

---

RKTL:n työraportteja 5/2013

# Kymijoen lohikannan elvyttäminen – populaatiomallinnus tukija säätelytoimien vaikutuksesta

Aki Mäki-Petäys, Olli van der Meer, Atso Romakkaniemi, Panu Orell ja Jaakko Erkinaro



Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Helsinki  
2013

---

2. painos.

Uusi, korjattu painos, joka korvaa aiemman julkaisun RKTL:n työraportteja 5/2013.



Julkaisija:

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Helsinki 2013

ISBN 978-951-776-961-7 (Verkkójulkaisu)

ISSN 1799-4756 (Verkkójulkaisu)

RKTL 2013

# Kuvailulehti

<b>Tekijät</b> Aki Mäki-Petäys, Olli van der Meer, Atso Romakkaniemi, Panu Orell ja Jaakko Erkinaro			
<b>Nimeke</b> Kymijoen lohikannan elvyttäminen – populaatiomallinnus tuki- ja säätelytoimien vaikutuksesta			
<b>Vuosi</b> 2013	<b>Sivumäärä</b> 25	<b>ISBN</b> 978-951-776-961-7	<b>ISSN</b> ISSN 1799-4756 (PDF)
<b>Yksikkö/tutkimusohjelma</b> Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut/Rakennettujen jokien tutkimusohjelma			
<b>Hyväksynyt</b> Nina Peuhkuri, Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut, Elinympäristöt ja monimuotoisuus -tutkimusalue			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Kalatiestrategian tavoitteena on edistää vaelluskalojen potentiaalisten lisääntymisalueiden käyttöönottoa kalateiden avulla sekä ohjata kalakantojen hoidon keinovalikoiman painopistettä istutuksista luontaisen lisääntymiskierron varmistamiseen. Useissa suomalaisissa rakennetuissa joissa on edelleen olemassa lohikalojen lisääntymiseen ja poikastuotantoon soveltuvia laajahkoja alueita, mutta näiden alueiden hyödyntäminen edellyttää toimivien vaellusyhteyksien avaamista. Kalatiestrategian kannalta merkittävimpiä suuria rakennettuja jokia ovat Kemi-, Ii- ja Kymijoki.</p> <p>Tässä selvityksessä tarkasteltiin Kymijoen lohikannan mahdollisia kehitysnäkymiä 50 vuoden aikahorisontissa käyttäen apuna lohien elinkierron eri vaiheiden hävikin arvioimiseksi laadittua populaatiomallia. Kymijoelle muodostettiin kuusi vaihtoehtoista skenaariota, joiden välillä kutupopulaation koko vaihteli noin tuhannesta reiluun neljään tuhanteen lohiyksilöön. Elinvoimaisen ja luontaisesti lisääntyvän lohikannan luomisen edellytykset ovat populaatiomallinnuksen perusteella Kymijoen tapauksessa erittäin hyvät. Melko lievällä kalastuksen säätelyn tiukentamisella yhdessä muiden lohien kotiuttamistoimenpiteiden kanssa saatiin aikaan luontaisesti lisääntyvän lohikannan koon kasvu tasapainotilaan.</p> <p>Kymijoen lohikannan vahvistamisen poikkeuksellisen hyvät edellytykset kalatierakentamisen avulla selittyvät sillä, että jo yhden toimivan kalatien kautta lohille avautuu runsaasti potentiaalisia kutu- ja poikastuotantoalueita. Tämän asian merkityksellisyyttä havainnollistettiin populaatiomallin avulla siten, että kuvitteelliselle joelle mallinnettiin kuusi erilaista skenaariota, joissa peräkkäisten patojen (kalateiden) lukumäärä ennen lisääntymisalueita vaihteli nollasta viiteen. Jo kolme peräkkäistä patoa pienensi kutupopulaatiota noin 90 prosenttia luonnontilaan verrattuna.</p>			
<b>Asiasanat</b> Lohi, kalatie, populaatiomalli, elinkierto, kalastuksen säätely, tukitoimenpiteet, skenaario, päätöksenteko			
<b>Julkaisun verkko-osoite</b> <a href="http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/kymijoen_lohikannan_elvyttaminen_2_painos.pdf">http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/kymijoen_lohikannan_elvyttaminen_2_painos.pdf</a>			
<b>Yhteydenotot</b> Aki Mäki-Petäys, <a href="mailto:aki.maki-petays@rktl.fi">aki.maki-petays@rktl.fi</a>			
<b>Muita tietoja</b> 2. painos. Uusi, korjattu painos, joka korvaa aiemman julkaisun RKT:n työraportteja 5/2013.			

# Sisällys

<b>Kuvailulehti</b>	<b>3</b>
<b>1. Taustaa</b>	<b>5</b>
<b>2. Tutkimusalueen kuvaus</b>	<b>5</b>
<b>3. Aineisto ja menetelmät</b>	<b>7</b>
3.1. Lähtökohdat lohen palauttamistoimenpiteille	7
3.2. Populaatiomallinnuksen periaate	8
3.3. Populaatiomallinnuksen kuolevuusparametrit	8
3.4. Tukitoimenpiteiden ja kalastuksen säätelyn skenaarit	10
3.5. Voimalaitospatojen lukumäärän vaikutus lohikannan elvyttämismahdollisuuksiin	10
<b>4. Tulokset</b>	<b>11</b>
4.1. Skenaario A:n mallinnustulokset	13
4.2. Skenaario B:n mallinnustulokset	14
4.3. Skenaario C:n mallinnustulokset	15
4.4. Skenaario D:n mallinnustulokset	16
4.5. Skenaario E:n mallinnustulokset	17
4.6. Skenaario F:n mallinnustulokset	18
4.7. Voimalaitospatojen lukumäärän vaikutus lohikantojen elvyttämiseen	19
<b>5. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset</b>	<b>19</b>
<b>6. Yhteenveto</b>	<b>21</b>
<b>Viitteet</b>	<b>22</b>
<b>Liitteet</b>	<b>22</b>

## 1. Taustaa

Valtioneuvosto hyväksyi vuonna 2012 kansallisen kalatiestrategian ([MMM 2012](#)), jonka mukaan Suomessa vaelluskalakantojen hoidon painopistettä siirretään luontaisten lisääntymismahdollisuuksien parantamiseen pelkän istutustoiminnan sijaan. Rakennetuilla joilla tämä merkitsee mm. kalateiden rakentamista ja poikastuotantoalueiden kunnostamista voimalaitos- ja uittoperkausten jäljiltä.

Riittävän kalamäärän saamiseksi lisääntymisalueille kalatieratkaisuja tukemaan tarvitaan lisäksi kutukalojen ylisiirtoja, kotiutusistutuksia, vaelluspoikasten alasvaellusmahdollisuuksien parantamista sekä kalastuksen säätelyä. Tästä syystä ennen kalatiehankkeiden toteuttamista tulisi laatia vesistökohtaiset suunnitelmat tarvittavista tuki- ja säätelytoimista hankkeen vaikutusalueella ja vaelluskalakan elinkierron kaikissa vaiheissa.

Vaelluskalakan palauttamista sekä tarvittavia tuki- ja säätelytoimia suunniteltaessa on syytä huomioida erityisesti ne elinkierron vaiheet, joissa kuolleisuus on suurta. Osaan näistä kuolleisuustekijöistä voidaan määrätietoisella yhteistyöllä ja päätöksenteolla vaikuttaa suoraan ja nopeasti (esim. kalastuksen säätely), kun taas joidenkin tekijöiden osalta vaikutusmekanismit ovat epäsuoria, hitaampia ja osin tuntemattomia (esim. post-smolttkuolleisuus).

Tässä selvityksessä tarkasteltiin lohikannan mahdollisia kehittymisnäköymiä Kymijoella 50 vuoden aikahorisontissa käyttäen apuna lohen elinkierron eri vaiheiden hävikin arvioimiseksi laadittua populaatiomallia. Tavoitteena oli löytää sellaiset vaihtoehtoiset skenaariot, joissa kalatalous- ja ympäristöviranomaisten päätöksenteolla ja toimenpiteillä pystytään aikaansaamaan ja ylläpitämään lohen luonnonkierto Kymijoella.

Lohikannan palauttamisen näkökulmasta Kymijoella on erityispiirre, jonka osalta se poikkeaa edukseen Suomen suurten padottujen jokien joukossa. Toisin kuin useimmilla muilla rakennetuilla joilla, Kymijoella jo yksikin toimiva kalatie mahdollistaa lohen pääsyn valtaosalle sen potentiaalisista lisääntymisalueista ([Sutela ym. 2012](#)). Erot peräkkäisten patojen määrässä vaikuttavat suoraan kalateiden investointitarpeisiin, mutta myös lohikannan palauttamisen onnistumismahdollisuuksiin. Usean peräkkäisen padon ketjussa kertaantuu lohikannan hävikki sekä kutemaan pyrkivien aikuislohien (kalatietappiot) että mereen laskeutuvien vaelluspoikasten (patoallas- ja turbiinitappiot) osalta. Jotta tämä ongelma ymmärrettäisiin lohikantojen palautus- ja kalatiehankkeisiin ryhdyttäessä, sitä pyrittiin visualisoimaan mahdollisimman konkreettisesti mallintamalla Kymijoen lohen elinkiertoparametreilla kuvitteellista jokea, jossa patojen määrää kasvatettiin nolasta viiteen.

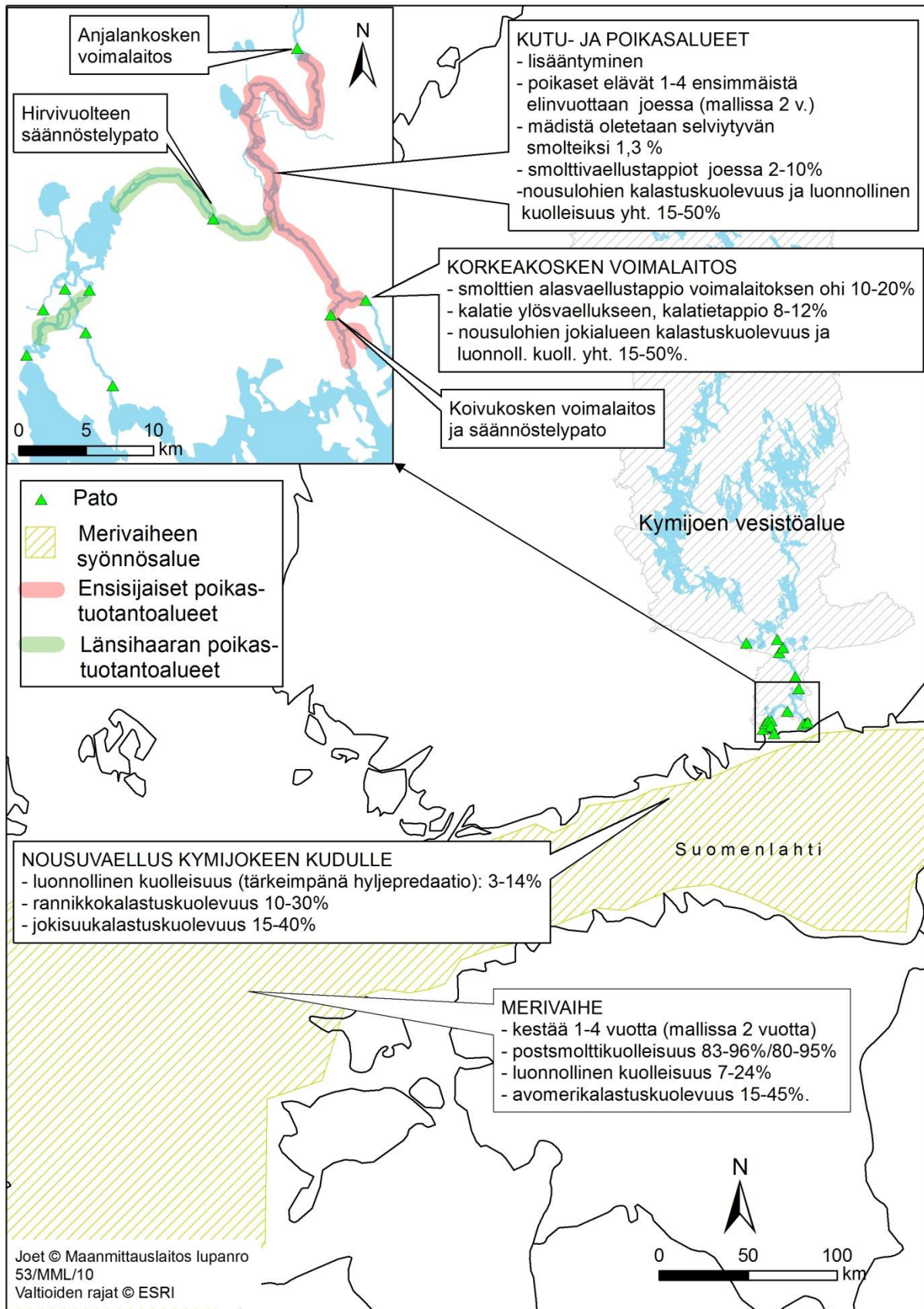
## 2. Tutkimusalueen kuvaus

Kymijoen vesistö on maamme suurimpia vesistöalueita (valuma-alue 37 107 km<sup>2</sup>) ja se sisältää useita suuria järviä (järvisuus 19,7 %). Vesistön pääjärvi on Päijänne ja sen laskujokena toimii Kymijoki. Kymijoki laskee kahden päähaaran kautta Suomenlahteen. Päähaarat jakautuvat vielä useiksi pienemmiksi mereen laskeviksi suuhaaroiksi (kuva 1 ja liite 1).

Tämän selvityksen kohteena oli Anjalankosken alapuolinen Kymijoki ja siellä pääasiassa itäinen haara, jossa sijaitsevat lohen lisääntymisen kannalta merkittävimmät poikastuotantoalueet. Itäinen haara jakautuu Parikan kohdalla vielä Koivukosken (joka myöhemmin edelleen Langinkosken ja Huuman suuhaaroihin) ja Korkeakosken haaroihin.



Kymijoen lohikannan elvyttäminen – populaatiomallinnus tuki- ja säätelytoimien vaikutuksesta



Kuva 1. Kymijoen vesistöalue ja Kymijoen lohien elinkierto sekä lohien elinkierron eri vaiheisiin liittyviä tietoja.

Koivukosken haaraan on rakennettu kalatiet sekä voimalaitospadon että ohijuoksupadon yhteyteen, mutta niistä ei vuosittain ole noussut tarpeeksi lohia elinvoimaisen lohikannan synnyttämiseksi. Osasyynä tähän on virtaamasäännöstely, joka ohjaa suurimman osan vedestä ja sen vaikutuksesta myös nousulohista Korkeakosken haaraan ([Pautamo ja Vanninen 2012](#), ks. liite 1). Tästä syystä kalatien rakentaminen myös Korkeakosken voimalaitoksen yhteyteen lisäisi todennäköisesti merkittävästi Anjalankosken alapuolisille kutu- ja poikastuotantoalueilla nousevien kutulohien määrää.

Alkuperäinen Kymijoen lohikanta kuoli sukupuuttoon voimalaitosrakentamisen ja vesien saastumisen takia jo 1950-luvulle tultaessa. Lohenkalastuksen edellytysten turvaamiseksi alettiin Kymijokeen ja Kymijokisuulle istuttaa 1980-luvulla Nevajoen kantaa olevia lohenpoikasia. Istutusten ja parantuneen vedenlaadun ansiosta Kymijoen alaosalle on muodostunut Nevajoen kannasta peräisin oleva lohikanta, joka lisääntyy osin luonnossa.

Anjalankosken alapuolisessa Kymijoessa (poislukien länsihaara) on arvioitu olevan yhteensä reilut 160 hehtaaria koski- ja virta-alueita, joista noin 20 ha Koivukosken ja Korkeakosken voimalaitosten alapuolella ([Rinne ym. 2007](#)). Näiden varsinaisten koskialueiden lisäksi tällä alueella on karttatarkastelujen perusteella (ArcGis-ohjelmalla laskettiin vesipinta-ala, josta vähennettiin Rinteen ym. (2007) kartoitusten selvät suvantoalueet) 700 – 750 hehtaaria (liite 2) virtavaa jokialuetta (esim. syvät virtasuvannot), jotka mahdollisesti soveltuvat poikasten kasvualueiksi (ks. Linnansaari ym. 2010). Länsihaaran alueelta on kartoituksissa löydetty noin 80 hehtaaria koski- ja virta-alueita (Rinne ym. 2009) ja karttatarkastelujen perusteella suvantoalueet poislukien vesialueen pinta-alaksi saadaan 250 – 300 hehtaaria (liite 3).

Kymijoen Anjalankosken alapuolisen jokialueen potentiaaliseksi vaelluspoikastuotannoksi on arvioitu 100 000 – 200 000 yksilöä vuodessa ([HELCOM 2011](#)). Myös suurempia vaelluspoikastuotantopotentiaaleja on esitetty ([Pautamo & Vanninen 2012](#)). Tässä työssä käytettiin maksimaalisena vaelluspoikastuotannon arvioina 150 000 – 200 000 kpl skenaarioista riippuen (ks. luku 3.1.).

## 3. Aineisto ja menetelmät

### 3.1. Lähtökohdat lohen palauttamistoimenpiteille

Kymijoen lohikannan elvyttämiseksi oletettiin tehtävän samat toimenpiteet kuin Ii- ja Kemijoen lohikantojen palauttamisessa (ks. [Mäki-Petäys ym. 2012](#)). Populaatiomallinnuksen eri skenaarioissa (ks. luku 3.4.) käytettiin seuraavia lähtöoletuksia:

- Korkeakosken voimalaitospadon rakennetaan kalatie lohien nousun mahdollistamiseksi. Lisäksi skenaariossa F oletetaan, että kaikkiin Anjalankosken alapuolisiin patoihin (Korkeakoski, Ahvenkoski, Klåsarö, Koivukoski, Ediskoski, Strömfors, Paaskoski, Struka ja Hirvivuolle, ks. liite 1) rakennetaan kalatiet.
- Korkeakosken kalatien valmistuttua ensimmäiset kuusi vuotta siirretään 200 nousulohta (puolet naaraita) voimalaitosten yläpuolisille jokiosuuksille.
- Kalatien valmistuttua 12 vuoden ajan istutetaan vuosittain Anjalankosken alapuolisille jokialueille 200 000 (skenaariot A ja C-F) tai 300 000 (skenaario B) yksivuotiaista lohen jokipoikasta.
- 12 vuotta kalateiden valmistumisen jälkeen istutuksia jatketaan vuosittain 20 000 (skenaariot A ja C-F) tai 50 000 (skenaario B) yksivuotiaalla lohen jokipoikasella.
- Anjalankosken alapuolisen Kymijoen maksimaalinen smolttituotanto on 150 000 (skenaariot A-D), 175 000 (skenaario E) tai 200 000 (skenaario F) lohen vaelluspoikasta vuodessa.

### 3.2. Populaatiomallinnuksen periaate

Populaatiomallinnusta varten Kymijoen lohen elinkierto yksinkertaistettiin siten, että tehtiin seuraavat oletukset:

- Kaikki lohen vaelluspoikaset vaeltavat mereen 2-vuotiaina.
- Merivaellus kestää kaikilla lohilla kaksi vuotta.
- Kudulle nousevista lohista puolet on naaraita.
- Naaraiden paino on 6 kg.
- Kuuden kilon naaraslohi tuottaa 8367 mätimunaa (Määttä 2000).
- Kukin lohi kutee vain kerran.

Mallinnus tehtiin Microsoftin Excel-ohjelmalla, johon oli liitetty apuohjelmalla Monte Carlo-simulaatio ([Structured Data, LCC 2011](#)). Taulukkolaskentaohjelmassa kutakin vuosiluokkaa seurattiin mädin määrästä kutupopulaation kokoon asti. Jokaisessa siirtymisessä elinvaiheesta toiseen vähennettiin vuosiluokan määrää kuolevuusparametrien perusteella. Mallinnuksen periaate on esitetty tarkemmin li- ja Kemijoen populaatiomallinnuksen yhteydessä (ks. [Mäki-Petäys ym. 2012](#)).

Viime vuosien tilannetta vastaavassa A-skenaariossa merialueelta lähtevistä smolteista palasi jokisuulle 2,9 – 4,4 % (mediaani 3,6 %). Itämeren lohikantamallin mukaan Selkämeren ja Itämeren pääaltaan lohijokien selviytymisprosentit vaihtelevat kahdesta kuuteen prosenttiin (Henni Pulkkinen, kirjallinen tiedonanto 2012), joten populaatiomallin antama tulos merialueen kokonaiskuolevuudesta on linjassa saatavilla olevan tutkimustiedon kanssa.

Tämän yksinkertaistetun lohen elinkierto mallin tulosten ja skenaarioinnin (tulevaisuusnäkyvien) käyttökelpoisuutta rajoittavat käytettyjen oletusten realistisuus sekä mallinnustulosten käyttäjän ymmärrys niistä. Tätä on pyritty parantamaan parametrien epävarmuutta kuvaavilla hajontaluvuilla ja Monte Carlo-simuloinnilla lasketuilla todennäköisyysjakaumilla. Kun jakaumaoletukset perustuvat saatavilla olevaan tutkimustietoon ja asiantuntija-arvioihin, saadaan ainakin jonkin verran realistisempi kuva muuttujiin ja ilmiöihin liittyvästä epävarmuudesta (ks. tarkemmin malliin liittyvät epävarmuustekijät [Mäki-Petäys ym. 2012](#), luku 4).

### 3.3. Populaatiomallinnuksen kuolevuusparametrit

Lohen elinkierto liittyvät kuolevuudet arvioitiin saatavilla olevan tutkimus- ja asiantuntijatiedon perusteella (taulukko 1). Lohien selviytyminen mätimunista vaelluspoikasiksi arvioitiin samaksi kuin li- ja Kemijoella ([Mäki-Petäys ym. 2012](#)). Yksivuotiaiden lohi-istukkaiden selviytymisprosentti smoltituumisikään arvioitiin Simojoelta saatavien tutkimustulosten perusteella. Selviytyminen arvioitiin kuitenkin hiukan suuremmaksi kuin Simojoella, koska Kymijoen poikaset smolttiutuvat keskimäärin vuotta aiemmin (vrt. Jokikokko ja Jutila 2004). Lohismolttien alasvaellustappiot Kymijoen jokialueella arvioitiin samaksi kuin li- ja Kemijoen luonnontilaisella jokiosuudella ([Laine ym. 2002](#), [Mäki-Petäys ym. 2012](#)).

Voimalaitostappioiksi smolttien alavaelluksessa arvioitiin 10 – 20 %. Tähän lukuun sisältyy sekä turbiinien aiheuttama kuolleisuus että voimalaitoksen yläpuolisen patoaltaan aiheuttama muuta jokialuetta suurempi kuolleisuus (esim. suurempi predaatoririski). Arvio perustuu lijoella tehtyihin radiotelemetriatutkimuksiin ([Huusko ym. 2012](#)).



Post-smolttivaiheen kuolevuusjakauma 12 ensimmäisen vuoden aikana perustuu Kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) vuonna 2010 tekemän lohikanta-arvioinnin tuloksiin ([ICES 2010](#)) niin, että luonnonsmolttien ja viljeltyjen smolttien kuolevuuksista on laskettu keskiarvo. Tähän päädyttiin sillä perusteella, että lohen palauttamispyrkimysten alkuvaiheessa vain osa smolteista on luonnollisääntymisestä peräisin. Kahdentoista vuoden jälkeen pääosa smolteista on täysin luonnovaraisia, jolloin kuolevuusarviona käytettiin luonnonsmolteista olevaa kuolevuusarviota ([ICES 2010](#)).

Merivaelluksen aikaisen luonnollisen ja avomerikalastuskuolevuuden arvioitiin olevan pienemmät kuin li- ja Kemijoen lohilla (vrt. [Mäki-Petäys ym. 2012](#)), koska Kymijoen lohien syönnösalueet ovat osaksi Suomenlahdella, ja Itämeren pääaltaalla ne eivät vaella niin etelään kuin li- ja Kemijoen lohet (Christensen & Larsson 1979, Kallio-Nyberg & Ikonen 1992).

Nousuvaelluksen aikaisen rannikkokalastuksen aiheuttaman kuolevuuden oletettiin olevan noin puolet pienempi Kymijoen lohilla kuin li- ja Kemijoen lohilla (vrt. [Mäki-Petäys ym. 2012](#)), koska sekä rannikkokalastusta että vaellusmatkaa on vähemmän kuin Perämeren lohilla.

Kymijoen jokisuu- ja jokialueen kalastuskuolevuutta arvioitiin Tornionjoelta saatavan tutkimustiedon perusteella (Romakkaniemi, kirjallinen tiedonanto 2012). Jokisuun kalastuskuolevuus arvioitiin hieman pienemmäksi kuin Tornionjokisuussa, koska sataman takia kalastus on rajoittunutta ja lisäksi Kymijokisuussa on merkittäviä kalastusrajoituksia (Pakarinen & Ikonen 2012, kirjallinen tiedonanto 2012).

Korkeakosken kalatiestä oletettiin nousevan 90 prosenttia padon alle nousevista lohista (Haines 1992). Kymmenen prosentin kalatietappion lisäksi oletettiin osan lohista vaeltavan länsihaaran alueelle eivätkä näin löytävän Korkeakosken kalatietä. Yhteistappioksi arvioitiin 15 – 25 % (skenaariossa F 10 – 20 %).

Taulukkoon 1 on koottu populaatiomallinnuksessa käytetyt parametrit, parametrien arvot tai jakaumien tunnusluvut sekä viitteet, joiden perusteella arvoon päädyttiin. Maksimaalista vaelluspoikastuotantoa käytettiin mallissa populaatiokoon leikkurina, jolla estettiin populaatiokoon kasvu epärealistisen suureksi.

**Taulukko 1.** Kymijoen lohen populaatiomallissa käytetyt kuolevuusparametrit. Tummennetulla esitetään ne kuolevuudet, joita säädettiin eri skenaarioissa. \*Kirjallinen tiedonanto.

Elinvaihe/kuolevuus	Kuolevuusjakauma-% (min; moodi; max)	Viite
<b>Mätimunasta vaelluspoikaseksi</b>	98,7 (ei jakaumaa)	ICES 2010
1-v. jokipoikasistukkaasta vaelluspoikaseksi	77,0 (ei jakaumaa)	Jokikokko ja Jutila 2004
Smolttien alasvaellus Kymijoessa	2,0; 5,0; 10,0	Laine ym. 2002
Smolttien alasvaellus voimalaitosten kautta	10,0; 15,0; 20,0	Huusko ym. 2012
<b>Post-smolttivaihe 1.-12./13.-50. vuosi</b>	83,2; 91,8; 96,3/ 80,0; 90,0; 94,4	ICES 2010
Luonnollinen kuolleisuus Itämeressä	7,0; 15,0; 24,0	ICES 2010
<b>Avomerikalastuskuolevuus Itämeressä</b>	15,0; 25,0; 45,0	Pakarinen ja Ikonen 2012*, ICES 2010
Hyljepredaatio nousuvaelluksen aikana	2,8;8,0;13,5	ICES 2010
<b>Rannikkokalastus nousuvaelluksen aikana</b>	10,0; 20,0; 30,0	Pakarinen ja Ikonen 2012*, ICES 2010
<b>Jokisuukalastus nousuvaelluksen aikana</b>	15,0; 25,0; 40,0	Pakarinen ja Ikonen 2012*, ICES 2010
Kalatietappio ja itähaaran löytyminen	15,0; 20,0; 25,0	
<b>Jokikalastus</b>	15,0; 25,0; 50,0	Romakkaniemi 2012*

### 3.4. Tukitoimenpiteiden ja kalastuksen säätelyn skenaariot

Populaatiomallilla simuloitiin useita eri skenaarioita, joiden perusteella arvioitiin lohien palauttamisen edellytyksiä ja mahdollisten lisätoimien tarpeellisuutta lohikannan palauttamisessa. Mallinnukset tehtiin 50 vuodelle kalateiden rakentamisesta eteenpäin, mikä noudattaa kalateihin liittyvien tukitoimien toteutuksessa kalatiestrategian pitkän aikajänteen linjausta (MMM 2012). Tarkasteluun valittiin kuusi skenaariota (A – F), joissa mallinnettiin eri toimenpiteiden ja ympäristötekijöissä tapahtuvien muutosten (taulukko 2) vaikutukset lohien kutukantaan ja smolttituotantoon tällä aikajänteellä. Lisäksi esitetään lohikannan koko lohien eri elinvaiheissa 50 vuotta oletettujen kalateiden valmistumisen jälkeen eri skenaariossa sekä niistä riippuva saaliin alueellinen jakaantuminen avomereltä jokikalastukseen saakka. Kymijoen velvoiteistutuspoikasten vaikutukset kantojen kehitykseen jätettiin tässä yhteydessä huomioimatta.

**Taulukko 2.** Kuolevuushajonnat (min % – max %), joita säädettiin eri skenaarioissa. Yksivuotiaiden istutusmäärä (kpl): \*kotiutusistutukset vuosina 1 – 12/ \*\*tuki-istutukset vuosina 13 – 50). Harmaalla on korostettu ne kuolevuudet, joita säädettiin ko. skenaariossa.

Elinvaihe/ kuolevuus	Mätimunasta smoltiksi	Post- smolttivaihe	Avomeri- kalastus	Rannikko- kalastus	Jokisuu- kalastus	Joki- kalastus	Yksivuotiaiden istutusmäärä
Skenaario A	98,7	80 - 96	15 - 45	10 - 30	15 - 40	15-50	200 000*/20 000**
Skenaario B	98,7	80 - 96	15 - 45	10 - 30	15 - 40	15-50	300 000*/50 000**
Skenaario C	98,7	80 - 96	10 - 40	5 - 25	10 - 35	10-45	200 000*/20 000**
Skenaario D	98,7	80 - 92	15 - 45	10 - 30	15 - 40	15-50	200 000*/20 000**
Skenaario E	97,4	80 - 96	15 - 45	10 - 30	15 - 40	15-50	200 000*/20 000**
Skenaario F	98,7	80 - 96	10 - 40	5 - 25	10 - 35	10-45	200 000*/20 000**

Tuki- ja sääätelytoimia sekä ympäristötekijöitä säädettiin eri skenaariossa seuraavasti:

- Skenaario A:ta vastaa vuoden 2010 tilannetta (ICES 2010).
- Skenaario B:ssä kasvatettiin kotiutus- ja tuki-istutusten määrää.
- Skenaario C:ssä lohienkalastusta rajoitettaisiin hieman v. 2010 vallinneesta tilanteesta.
- Skenaario D kuvaa tilannetta, jossa post-smolttikuolevuus pienentyisi kahdentoista vuoden jälkeen (80,0; 88,0; 92,0).
- Skenaario E vastaa skenaario A:ta, mutta siinä lohienpoikasten selviytyminen mätimunasta vaelluspoikaseksi on kaksi kertaa lähtöoletusta suurempi ja jokialueen maksimaalinen tuotantokapasiteetti 175 000 smolttia.
- Skenaario F vastaa skenaario C:tä, mutta siinä kaikkiin Anjalankosken alapuolisiin patoihin on rakennettu kalatiet, jolloin joen läntisen haaran poikastuotantoalueet tulevat täysimääräisesti lisääntymisen piiriin ja jokialueen maksimaalinen tuotantokapasiteetti nousee 200 000 smolttiin.

### 3.5. Voimalaitospatojen lukumäärän vaikutus lohikannan elvyttämismahdollisuuksiin

Rakennettujen jokien patojen määrän vaikutusta lohikantojen palauttamispyrkimykseen havainnollistettiin käyttämällä edellä esitetyistä Kymijoen lohimalleista kalastusrajoitusskenaariota (C), johon

muutettiin smolttien alasvaellustappioita ja nousuvaelluksen kalatietappioita peräkkäisten voimalaitosten lukumäärän perusteella (taulukko 3). Tarkastelulla pyritään edesauttamaan rakennettujen jokien lohikalakantojen palautushankkeiden suunnittelua ja toteutusta sellaisissa tilanteissa, joissa kalateiden lisäksi on välttämätöntä hyödyntää muita tuki- ja säätelytoimia ja niiden yhdistelmiä.

**Taulukko 3.** Kuvitteellisten jokien lohikannan tappioprosentit eri elinvaiheissa. Harmaalla on korostettu ne kuolevuudet, joihin peräkkäisten voimalaitospatojen lukumäärä vaikuttaa ja joita mallinnuksissa muutettiin.

Elinvaihe/ kuolevuus	Smolttivaellus patoaltaissa	Post- smolttivaihe	Avomeri- kalastus	Rannikko- kalastus	Jokisuu- kalastus	Kalatietappio
Ei patoja	0	80 - 96	10 - 40	5 - 25	15 - 40	0
Yksi pato	8 - 12	80 - 96	10 - 40	5 - 25	15 - 40	5 - 10
Kaksi patoa	14 - 24	80 - 96	10 - 40	5 - 25	15 - 40	10 - 19
Kolme patoa	20 - 50	80 - 96	10 - 40	5 - 25	15 - 40	14 - 27
Neljä patoa	25 - 65	80 - 96	10 - 40	5 - 25	15 - 40	19 - 34
Viisi patoa	30 - 80	80 - 96	10 - 40	5 - 25	15 - 40	23 - 41

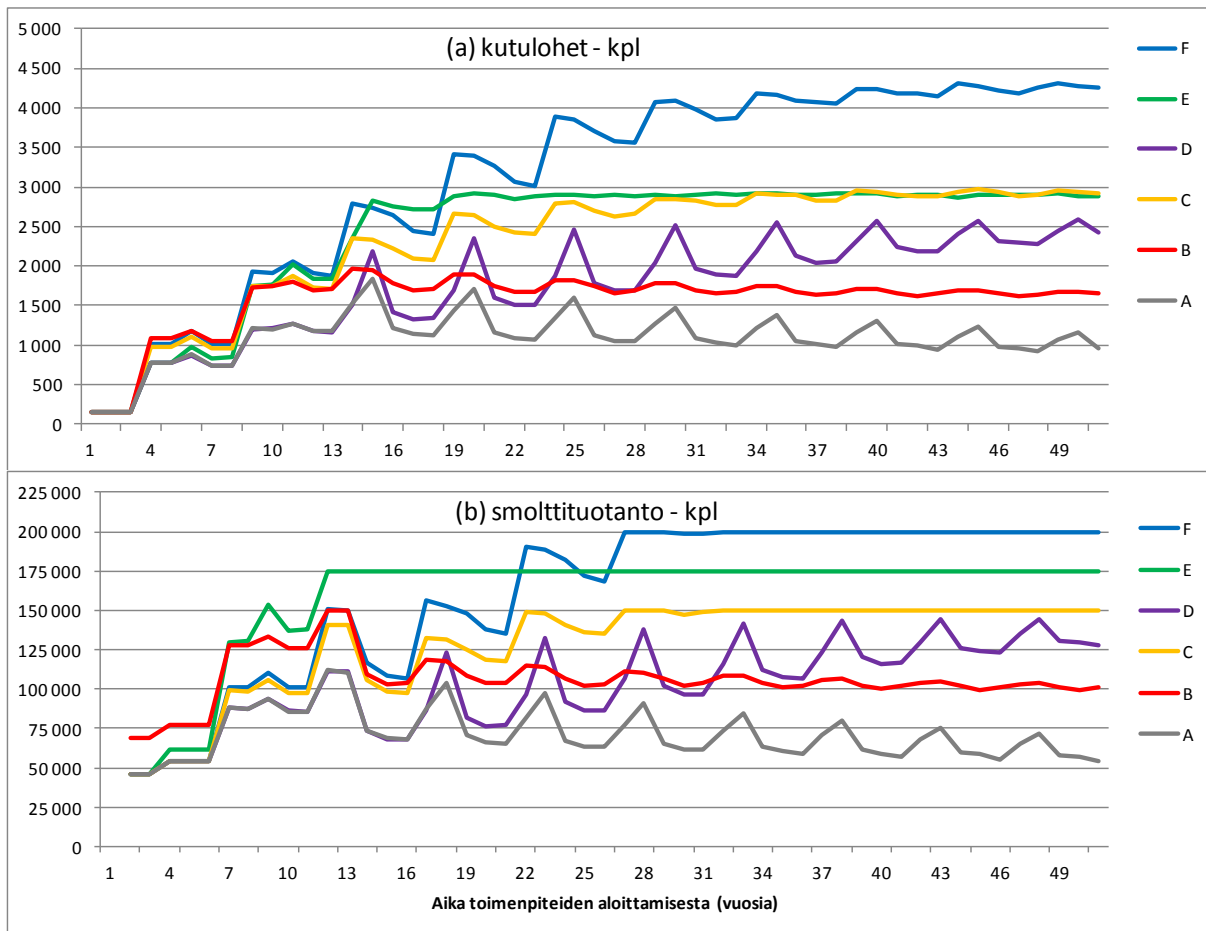
## 4. Tulokset

Populaatiomallinnuksen tulosten perusteella Kymijoen kutupopulaation koko 50 vuoden jälkeen vaihteli eri skenaarioiden välillä noin 1 000 ja reilun 4 000 yksilön välillä. Vastaavasti smolttituotanto vaihteli noin 50 000 – 200 000 yksilön välillä (kuva 2.).

Skenaariossa A nähdään laskeva trendi sekä kutupopulaation koossa että smolttituotannossa, mikä kertoo tukitoimenpiteiden riittämättömyydestä (kuva 2). Sen sijaan kaikissa muissa skenaarioissa lohikanta pysyy vakaana 50 vuoden aikajänteellä. Selvästi paras tulos saadaan skenaariossa F, jossa kalatiet rakennetaan kaikkiin patoihin ja samanaikaisesti kalastusta rajoitetaan niin, että kalastuskuolevuus pienenee lohen kaikissa elinvaiheissa viisi prosenttiyksikköä (kuva 2). Poikastuotantoalueiden täysimääräiseen käyttöön päästään myös skenaarioissa C ja E.

Eri skenaarioiden yksityiskohtaiset mallinnustulokset esitetään luvuissa 4.1. – 4.6.

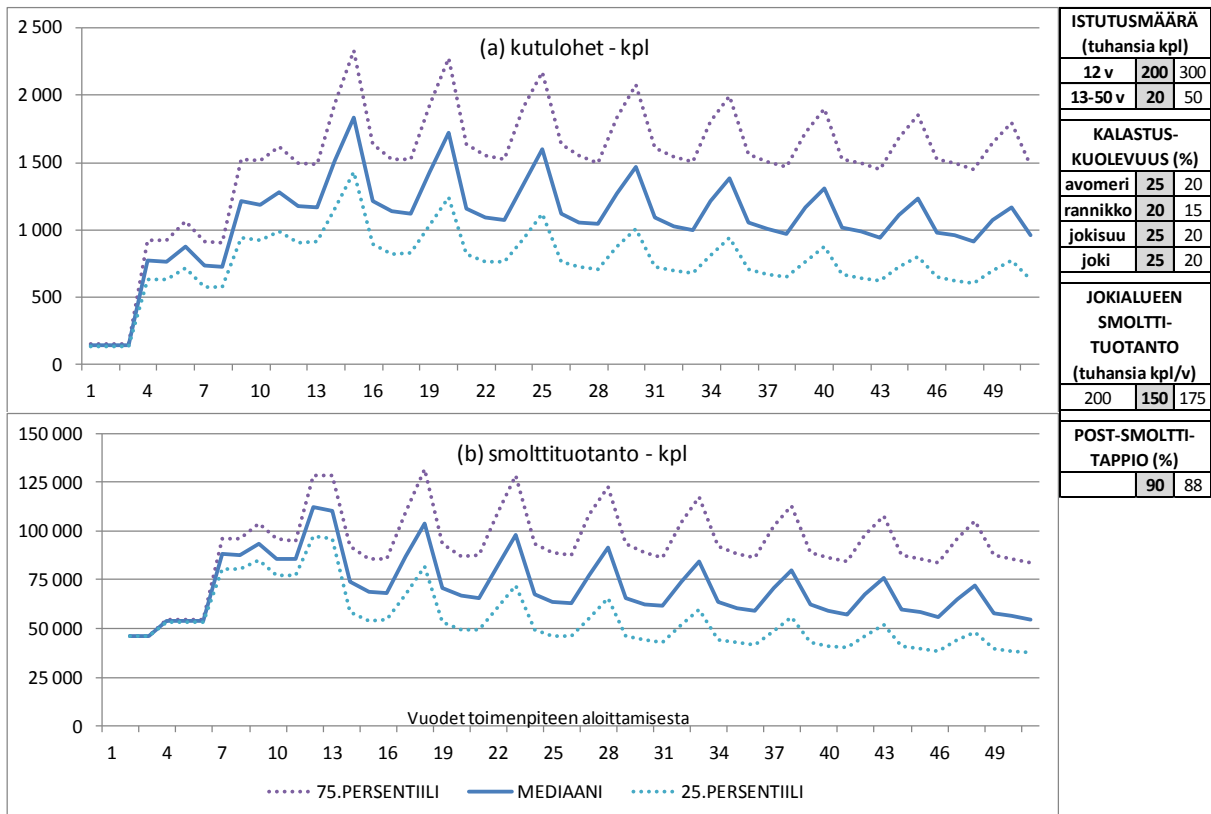
Kymijoen lohikannan elvyttäminen – populaatiomallinnus tuki- ja säätelytoimien vaikutuksesta



**Kuva 2.** Kutemaan selviytyvien lohien määrät (yläkuva) sekä smolttituotanto (alakuva) skenaarioissa A-F 50 vuoden aikajaksolla (mediaanit).

#### 4.1. Skenaario A:n mallinnustulokset

Skenaariossa A kutupopulaation koko ja smolttituotanto nousevat tasaisesti ensimmäiset 12 vuotta, mutta voimakkaiden tuki-istutusten ja lohien ylisiirtojen loppuessa kutulohien määrä ja smolttituotanto kääntyvät loivaan laskuun (kuva 3). Smolttituotanto on lopulta noin kolmasosa alueen arvioidusta maksimaalisesta tuotantokapasiteetista.



**Kuva 3.** Kutualueille selviytyvien lohien lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) lohikannan palauttamisen lähtötilannetta kuvaavassa skenaariossa. Kuvan taulukossa esitetään tummennettuina tässä skenaariossa käytetyt kuolevuusparametrit, istutusmäärät ja smolttituotantokapasiteetti.

Lohen populaatiomalli antoi seuraavanlaisen vaihteluvälin (25.persentiili – 75.persentiili) lohien määräksi eri elinvaiheissa:

- kutulohia enimmillään 1 400 – 2 300 kpl, lopulta 600 – 1 500 kpl
- smolttituotanto enimmillään 97 000 – 130 000 kpl, lopulta 37 000 – 83 000 kpl
- kalateihin selviää enimmillään 2 400 – 4 000 kpl, lopulta 1 100 – 2 600 kpl.

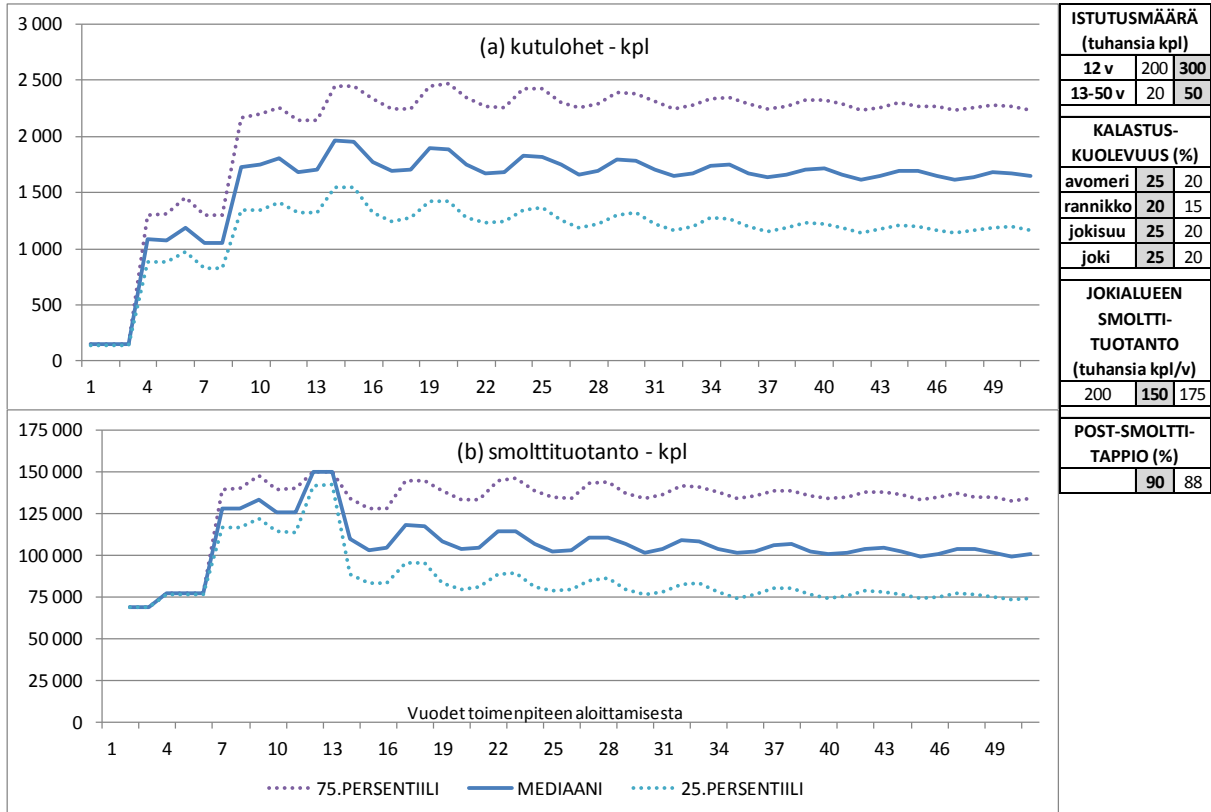
Kymijoen lohikannasta saatava saalis vaihtelisi (25.persentiili – 75.persentiili) seuraavasti:

- merikalastuksen saalis enimmillään 1 600 – 2 700, lopulta 900 – 2 000 lohta
- rannikkokalastuksen saalis enimmillään 800 – 1 400, lopulta 400 – 900 lohta
- jokisuu- ja jokialueen virkistyskalastuksen saalis enimmillään 800 – 1 400, lopulta 400 – 900 lohta
- jokialueen virkistyskalastuksen saalis enimmillään 500 – 900, lopulta 200 – 600 lohta.



## 4.2. Skenaario B:n mallinnustulokset

Skenaariossa B suuremmat tuki-istutukset lisäävät kutulohien määrää noin kolmanneksella verrattuna skenaarioon A ja smolttituotanto nousee noin kahteen kolmasosaan maksimikapasiteetista (kuva 4).



**Kuva 4.** Kutualueille pääsevien lohien lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) skenaariossa B, jossa tehdään suuremmat tuki-istutukset. Kuvan taulukossa esitetään tummennettuina tässä skenaariossa käytetyt kuolevuusparametrit, istutusmäärät ja smolttituotantokapasiteetti.

Lohen populaatiomalli antoi seuraavanlaisen vaihteluvälin (25.persentiili – 75.persentiili) lohien määräksi eri elinvaiheissa:

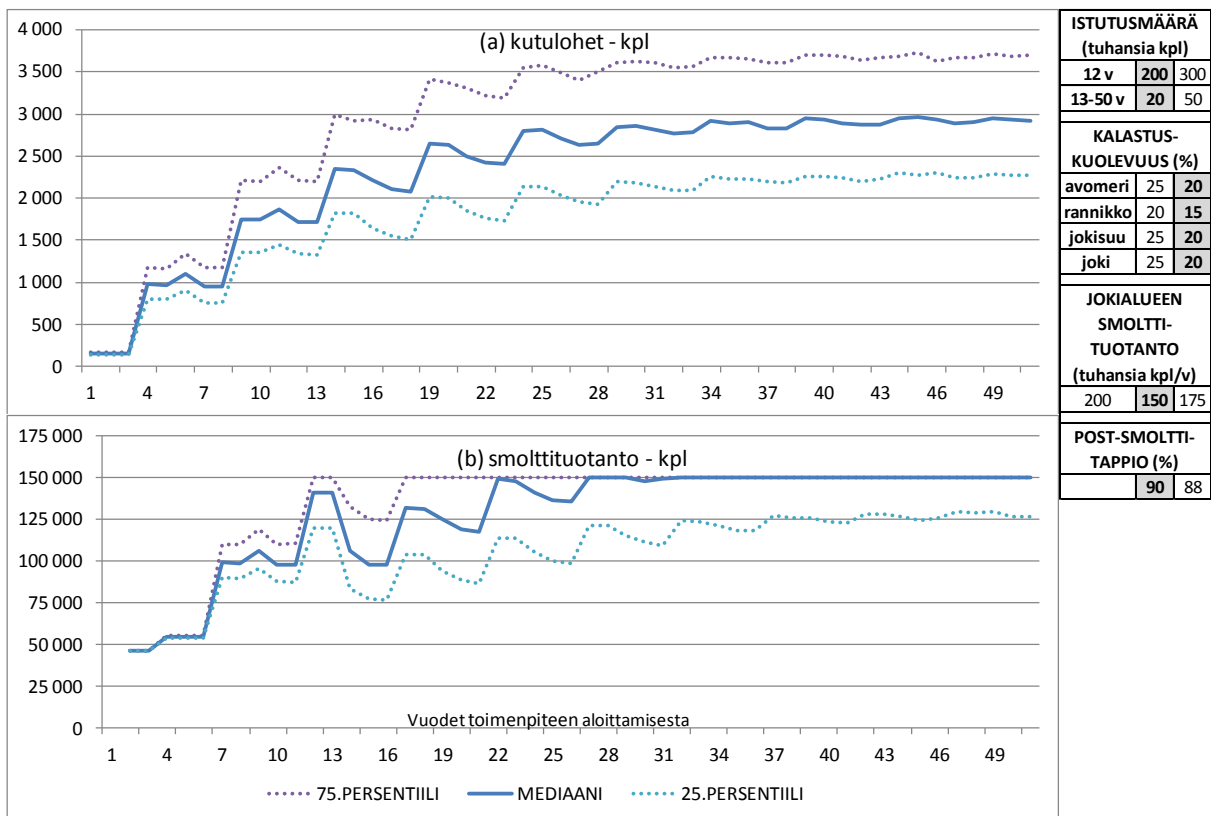
- kutulohia enimmillään 1 500 – 2 500 kpl, lopulta 1 200 – 2 200 kpl
- smolttituotanto enimmillään 140 000 – 150 000 kpl, lopulta 75 000 – 135 000 kpl
- kalateihin selviää enimmillään 2 700 – 4 300 kpl, lopulta 2 000 – 3 900 kpl.

Kymijoen lohikannasta saatava saalis vaihtelisi (25.persentiili – 75.persentiili) seuraavasti:

- merikalastuksen saalis enimmillään 1 700 – 2 900, lopulta 1 300 – 2 600 lohta
- rannikkokalastuksen saalis enimmillään 900 – 1 500, lopulta 700 – 1 300 lohta
- jokisuukalastuksen saalis enimmillään 900 – 1 500, lopulta 700 – 1 400 lohta
- jokialueen virkistyskalastuksen saalis enimmillään 500 – 1 000, lopulta 400 – 900 lohta.

### 4.3. Skenaario C:n mallinnustulokset

Skenaariossa C alhaisempi kalastuspaine nostaisi lohen luonnonlisääntymisen niin suureksi, että lohikannan kokoa rajoittaisi enää jokialueen smolttituotantokapasiteetti (kuva 5). Kalastuspaineen vähentäminen ei myöskään laskisi pitkällä aikavälillä saalista, vaan saalismäärät kasvaisivat jopa kaksinkertaisiksi (vrt. skenaario A).



**Kuva 5.** Kutualueille selviytyvien lohien lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) skenaariossa C, jossa kalastuskuolevuudet kaikissa lohen elinvaiheissa pienenevät viisi prosenttiyksikköä. Kuvan taulukossa esitetään tummennettuina tässä skenaariossa käytetyt kuolevuusparametrit, istutusmäärät ja smolttituotantokapasiteetti.

Lohen populaatiomalli antoi seuraavanlaisen vaihteluvälin (25.persentiili – 75.persentiili) lohien määräksi eri elinvaiheissa:

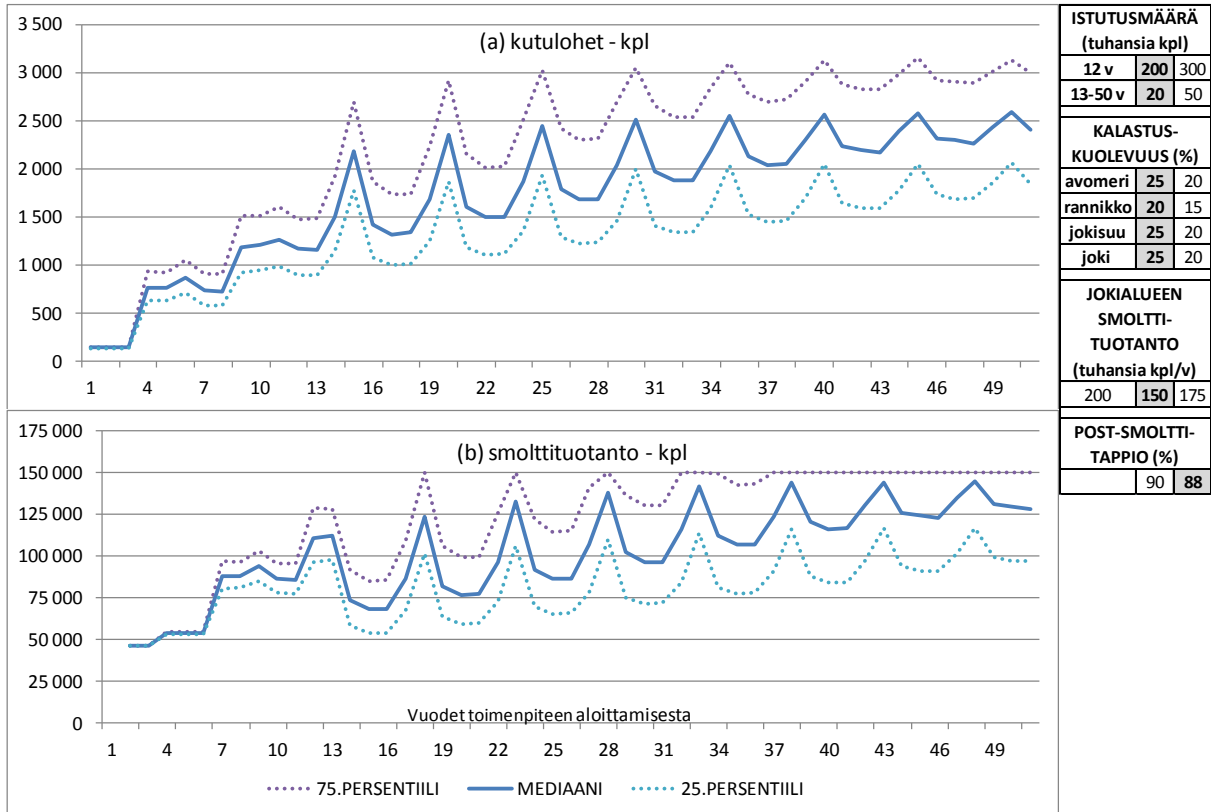
- kutulohia enimmillään 2 300 – 3 700 kpl, lopulta 2 300 – 3 700 kpl
- smolttituotanto enimmillään 130 000 – 150 000 kpl, lopulta 130 000 – 150 000 kpl
- kalateihin selviää enimmillään 3 700 – 6 000 kpl, lopulta 3 700 – 6 000 kpl.

Kymijoen lohikannasta saatava saalis vaihtelisi (25.persentiili – 75.persentiili) seuraavasti:

- merikalastuksen saalis enimmillään 1 500 – 2 700, lopulta 1 500 – 2 700 lohta
- rannikkokalastuksen saalis enimmillään 800 – 1 400, lopulta 800 – 1 400 lohta
- jokisuukalastuksen saalis enimmillään 900 – 1 600, lopulta 900 – 1 600 lohta
- jokialueen virkistyskalastuksen saalis enimmillään 600 – 1 100, lopulta 600 – 1 100 lohta.

#### 4.4. Skenaario D:n mallinnustulokset

Skenaario D:n hieman pienempi post-smolttikuoletisuus nostaisi Kymijoen lohien luonnonlisäntymisen niin suureksi, että lohikannan kokoa rajoittaisi pääasiassa jokialueen smolttituotantokapasiteetti (kuva 6).



**Kuva 6.** Kutualueille selviytyvien lohien lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) skenaariossa D, jossa post-smolttikuoletisuus on nykyistä alhaisempi. Kuvan taulukossa esitetään tummennettuina tässä skenaariossa käytetyt kuolevuusparametrit, istutusmäärät ja smolttituotantokapasiteetti.

Lohien populaatiomalli antoi seuraavanlaisen vaihteluvälin (25.persentiili – 75.persentiili) lohien määräksi eri elinvaiheissa:

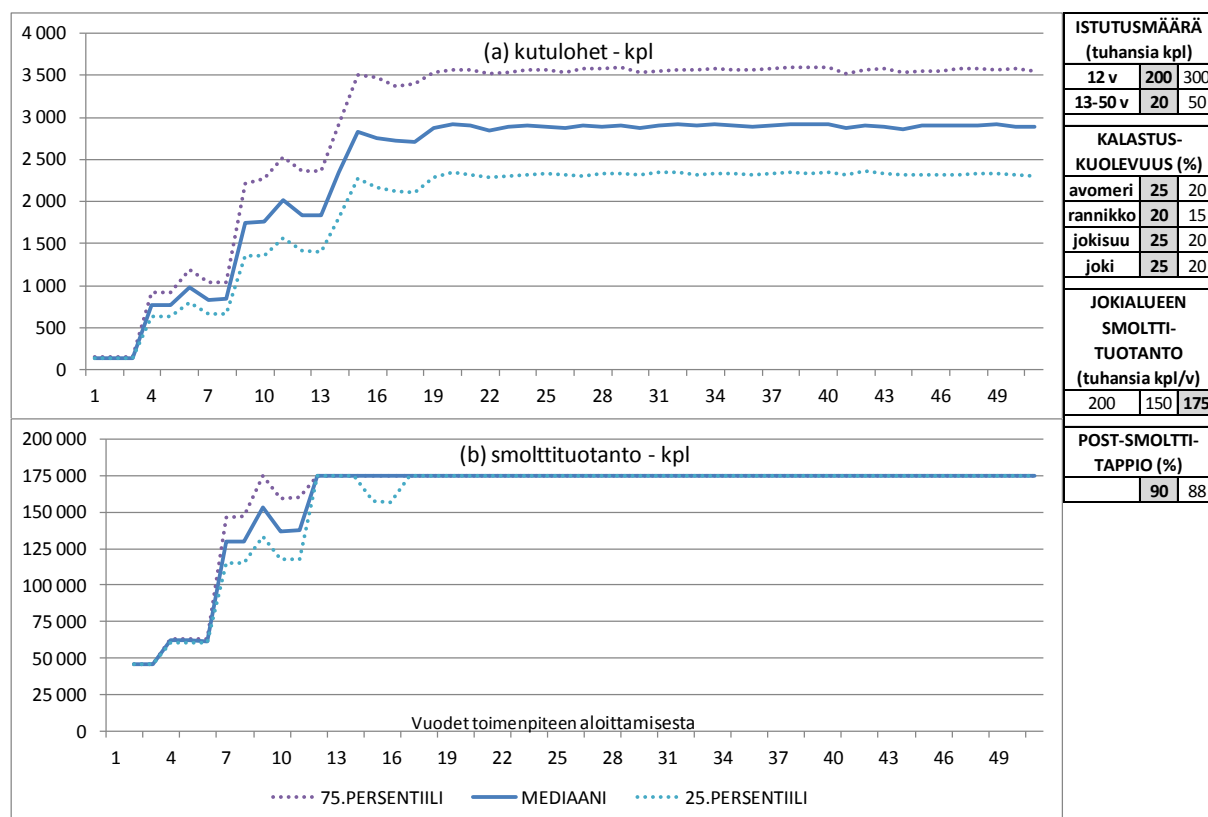
- kutulohia enimmillään 2 100 – 3 200 kpl, lopulta 1 800 – 3 000 kpl
- smolttituotanto enimmillään 120 000 – 150 000 kpl, lopulta 100 000 – 150 000 kpl
- kalateihin selviää enimmillään 3 600 – 5 400 kpl, lopulta 3 200 – 5 200 kpl.

Kymijoen lohikannasta saatava saalis vaihtelisi (25.persentiili – 75.persentiili) seuraavasti:

- merikalastuksen saalis enimmillään 2 300 – 3 700, lopulta 2 300 – 3 600 lohta
- rannikkokalastuksen saalis enimmillään 1 200 – 1 900, lopulta 1 000 – 1 800 lohta
- jokisuukalastuksen saalis enimmillään 1 200 – 1 900, lopulta 1 100 – 1 800 lohta
- jokialueen virkistyskalastuksen saalis enimmillään 700 – 1 200, lopulta 700 – 1 200 lohta.

## 4.5. Skenaario E:n mallinnustulokset

Jos mädistä selviytyisi kaksinkertainen määrä lohenpoikasia vaelluspoikasikään, elpyisi smolttituotanto maksimikokoonsa jo ensimmäisen kymmenen vuoden aikana (kuva 7). Myös smolttituotantokapasiteetti on arvioitu tässä skenaariossa hieman suuremmaksi.



**Kuva 7.** Kutualueille selviytyvien lohien lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) skenaariossa E, jossa oletetaan mädistä smoltiksi selviytymisen olevan kaksinkertainen muihin skenaarioihin verrattuna. Kuvan taulukossa esitetään tummennettuina tässä skenaariossa käytetyt kuolevuusparametrit, istutusmäärät ja smolttituotantokapasiteetti.

Lohen populaatiomalli antoi seuraavanlaisen vaihteluvälin (25.persentiili – 75.persentiili) lohien määräksi eri elinvaiheissa:

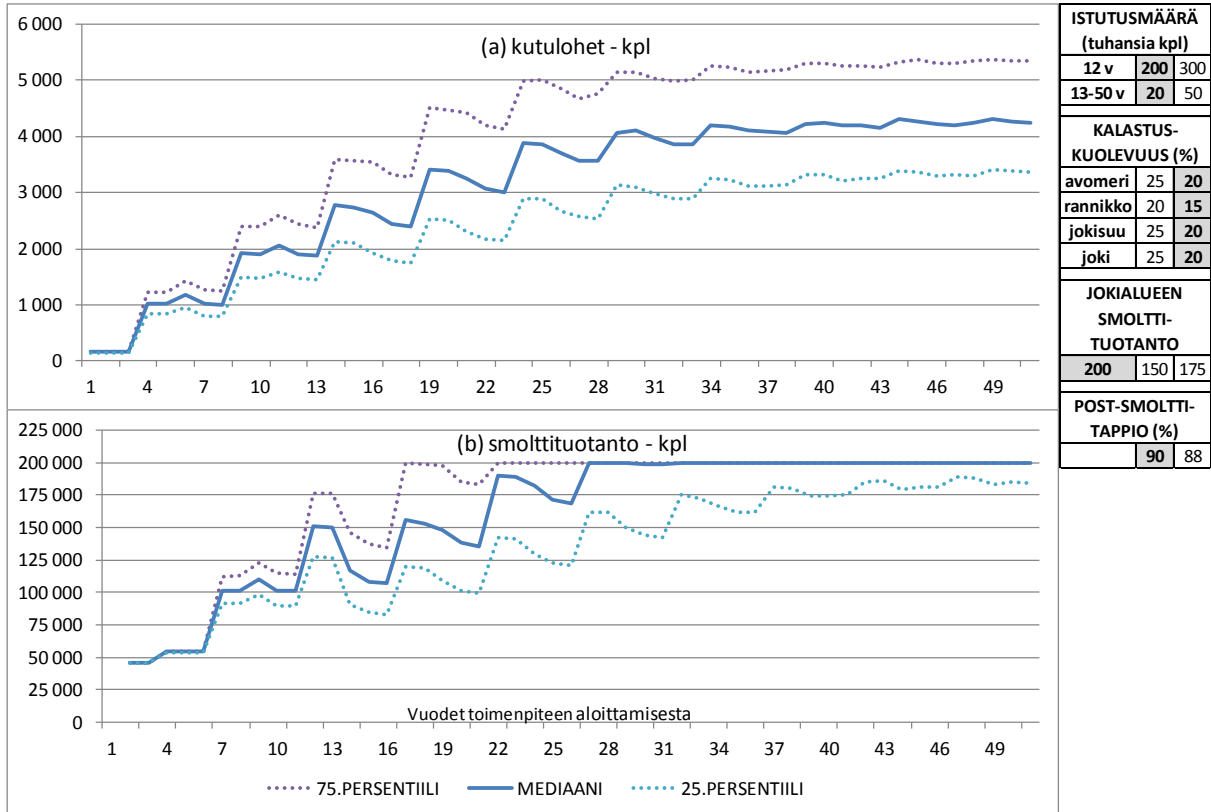
- kutulohia enimmillään 2 400 – 3 600 kpl, lopulta 2 300 – 3 500 kpl
- smolttituotanto enimmillään 175 000 kpl, lopulta 175 000
- kalateihin selviää enimmillään 4 100 – 6 200 kpl, lopulta 4 000 – 6 100 kpl.

Kymijoen lohikannasta saatava saalis vaihtelisi (25.persentiili – 75.persentiili) seuraavasti:

- merikalastuksen saalis enimmillään 2 600 – 4 200, lopulta 2 600 – 4 200 lohta
- rannikkokalastuksen saalis enimmillään 1 300 – 2 100, lopulta 1 300 – 2 100 lohta
- jokisuukalastuksen saalis enimmillään 1 400 – 2 200, lopulta 1 400 – 2 200 lohta
- jokialueen virkistyskalastuksen saalis enimmillään 800 – 1 400, lopulta 800 – 1 400 lohta.

#### 4.6. Skenaario F:n mallinnustulokset

Skenaariossa F lisääntyneet poikastuotantoalueet ja kaikissa voimalaitoksissa olevat kalatiet lisäävät Kymijoen lohikannan kokoa ja rajoittavaksi tekijäksi muodostuu lohien levinneisyysalueen smolttituotantokapasiteetti (kuva 8).



**Kuva 8.** Kutualueille selviytyvien lohien lukumäärä (a) ja smolttituotanto (b) skenaariossa F, jossa kalastuskuolevuudet kaikissa lohien elinvaiheissa pienenevät viisi prosenttiyksikköä ja lisäksi kalateiden rakentaminen kaikkiin patoihin lisäksi poikastuotantoalueiden pinta-alaa. Kuvan taulukossa esitetään tummennettuina tässä skenaariossa käytetyt kuolevuusparametrit, istutusmäärät ja smolttituotantokapasiteetti.

Lohien populaatiomalli antoi seuraavanlaisen vaihteluvälin (25.persentiili – 75.persentiili) lohien määräksi eri elinvaiheissa:

- kutulohia enimmillään 3 400 – 5 400 kpl, lopulta 3 400 – 5 400 kpl
- smolttituotanto enimmillään 190 000 – 200 000 kpl, lopulta 190 000 – 200 000 kpl
- kalateihin selviää enimmillään 5 300 – 8 200 kpl, lopulta 5 200 – 8 100 kpl.

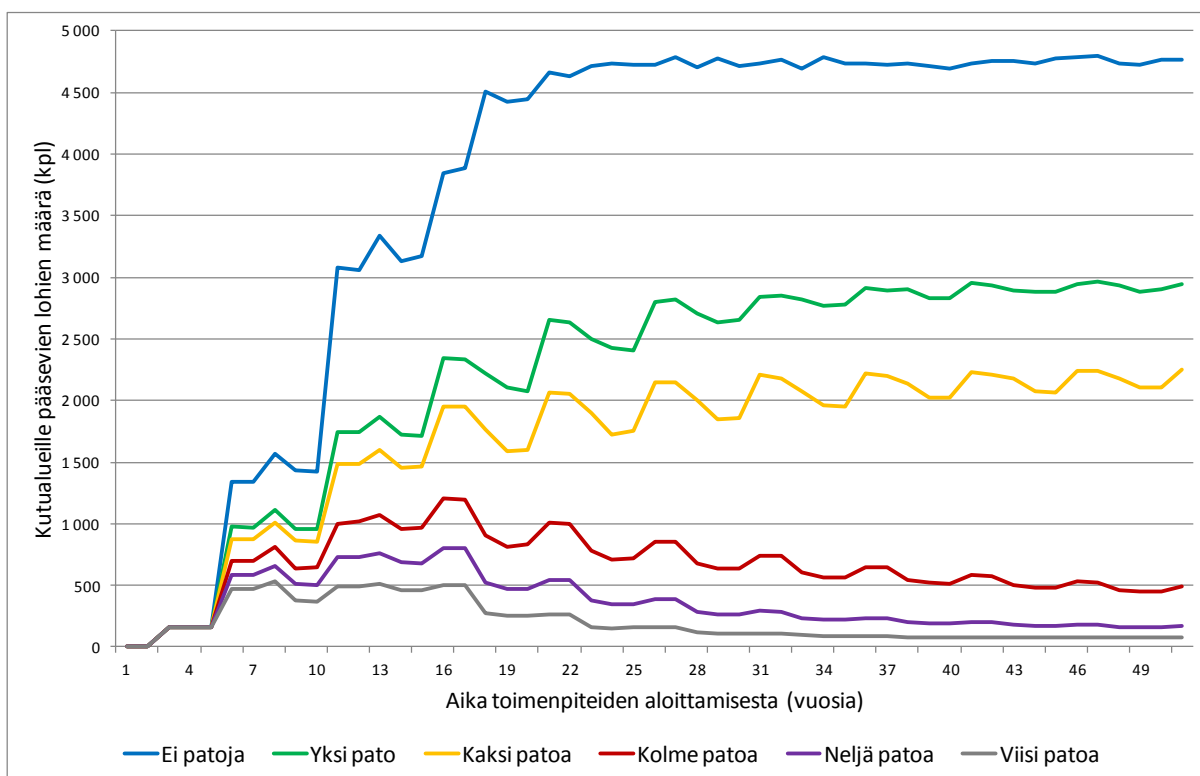
Kymijoen lohikannasta saatava saalis vaihtelisi (25.persentiili – 75.persentiili) seuraavasti:

- merikalastuksen saalis enimmillään 2 200 – 3 700, lopulta 2 200 – 3 700 lohta
- rannikkokalastuksen saalis enimmillään 1 100 – 1 900, lopulta 1 100 – 1 900 lohta
- jokisuukalastuksen saalis enimmillään 1 300 – 2 200, lopulta 1 300 – 2 200 lohta
- jokialueen virkistyskalastuksen saalis enimmillään 900 – 1 600, lopulta 900 – 1 600 lohta.



#### 4.7. Voimalaitospatojen lukumäärän vaikutus lohikantojen elvyttämiseen

Peräkkäisten voimalaitosten lukumäärällä ennen lisääntymisalueita on suuri vaikutus lohikannan palauttamisen onnistumiseen. Yhden voimalaitoksen aiheuttamat vaellustappiot pienentävät lohikannan kokoa Kymijoen C-skenaarion tapauksessa noin 39 % siitä, mihin rakentamattoman joen kutupopulaatio voisi kasvaa. Vastaavasti kaksi peräkkäistä patoa pienentäisi kutupopulaatiota noin 55 %, kolme patoa jo noin 91 %. Kolmen peräkkäisen padon tapauksessa kutulohien lukumäärä olisi jo niin pieni, että tarvittaisiin selvästi voimakkaampia ja jatkuvia tukitoimenpiteitä, jotta lohikanta pysyisi elinvoimaisena (kuva 9).



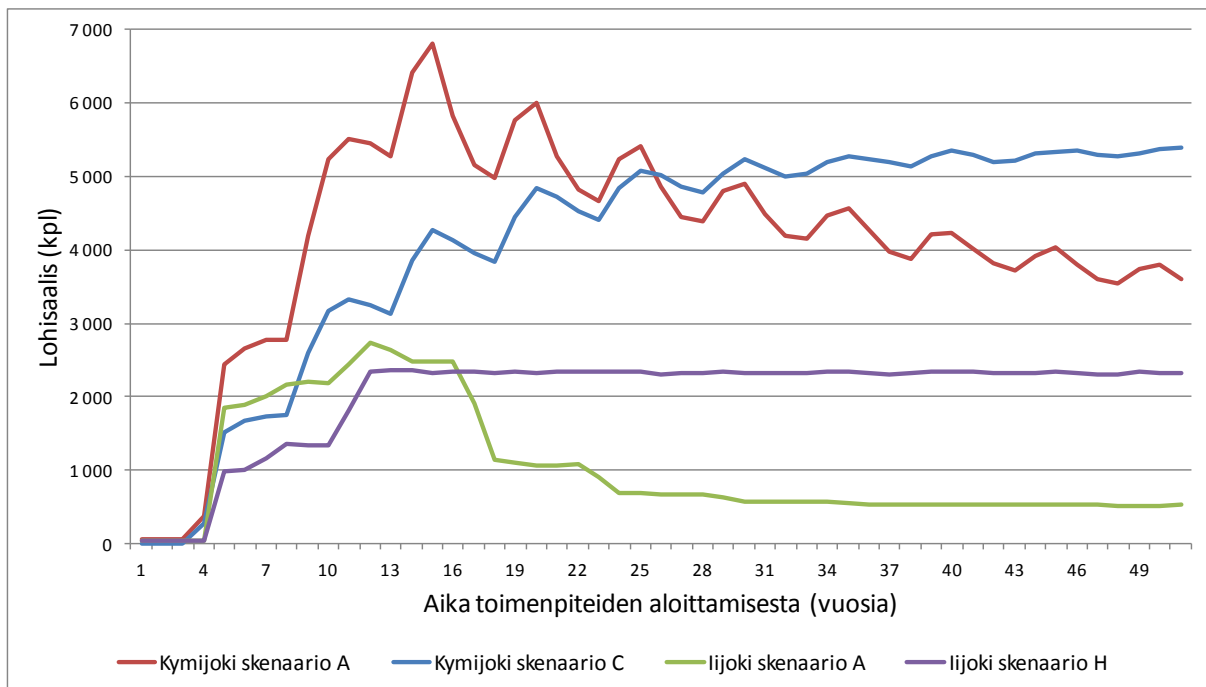
**Kuva 9.** Kutupopulaation koko 50 vuoden aikajänteellä viidellä muutoin samanlaisella joella, mutta peräkkäisten patojen lukumäärä vaihtelee nolasta viiteen. Ks. luku 3.5.

## 5. Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tässä selvityksessä käytetyn yksinkertaistetun populaatiomallin perusteella Kymijokeen voidaan palauttaa luonnonvaraisesti lisääntyvä elinvoimainen lohikanta. Vähimmillään se vaatii Korkeakosken kalatien rakentamista ja lievää kalastuksen säätelyn tiukentamista, jolloin kokonaiskalastuskuolevuus pienenesi noin 22 % nykytasosta. Näillä toimenpiteillä saavutettaisiin 30 vuodessa noin 3 000 lohien vuosittainen kutupopulaatio ja 150 000 smoltin vuosituotanto (skenaario C). Elivoimainen luonnonlohikanta saavutettaisiin myös ilman kalastuksen säätelyn tiukentamista, jos selviytyminen mädistä smoltiksi olisi lähtöoletukseen verrattuna kaksinkertainen (1,3 % → 2,6 %, skenaario E). Kymijoella tällaista parempaa selviytyvyyttä voidaan ainakin osittain perustella smolttien iällä, joka on 1-2 vuotta alhaisempi kuin pohjoisen Perämeren joissa. Poikasvaiheen aikaisen kuolleisuuden voidaan näin

ollen arvioida olevan vähäisempää kuin Perämeren alueen joissa. Valituista skenaarioista lohikannan suurin koko saavutettaisiin rakentamalla kalatiet kaikkiin Kymijoen vaellusesteisiin ja lievällä kalastuksen säätelyn tiukentamisella (reilu 4 000 kutulohta ja noin 200 000 smolttia, skenaario F).

Lohisaaliiden osalta ”yksi kalatie ja nykytilannetta hieman tiukemmat kalastusrajoitukset” -vaihtoehtoon (skenaario C) liittyy merkittävä ja mielenkiintoinen havainto. Tämä vaihtoehto tuottaisi pitkällä aikavälillä (noin 20 vuotta kalatien rakentamisen jälkeen) suuremmat lohisaaliit kuin pelkässä kalatievaihtoehdossa (skenaario A), jossa kalastuksen säätelyä ei tiukennettu. Tämä selittyy sillä, että lohikanta kasvaa molemmissa skenaarioissa (A ja C) kotiutustoimien (mm. istutukset, ks. kappale 3.1.) tukemina noin 15 vuotta kalatien rakentamisesta, mutta tämän jälkeen vain C-skenaariossa. Kotiutustoimien aikana A-skenaariossa lohta saadaan vuosittain saaliiksi 1000 – 2000 kpl enemmän kuin C-skenaariossa, mutta kotiutustoimien päätyttyä A-skenaariossa lohikanta ja -saaliit alkavat tasaisesti vähentyä tarkastelujakson (50 vuotta) loppuun saakka (ks. kuva 10).



**Kuva 10.** Populaatiomallinnukseen perustuvat kalatierakentamisen jälkeiset lohisaaliit (mediaanit) 50 vuoden aikajänteellä Kymijoella ja Iijoen, joissa lohien elinkierron kuolevuudet on arviotu nykytilanteen mukaisina (skenaariot A: Kymijoki, punainen viiva ja Iijoki, vihreä viiva). Lisäksi esitetään ennuste lohisaaliista lievän kalastuksen säätelyn tiukentamisen seurauksena Kymijoella (skenaario C, sininen viiva) ja vastaavasti tiukan säätelyn ja parantuneen mädistä smoltiksi selviytymisen johdosta Iijoen (skenaario H, violetti viiva, ks. Mäki-Petäys ym. 2012)

Kalatierakentamisen ja kotiutustoimien jälkeen huomattavasti vähäisemmät kalastusrajoitukset saivat Kymijoella aikaan hyvät lohikannan kasvuedellytykset verrattuna Perämereen laskevien jokien vaatimiin rajoituksiin (vrt. [Mäki-Petäys 2012](#)). Ii- ja Kemijoen tarviin erittäin voimakkaita kalastusrajoituksia ja samanaikaisia muita tukitoimia lohikannan ja -saaliin kasvattamiseksi ja vakauttamiseksi. Esimerkiksi Iijoen lohien populaatiomallissa kalastuskuolevuutta piti pienentää noin 56 % ja lisäksi piti olettaa mädistä smoltiksi selviytyminen kaksinkertaiseksi (1,3→2,6 %), jotta lohikannan elpymisen seurauksena myös saalistaso nousisi pysyvästi kohtalaiselle tasolle (kuva 10: skenaario H).

Kymijoen lohikannan palauttamismahdollisuuksia korostaa se, että jo yhden kalatien kautta avautuu merkittävä määrä potentiaalisia poikastuotantoalueita. Useamman kuin kahden voimalaitospadon joissa lohien alasvaellus- ja kutuvaellustappiot nousevat huomattavan korkeiksi, vaikka hyvällä kalatiesuunnittelulla ja smolttien alasvaellusmahdollisuuksien parantamisella näitä tappiota voidaan pienentää. On tärkeää huomata, että kuolleisuus kertautuu patojen määrän lisääntyessä, jolloin verraten pienetkin tappiot (esim.  $\leq 10$  % / pato) muodostuvat jo merkittäväksi lohikannan leikkuriksi. Kymijoesta poiketen useissa muissa merkittävässä suomalaisissa rakennetuissa voimalaitospatoja on 5-7 kpl ennen potentiaalisia kutu- ja poikastuotantoalueita. Tällaisissa vesistöissä elinvoimaisten luonnonlohikantojen elvyttäminen on erittäin haastavaa ja usein tavoitteeksi otetaan vain osittaisen luonnontuotannon palauttaminen.

Vahvan luontaisesti lisääntyvän lohikannan palauttaminen Kymijokeen olisi merkittävä toimenpide koko Suomenlahden alueen lohien poikastuotannon kasvattamisessa, sillä Suomenlahteen laskevien lohijokien vaelluspoikastuotanto on tällä hetkellä historialliseen tuotantotasoon verrattuna erittäin alhainen. Jo Kymijoen nykyinen pienehkö luonnonpoikastuotanto tekee siitä arvioiden mukaan merkittävimmän Suomenlahteen laskevan lohijoen. Vaelluspoikastuotannon kasvattaminen uusien lisääntymisaluiden käyttöön otolla vain vahvistaisi Kymijoen asemaa ja merkitystä Suomenlahden lohikantojen ylläpitäjänä.

## 6. Yhteenveto

Luontaisesti lisääntyvän Kymijoen lohikannan palauttamisen edellytykset ovat erittäin hyvät ja palauttamismahdollisuudet korostuvat, kun niitä verrataan jokiin, joissa lohien olisi uitava useamman kuin kahden kalatien (padon) kautta lisääntymisalueilleen.

Kymijoen lohikannan palauttaminen edellyttää vähimmillään Korkeakosken kalatien rakentamista ja lievää kalastuksen säätelyn tiukentamista, jotta lohien kalastuskuolevuus pienenesi nykytasosta n. 20 % (skenaario C). Näillä toimenpiteillä päästäisiin 50 vuoden aikajänteellä noin 3 000 lohien vuosittaiseen kutupopulaatioon ja 150 000 vaelluspoikasen vuosituotantoon. Muillakin mallinnetuilla skenaarioilla elinvoimaisen luonnonlohikannan palauttamismahdollisuudet olivat joko kohtalaiset tai hyvät.

Kymijoen lohikannan palauttamisen keskeisiä perusedellytyksiä ovat:

- Korkeakosken kalatien rakentaminen
- Lohenkalastuksen hieman nykyistä voimakkaampi rajoittaminen

Mallinnusten perusteella Kymijoelle (skenaariot C – F) voisi muodostua luontaisesti lisääntyvä lohikanta, joka tuottaisi:

- Kymijokeen nousevia kutulohia 1 800 – 5 400 kpl/v
- Kymijoesta merelle vaeltavia smoltteja 100 000 – 200 000 kpl/v
- Mereltä jokisuuhun palaavia lohia 3 200 – 8 100 kpl/v
- Jokisuulla lohisaalista 900 – 2 200 kpl/v
- Jokialueella lohisaalista 600 – 1 600 kpl/v

## Viitteet

- Christensen, O., Larsson, P.-O. (ed.) (1979). Review of Baltic salmon research. ICES Coop. Res. Rep. No. 89: 1-124
- Haines, T.A. 1992. New England's rivers and Atlantic salmon. P. 131-139 in R.H. Sound (ed.), Stemming the tide of coastal fish habitat loss. National coalition for marine conservation, Savannah, Georgia.
- HELCOM 2011. Salmon and Sea Trout Populations and Rivers in the Baltic Sea – HELCOM assessment of salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) populations and habitats in rivers flowing to the Baltic Sea. Balt. Sea Environ. Proc, No. 126A, 79 pp.
- Huusko, R., Orell, P., van der Meer, O., Jaukkuri, M., Mäki-Petäys, A. 2012. Lohen vaelluspoikasten radio-telemetriaseuranta lijoella 2010 – 2011. RKTL:n työraportteja 22/2012.
- ICES 2010. Report of the Working Group on Baltic Salmon and Trout (WGBAST), 24–31 March 2010, St Petersburg, Russia. ICES CM 2010/ACOM:08. 253 pp.
- Jokikokko E. & Jutila E. (2004) Divergence in smolt production from the stocking of 1-summer-old and 1-year-old Atlantic salmon parr in a northern Baltic river. J Appl Ichthyol 20: 511–518.
- Kallio-Nyberg, I. & Ikonen, E. 1992. Migration pattern of two salmon stocks in the Baltic Sea. ICES J. Mar. Sci. 49, 191–198.
- Laine, A., Niva, T., Mäki-Petäys, A. ja Erkinaro, J. 2002. Kalabiologiset perusteet. Teoksessa: Loikkaako lohi Ounasjokeen? Vaelluskalojen palauttaminen Kemi-/Ounasjokeen. Esiselvitys. Lapin ympäristökeskus. Alueelliset ympäristöjulkaisut 271: 127-199.
- Linnansaari, T., Keskinen, A., Romakkaniemi, A., Erkinaro, J. ja Orell, P. 2010. Deep habitats are important for juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* L. in large rivers. Ecology of Freshwater Fish 19(4):618-626.
- Rinne, J., Tapaninen, M ja Vähänäkki, P. 2007. Kymijoen alaosan koski- ja virtapaikkojen pohjanlaadut sekä lohen ja meritaimenen lisääntymisalueet. Maa- ja metsätalousministeriö 83/2007.
- Rinne, J., Tapaninen, M. ja Malin, M. 2009. Kymijoen läntisen haaran koski- ja virtapaikkojen pohjanlaadut sekä lohen ja meritaimenen lisääntymisalueet. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja. 86 (2-2009).
- Sutela, T., Karjalainen, T. P., Mäki-Petäys, A., Laine, A., Tammi, J., Koivurinta, M., Orell, P. ja Louhi, P. 2012. Kalatiestrategian taustaselvitykset. MMM. Kala- ja riistahallinnon julkaisuja 90 (1/2012).
- MMM 2012. Kansallinen kalatiestrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös 8.3.2012.
- 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:n työraportteja 1/2012.
- Määttä, V. 2000. Kalanviljelylaitoksessa ja luonnossa sukukypsäksi kasvaneiden Tornionjoen lohien (*Salmo salar* L.) sukukypsyysskoko, mädintuotanto ja mädin hedelmöittyminen. Hydrobiologian ja limnologian pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, 39 s.
- Pautamo, J. & Vanninen, V. (toim.) 2009: Vaelluskalat Kymijoen voimavaraksi, Kymijoen kalataloudellinen kehittämissuunnitelma.
- Structured Data, LCC 2011. RiskAmp Monte Carlo Add-In Library version 3.20. <http://www.riskamp.com/>

## Liitteet





Liite 2. Kymijoen itähaara ilman järviä ja suurimpia suvantoja

● Itähaaran kartoitetut koski- ja virta-alueet (Rinne ym. 2007)

Koski tai vuolle	Kokonaispinta-ala (ha)
Ankkapurha	3.2
Piirteenkoski	9.0
Tiirankari	11.1
Susikoski	11.0
Ristolantuolle	7.8
Tervaniemi	5.1
Ahvio	34.9
Kultaa	29.1
Piuhanhaara	2.2
Paha-Pekka	1.6
Laajakoski	3.5
Pernoo yläosa	9.7
Pernoo alaosa	11.3
Vuolle (korkeakosken haara)	1.5
Petäjälampi	1.0
Osolankoski	0.3
Ruhavuolle	2.7
Siikakoski	3.4
Kokkonkoski	6.2
Huumanhaaran alku	1.6
Rautatiesillankoski	1.1
Hinttulankoski	1.8
Mattolaiturinkoski	1.0
Langinkosken yläpuolinen vuolle	0.9
Langinkoski	3.6
<b>Yhteensä (ha)</b>	<b>164.5</b>



Liite 3. Kymijoen länsihaara ilman järviä ja suurimpia suvantoja

- Länsihaaran kartoitetut koski- ja virta-alueet (Rinne ym. 2007, 2009)

Koski tai vuolle	Kokonaispinta-ala (ha)
Koivusaaren alaosa	2.2
Metsäkylänsaari (eteläkärki)	1.0
Satulavuolle	3.4
Koivusaari	6.0
Hirvivuolle	6.1
Saksansaari	7.4
Alhonhaara	0.6
Nermusa	1.2
Metsä-Marttila	2.3
Koivu- ja Tuohisaari	0.7
Jaakonsaari-Vaskovuolle-Hirvikoski	18.8
Rinkkasenvuolle	1.3
Pienijoki	0.2
Sihvonniitty-Sepänsaari	1.2
Huitunvuolle	1.0
Karhusaaret	1.9
Hattarinkoski	5.1
Klåsarön voimalaitos	1.9
Papinsaari itäranta	3.4
Papinsaari länsiranta	1.0
Kaarlinsaari	0.6
Märrastråken	0.6
Gölstråkan	1.1
Hellinkoski	10.6
<b>Yhteensä (ha)</b>	<b>79.5</b>

