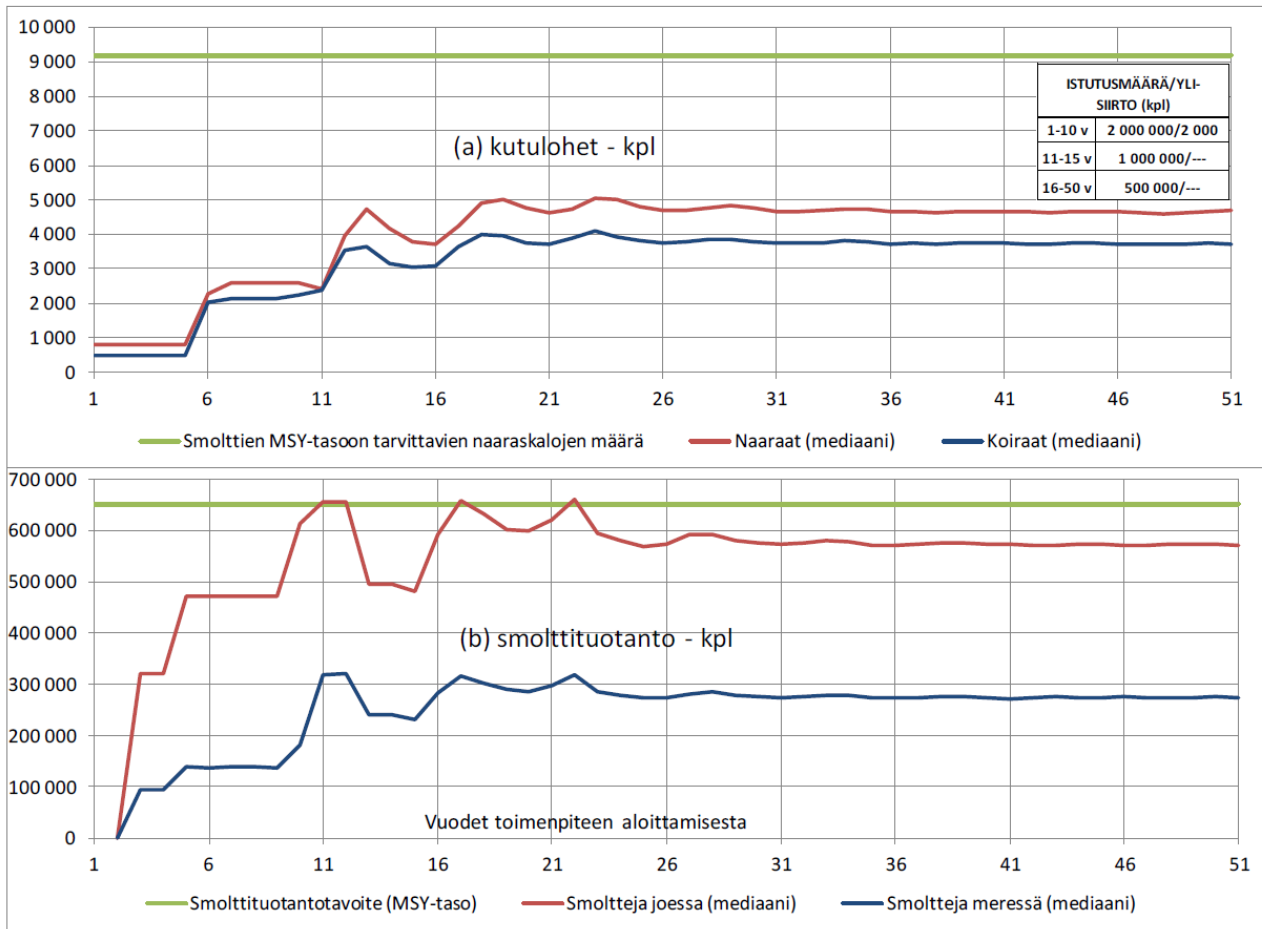
17.1 LOHIKANTOJEN PALAUTUMINEN POPULAATIOMALLEILLA ARVIOITUNA

Kemijoen kalatalousvelvoitteen muutoshakemuksessa on liitteenä: ***Lohikannan palauttaminen Ounasjoelle - skenaario eri vaiheissa toteutettavien hoitotoimenpiteiden vaikuttavuudesta.*** Lähtökohtana on, että Ounasjoen kunnostetut poikastuotantoalueet voitaisiin ottaa käyttöön palauttamalla vaellusyhteys lisääntymis- ja syönnösalueiden välille. Mallitarkastelussa Ounasjoelle muodostettiin kaksi vaihtoehtoista skenaariota, joissa molemmissa on aluksi kalateiden rakennusvaihe (5 vuotta) ja samaan aikaan aloitettavat tukitoimenpiteet (ylisiirrot ja jokipoikasistutukset). Tehokkaiden kalateiden ja alasvaellusreittien valmistuttua tukitoimenpiteitä aletaan vähitellen vähentää ja ylisiirrot lopetetaan 10 vuoden jälkeen. Skenaariot poikkeavat toisistaan siinä, kuinka pitkään

jokipoikasistutuksia tukitoimenpiteenä jatketaan. Ensimmäisessä skenaariossa ne lopetetaan 15 vuoden jälkeen kokonaan. Toisessa skenaariossa istutuksia jatketaan pitkällä aikavälillä, joskin istutusmäärät pienenevät.



Kuva 29. Ounasjoen kutualueille pääsevien emokalojen lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) 1. skenaariossa, jossa ylisiirrot päättyvät 10 vuoden jälkeen ja jokipoikasistutukset 15 vuoden jälkeen.



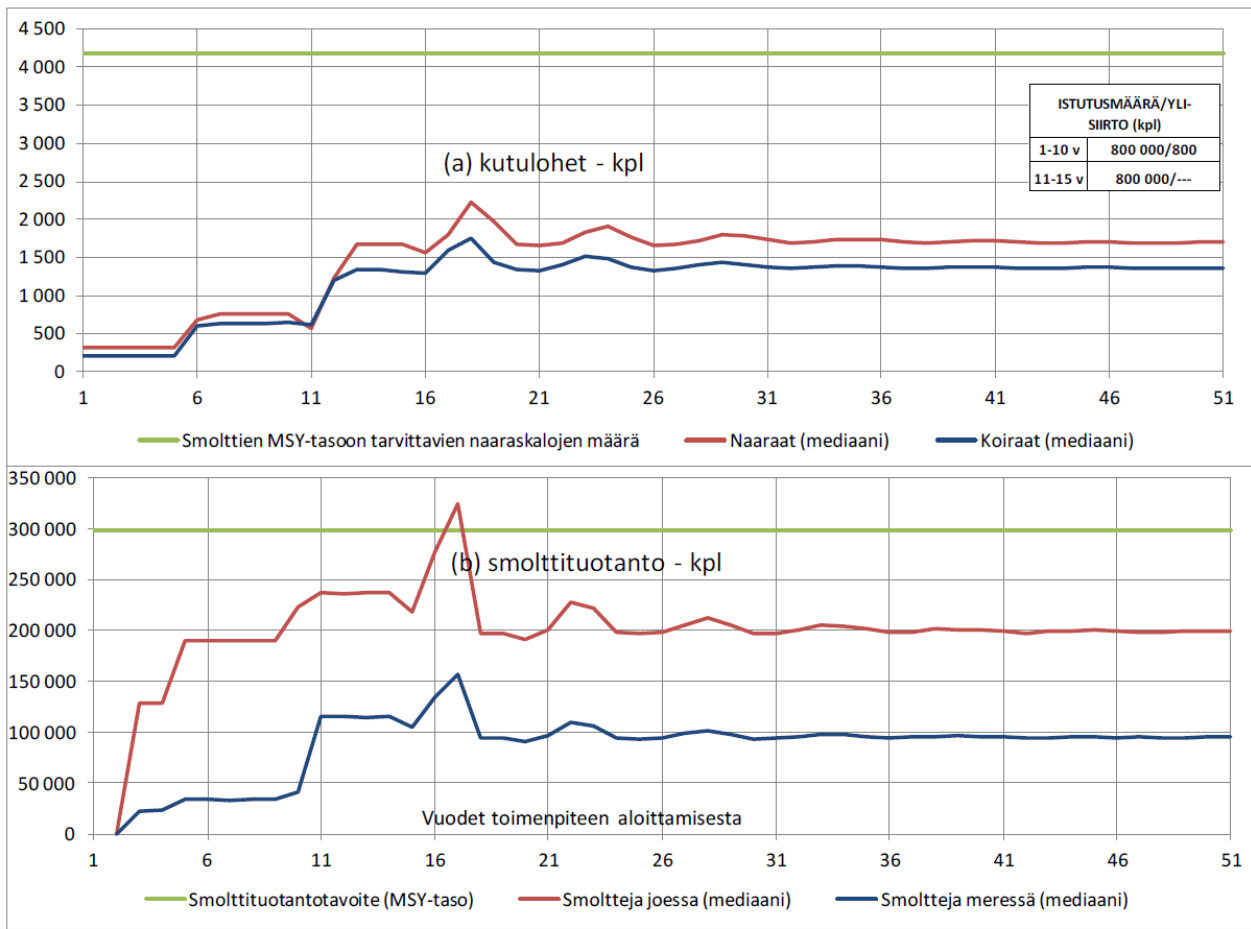
Kuva 30. Ounasjoen kutualueille pääsevien emokalojen lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) 2. skenaariossa, jossa lohikantaa hoidetaan vaihteittain niin, että tukitoimenpiteet (ylisiirrot ja jokipoikasistutukset) painottuvat ensimmäisten 10-15 vuoden ajalle ja jokipoikasistutuksia jatketaan pitkällä aikavälillä.

Kuvissa 29 ja 30 on smolttituotantotavoitteeksi asetettu MSY-taso 655 500 kpl eli 345 kpl/ha, sillä Laine ym. (2002) ovat arvioineet, että Ounasjoen vesistöalueella on lohien poikastuotantoalueita n. 1900 ha (sis. sivujoet n. 200 ha). 1. skenaarion mukaan pitkällä aikavälillä on mahdollista päästä tilanteeseen, jossa smoltteja joessa on n. 430 000 kpl eli 230 kpl/ha ja meressä 200 000 kpl eli 105 kpl/ha. Vastaavasti skenaariossa 2, jossa jokipoikasistutuksia jatketaan pitkällä aikavälillä, päästään smolttituotannossa tasoille joessa 580 000 kpl eli 305 kpl/ha, joista mereen pääsee 280 000 kpl eli 150 kpl/ha.

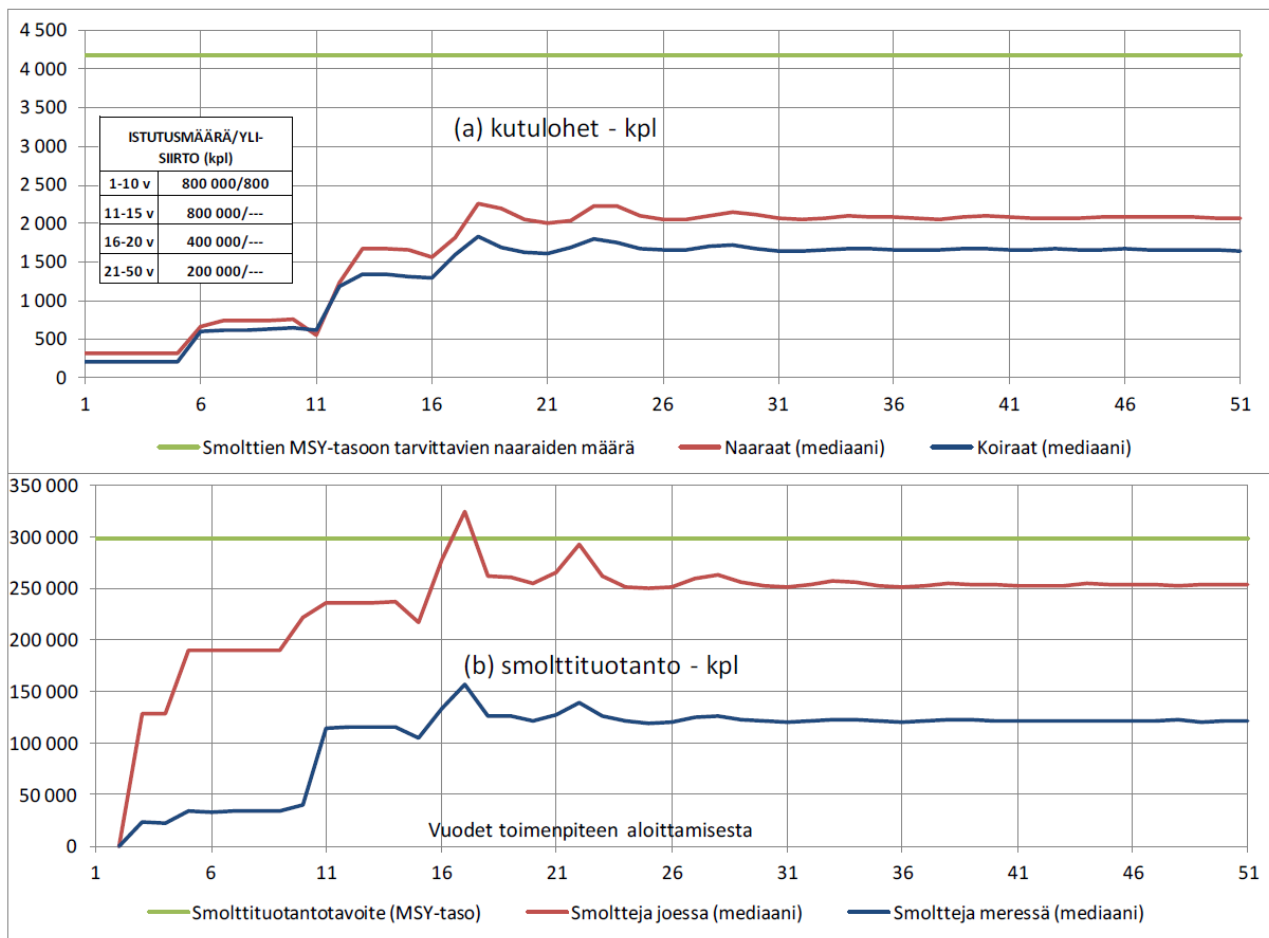
Vastaavasti Iijoen kalatalousvelvoitteen muutoshakemuksissa on liitteenä **Lohikannan palauttaminen Iijoelle - skenaario eri vaiheissa toteutettavien hoitotoimenpiteiden**

vaikuttavuudesta. Tässä tarkastelussa on käytetty samaa populaatiomallia kuin Ounasjoella ja tehty samat skenaariot. Lähtökohtana on, että Iijoen voimalaitosten yläpuoliset jokialueet voitaisiin palauttaa vaelluskalatuotantoon. Voimalaitosten yläpuolisilla alueilla (pois lukien mm. Siuruanjoki) on Metsähallituksen tekemien kartoitusten perusteella jäljellä yli 1000 ha koskialueita, joista suurin osa soveltuu lohikalojen poikasille. Tästä Iijoen pääuomassa sijaitsee noin 660 ha ja loput sivujokien alueella. Lohen poikasille soveltuvia koski- ja virta-alueita niillä Iijoen vesistöalueen osilla, jonne tiettävästi lohi on noussut, on laskettu olevan noin 870 ha.

Tässä mallissa smolttituotantotavoitteeksi on asetettu 300 000 kpl eli 345 kpl/ha. 1. skenaarion mukaan pitkällä aikavälillä on mahdollista päästä tilanteeseen, jossa smoltteja joessa on n. 200 000 kpl eli 230 kpl/ha joista mereen pääsee 100 000 kpl eli 115 kpl/ha (kuva 31). Vastaavasti skenaariossa 2, jossa jokipoikasistutuksia jatketaan pitkällä aikavälillä, päästään smolttituotannossa tasoille joessa 250 000 kpl eli 287 kpl/ha ja meressä 125 000 kpl eli 144 kpl/ha (kuva 32).



Kuva 31. Iijoen kutualueille pääsevien emokalojen lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) 1. skenaariossa, jossa ylisiirrot päättyvät 10 vuoden jälkeen ja jokipoikasistutukset 15 vuoden jälkeen.



Kuva 32. Iijoen kutualueille pääsevien emokalojen lukumäärä (a) ja smoltituotanto (b) 2. skenaariossa, jossa lohikantaa hoidetaan vaiheittain niin, että tukitoimenpiteet (ylisiirrot ja jokipoikasistutukset) painottuvat ensimmäisten 10-15 vuoden ajalle ja jokipoikasistutuksia jatketaan pitkällä aikavälillä.

Näissä selvityksissä on tarkasteltu Ounasjoen ja Iijoen lohikannan mahdollisia kehittymisnäkyviä 50 vuoden aikahorisontissa käyttäen apuna lohen elinkierron eri vaiheiden hävikin arvioimiseksi laadittua populaatiomallia. Tällä mallilla siis simuloidaan tilanteen kehittymistä pitkällä aikavälillä ”tehokkaiden” kalateiden ja alasvaellusreittien rakentamisen jälkeen.

Populaatiomalleilla halutaan osoittaa, että kalateistä olisi hyötyä. Kalateiden rakentamisen jälkeen Kemijoen lohentuotanto perustuisi Ounasjoen poikastuotantoalueen uuteen tuotantoon. Mallin mukaan 1. skenaariossa mereen pääsisi Kemijoesta 200 000 smoltia (50 kpl/ha) ja 2. skenaariossa 280 000 smoltia (70 kpl/ha). Nämä ovat koko Kemijoen laskennallisesta MSY-tasosta (345 kpl/ha) vain 14-20 %. Vastaavasti Iijoen lohentuotanto perustuisi voimalaitosten yläpuoliseen poikastuotantoon. Mallin mukaan 1. skenaariossa

mereen pääsisi Iijoesta 100 000 smoltia (53 kpl/ha) ja 2. skenaariossa 120 000 smoltia (63 kpl/ha). Nämä ovat koko Ijoen laskennallisesta MSY-tasosta (345 kpl/ha) vain 15-18 %.

Epävarmuuksien arviointia. Kemijoelle ja Iijoelle on tehty esitettyjen skenaarioitten lisäksi populaatiomallilla epävarmuustarkasteluja, joilla pyrittiin saamaan selville kuinka erilaiset oletukset alasvaellus- ja kalatietappioista vaikuttavat tuloksiin lohien kutukannan koosta ja smoltituotannon määrästä (van der Meer 2017, van der Meer 2018, Mäki-Petäys ym. 2012).

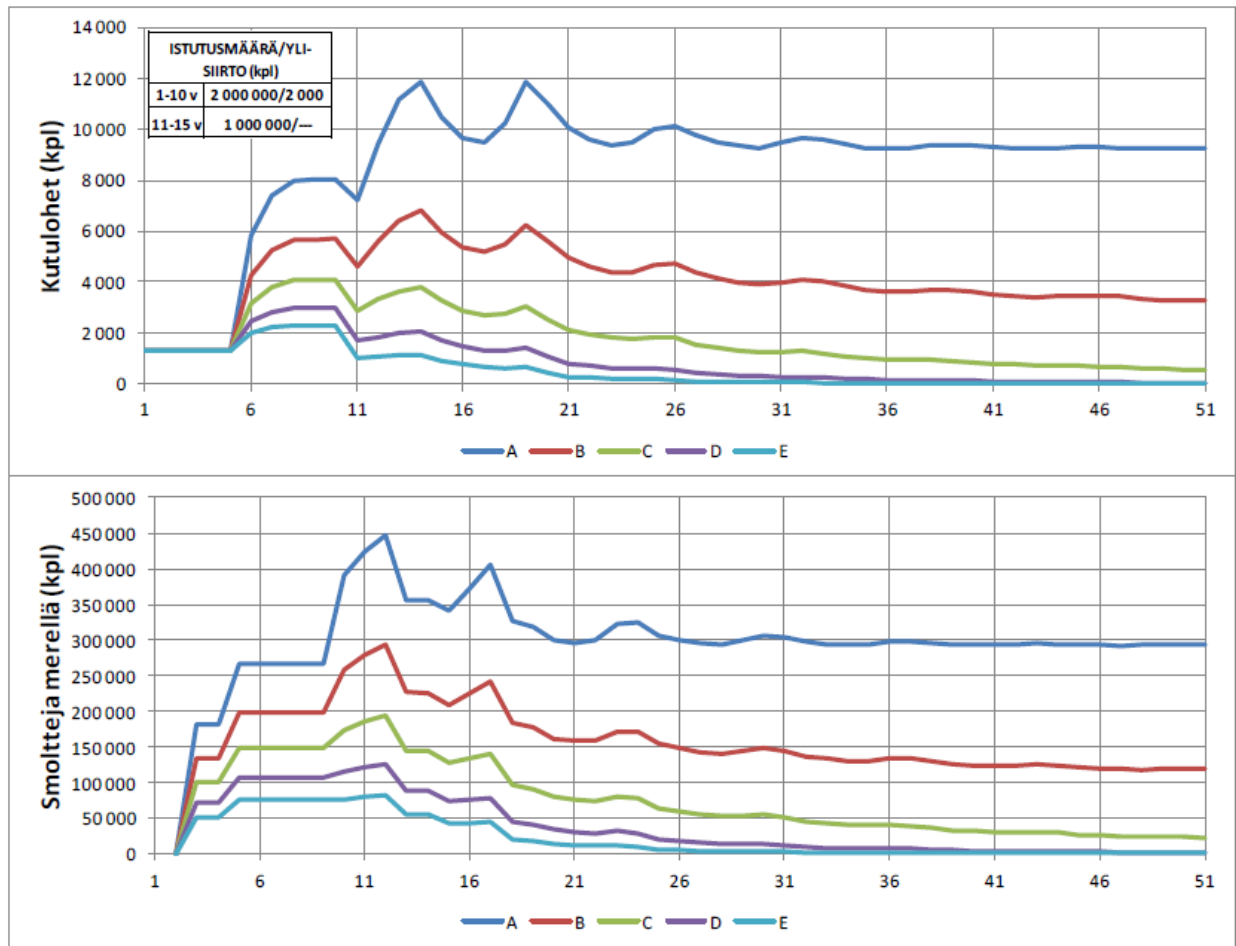
Edellä esitetyissä skenaarioissa populaatiomallissa oli yksittäisten kalateiden toimivuudelle asetettu yli 90 %:n tehokkuusvaatimus ja lohien vaelluspoikasten alasvaelluksen tappioiksi molempien jokien viidelle alimmalle voimalaitokselle korkeintaan 40 % kokonaiskuolleisuus (noin 10 % voimalaitoskohtainen kuolleisuus). Epävarmuutta mallinnettaessa tarkoitus oli tarkastella lohikannan palauttamisen edellytyksiä nimenomaan sellaisissa tilanteissa, joissa hakemuksessa esitettyihin smolttien alasvaellus- ja kalatietappiovaatimukseen rakennetulla jokiosuudella ei päästä (van der Meer 2017).

Ounasjokeen palautettavan lohikannan kokoa mallinnettiin viidellä erilaisella skenaariolla, joissa muutettiin sekä alasvaeltavien smolttien selviytymistä merelle että kudulle nousevien lohien kalatiestä selviytymistä (taulukko 4).

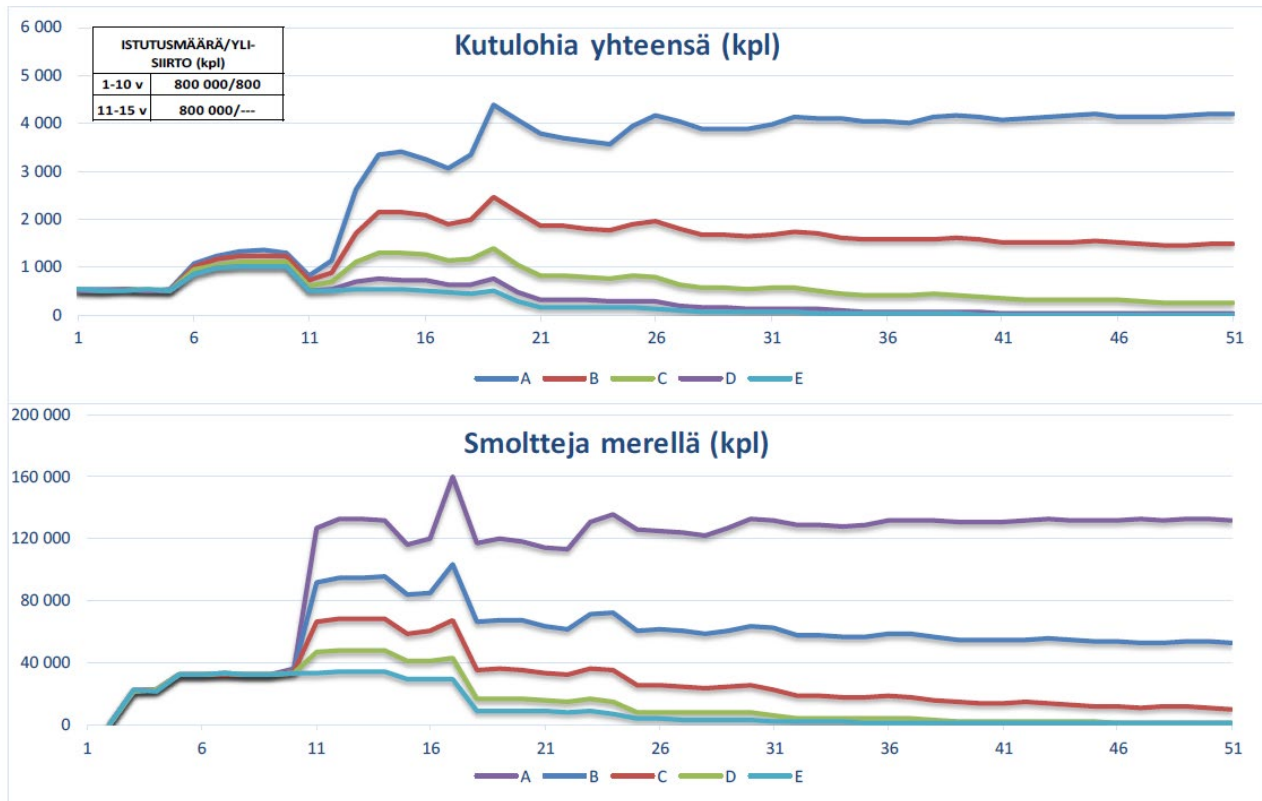
Taulukko 4. Skenaarioissa käytetyt lohien vaelluspoikasten kuolleisuusjakaumat alasvaelluksen aikana sekä kutulohien nousuvaelluksen aikaiset kalatietappiojakaumat (minimi; moodi; maksimi). Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista. *keskiarvo

Skenaario	Voimalaitoskohtainen alasvaellustappio (%)	Alasvaelluksen kokonaistappio (%)	Voimalaitoskohtainen kalatietappio (%)	Kalateistä johtuva kokonaistappio (%)
A	8; 10; 12	34; 40; 47	6,6; 7,6; 8,6*	29; 33; 36
B	14; 15; 16	53; 56; 58	9; 10; 11	38; 41; 44
C	19; 20; 21	65; 67; 69	12; 13; 14	47; 50; 53
D	24; 25; 26	75; 76; 78	15; 16; 17	56; 58; 61
E	29; 30; 31	82; 83; 84	18; 19; 20	63; 65; 67

Skenaarioissa C-E tappiot kasvavat niin suuriksi, että lohikannan koko supistuu nopeasti hyvin pieneksi (kuva 33, taulukko 4). Skenaariossa B, jossa voimalaitoskohtaista alasvaellustappiota nostettiin 5 prosentilla ja kalatietappiota noin 2 prosentilla verrattuna A-skenaarioon, lohipopulaation koko pieneni alle puoleen (kuva 33).



Kuva 33. Ounasjoen lohen populaatiokoko (mediaanit) viidessä skenaariossa, joissa erilaiset alasvaellus- ja kalatietappiot (ks. taulukko 1). Istutus- ja ylisiirtomäärät merkitty kuvaan. Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista.



Kuva 34. Iijoen lohien populaatiokoko (mediaanit) viidessä skenaariossa, joissa erilaiset alasvaellus- ja kalatietappiot (ks. taulukko 1). Istutus- ja ylisiirtomäärät merkitty kuvaan. Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista.

Sama epävarmuustarkastelu tehtiin Iijoen lohelle. Ainoastaan A- ja B-skenaariot saavat aikaan tasapainoon jäävän lohikannan. Muissa skenaarioissa lohikannan koko supistuu koko aikavälillä ollen 50 vuoden jälkeen lähes hävinnyt (kuva 34). Skenaariossa B, jossa voimalaitoskohtaista alasvaellustappiota nostettiin 5 prosentilla ja voimalaitoskohtaista kalatietappiota noin 2 prosentilla verrattuna A-skenaarioon, lohipopulaation koko pieneni alle puoleen (kuva 34).

Kuten näistä epävarmuustarkastelujen tuloksista hyvin ilmenee niin lohikannan osittainenkin palauttaminen Kemijokeen ja Iijokeen edellyttää, että kalateiden toimivuus saadaan kaikissa voimalaitospadoissa erittäin hyväksi. Jos kalatie- tai alasvaellustappiot osoittautuvat vähänkin suuremmiksi kuin on oletettu, niin lohikannan koko putoaa nopeasti puoleen. Jos vähän enemmän alkaa ilmetä ongelmia, niin vähäisenkin luonnonkierron palatuminen uhkaa loppua kokonaan.

Kemijoelle laaditulla populaatiomallilla (van der Meer 2017) voidaan laskea, että nykyiset Kemijoen istutukset tuottaisivat lohia saaliiksi yhteensä 17 608 kpl. Lisäksi mahdollinen kutukannan koko olisi 20 468 kpl. Nämä lohet eivät tietenkään pääse nousemaan padottuun jokeen ja ne jäävät mereen edelleen kalastettavaksi kannaksi. Vastaavasti Iijoen populaatiomallilla (van der Meer 2018) saadaan arvio, että Iijoen nykyistutukset tuottaisivat saaliiksi yhteensä 8 788 kpl lohia ja yli jäisi 10 400 kpl. Skenaario A:ssa, joka vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista, Kemijoen tuottama lohisaalis olisi noin 15 000 kpl eli 15 % pienempi kuin nykyinen saalis (taulukko 5). Vastaavasti Iijoen lohisaalis olisi noin 6700 kpl eli 24 % pienempi kuin nykyinen saalis (taulukko 5). Lisäksi on molemmissa tapauksissa huomioitava, että nykyisessä tilanteessa mereen jää huomattavat määrät lohia, jotka eivät pääse jokiin kutemaan. Muissa skenaarioissa (B-E) saaliit putoavat romahdusmaisesti verrattuna nykytilaan (taulukko 5).

Taulukko 5. Kemijoen ja Iijoen tuottamat lohien kokonaissaaliit (kpl, mediaani) eri skenaarioissa 50 vuoden jälkeen.

Skenaario	Kemijoki	Iijoki
A	15000	6700
B	6100	2700
C	1100	550
D	74	44
E	30	6

Kaikkiin näihin tässä esitettyihin laskelmiin pitää suhtautua varauksella, sillä itse populaatiomalliin sisältyy monia oletuksia kuolevuuksista, jotka tunnetaan huonosti tai jotka voivat vaihdella paljon. Postsmolttivaiheen kuolevuus on ylivoimaisesti suurin komponentti: villille kaloille se on tässä 86,7 % ja istutetuille 91,7 %. Eli oletuksena on, että villi kala selviää 1,6 kertaa paremmin kuin istutettu. On selvää, että pienetkin muutokset tämän vaiheen kuolevuuksissa tai keskinäisissä suhteissa vaikuttavat olennaisesti lopputulokseen eli kutukalojen määrään. Luonnollisen kuolevuuden (16 %) jälkeen eri kalastustapojen aiheuttama kuolevuus on yhteensä noin 34 %. Pelkästään avomerikalastuksen aiheuttama kuolevuus oli aiemmin näissä malleissa oletettu olevan 40 %. Tällöin kutuun asti selvinneiden

lohien määrä oli todella pieni. Tätä kuolevuutta vähenettiin sitten 15 %:iin, jonka jälkeen kutukannat vahvistuivat olennaisesti. Hyljepredaatiosta aiheutuvan lohien nousuaikaisen kuolevuuden on populaatiomallissa arvioitu olevan 13 %. Tämä kuolevuus on pysynyt malleissa samana ainakin vuodesta 2010 saakka, vaikka LUKE:n tekemien uusimpien laskentojen mukaan Itämeren hallikanta ja Perämeren norppakanta ovat kummatkin kasvaneet keskimäärin noin viisi prosenttia vuodessa. Hylkeiden ajallisesti ja paikallisesti vaihtelevasta ravinnonkäytöstä sekä niiden syömien lohien ja meritaimenien määristä tarvitaan malliin päivitettyjä tietoja.

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Populaatiomalleilla on haluttu osoittaa, että kalateiden avulla saataisiin palautettua lohien ns. luonnonkierto. Kalateiden rakentamisen jälkeen Kemijoen lohentuotanto perustuisi Ounasjoen poikastuotantoalueen uuteen tuotantoon. Mallin mukaan silloin mereen pääsisi Kemijoesta 200 000 smoltia (50 kpl/ha) tai 280 000 smoltia (70 kpl/ha), jos tuki-istutukset jatkuisivat pidempään. Nämä ovat koko Kemijoen laskennallisesta MSY-tasosta (345 kpl/ha) **vain 14-20 %**. Vastaavasti Iijoen lohentuotanto perustuisi voimalaitosten yläpuoliseen poikastuotantoon. Mereen pääsisi Iijoesta 100 000 smoltia (53 kpl/ha) tai 120 000 smoltia (63 kpl/ha). Nämä ovat koko Iijoen laskennallisesta MSY-tasosta (345 kpl/ha) **vain 15-18 %**. Epävarmuustarkastelujen tuloksista ilmenee, että lohikannan osittainenkin palauttaminen Kemijokeen ja Iijokeen edellyttää, että kalateiden toimivuus saadaan kaikissa voimalaitospadoissa erittäin hyväksi. Jos kalatie- tai alasvaellustappiot osoittautuvat vähänkin suuremmiksi kuin on oletettu, niin lohikannan koko putoaa nopeasti puoleen. Jos vähän enemmän alkaa ilmetä ongelmia, niin vähäisenkin luonnonkierron palatuminen uhkaa loppua kokonaan. Ilman mittavia tuki-istutuksia joka tapauksessa Kemijoen ja Iijoen tuottamat lohisaaliit romahtavat, jos ei kalatiet toimi odotetusti ja alasvaellustappiot kasvavat.

18. KALATALOUSVELVOITTEEN MÄÄRÄYTYMISEN PERUSTEISTA

18.1 TORNIONJOEN SMOLTTITUOTANTOARVIO SUHTEESSA MUIHIN JOKIIN

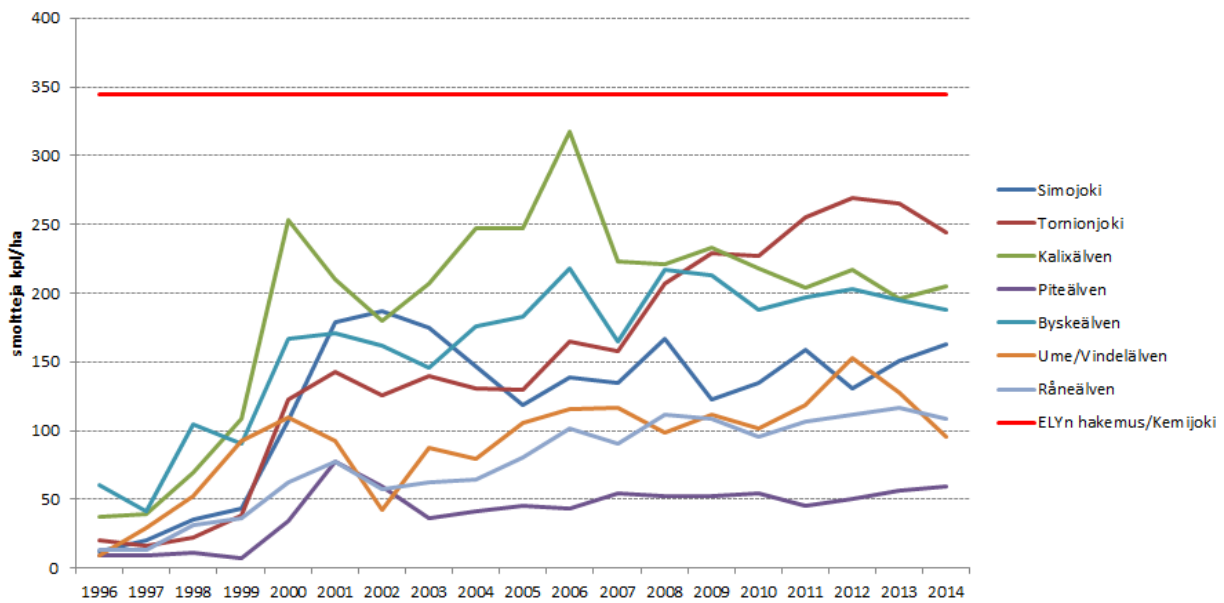
Kemijoen ja Iijoen lohien istutusvelvoitteen arvioinnissa on alun perin käytetty useiden Pohjanlahteen laskevien jokien tietoja. Arviota tehdessä harkinnassa on käytetty tietoja ainakin seuraavista joista: Suomen puolelta Tornionjoki ja Simojoki sekä Ruotsin puolelta Pitejoki,

Ricklejoki ja Kalixjoki. Hakija perustaa nyt arvionsa ainoastaan Tornionjokeen, vaikka käytettävissä olisi uutta tietoa myös muista joista.

Mallin mukaan arvioitu smolttituotanto poikastuotantopinta-alaa kohti on Tornionjoessa ollut 1990-luvun lopulla 20-100 smoltia hehtaarille. Ensimmäinen hyvin merkittävä nousu smolttituotannossa tapahtui 2000 ja aina vuoteen 2007 asti arvio oli 120-150 kpl/ha. Sen jälkeen Tornionjoen smolttituotantoarvio on noussut vuosi vuodelta ja on tarkastelujakson viime vuosina ylittänyt jo 250 kpl/ha (kuva 35). Huomattakoon kuitenkin, että Tornionjoellakaan smolttituotantoarvio ei kyseisellä tarkastelujaksolla ole yltänyt lähellekään hakemuksen mukaista Kemijoen MSY-tasoa (345 smoltia/ha).

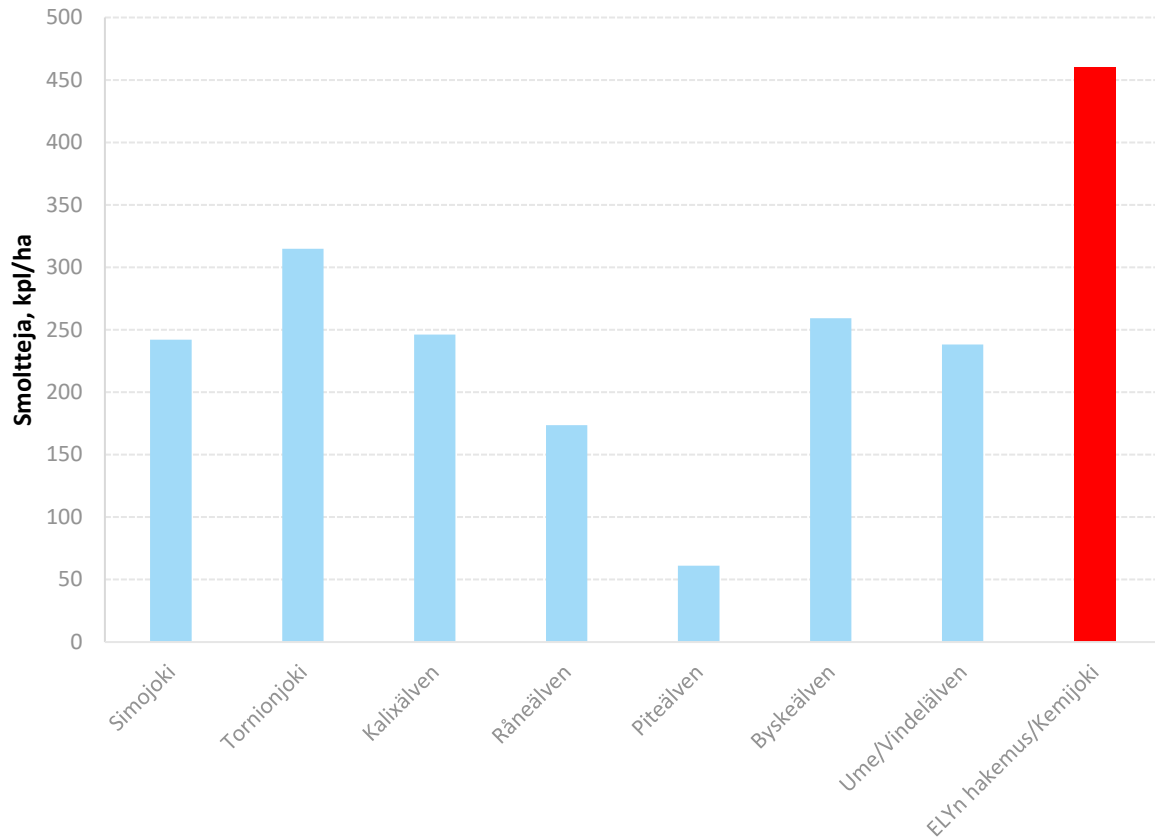
Simojoella smolttituotantoarvio nousi 2000 luvun alussa Tornionjoen tapaan tasolle 100-150 kpl/ha, mutta toisin kuin Tornionjoella se on pysytellyt tuolla tasolla myös sen jälkeen. Byskejoen kehitys on analoginen Tornionjoen kanssa, joskaan nousu ei ole ollut yhtä jyrkkä. Kalixjoella arvio on vaihdellut laajalla skaalalla ja on pikemminkin pienentynyt 2000-luvulla. Muut joet Piteälveniä lukuun ottamatta ovat samaa suuruusluokkaa Simojoen kanssa. On huomattava, että nämä kaikki ovat mallin laskemia arvioita ja ainoastaan Simojella ja Tornionjoella on smolttirysäpyynnillä jo pidemmän aikaa pyritty arvioimaan smolttien todellista määrää, mikä mallilaskennassa vaikuttaa myös muiden jokien arvioihin. Smolttirysäpyyntiin liittyy paljon epävarmuutta ja erityisesti Tornionjoella se on useina vuosina epäonnistunut tulvan ja veden mukana ajelehtivan roskan yms. takia.

Muutoshakemuksessa käytetyn ICES (2014) raportin arviot Tornionjoen potentiaalisesta lohen vaelluspoikastuotantokapasiteetista hehtaaria kohti ovat noin 1,6 kertaisia Byskejokeen ja Ume/Vindeljokeen sekä yli kaksinkertaisia Simojokeen verrattuna.

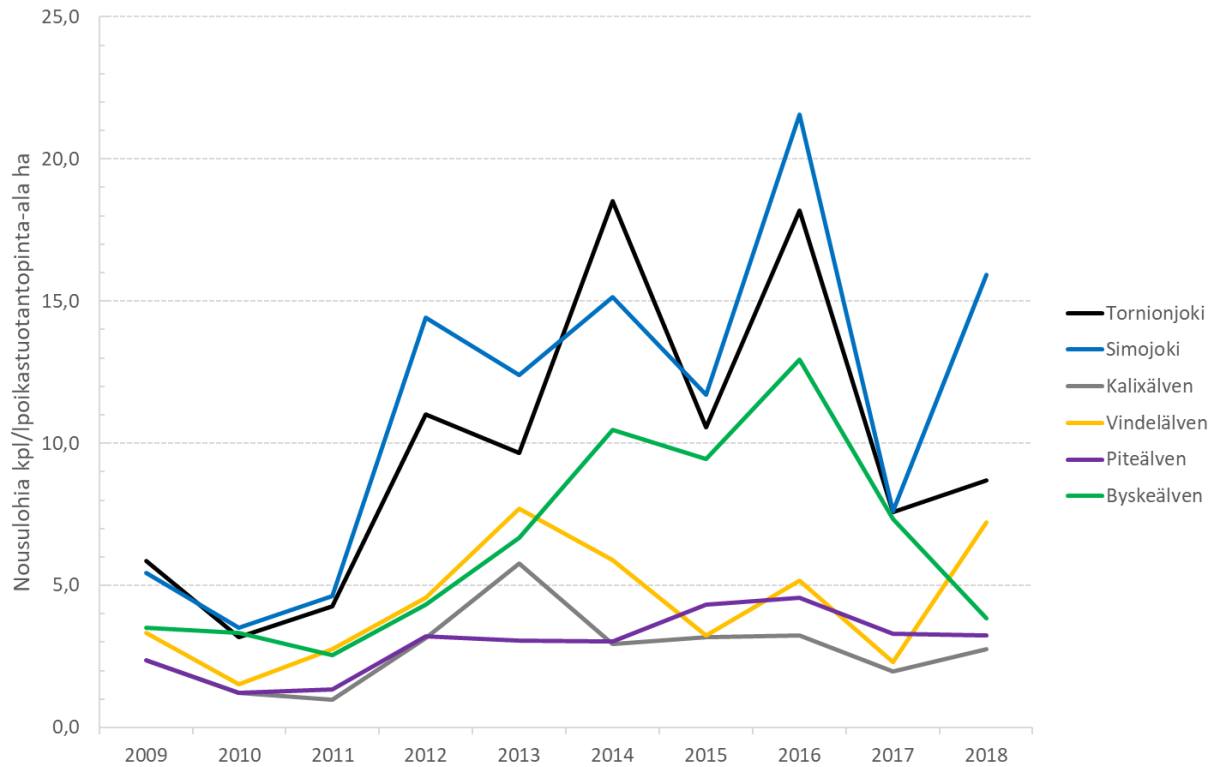


Kuva 35. Merkittävimpien jokien lohen elinkiertoallilla arvioitu toteutunut smolttituotanto (mediaanit) vuosina 1996-2014 (ICES 2018) sekä ELYn hakemuksen mukainen MSY-tuotantotasot Kemijoella ja Iijoella.

Itämeren bayesilainen lohimalli päivittää vuosittaisten smolttituotantoarvioiden ohella eri jokien potentiaalista smolttituotantokapasiteettia (PSPC). Kuvaan 36 on koottu ICES (2018) raportista tärkeimpien lohijokien viimeisimmät PSPC-arviot kappaleina hehtaaria kohti. Kuvaan on lisätty punaisella pylväällä hakemuksessa käytetty vastaava arvio Kemijoelta (sama smoltti-arvio/ha myös Iijoelle). Kuten kuvasta voidaan havaita, on hakemuksen mukainen arvio kaksin- jopa kolminkertainen useimpiin muihin jokiin verrattuna.

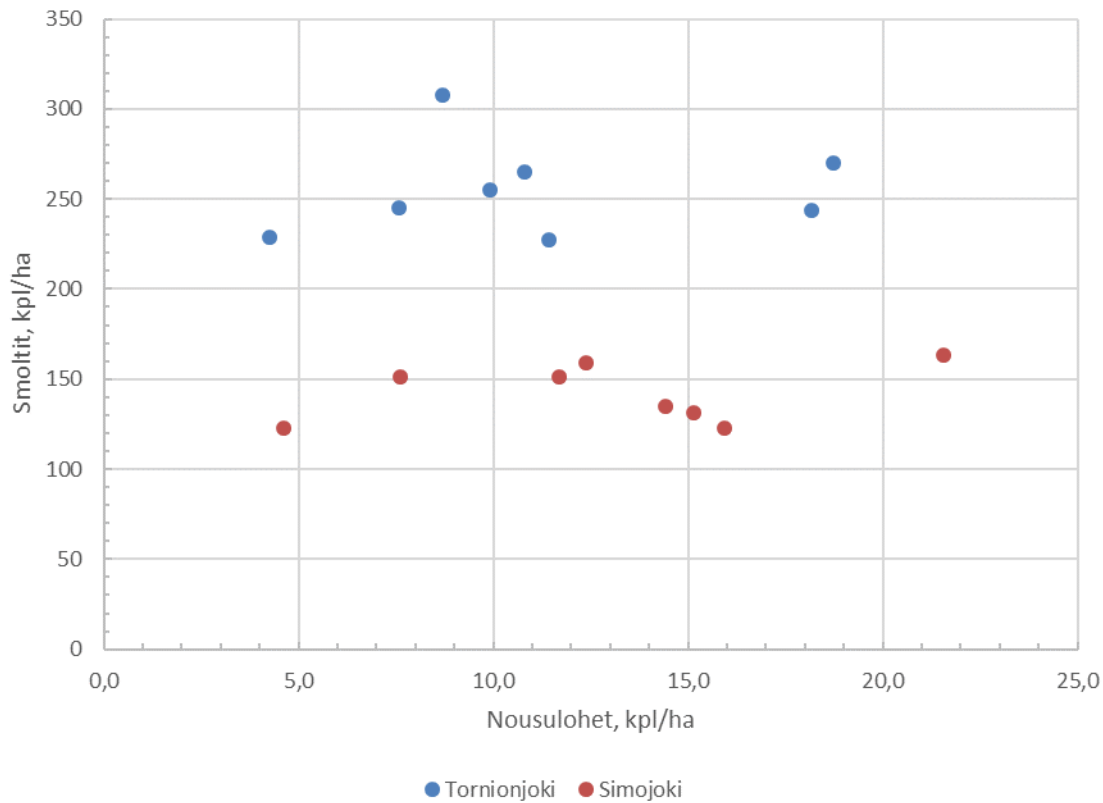


Kuva 36. Itämeren tärkeimpien lohijokien lohen potentiaalinen poikastuotantokapasiteetti (PSPC) ICES (2018) raportin mukaan. Punaisella pylväällä ELYn hakemuksen mukainen PSPC -taso Kemijoella.



Kuva 37. Nousulohien määrä poikastuotantoalueen pinta-alaa [ha] kohti eri joissa (ICES 2018).

Vuosittainen nousulohien määrä poikastuotantoalueen pinta-alaa kohti on Tornion- ja Simojoessa ollut vuodesta 2009 lähtien hyvin samanlainen (kuva 37). Kuitenkin Tornionjoen smolttituotanto hehtaaria kohti on ICESin raporteissa arvioitu olevan yli kaksinkertainen Simojoen vastaavaan verrattuna (kuva 38). Vaikuttaa siis siltä, että joko Tornionjoen smolttien kuolevuus on yli kaksinkertainen Simojoen smoltteihin verrattuna tai sitten Tornionjoen smolttituotanto arviossa on virhettä. Kun tämän tiedon yhdistää Tornionjoen rysäpyynnin Simojoen vastaavaa suurempaan epävarmuuteen, niin näyttää vahvasti siltä, että Tornionjoen smolttituotanto on yliarvioitu.



Kuva 38. Smoltituotanto [kpl/poikastuotantoalueen pinta-ala ha] vuosina 2009-2015 sekä nousulohien määrä kaksi vuotta myöhemmin [kpl/poikastuotanto-alueen pinta-ala, ha] vuosina 2011-2017 Tornion- ja Simojoessa (ICES 2018).

18.2. TORNIONJOKI, SIMOJOKI, BYSKEÄLVEN JA UME/VINDELÄLVEN - TOTEUTUNUT POIKASTUOTANTO VUOSINA 2008-2017

Tähän vertailuun valittiin neljä säännöstelemätöntä ja rakentamatonta pohjoisen lohijokea. Näiden jokien lohen 0+ jokipoikastiheydet ovat olleet nousussa 1990-luvulta lähtien ja poikasmäärät ovat päätyneet suunnilleen samoille tasoille yli 30 kpl/100 m² (taulukot 1 ja 6).

Taulukko 6. Arvioidut jokipoikasten (kesän vanhat 0+,1+ ja 2+ sekä vanhemmat) määrät (kpl/100 m²) Byskeälvenillä (BÄ) ja Vindelälvenillä (VÄ) viisivuotisjaksoissa (ICES 2018). * vuodet 13-15.

vv.	BÄ 0+	BÄ 1+	BÄ2+	VÄ 0+	VÄ >0+
98-02	13,6	6,7	3,5	11,0	11,7
03-07	21,6	8,1	4,2	14,3	7,3
08-12	23,5	8,0	4,3	14,4	10,3
13-17	36,2	13	6,9	25,2*	13,4*

Tornionjoessa on sähkökalastusten perusteella arvioitu vuosina 2008-17 olleen lohen 0+ jokipoikasia 24 kpl/100 m² ja sitä vanhempia 17 kpl/100 m² (taulukko 1). Vuonna 2015 havaittiin Tornionjoessa mittausjakson korkeimmat 0+ jokipoikastiheydet, jotka olivat 41 kpl/100 m² (kuva 7). Vanhempien poikasten ennätys mitattiin v. 2011 24 kpl/100 m². Simojoessa jokipoikasten tiheydet vuosina 2008-17 ovat olleet 23 kpl/100 m² ja 10 kpl/100 m². Simojoessa 0+ jokipoikastiheydet nousivat vuonna 2017 ennätyslukemiin 38 kpl/100 m². Vanhempien kuin 0+ poikasten tiheydet olivat tuolloin 28 kpl/100 m².

Ruotsin puolella Byskeälvenissä 0+ jokipoikastiheydet olivat vuosina 2008-17 tasolla 30 kpl/100m² ja 0+ vanhempien 16 kpl/100m² (taulukko 6). Vuonna 2016 siellä 0+ jokipoikasten tiheydet olivat ennätyskorkealla: 43 kpl/100 m². Vanhempia kuin 0+ jokipoikasten määrä on ollut eniten vuonna 2013 24 kpl/100 m². Vindelälvenillä vuosina 2008-15 0+ jokipoikasten tiheydet olivat tasolla 20 kpl/100 m² ja sitä vanhempien 12 kpl/100 m². Vuonna 2014 Vindelälvenillä mitattiin suurin 0+ poikastiheys: 39 kpl/100 m².

ICES (2019) raportin taulukon 4.2.3.3 mukaan viimeisen 11 vuoden aikana (v. 2008-2018) Tornionjoessa on ollut smoltteja keskimäärin 264 kpl/ha, Simojoessa 155 kpl/ha, Byskeälvenissä 212 kpl/ha ja Ume/Vindelälvenissä 115 kpl/ha. Näiden jokien keskimääräinen smoltituotanto on ollut tarkastelujaksolla 187 kpl/ha. Tornionjoen smoltituotantoarviot

näyttävät aiemmin esitetyn perusteella olevan liian korkeita ja niihin liittyy paljon epävarmuutta etenkin vuodesta 2008 eteenpäin. Siksi laskettaessa uusia kalatalousvelvoitteita Kemijoelle tai Iijoelle voidaan vahinkoarvion perusteena käyttää myös vain noiden kolmen rakentamattoman lohijoen aineistoja. Näiden keskimääräinen smoltituotanto on vuosina 2008-2018 ollut 161 kpl/ha. Seuraavassa tehdään laskelmat käyttäen molempia estimaatteja (161 ja 187 kpl/ha).

18.3. KEMIJOEN JA IJOEN VAHINKOARVIOIDEN LASKEMINEN JA VERTAILU

Edellä saadut luvut (161 ja 187 kpl/ha) perustuvat Itämerimallin tuottamiin vuosittaisiin arvioihin kunkin joen poikastuotannosta. Niissä on jo huomioitu alasvaellusvaiheen kuolevuus, mutta ei aikaisemmista uitoista aiheutuneita menetyksiä. Siksi niitä käytettäessä vertailulukuina Iijoella ja Kemijoelle pitää uittokunnostuksita huolimatta vähentää ns. uittotappio -10 %.

Muutoshakemuksen mukaan Kemijoen tilanne on olennaisesti parantunut, koska Kemijoen sivujokiin on tehty kalataloudellisia kunnostuksia ja uitto joessa on loppunut. Kalataloudelliset kunnostukset eivät kuitenkaan ole muuttaneet tilannetta velvoitteen määräämiseen nähden, sillä joen velvoitteen tasoa arvioitaessa käytettiin luonnonkosken tuotantoarviota. Uitto otettiin huomioon vähentämällä velvoitteen perusteena olevasta tuotantoarviosta 10 %. Uitto vesistössä on loppunut, mutta tältäkin osin olosuhteet vesistössä ovat vaelluskalojen lisääntymiselle parantuneet lähinnä isoissa sivujoissa.

Ijoen voimalaitosten kalatalousvelvoitteita määrättäessä puita vielä uitettiin, mikä otettiin huomioon velvoitepäätöksessä vähentämällä voimalaitosten aiheuttamasta kalataloudellisesta haitasta uittotoiminnan ja -perkausten poikastuotantoa heikentävä vaikutus, jonka arvioitiin olleen 10 % lohen, taimenen ja vaellussiian poikastuotannosta. Puun uitto on Iijoella loppunut, mutta poikastuotantopinta-ala ei ole uiton jäljiltä kasvanut. Näin ollen tuosta luonnontuotantoarviosta pitää myös Iijoella vielä vähentää uittokunnostuksista huolimatta aikaisempien uittoperkausten heikentävä vaikutus eli - 10 %.

Uittovähennyksen jälkeen saadaan vahinkoarviota varten vertailuluvuiksi 145 kpl/ha (mukaana Simojoki, Byskeälven, Ume/Vindelälven) tai 168 kpl/ha (mukana Tornionjoki, Simojoki, Byskeälven, Ume/Vindelälven). Näistä luvuista pitää vielä vähentää Kemijoella jokialueen teoreettinen saalis (7 %) ja Iijoella jokialueen tuoton osuus (16 000 kpl = 8 kpl/ha), jolloin saadaan tulokseksi merialueen kompensaatiotarve.

Kemijoelle saadaan merialueen kompensaatiotarpeeksi 135 – 156 kpl/ha ja Iijoelle 137 - 160 kpl/ha (taulukko 7). Viimeisimmät lohimalleista saadut kompensaatikertoimet (istutetun ja luonnonkalan selviytymisen suhde) olivat tasolla 1,2 - 1,4 (ICES 2018, 2019). Käytetään tässä vertailussa niiden keskiarvoa 1,3. Näin saadaan istutusvelvoitteiksi Kemijoelle 176 – 203 kpl/ha ja Iijoelle 178 – 208 kpl/ha (taulukko 8).

Voimassaolevat kompensaatiotarpeet lohen osalta ovat Kemijoelle $384\,183 \text{ kpl/v} = 96 \text{ kpl/ha}$ ja Iijoelle $191\,900 \text{ yks/v} = 101 \text{ kpl/ha}$ / (taulukko 7). Nykyvelvoitteessa nämä arviot kerrottiin kertoimella 1,6, sillä *"Luonnonpoikasista saatua saalista vastaavan saaliin varmistaminen viljelypoikasilla edellytti 1,6-kertaisen määrän istuttamista."* Näin saatiin istutusvelvoitteeksi Kemijoelle $614\,693 \text{ kpl/v} = 154 \text{ kpl/ha}$ ja Iijoelle $306\,560 \text{ yks/v} = 161 \text{ kpl/ha}$ (taulukko 8).

Lapin ELY-keskuksen muutoshakemuksissa (2017) Kemijoen ja Iijoen lohen vahinkoarvioksi on esitetty 345 kpl/ha ja kompensaatikertoimeksi 2,5–3. Lisäksi Kemijoen poikastuotantoalueen katsotaan kasvaneen 5000 hehtaariin. Näistä luvuista saadaan uusiksi istutusvelvoitteiksi Kemijoelle $4\,312\,500 - 5\,175\,000 \text{ kpl/v} = 863 - 1035 \text{ kpl/ha}$. Vastaavasti Iijoelle $1\,638\,750 - 1\,966\,500 \text{ kpl/v} = 863 - 1035 \text{ kpl/ha}$ (taulukot 7 ja 8).

Taulukossa 9 on vielä esitetty istutusvelvoitearviot jokikohtaisesti. Siitä nähdään, että tässä raportissa esitetyt uusimpiin tutkimustuloksiin ja muihin päivitettyihin tietoihin perustuvat laskelmat antavat hieman suuremman tuloksen kuin nykyvelvoitteet. Kemijoen osalta uusi arvio on 14 – 32 % suurempi ja Iijoen osalta 9 – 27 %. Vaihteluun tässäkin vaikuttaa se, otetaanko Tornionjoki mukaan vai ei; jos otetaan, erotus on suurempi. Tässä yhteydessä pitää muistaa, että nykyisen velvoitteen perusteena oli arviot siitä, paljonko joet tuottivat lohia ennen niiden rakentamista. Nyt arvioitiin paljonko Kemijoki ja Iijoki olisivat tuottaneet viimeisen 11 vuoden aikana, jos ei niitä olisi rakennettu. Tässä välillä on tapahtunut olennaisia olosuhteiden muutoksia ennen muuta kalastuksessa ja sen säätelyssä. Joka tapauksessa muutoshakemuksessa esitetyt vaatimukset ovat sitten aivan eri suuruusluokkaa kuin tässä

raportissa esitetyt. Kemijoen kohdalla ne ovat 5,3 – 7,4 (ka. 6,4) kertaisia ja Iijoen vastaavasti 4,1 – 5,8 (ka. 4,5) kertaisia. Muutoshakemuksessa käytetään virheellisesti vahinkoarvion perusteina Itämerimallilla laskettua Tornionjoen vuoden 2014 teoreettista enimmäistuottoa (MSY) ja vanhentuneita merkkipalautustutkimusten tuloksia kompensatiokertoimen määrittämisessä. Siksi vaaditut istutusvelvoitteet ovat noin tavattoman suuret.

Taulukko 7. Vahinkoarvio vertailu. A merialueen kompensatiotarve tämän raportin laskelmien mukaan; B nykyinen kompensatiotarve; C Lapin ELY-keskuksen muutoshakemuksessa esitetty kompensatiotarve; A:B ja A:C suhdelukuja.

	A (kpl/ha)	B	C	A:B	A:C
Kemijoki	135-156	96	345	1,41-1,63	0,39-0,45
Iijoki	137-160	101	345	1,36-1,58	0,40-0,46

Taulukko 8. Istutusvelvoite vertailu (kpl/ha). (Istutusvelvoite = vahinkoarvio x kompensatiokerroin). A merialueen istutustarve tämän raportin laskelmien mukaan; B nykyinen istutusvelvoite; C Lapin ELY-keskuksen muutoshakemuksessa esitetty istutusvelvoite; A:B ja A:C suhdelukuja.

	A	B	C	A:B	A:C
Kemijoki	176-203	154	863-1035	1,14 -1,32	0,17-0,24
Iijoki	178-208	161	863-1035	1,11-1,29	0,17-0,24

Taulukko 9. Istutusvelvoite vertailu (kpl/joki). A merialueen istutustarve tämän raportin laskelmien mukaan; B nykyinen istutusvelvoite; C Lapin ELY-keskuksen muutoshakemuksessa esitetty istutusvelvoite.

	A	B	C
Kemijoki	704 000 – 812 000	615 000	4 312 500 - 5 175 000
Iijoki	338 200 – 395 200	310 000	1 638 750 – 1 966 500

19. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Vahinkoarvioiden päivittämisen keskeisimmäksi perusteeksi on esitetty "olosuhteissa tapahtunut olennainen muutos". Lähtökohtana uusille vaatimuksille on ensisijaisesti ollut Itämerimallilla tehdyt arviot Tornionjoen potentiaalisesta poikastuotantokapasiteetista (PSPC). Tornionjoen vuosittaiset smolttimääräarviot lähtivät nousuun vuodesta 2008 alkaen. Tämä seurauksena myös mallilla lasketut PSPC estimaatit nousivat aina vuosiin 2013 ja 2014. Vuoden 2014 PSPC estimaatista on laskettu teoreettinen enimmäistuotto (MSY), johon perustuvat esitettyjen kalatalousvelvoitteiden vahinkoarviot. Voidaan perustellusti sanoa, että ne ovat yliarvioita ja itse lähtökohta on väärä. Tämän vuoksi näiden estimaattien ja Tornionjoen käyttö ainoana vertailujokena ovat kyseenalaisia. Vahinkoa arvioitaessa pitää tilannetta verrata siihen, mitä patoamattomissa joissa on pitemmällä aikavälillä tapahtunut: paljonko niissä on ollut lohien poikastuotantoa ja mikä on ollut kutukannan koko. Tällainen arvio puuttuu Lapin ELY-keskuksen muutoshakemuksesta.

Bayesilainen mallittaminen on valittu lähestymistavaksi arvioitaessa Itämeren lohikantojen kokoa ja tuotantoa osin hatarien tutkimustietojen perusteella. Ongelmana tämän tyyppisissä malleissa on usein se, että prioritiedon valinta on ainakin mallinnuksen alkuvuosina voinut vaikuttaa bayesiläisen tilastollisen päättelyn tuloksiin. Tämä korostuu laskelmissa, joiden tukena on vähän havaintoaineistoja. Lohimalli koostuu useasta eri osamallista ja tuottaa lopputuloksena jokikohtaisen arvion vaelluspoikasten määrästä. Tärkeä lopputulos on poikastuotantokapasiteetti (PSPC), joka määritellään pitkän aikavälin keskimääräiseksi vaelluspoikastuotannoksi tilanteessa, jossa lohikantaa ei lainkaan kalasteta. Tästä arvosta johdetaan jokikohtainen teoreettinen enimmäistuotto (MSY), jota käytetään myöhemmin vahinkoarvion perustana. Näiden lopputuotteiden mallittamiseen sisältyy paljon epävarmuuksia, joita on vaikea analysoida. Vahinkoarvioinnissa käytetyssä Itämeren lohimallissa epävarmuuksia ei ole otettu huomioon ja mallin validioinnit ovat pääosin jääneet tekemättä. Näistäkään syistä johtuen Itämeren lohimallia ei tulisi sellaisenaan soveltaa yksittäisten joen vahinkoarvion laadintaan.

Smolttituotannon kohonneet arviot Tornionjoessa. Vuosittain seuratut lohien jokipoikasten tiheydet ovat kasvaneet 1990-luvun puolivälistä kaikissa pohjoisen lohijoissa. Kuten monien

muiden Pohjanlahden vesistöjen lohikantojen, myös Tornionjoen lohikannan kehitys on ollut selkeästi positiivinen 1990-luvulta lähtien. Kymmenen vuotta sitten näytti kuitenkin Tornionjoen smolttituotantoarvioissa tapahtuneen vielä muita jokia selvempi notkahdus ylöspäin. Muutamassa vuodessa smolttituotanto-arviot nousivat 2,5 kertaisiksi suhteessa aikaisempiin vastaaviin arvioihin. Vastaava nousua ei ole havaittu esimerkiksi Simojoen aineistoissa. Vaikka osan noususta Tornionjoella voisi selittää jokipoikasten määrän kasvu, näyttää siltä, että Tornionjoen vuosien 2008-17 smolttituotantoarvioissa olisi ylimääräistä noin 500 000 smoltin verran. Näin ollen on perusteltua pitää Tornionjoen smolttituotantoa yliarviona. Korkeat smolttituotantoarviot johtavat myös siihen, että Itämerimallilla laskettu poikastuotantokapasiteetti Tornionjoella nousee liian suureksi. Lopputuloksena voi sanoa, että nykyisellä Itämeren bayesilaisella lohimallilla ei voida luotettavasti arvioida Tornionjoen poikastuotantokapasiteettia. Mallin lähtötietoina olevat poikastuotantoarviot sisältävät omituisuuksia, joille ei löydy selityksiä.

Korkeaa ennustetta Tornionjoen PSPC-arvioksi ei pystytä perustelemaan pelkästään "*M74-oireyhtymän laantumisella ja kalastuksen säätelyn lisäyksellä*" niin kuin RKTL:n raportissa (2014) on tehty. Tornionjoen smolttituotannon yliarviointiin viimeisen kymmenen vuoden aikana viittaa myös se, että lohimalli systemaattisesti tuottaa huomattavasti korkeampia arvioita kutukannan koosta kuin laskurista saadaan. Ennustevirheen keskiarvo vuosille 2013-2019 on ollut + 33 %. Lisäksi samaan aikaan on lohen merivaiheen kuolevuus lisääntynyt tavalla, jota ei ole pystytty selittämään. Vastaavanlaista smolttimäärien nousua kuin Tornionjoessa ei ole havaittu muissa pohjoisen lohijoissa.

Potentiaallinen poikastuotantokapasiteetti (PSPC) ja enimmäistuotto (MSY) vahinkoarvion perustana

Potentiaallinen poikastuotantokapasiteetti on kutukanta-rekryytti -yhtälön kuvaajan eli rekryttikäyrän maksimiarvo ($PSPC = R_{max}$). Jokikohtainen lohikannan enimmäistuotto (MSY) on puolestaan laskettu suoraan PSPC:stä ($MSY = 0,75 \times PSPC$). MSYtä on tässä yhteydessä käytetty uusien kalatalousvelvoitteiden vahinkoarvion perustana Kemijoelle ja Iijoen ja vertailukohteena on Tornionjoki.

MSY ei sellaisenaan sovellu vahinkoarvion perustaksi; se on tarkoitettu toisenlaiseen käyttöön, kalastuksen säätelyyn. Sen avulla pyritään säätelemään kalastuksen tehoa niin, että kalastettaisiin mahdollisimman paljon, muttei liikaa. Kalatalousvelvoitteita näin määrättäessä on ilmeisesti ajateltu, että tehdään vertailu tilanteeseen, jossa Kemijoki ja Iijoki olisivat luonnontilassa ja kalastusta säädeltäisiin optimaalisesti. Teoriassa vain tällöin Kemijoki ja Iijoki voisivat alkaa tuottaa MSY:tä vastaavan määrän smoltteja. Jokien lohikantojen palautumista Kemijoella ja Iijoella kalateiden rakentamisten jälkeen on tutkittu populaatiomalleilla. Niiden tulokset ovat selvät: luonnonkiertoa ja maksimaalista enimmäistuottoa ei missään olosuhteissa saavutettaisi. Jos kalatiet toimisivat suunnitellun mukaan, kummankin joen poikastuotanto jäisi murto-osaan (alle 20 %) laskennallisesta enimmäistuotosta (MSY) pitkällä aikavälillä. Epävarmuustarkastelujen tuloksista ilmenee, että lohikannan osittainenkin palauttaminen Kemijokeen ja Iijokeen edellyttää, että kalateiden toimivuus saadaan kaikissa voimalaitospadoissa erittäin hyväksi. Jos kalatie- tai alasvaellustappiot osoittautuvat suuremmiksi kuin on oletettu, niin lohikannan koko putoaa nopeasti ja vähäinenkin luonnonkierron palatuminen uhkaa loppua kokonaan. Ilman mittavia tuki-isututuksia joka tapauksessa Kemijoen ja Ijoen tuottamat lohisaaliit romahtavat, jos ei kalatiet toimi odotetusti ja alasvaellustappiot kasvavat.

Vahinkoarvioiden vertailujokena on käytetty yksinomaan Tornionjokea. Kemijoen lohen istutusvelvoitteen arvioinnissa on alun perin käytetty useiden Pohjanlahteen laskevien jokien tietoja. Hakija perustaa nyt arvionsa ainoastaan Tornionjokeen, vaikka käytettävissä olisi uutta tietoa myös muista joista.

Kemijoen ja Ijoen vertailujokena olisi perustellumpaa käyttää Suomen puolelta etenkin Simojokea, jonka lohikannan tilaa pystytään malleilla paremmin hallitsemaan kuin Tornionjoen. Lisäksi Simojoen lohikanta näyttää olevan paljon vakaammassa tilassa kuin Tornionjoen, joten sen aineistosta voidaan määrittää luotettavammin, paljonko joki tuottaa poikasia ja mikä on kutukannan ja poikastuotannon suhde. Ruotsin puolelta sopivia vertailujokia ovat Byskeälven ja Ume/Vindeälven. Näiden jokien lohen poikasmäärät ovat olleet suunnilleen samanlaisia pitempään.

Kompensaatiosuhde. Istutuspoikasten on useissa tutkimuksissa todettu selviytyvän luonnossa huonommin kuin luonnonpoikasten. Näin ollen istutusmääriä velvoitettaessa on

käytetty ns. kompensatiokerrointa. Tutkimukset, joita on tehty lohen istutuspoikasten eloonjäännistä merivaiheessa suhteessa luonnossa syntyneisiin lohenpoikasiin ovat ristiriitaisia. Hämmennystä aiheuttavat epävarmat tutkimusmenetelmät ja erilaiset, jopa saman tahon raporteissa muuttuvat aikasarjat. On lisäksi kyseenalaista, voidaanko tätä kompensaatiosuhdetta ylipäättään kuvata yhdellä ainoalla vakiokertoimella eri olosuhteissa. Kompensatiokertoimen valintaan vaikuttaa myös se, minkä jokien lohia verrataan keskenään. Kertoimien on hakemuksessa ehdotettu olevan 2,5-3. Niiden taustalla olevan aineiston perusteella näyttää siltä, että ne ovat aivan liian korkeita. Viimeisimmät lohimalleista saadut kompensatiokertoimet vuosien 2018 ja 2019 raporttien mukaan ovat selvästi alhaisimmat: 1,2-1,4. Vuoden 2019 eväleikkausselvitysten perusteella Perämerellä luonnonkalojen ja istutettujen suhde saaliissa oli 40:60. Koko Itämerellä luonnonsmolttien ja istutettujen suhde on ollut 36:54. Tästä voidaan laskea, että villin lohen ja istutetun eloonjäämisen suhde olisi 1,17, mikä on hyvin lähellä vuoden 2018 arviota.

Vahinkoarviot ja istutusvelvoitteen määräytyminen.

Kemijoelle saatiin tässä raportissa merialueen kompensatiotarpeeksi 135 – 156 kpl/ha ja Iijoelle 137 - 160 kpl/ha. Viimeisimmät lohimalleista saadut kompensatiokertoimet (istutetun ja luonnonkalan selviytymisen suhde) olivat tasolla 1,2 - 1,4. Kun käytetään tässä laskelmissa niiden keskiarvoa 1,3, saadaan istutusvelvoitteiksi Kemijoelle 176 – 203 kpl/ha ja Iijoelle 178 – 208 kpl/ha. Tässä uusimpiin tutkimustuloksiin ja muihin päivitettyihin tietoihin perustuvat laskelmat antavat hieman suuremman tuloksen kuin nykyvelvoitteet. Kemijoen osalta uusi arvio on 14 – 32 % suurempi ja Iijoen osalta 9 – 27 %. Vaihteluun tässäkin vaikuttaa se, otetaanko Tornionjoki mukaan vai ei; jos otetaan, erotus on suurempi.

Tässä yhteydessä pitää muistaa, että nykyisen velvoitteen perusteena oli arviot siitä, paljonko joet tuottivat lohia ennen niiden rakentamista. Nyt arvioitiin paljonko Kemijoki ja Iijoki olisivat tuottaneet viimeisen 11 vuoden aikana, jossei niitä olisi rakennettu. Tässä välillä on tapahtunut olennaisia olosuhteiden muutoksia ennen muuta kalastuksessa ja sen säätelyssä. Joka tapauksessa muutoshakemuksessa esitetyt vaatimukset ovat sitten aivan eri suuruusluokkaa kuin tässä raportissa esitetyt. Kemijoen kohdalla ne ovat 5,3 – 7,4 (ka. 6,4) kertaisia ja Iijoen vastaavasti 4,1 – 5,8 (ka. 4,5) kertaisia. Muutoshakemuksessa käytetään virheellisesti

vahinkoarvion perusteina Itämerimallilla laskettua Tornionjoen vuoden 2014 teoreettista enimmäistuottoa (MSY) ja vanhentuneita merkkipalautustutkimusten tuloksia kompensatiokertoimen määrittämisessä. Siksi vaaditut istutusvelvoitteet ovat noin tavattoman suuret.

Näin ollen uusia muutoshakemuksessa esitettyjä kalatalousvelvoitteita Kemijoelle ja Iijoelle ei voida pitää perusteltuna eikä niitä pidä hyväksyä.

20. KIRJALLISUUTTA

Finley, C. 2011. All the fish in the sea: maximum sustainable yield and the failure of fisheries management. The University Of Chicago Press. Chigao and London.

Fraser, D.A.S. 2011. Is Bayes Posterior just Quick and Dirty Confidence. Statistical Science 26, no 3, 299-316.

Gelman, A. 2008. Objections to Bayesian statistics. Bayesian Analysis 3: 445-450.

Hansson, S. et al. 2017. Competition for the fish - fish extraction from the Baltic Sea by humans, aquatic mammals, and birds. ICES Journal of Marine Science.

Hyvärinen, P. and Rodewald P. 2013. Enriched rearing improves survival of hatchery-reared Atlantic salmon smolts during migration in the River Tornionjoki. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 70: 1386–1395.

Hyvärinen, E., A. Juslén, E. Kemppainen, A. Uddström ja U.-M. Liukko. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019.

ICES. 2006. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 28 March 6 April 2006, ICES Headquarters. ICES CM 2006/ACFM:21. 209 pp.

ICES. 2011. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 22–30 March 2011, Riga, Latvia. ICES 2011/ACOM:08. 297 pp.

ICES. 2012. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 15–23 March 2012, Uppsala, Sweden. ICES CM 2012/ACOM:08. 353 pp.

ICES. 2013. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST). International Council for the Exploration of the Sea. WGBAST report 3–12 April 2013, Tallinn, Estonia. ICES CM 2013/ACOM:08. 334 pp.

- ICES. 2014. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 26 March–2 April 2014, Aarhus, Denmark. ICES CM 2014/ACOM:08. 347 pp.
- ICES. 2015. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 23–31 March 2015, Rostock, Germany. ICES CM 2015\ACOM:08. 362 pp.
- ICES. 2016. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 30 March–6 April 2016, Klaipeda, Lithuania. ICES CM 2016/ACOM:09. 257 pp.
- ICES. 2017. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 27 March–4 April 2017, Gdańsk, Poland. ICES CM 2017/ACOM:10. 298 pp.
- ICES. 2018. Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST), 20–28 March 2018, Turku, Finland. ICES CM 2018/ACOM:10. 369 pp.
- ICES. 2019. Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST). ICES Scientific Reports. 1:23. 312 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.4979>
- Kallio-Nyberg I., Koljonen M-L. and Saloniemi, I. 2014. Spawning-Age Differences and their Temporal Trends in Wild and Sea-Ranched Atlantic Salmon Stocks, from Stock Mixture Data The Open Fish Science Journal 7: 46-58.
- Karlsson L. and Karlstrårn Ö. 1994. The Baltic salmon (*Salmo salar* L.): its history, present situation and future. Dana, vol. 10, pp. 61-85
- Karlström, Ö. 1977. Muistio Kemijoen lohen ja taimenen vaelluspoikasten tuotannon arvioimisesta ym. 11.8.1977. Käännös. 4 s.
- Koljonen, M-L. 2006. Annual changes in the proportions of wild and hatchery Atlantic salmon (*Salmo salar*) caught in the Baltic Sea. ICES Journal of Marine Science, 63: 1274-1285.
- Laine, A., Niva, T., Mäki-Petäys, A. & Erkinaro, J. 2002. Kalabiologiset perusteet. Teoksessa: Loikkaako lohi Ounasjokeen? Vaelluskalojen palauttaminen Kemi-/Ounasjokeen. Esiselvitys. Lapin ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 271: 127–199.
- Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2015 a. Vesien tila hyväksi yhdessä. Kemijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021. Raportteja 89/2015.
- Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2015 b. Vesien tila hyväksi yhdessä. Tornionjoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021. Raportteja 88/2015.
- Lehtonen H. & Varjo M., 2017. Suomen ja Pohjolan kalat. Helsinki: Otavan Kirjapaino Oy, 496 s.
- Lindroth, A. & Toivonen, J. 1962. Tornionjoki-lausunto. Imatran voima Oy. Tornionjoki C I : 3. 22 s.
- Lindroth, A. 1985. The Swedish salmon smolt releases in the Baltic. Vattenfall. 48 s.

Marttila, M. ym. 2014. Rakennettujen jokien kalataloudelle aiheutuneet vahingot ja kalatalousvelvoitteet. RKTL:n työraportteja 6/2014.

Matinlassi T. 2019: Kalastuksensääteily ammattikalastajan näkökulmasta matkailu huomioiden. Esitys Lohiseminaarissa Muoniossa 31.8.2019.

van der Meer, O. 2017. Kemijoen lohen populaatomallinnus. Raportti. 8 s. 3 liitettä.

van der Meer, O. 2018. Iijoen lohen populaatomallinnus. Raportti. 10 s. 1 liite.

Michielsens C.G.J. and McAllister M.K. 2004. A Bayesian hierarchical analysis of stock–recruit data: quantifying structural and parameter uncertainties. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **61**: 1032–1047

Michielsens C.G.J., Mäntyniemi S. and Vuorinen P.J. 2006. Estimation of annual mortality rates caused by early mortality syndromes (EMS) and their impact on salmonid stock–recruit relationships. *Can. J. Aquat. Sci.* **63**: 1968–1981.

Michielsens C.G.J., McAllister M.K., Kuikka S., Mäntyniemi S., Romakkaniemi A., Pakarinen T., Karlsson L., and Uusitalo L.. 2008. Combining multiple Bayesian data analyses in a sequential framework for quantitative fisheries stock assessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **65**: 962–974.

Mäki-Petäys, A., van der Meer, O., Romakkaniemi, A., Orell, P., Rivinoja, P. ja Erkinaro, J. 2012. Lohikantojen palauttaminen rakennetuille joille –mallinnustyökalu tuki- ja säätelytoimien biologiseen arviointiin. RKTL työraportteja 1/2012.

Mäntyniemi S. and Romakkaniemi A. 2002. Bayesian mark–recapture estimation with an application to a salmonid smolt population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **59**: 1748–1758

Mäntyniemi S., Romakkaniemi A., Dannewitz J., Palm S., Pakarinen T., Pulkkinen H., Gårdmark A., and Karlsson O. 2012. Both predation and feeding opportunities may explain changes in survival of Baltic salmon post-smolts. *ICES Journal of Marine Science*, 69(9), 1574–1579.

Palm S. Romakkaniemi A, Dannewitz J, Jokikokko E, Kagervall A, Pakarinen T ja Östergren, J. 2016. Tornionjoen lohi-, meritaimen- ja vaellussiikakannat – yhteinen ruotsalais-suomalainen biologinen arviointi sopivien kalastussäntöjen arvioimiseksi vuodelle 2016. Käännös. 39 s.

Palm S., Romakkaniemi A, Dannewitz, J., Jokikokko, E., Pakarinen T, ja Broman, J. 2018. Tornionjoen lohi-, meritaimen- ja vaellussiikakannat – yhteinen ruotsalais-suomalainen biologinen arviointi sopivien kalastussäntöjen arvioimiseksi vuodelle 2018. Käännös. 46 s.

Petersson, Å. 1975: Torneälven. Rapport över fiske, fiskeundersökningar m m.

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2016. Vesien tila hyväksi yhdessä Oulujoen-Iijoen vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021. Raportteja 76/2016.

Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, vol. 191 pg. 382

Romakkaniemi, A. 2008. Conservation of Atlantic salmon by supplementary stocking of juvenile fish. PhD Thesis. Department of Biological and Environmental Sciences, Faculty of Biosciences, University of Helsinki. Finnish Game and Fisheries Research Institute.

RKTL 1978a. Lausunto Kemijoen kalakantojen hoitovelvoitteesta. 17.11.1978, 469/78, 7 s.

Salminen M., Heinimaa P., Huusko, A., Hyvärinen, P., Kallio-Nyberg, I., Kolari, I., Lehtonen, E., Leskelä, A., Niva, T., Piironen, J., Romakkaniemi, A. ja Vehanen, T. 2013. Paremmat istukkaat, parempi Istutustulos - Istutustutkimusohjelman 2006–2012 tuloksia. RKTL:n työraportteja 19/2013.

Sjöblom, V., Tuunainen, P., Toivonen, J., Westman, K., Sumari, O., Simola, O. & Salojärvi, K. 1974. Itämeren ja Belttien kalastusta ja elollisten luonnonvarojen säilyttämistä koskeva koskevan yleissopimuksen perusteella Suomen osalle tuleva lohen istutusvelvollisuus. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Tiedonantoja 2: 22-52

Toivonen, J. 1974. Kemijoen vaelluskalojen istutustarpeen laskentaperusteista. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Tiedonantoja 2: 1-21.

Uusitalo, L., Kuikka, S., and Romakkaniemi, A. 2005. Estimation of Atlantic salmon smolt carrying capacity of rivers using expert knowledge. ICES Journal of Marine Science, 62: 708-722.

Vähä, V., Romakkaniemi, A., Pulkkinen, K., Ankkuriniemi, M., Keinänen, M., Lilja, J. & Leminen, M. 2014. Lohi- ja meritaimenkantojen seuranta Tornionjoen vesistöissä vuonna 2013. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 2/2014. 28 s.

LIITE B

Tmi Olli van der Meer 30.5.2017

Kemijoen lohen populaatimal- linnus

Olli van der Meer

Sisällys

1.	Johdanto	2
2.	Menetelmät	2
3.	Tulokset	2
3.1.	Ounasjoen lohen elinkierto malli	2
3.2.	Ylä-Kemijoen lohen elinkierto malli	5
4.	Yhteenveto	7
	Viitteet	8
	Liitteet	9

1. Johdanto

Lapin ELY-keskus on jättänyt Pohjois-Suomen aluehallintovirastolle hakemuksen Kemijoen kalatalousvelvoitteiden muuttamisesta. Hakemuksessa esitetään kalateiden rakentaminen kaikkiin Kemijoen alaosan voimalaitoksiin, jolla mahdollistettaisiin lohen nousu Ounasjoen poikastuotantoalueille. Myöhemmässä vaiheessa myös Kemijoen keskiosan voimalaitoksille esitetään kalateiden rakentamista, jolloin lohi pääsisi nousemaan Kemihaaran alueelle.

Yksittäisten kalateiden toimivuudelle on asetettu yli 90 %:n tehokkuusvaatimus ja lohen vaelluspoikasten alasvaelluksen tappioiksi Kemijoen viidelle alimmalle voimalaitokselle korkeintaan 40 % kokonaiskuolleisuus (noin 10 % voimalaitoskohtainen kuolleisuus). Ounasjoelle esitetään 2000 nousulohien yliiirtoa kymmenen vuoden ajan, jonka lisäksi mittavia poikasistutuksia Ounasjokeen. Kemijärven yläpuolisille alueille esitetään 300 lohen yliiirtoa ilman poikasistutuksia.

Hakemuksessa esitettyjen velvoitteiden pohjalta tehtiin populaatiomallinnuksia, joilla pyrittiin saamaan selville alasvaellus- ja kalatietappioiden vaikutusta lohen populaatiokokoon (kudulle nousevien lohien ja mereen pääsevien smolttien lukumäärään). Mallinnusten tarkoitus oli tarkastella lohikannan palauttamisen edellytyksiä nimenomaan sellaisissa tilanteissa, joissa hakemuksessa esitettyihin smolttien alasvaellus- ja kalatietappiovaatimuksiin rakennetulla jokiosuudella ei päästä.

2. Menetelmät

Mallinnus tehtiin rakennettujen jokien lohikantojen elvyttämismahdollisuuksien arviointia varten kehitetyn lohen elinkierto mallin periaatteilla (ks. Mäki-Petäys ym. 2012 ja Orell ym. 2016). Populaatiomallissa seurattiin lohen vuosiluokkia 50 vuoden ajan ja kuolevuuksien tiheysfunktioiden perusteella malli laski Monte Carlo-simulaation avulla viisituhatta mahdollista populaation kehityskulkua. Tuloksissa esitetään mediaanit kutulohien ja mereen pääsevien smolttien määristä.

Populaatiomallissa lohen elinkiertoa yksinkertaistettiin tietyillä oletuksilla, jotka eivät kuitenkaan oleellisesti vaikuta lopputulokseen (Orell ym. 2016):

- Kaikki poikaset smolttiutuvat 3-vuotiaina.
- Syönnösvaellus kestää 1-3 vuotta.
- Kutulohissa naaraiden osuus yhden merivuoden lohissa 9 %, kahden merivuoden lohissa 53 % ja kolmen merivuoden lohissa 75 %.
- Yhden merivuoden naaras painaa 1,5 kg, 2 merivuoden naaras 6 kg ja kolmen merivuoden naaras 11 kg.
- Naaraat tuottavat 1395 mätimunaa kiloa kohden.
- Kukin lohi kutee vain kerran.

3. Tulokset

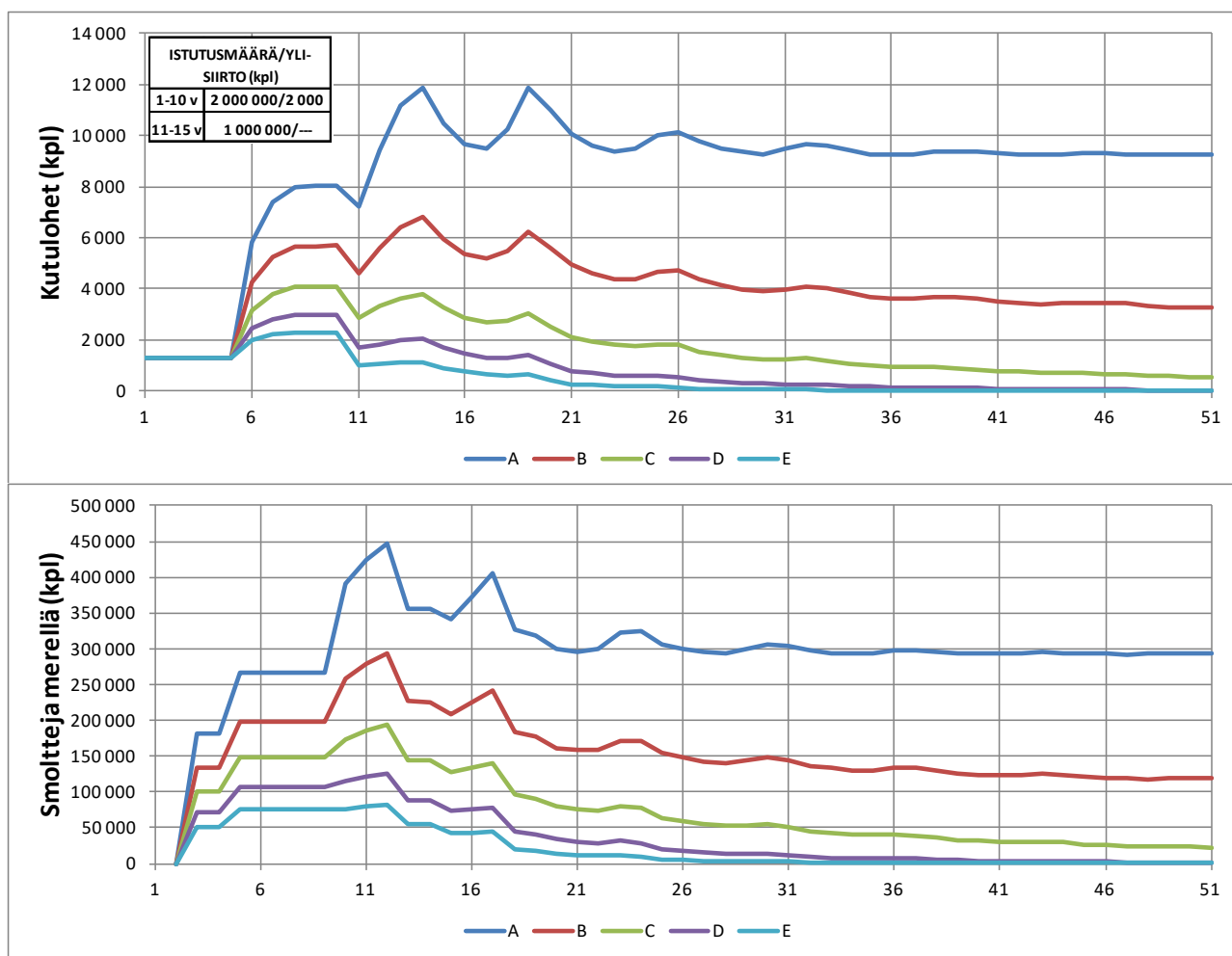
3.1. Ounasjoen lohen elinkierto malli

Ounasjokeen palautettavan lohikannan kokoa mallinnettiin viidellä erilaisella skenaariolla, joissa muutettiin sekä alasvaeltavien smolttien selviytymistä merelle että kudulle nousevien lohien kalatiestä selviytymistä (taulukko 1). Mallinnus tehtiin kahdessa eri tilanteessa, joista jälkimmäisessä jokialueelle tehtävät yksivuotiaiden jokipoikasten istutukset jatkuivat koko mallinnusjakson ajan.

Taulukko 1. Skenaarioissa käytetyt lohien vaelluspoikasten kuolleisuusjakaumat alasvaelluksen aikana sekä kutulohien nousuvaelluksen aikaiset kalatietappiojakaumat (minimi; moodi; maksimi). Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista. *keskiarvo

Skenaario	Voimalaitoskohtainen alasvaellustappio (%)	Alasvaelluksen kokonaistappio (%)	Voimalaitoskohtainen kalatietappio (%)	Kalateistä johdettu kokonaistappio (%)
A	8; 10; 12	34; 40; 47	6,6; 7,6; 8,6*	29; 33; 36
B	14; 15; 16	53; 56; 58	9; 10; 11	38; 41; 44
C	19; 20; 21	65; 67; 69	12; 13; 14	47; 50; 53
D	24; 25; 26	75; 76; 78	15; 16; 17	56; 58; 61
E	29; 30; 31	82; 83; 84	18; 19; 20	63; 65; 67

Skenaarioissa C-E tappiot kasvavat niin suuriksi, että lohikannan koko supistuu nopeasti hyvin pieneksi (kuva 1, taulukko 2). Skenaariossa B, jossa voimalaitoskohtaista alasvaellustappiota nostettiin 5 prosentilla ja kalatietappiota noin 2 prosentilla verrattuna A-skenaarioon, lohipopulaation koko pieneni alle puoleen (kuva 1, taulukko 2).

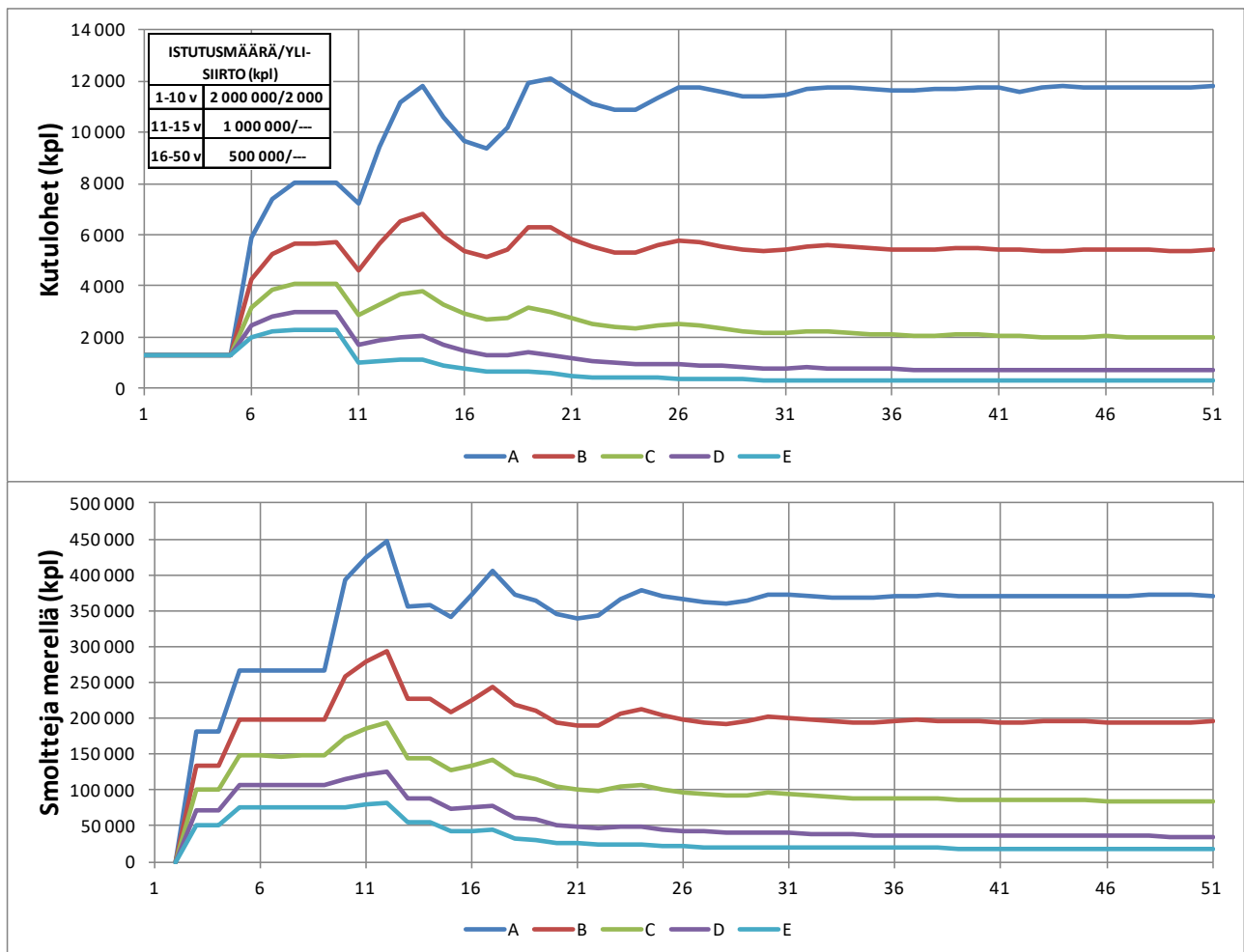


Kuva 1. Ounasjoen lohien populaatiokoko (mediaanit) viidessä skenaariossa, joissa erilaiset alasvaellus- ja kalatietappiot (ks. taulukko 1). Istutus- ja ylisiirtomäärät merkitty kuvaan. Kuolleisuudet eri elinvaiheissa näkyvät liitteessä 1. Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista.

Taulukko 2. Mallin antamat lohimäärät (mediaanit) 50 vuoden jälkeen eri skenaarioissa kahdessa eri elin-
vaiheessa.

Skenaario	Smoltteja merellä	Kutulohia
A	293 037	9 257
B	118 689	3 292
C	22 169	564
D	1 451	36
E	60	2

Jokialueelle istutettavilla 0,5 miljoonalla 1-vuotiaalla jokipoikasella pystyttäisiin C-skenaarion lohikannan koko saamaan sellaiselle tasolle, että luonnonlisääntyminen olisi merityksellistä. Kaksi heikointa skenaariota olisi kuitenkin edelleen hyvin synkkiä lohikannan elinvoimaisuuden suhteen (kuva 2, taulukko 3).



Kuva 2. Ounasjoen lohen populaatiokoko (mediaanit) viidessä skenaariossa, joissa erilaiset alasvaellus- ja kalatietappiot (ks. taulukko 1). Istutus- ja yliiirtomäärät merkitty kuvaan. Kuolleisuudet eri elinvaiheissa näkyvät liitteessä 1. Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista.

Taulukko 3. Mallin antamat lohimäärät (mediaanit) 50 vuoden jälkeen eri skenaarioissa kahdessa eri elin-vaiheessa.

Skenaario	Smoltteja merellä	Kutulohia
A	371 265	11 789
B	195 105	5 423
C	84 372	1 978
D	35 177	698
E	18 449	308

3.2. Ylä-Kemijoen lohen elinkiertomalli

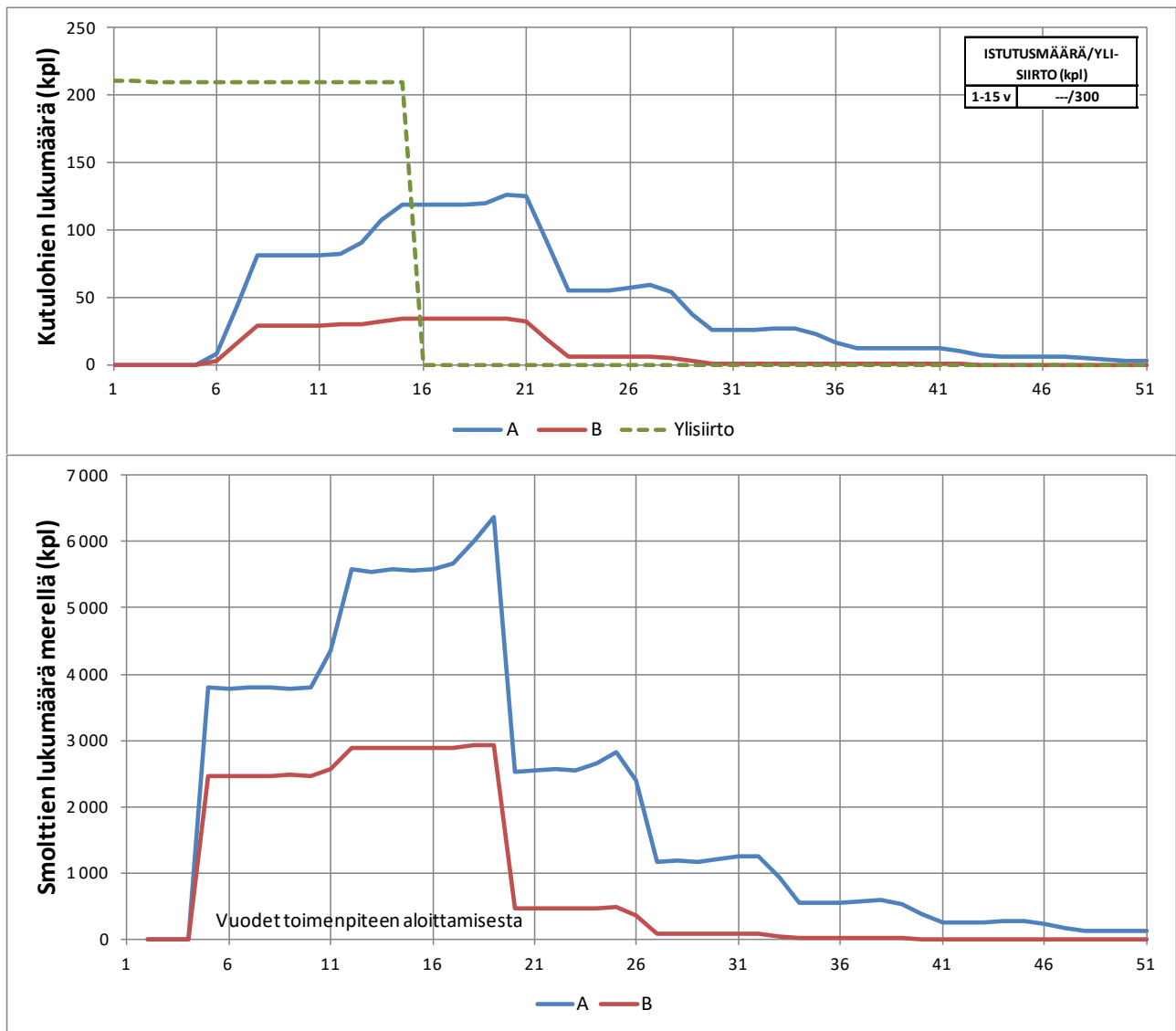
Ylä-Kemijokeen palautettavan lohikannan kokoa mallinnettiin kahdella erilaisella skenaariolla, joissa muutet-tiin sekä alasvaeltavien smolttien selviytymistä merelle että kudulle nousevien lohien kalatiestä selviytymistä (taulukko 4).

Korkeimman hallinto-oikeuden (KHO) päätös 22.5.2017 mahdollistaa Sierilän voimalaitoshankkeen ete-nemisen ja päätös rakentamisesta tehdään myöhemmin kun hankkeen kannattavuus on arvioitu. Tässä yh-teydessä mallinnus tehtiin sekä ilman Sierilän voimalaitosta (kuva 3) että Sierilän voimalaitoksenrakentami-nen huomioiden (kuva 4).

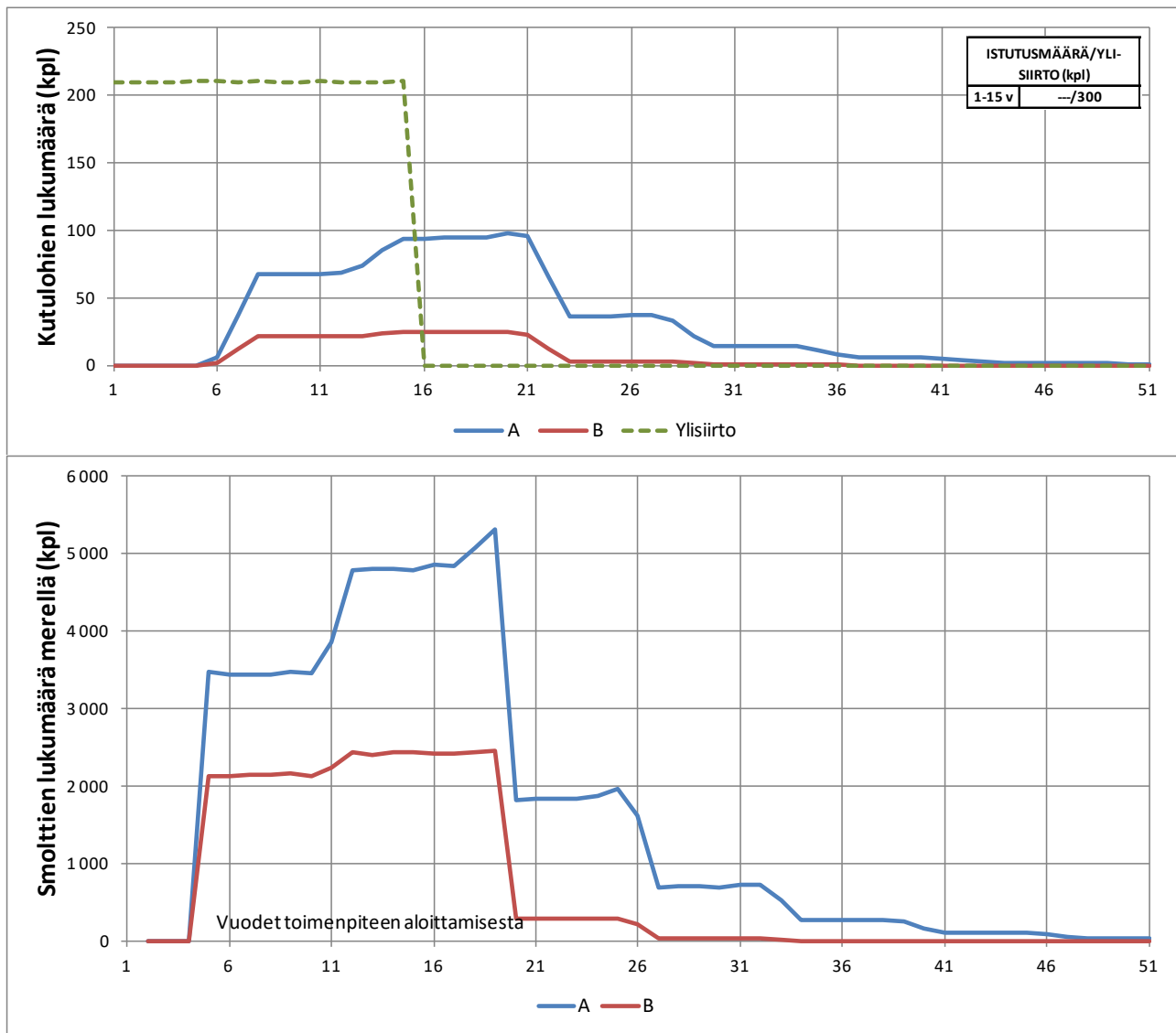
Mallinnuksen perusteella pelkillä 300 lohen ylisiirroilla ei pystytä palauttamaan lohikantaa Ylä-Kemijo-elle. Ylisiirtojen loputtua lohikannan koko laski kymmenessä vuodessa kaikissa skenaarioissa lähes nollaan (kuvat 3 ja 4).

Taulukko 4. Skenaarioissa käytetyt lohen vaelluspoikasten kuolleisuusjakaumat alasvaelluksen aikana sekä kutulohien nousuvaelluksen aikaiset kalatietappiojakaumat (minimi; moodi; maksimi). Skenaario A vastaa hakemuksessa esitettyjä vaatimuksia alasvaelluksesta ja kalatietappioista. *Ei Sierilää **Sierilä rakennettu

Skenaario	Voimalaitoskohtai-nen alasvaellustap-pio (%)	Alavaelluksen kokonaistap-pio (%)	Voimalaitoskohtai-nen kalatietappio (%)	Kalateistä joh-tuva kokonais-tappio (%)
A*	8; 10; 12	62; 77; 87	7; 8; 9	48; 53; 57
B*	12; 14; 16	75; 85; 92	13; 14; 15	71; 74; 77
A**	8; 10; 12	65; 79; 89	7; 8; 9	52; 57; 61
B**	12; 14; 16	78; 87; 93	13; 14; 15	75; 78; 80



Kuva 3. Ylä-Kemijoen lohien populaatiokoko kahdessa skenaariossa, joissa erilaiset alasvaellus- ja kalatietappiot (ks. taulukko 2). Vuosittain ylisiirretään 15 vuoden aikana 300 kutulohta (puolet naaraita) Kemihaaraan ja sen sivujokiin. Toimivat kalatiet on rakennettu. **Sierilän voimalaitosta ei ole rakennettu.** Kuolleisuudet eri elinvaiheissa näkyvät liitteessä 2.



Kuva 4. Ylä-Kemijoen lohien populaatiokoko kahdessa skenaariossa, joissa erilaiset alasvaellus- ja kalatietappiot (ks. taulukko 2). Vuosittain ylisiirretään 15 vuoden aikana 300 kutulohta (puolet naaraita) Kemihaaraan ja sen sivujokiin. Toimivat kalatiet on rakennettu. **Sierilän voimalaitos on rakennettu.** Kuolleisuudet eri elinvaiheissa näkyvät liitteessä 3.

4. Yhteenveto

Lohikannan palauttaminen Ounasjokeen edellyttää, että kalateiden toimivuus saadaan kaikissa voimalaitospadoissa erittäin hyväksi. Myös vaelluspoikasten alasvaellukseen pitäisi löytää erittäin tehokkaita alasvaellusmenetelmät patojen ohi, jotta luontaisesti lisääntyvä lohikanta voitaisiin palauttaa Ounasjokeen.

Ylä-Kemijoelle ei hakemuksessa esitetyllä 300 kutulohen ylisiirrolla pystytä mallinnuksen perusteella saamaan aikaan luontaisesti lisääntyvää lohikantaa. Alasvaellus- että kalatietappiot ovat niin suuret, että lohikanta tarvitsisi jatkuvia tukitoimia: ylisiirtoja ja/tai istutuksia.

Viitteet

- Mäki-Petäys, A., van der Meer, O., Romakkaniemi, A., Orell, P., Rivinoja, P. & Erkinaro, J. 2012. Lohikantojen palauttaminen rakennetuille joille - mallinnustyökalu tuki- ja säätelytoimien biologiseen arviointiin. RKTL:n työraportteja 1/2012, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki, 41 s.
- 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, 52 s.

Liitteet

Liite 1. Ounasjokimallissa käytetyt kuolleisuudet, jotka ovat lähes samat kuin raportissa Orell ym. 2016.

*Vuosittainen kuolleisuus

Elinvaihe	Kuolleisuusjakauma-% (minimi; moodi; maksimi)
Mätimunasta vaelluspoikaseksi	riippuen tiheydestä 98,4-99,1
1-v. jokipoikasesta vaelluspoikaseksi	84,0
Smolttien alasvaellus	Ounasjoki 4,0; 5,0; 6,0. Patoaltaat: ks. taulukko 1
Post-smoltтивaihe	Luonnonpoikanen 74,3; 86,9; 94,0. Viljelypoikanen 81,3; 91,7; 96,7
Luonnollinen kuolleisuus Itämeressä*	9,0; 16,0; 22,0
Avomerikalastus Itämeressä*	10,0; 15,0; 20,0
Hyljepredaatio nousuvaelluksen aikana	5,7; 13,2; 20,8
Rannikkokalastus nousuvaelluksen aikana	20,0; 24,0; 29,0
Jokisuukalastus nousuvaelluksen aikana	10,0; 15,0; 20,0
Kalatietappiot	Ks. taulukko 1
Ylisiirtotappiot	10,0; 30,0; 50,0
Jokikalastus	5,0; 7,0; 10,0

Liite 2. Ylä-Kemijoen lohimallissa käytetyt kuolleisuudet. Sierilän voimalaitosta ei rakenneta.

*Vuosittainen kuolleisuus.

Elinvaihe	Kuolleisuusjakauma-% (minimi; moodi; maksimi)
Mätimunasta vaelluspoikaseksi	98,7
1-v. jokipoikasesta vaelluspoikaseksi	84,0
Smolttien alasvaellus	Kemijärvi 20; 40; 60. Patoaltaat ks. taulukko 4
Post-smoltтивaihe	74,3; 86,9; 94,0
Luonnollinen kuolleisuus Itämeressä*	9,0; 16,0; 22,0
Avomerikalastus Itämeressä*	10,0; 15,0; 20,0
Hyljepredaatio nousuvaelluksen aikana	5,7; 13,2; 20,8
Rannikkokalastus nousuvaelluksen aikana	20,0; 24,0; 29,0
Jokisuukalastus nousuvaelluksen aikana	10,0; 15,0; 20,0
Kalatietappiot	Ks. taulukko 4
Ylisiirtotappiot	10,0; 30,0; 50,0
Jokikalastus	5,0; 7,0; 10,0

Liite 3. Ylä-Kemijoen lohimallissa käytetyt kuolleisuudet. Sierilän voimalaitos rakennetaan.

*Vuosittainen kuolleisuus.

Elinvaihe	Kuolleisuusjakauma-% (minimi; moodi; maksimi)
Mätimunasta vaelluspoikaseksi	98,7
1-v. jokipoikasesta vaelluspoikaseksi	84,0
Smolttien alasvaellus	Kemijärvi 20; 40; 60. Patoaltaat ks. taulukko 4
Post-smoltтивaihe	74,3; 86,9; 94,0
Luonnollinen kuolleisuus Itämeressä*	9,0; 16,0; 22,0
Avomerikalastus Itämeressä*	10,0; 15,0; 20,0
Hyljepredaatio nousuvaelluksen aikana	5,7; 13,2; 20,8
Rannikkokalastus nousuvaelluksen aikana	20,0; 24,0; 29,0
Jokisuukalastus nousuvaelluksen aikana	10,0; 15,0; 20,0
Kalatietappiot	Ks. taulukko 4
Ylisiirtotappiot	10,0; 30,0; 50,0
Jokikalastus	5,0; 7,0; 10,0