

Taimenen kutupesälaskenta – menetelmät ja esimerkkituloksia

Jukka Syrjänen, Kimmo Sivonen, Olli Sivonen ja Pentti Valkeajärvi



RIISTA- JA KALATALOUS
TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

9/2013

RIISTA- JA KALATALOUS

TUTKIMUKSIA JA SELVITYKSIÄ

9 / 2 0 1 3

Taimenen kutupesälaskenta – menetelmät ja esimerkkituloksia

Jukka Syrjänen, Kimmo Sivonen, Olli Sivonen ja Pentti Valkeajärvi



Julkaisija:
Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Helsinki 2013

Kannen kuvat: Jukka Syrjänen ja Kimmo Sivonen

Julkaisujen myynti:
www.rktl.fi/julkaisut
www.juvenes.fi/verkkokauppa

Pdf-julkaisu verkossa:
<http://www.rktl.fi/julkaisut/>

ISBN 978-952-303-043-5
ISBN 978-952-303-044-2

ISSN 1799-4764 (Painettu)
ISSN 1799-4748 (Verkkójulkaisu)

Painopaikka: Tampereen Yliopistopaino Oy - Juvenes Print

Sisällys

Tiivistelmä	4
Sammandrag	5
Abstract	6
1. Johdanto.....	7
2. Menetelmät.....	9
2.1 Pesien etsintämenetelmät, koealojen valinta ja etsinnän ajankohta	9
2.2 Kaivannon määritys pesäksi ja harjoituspesät.....	10
2.3 Pesien rakenne, ympäristötekijät ja mittausmenetelmät	12
2.4 Kutualueiden merkintä kartalle	13
2.5 Pesäsoran alkuperän arviointi.....	14
2.6 Naaraskutukannan koon ja kokorakenteen arviointi.....	14
2.7 Mätimäärän ja mätitiheyden laskenta sekä kutukanta-rekryytti-suhde	15
3. Esimerkkituloksia ja tulosten tarkastelua.....	16
3.1 Pesien rakenne ja ympäristötekijät.....	16
3.2 Kutualueet	19
3.3 Pesien soran alkuperä	20
3.4 Naaraskutukannan koko ja kokorakenne	21
3.5 Mätitiheys ja kutukanta-rekryytti-suhde	24
4. Pohdinta	25
Kiitokset.....	27
Viitteet.....	28

Tiivistelmä

Virtakutuiset lohikalat hautaavat mätinsä kudulla sorapesään. Pesä koostuu kuopasta ja harjanteesta eli hännästä, jonka sisällä mäti ja myöhemmin poikaset ovat. Pesät erottuvat vaaleina alueina kosken pohjalta kudun jälkeen. Kutupesälaskentaa voidaan käyttää virtaveteen kutupesän rakentavien kalalajien kutuympäristön tutkimuksessa sekä naaraskutukannan koon ja kokorakenteen arvioinnissa. Tämän työn aineistot kerättiin taimenen kutupesistä kahluumenetelmällä vesitähystintä eli vesikiikaria käyttäen. Pesiä mitattiin yhteensä 1 370 kappaletta.

Kutupesälaskenta voidaan yhdistää pesän mikroympäristön mittaamiseen, pesien kartta-merkintään, pesän koon ja naaran koon regressioon, naaraan koon ja pesän mätimäärän regressioon sekä poikastiheysarvioihin. Siten kutuympäristöstä, kutukannasta ja kutukanta-rekryytiksi-suhteesta saadaan tietoa jokiuomien ja virtakutuisten lohikalakantojen hoitoon.

Taimenen kutupesien lukumäärä ja siten naaraskutukannan koko oli 2000-luvulla Kymijoen vesistön järvalueen koskissa vuosittain yleensä 5–15 pesää, enimmillään noin 50. Toisinaan yksittäisistä koskista ei löytynyt yhtään pesää.

Taimenen kutupesien keskipituus oli Kymijoen vesistössä 1,71 metriä, ja pesät sijaitsivat keskimäärin 57 senttimetrin syvyydessä. Virrannopeus kuopan ja harjanteen rajalla soran pinnalla oli keskimäärin 27 senttimetriä sekunnissa, mutta vaihtelu oli suurta. Yleisin raekoko pesän kuopassa oli 64–128 millimetriä ja harjanteessa 32–64 millimetriä. Pesät sijaitsivat useimmiten pienissä koskisyvänteissä, mutta joillakin isoilla koskilla myös kosken niskoilla. Kutunaaraiden lovipituus oli Kymijoen vesistössä pesän harjanteen pituuden perusteella keskimäärin 38 senttimetriä. Tunnetuissa järvitaimenen kutujoissa Suomessa ja Ruotsissa pesien keskipituus oli 2,5–3,0 metriä ja kutunaaraiden lovipituus keskimäärin 45–52 senttimetriä harjanteen pituudesta laskettuna. Joutsan Rutajoella taimenen poikastiheys riippui suoraviivaisesti mätitiheydestä, joka arvioitiin vuosittain pesien koosta ja lukumäärästä.

Kunnostetuissa metsäjoissa puolet pesistä sijaitsi luonnonsorassa ja puolet lisätyssä kunnostussorassa. Virtavesikunnostuksissa kutupesien esiintyminen tulisi kartoittaa ennen kutusoraikkojen tekemistä. Jos pesiä löytyy, soraikot tulisi tehdä samanlaisiin kohtiin ja alueille, joissa pesät ovat. Soraikot pitäisi sijoittaa pääosin koskiin isojen kivien, liekopuurunkojen tai rantapenkan viereen.

Pesälaskenta kahlaamalla osoittautui toimivaksi menetelmäksi taimenen naaraskutukantojen seurannassa ja kutuympäristön selvittämisessä.

Asiasanat: kutukanta, kutupesä, kutupesälaskenta, mikroympäristö, mätitiheys, poikastiheys, soraikko, taimen,

Syrjänen, J.T., Sivonen, K., Sivonen, O. & Valkeajärvi, P. 2013. Taimenen kutupesälaskenta – menetelmät ja esimerkkituloksia. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 9/2013. 28 s.

Sammandrag

Laxfiskar som leker i strömmande vattendrag begraver rommen i grus. Nedströms lekgropen bildas en grusås i vilken rommen och ynglen utvecklas. De ytor där fisken lekt syns ofta som ljusare områden på forsens botten efter leken. Lekgropsinventering kan användas i forskning om lekmiljöer för fiskarter som gräver lekgropar i strömmande vatten, och möjliggör uppskattningar av det lekande honbeståndets storlek och storleksstruktur. Vid denna studie insamlades data om bottensubstratets kvalitet vid öringens lekområden genom vadning med vattenkikare. Sammanlagt 1 370 lekgropar mättes.

Lekgropsinventeringen kan kombineras med mätning av lekområdets mikromiljö, geositionering av lekgropar, regression av lekgroparnas och honornas storlek, regression av honans storlek och mängden rom i lekgropen samt uppskattningar av yngeltäthet. Därigenom erhålls information om lekmiljön, lekpopulationen och relationen mellan lekpopulationen och stock-recruitment förhållanden som behövs vid förvaltningen av laxfiskbestånd i älvar och strömmande vattendrag.

I forsarna i Kymmene älvs vattendrags sjöområde var antalet lekgropar, och således antalet lekande öringhonor, under 2000-talet i allmänhet 5–15 bon och högst cirka 50 lekgropar om året. Ibland hittades inte en enda lekgrop i de enskilda forsarna.

Den genomsnittliga längden på öringens lekgropar i Kymmene älvs vattendrag var 1,71 meter, och lekgroparna låg i allmänhet på 57 centimeters djup. Strömhastigheten på grusytan vid gränsen mellan gropen och åsen var i genomsnitt 27 centimeter i sekunden, men den varierade mycket. I allmänhet var stenstorleken i gropen 64–128 millimeter och på åsen 32–64 millimeter. Lekgroparna låg i allmänhet i små fördjupningar i forsen, men i vissa större forsar även på forsackar. I Kymmene älvs vattendrag var de lekande honornas längd från nosspetsen till stjärtfenans delning 38 centimeter, estimerat utifrån längden på grusåsarna nedströms lekgroparna. I kända lekälvar för sjölevande öring i Finland och Sverige var lekgroparnas snittlängd 2,5–3,0 meter, och de lekande honornas längd estimerades till 45–52 centimeter. I Rutajoki i Joutsa var yngeltätheten lineärt proportionerlig mot romtätheten som estimerades årligen utifrån lekgroparnas storlek och antal.

I restaurerade skogsälvar låg hälften av lekgroparna i naturgrus och hälften i det tillförda lekgruset. Vid restaurering av rinnande vattendrag borde förekomsten av lekgropar kartläggas innan lekplatser med tillfört grus konstrueras. Nya lekområden förläggas med fördel på liknande ställen och områden där man finner naturliga lekområden. Generellt borde nya lekområden främst anläggas i forsar bredvid stora stenar, vid omkullfallna trädstammar och grov död ved, eller invid stranden.

Inventering av lekgropar genom vadning har visat sig vara en fungerande metod vid uppföljningen av lekbeståndet av honor och undersökningen av lekmiljön.

Nyckelord: grus, lekgrop, lekgropsinventering, lekpopulation, mikromiljö, romtäthet, yngeltäthet, öring.

Syrjänen, J.T., Sivonen, K., Sivonen, O. & Valkeajärvi, P. 2013. Taimenen kutupesälaskenta – menetelmät ja esimerkkituloksia. (Inventering av öringlekgropar – metoder och exempelresultat) *Riista jakalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 9/2013. 28 s.

Abstract

Stream-spawning salmonid fish bury their eggs inside gravel nests, known as redds. A redd consists of a pot and a tail in which the eggs and hatched alevins are located. After spawning, redds can be distinguished as light areas of the bottom substratum. Redd counting can be used when assessing the spawning environment, the female spawning stock size and the female size structure of fish species building spawning redds in streams. In the work forming the subject of this study, 1,370 brown trout redds were sampled by wading and using an aqua-scope.

Redd counting can form part of redd microhabitat measurement, the mapping of redd locations, evaluation of the connection between redd size and female size, assessment of the relationship between female size and redd egg number and the performance of parr density estimations. Information on the spawning environment, spawning stock and stock-recruitment ratio is thereby provided for fishery management.

In the study, per riffle section in streams located in the Lake District of the Kymijoki watercourse following the turn of the millennium, the number of trout redds and female spawners mainly ranged between 5–15 redds, with 50 redds being found in the most densely populated riffle section. Some single riffle sections contained no redds at all in some years.

In the Kymijoki watercourse, the average total redd length was 1.71 metres and the average water depth was 57 centimetres. On the boundary between the pot and tail, just above the bottom surface, the average water current velocity was 27 centimetres per second, with a dominant gravel size of 64–128 millimetres in the pot and 32–64 millimetres in the tail. Redds were most often situated in small pools or holes inside riffle sections, but could also be found in the upstream edges of some larger rapids. In the Kymijoki watercourse, the average fork length of female spawners was 38 centimetres, based on an estimate of the redd tail length. In other Finnish and Swedish spawning rivers used by lake-migrating brown trout, the average redd length was 2.5–3.0 metres and average female fork length 45–52 centimetres, estimated based on redd tail lengths. In the River Rutajoki in Joutsa, parr density was linearly correlated with egg density, based on annual estimates of redd tail lengths and on redd counts.

In restored streams, half of all redds were situated in natural gravel and the other half in artificial gravel. During channel restorations, the occurrence and location of redds should be surveyed before creating artificial gravel beds. Artificial beds should be positioned in similar sites and areas to those of any natural redds found. In addition, beds should mainly be placed inside riffle sections near large stones, submerged trunks or channel banks.

Redd counting based on wading seems to be an appropriate method of monitoring female spawning stocks of brown trout and assessing the spawning environment.

Keywords: brown trout, egg density, gravel bed, microhabitat, parr density, redd, redd counting, spawning stock

Syrjänen, J.T., Sivonen, K., Sivonen, O. & Valkeajärvi, P. 2013. Redd counting of brown trout – methods and basic results. *Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä* 9/2013. 28 p.

1. Johdanto

Virtakutuiset lohikalalajimuodot järvitaimen, meritaimen, järvilohi ja lohi ovat olleet tai ovat nykyään Suomessa uhanalaisia Itämeren valuma-alueella. Toisaalta taimen ja lohi ovat haluttuja saalislajeja vapaa-ajankalastuksessa. Näiden lajien kantoihin ja elinympäristöihin kohdistuu vakavia uhkia ihmistoiminnasta, mutta toisaalta myös huomattavaa elvytys-, kunnostus- ja istutustoimintaa. Kalakantojen ja niiden ympäristön hoidossa ja kunnostuksessa olisi oleellista seurata kalakannan tilaa sekä elvytys- ja kunnostustoimien onnistumista.

Virtakutuiset lohikalat hautaavat mätinsä sorapesään. Naaras kaivaa soraan kuopan, johon se laskee mätinsä ja koiras maitinsa. Tämän jälkeen naaras kaivaa toisen kuopan edellisen yläpuolelle ja peittää soralla ensimmäisen kuopan ja mädin. Mäti jää harjanteen sisään 1–20 sentin paksuisen sorakerroksen alle. Valmis pesä on soikionmuotoinen kaivanto pohjasorai-kossa koostuen ylävirran puoleisesta kuopasta ja alavirran puoleisesta harjanteesta eli hännästä. Taimen ja lohi kutevat Suomessa syys-lokakuussa, ja poikaset kuoriutuvat maaliskoukuussa ja nousevat sorasta touko-kesäkuussa (Takkunen 1993, Syrjänen ym. 2008).

Laskemalla ja mittaamalla pesät (kuva 1) vuosittain, merkitsemällä ne karttaan ja yhdistämällä tämä tietoon sorastuskunnostuksista, havaintoihin poikasten määrästä tai havaintoihin kalasaaliin kokorakenteesta saadaan tuotettua yhdistettyä tietoa

- kutuajasta
- kutukalojen kutupaikan käytöstä ja valinnasta mikroelin ympäristön mittakaavalla
- kutualueista joen mittakaavalla
- uomakunnostuksissa tehtyjen kutusoraikkojen hyödyllisyydestä
- naaraskutukannan koosta ja kokorakenteesta
- kutukanta-rekryytti-suhteesta.

Näiden tietojen avulla kalastusoikeuden haltijat, valtionhallinto, kalastusmatkailuyritykset ja kehityshankkeet voivat suunnitella sorastuskunnostuksia, säädellä tarvittaessa syysrauhoitusta, ohjata vapakalastajien kahlausta talvi- ja kevät aikaan, seurata kutukannan tilaa ja naaraiden laskemaa mätimäärää sekä seurata kutukannan ja poikastiheyden yhteyttä. Pesä- ja poikasseurannan tuloksia voidaan käyttää hyväksi hoito- ja elvytystoimissa, kuten mäti- tai poikasistutuksessa ja kalastuksen sääntelyssä. Pesälaskentaa käytetään erityisesti Pohjois-Amerikassa virtakutuisten lohikalalajien kutukantojen seurannassa (Callagher ym. 2007), mutta Suomessa pesälaskentamenetelmää ei ole käytetty ennen 2000-lukua. Vieläkin menetelmän käyttö on vähäistä koko maan mittakaavassa.

Kutupesälaskentaan ei tarvitse kalastuslain mukaan kysyä kalastusoikeuden haltijan lupaa, mutta maastoinventoijan on käytännössä hyvä kysyä tai ainakin ilmoittaa oikeistaan kalastusoikeuden haltijalle. Kiinteistöjen rannoilla liikkumiseen on lupa myös hyvä kysyä. Pesälaskentaa ei myöskään pidä lähteä tekemään ilman harjoittelua, sillä huolimaton kahlaaminen saattaa nostaa mätiä ajelehtimaan tai hajottaa mätimunia. Laskenta ei kuitenkaan ole erityisen vaikeata kahluutaitoiselle, mutta se vaatii paljon liikkumista paikoin kovassakin virrassa (kuva 1). Pesälaskenta onkin suunnilleen yhtä työlästä kuin sähkökoekalastus, jos kaivannot varmis-

tetaan pesiksi etsimällä mätimuna ja jos pesät ja niiden ympäristömuuttujat mitataan. Laskentaa pitää harjoitella useiden päivien ajan kokeneiden pesälaskijoiden kanssa, ennen kuin aloitteleva pesälaskija voi alkaa arvioida kutukannan kokoa.

a)



b)



c)



d)



Kuva 1. Taimenen kutupesien etsintää ja mittausta a) Heinäveden Kermankoskella, b) Joutsan Ruta-joella, c) Vättern-järveen laskevalla Hjoänilla ja d) Arvajen reitin Kotakoskella Kuhmoisissa. Kaikissa kuvissa on kutupesä tähytys- tai mittauskohdassa.

2. Menetelmät

2.1 Pesien etsintämenetelmät, koealojen valinta ja etsinnän ajankohta

Lohikalojen kutupesäiä voi etsiä virtavesistä rannalta tähystämällä, kahlaamalla, snorklaamalla, sukeltamalla tai veneestä katsomalla. Lohen kutupesäiä on laskettu myös helikopterista tähystämällä. Tämä raportti keskittyy kahluutähystysmenetelmään, jossa laskija kahlaa virtavedessä ja tähystää pohjaa vesitähystimellä eli vesikiikarilla. Vain kahluutähystyksessä on mahdollista varmistaa havaittu kaivanto pesäksi etsimällä siitä mätimuna sekä mitata pesä ilman suurta työmäärää.

Kohdevirtavedestä valitaan ensin laskentakoeala. Pesät saattavat sijaita koskessa ryhmitäin, ja laajoja alueita kohteesta voi olla pesättömiä. Siten koealojen pitäisi olla suuria, yhteisalaltaan kymmeniä prosentteja kosken pinta-alasta, jos tavoitteena on arvioida kohteessa kuteneiden naaraiden lukumäärää tai mätitiheyttä. Koealojen pitäisi silloin sijaita kattavasti eri osissa koskea tai jokea. Jos tavoitteena on kartoittaa tarkasti kaikki kutualueet, kohdevirtavesi kahlataan läpi kokonaan. Jos kohteella tehdään järjestelmällistä sähkökoealastusta syksyisin, sähkökoealastuksen koealat olisi hyvä sisällyttää pesälaskenta-aloihin. Laskennan jälkeen pesälaskentakoealojen koko tulisi mitata joko maastossa tai kartalta. Jos tavoitteena on vain esimerkiksi otos pesien pituudesta tai mikroympäristömuuttujista, varsinaisia koealoja ei välttämättä tarvita, mutta otos saisi silloinkin olla alueellisesti kattava.

Viiden kuution sekuntivirtaamaa pienemmät kosket on usein mahdollista kahlata läpi kokonaan. Koski tai sen osa inventoidaan mielellään alavirrasta ylävirtaan kahlaten ja vesitähystimellä pohjaa tarkastellen järjestelmällisesti poikkilinjoittain rannasta rantaan. Suuremmassa koskessa inventointi tehdään rannasta keskiuomaa kohti niin pitkälle kuin kahlaus on turvallista. Vesitähystimen on hyvä olla tukevatekoinen, mielellään tehdastekoinen (kuva 1c). Pesälaskentavälineistöön kuuluu myös kahluuhousut, tukeva mittatanko-kahluusauva, vedenkestävät muistiinpanovälineet sekä tarvittaessa polaroidut aurinkolasit.

Laskennan ajankohdan valinta on tärkeää koko menetelmän onnistumisen kannalta. Jos tarkoituksena on selvittää kutuaikaa, kohde olisi hyvä kahlata läpi viikon, parin välein Etelä-Suomessa syyskuun lopulta loka-marraskuun vaihteeseen ja Pohjois-Suomessa syyskuun alusta lokakuun puoliväliin tai lopulle syksyn lämpötiloista riippuen. Jos tarkoituksena on kartoittaa pesien maantieteellistä sijaintia ja laskea ja mitata pesiä, paras ajankohta olisi heti kutuajan jälkeen tai aivan sen lopulla, Etelä-Suomessa loka-marraskuun vaihteessa ja Pohjois-Suomessa lokakuun puolivälissä tai lopulla. Jos kohteessa ei ole voimakasta syystulvaa eikä vedessä ole paljoa humusta tai kiintoaineista, pesät ovat havaittavissa kuitenkin kevättalvelle asti. Pienten, alle metrin pituisten pesien havaittavuus kuitenkin heikkenee talven mittaan. Hyvin humus- tai kiintoainepitoisessa vedessä erityisesti pieniä pesiä voi olla vaikea havaita jo parin viikon kuluttua kudusta. Laskenta on helpointa tehdä aurinkoisella säällä ainakin muutaman sateettoman päivän jälkeen, jolloin jokivesi on kirkkaimmillaan.

Talvella tehtynäkin pesälaskenta voi antaa hyvän tarkkuuden pesien määrästä ja koosta kaikkein pienimpiä pesiä lukuun ottamatta. Talviaikaiseen pesälaskentaan mahdollisesti liitetty mikroelinympäristömuuttujien mittaaminen ei kuitenkaan vastaa enää kutuajan tilannetta. Ympäristömuuttujia voi toisaalta mitata pesistä myös hautoutuvan mädin kannalta aina kuoriutumisi-

seen ja sorastanousuun asti. Mädin kannalta kriittisin hetki hautoutumisjaksolla saattaa ollakin talven alivirtaaman ajankohta, eikä välttämättä kutuaika.

2.2 Kaivannon määrittäminen pesäksi ja harjoituspesät

Kun täyhystimessä näkyy 1–3 metrin pituinen vaalea, soikea sora-alue, joka näyttää siltä kuin lapiolla olisi käännetty pohjasoraa, kyseessä saattaa olla kutupesä (kuva 2). Suuret ja keskikokoiset pesät löytyvät yleensä helpohkosti, mutta pieniä puolen metrin pituisia pesiä on vaikeampi huomata. Pesäharjanteen etuosan sorarakeita voi varovasti siirrellä kahluusauvalla (kuva 1c). Jos soraikosta lähtee tällöin tummaa humusainesta tai vaaleita pallo- tai hernesimpukoita ajelehtimaan, kyseessä ei todennäköisesti ole pesä, varsinkin jos laskentaa tehdään heti kutuajan jälkeen. Oikeista pesistä humus ja simpukat ovat irronneet jo aiemmin pois naaraan kaivaessa soraa. Pesissä voi olla hiekkaa soran joukossa. Jos pesälaskija haluaa varmistaa kaivannon olevan kutupesä, sorarakeita voi siirrellä sen verran, että soran seasta löytyy ainakin yksi mätimuna. Mätimunnan etsintä onnistuu ainoastaan vesitähystimen avulla. Mätimuna on lähes pyöreä, läpikuultava ja väriltään vaalean oranssi tai keltainen, joskus lähes harmaa (kuva 2d). Mätimunnan läpimitta on 5–8 millimetriä, vain vähän pienempi kuin pienten simpukoiden. Mätimuna on vettä raskaampi, eikä se lähde ajelehtimaan aivan yhtä helposti kuin pienet simpukat.

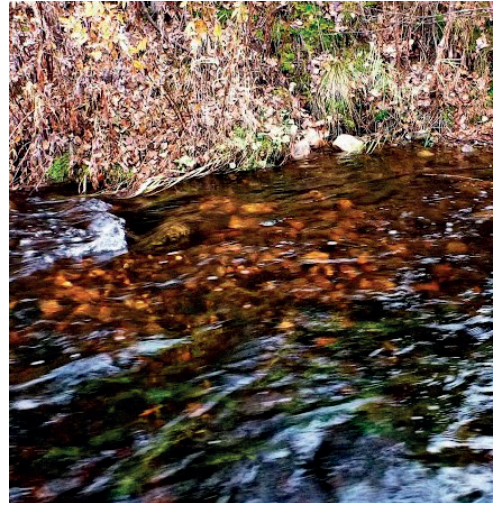
Taimen ja lohi kaivavat myös harjoitus- eli valepesiä. Naaras lopettaa kututoimintansa ensimmäisen kuopan kaivun aikana tai jälkeen, kenties havaittuaan kutupaikan sopimattomaksi tai tultuaan häirityksi. Harjoituspesä on usein oikeaa pesää lyhyempi, siinä ei ole selvää harjannetta, eikä siitä löydy mätimunia. Jos pesälaskennassa ei haluta häiritä pesiä lainkaan eikä etsiä varmistukseksi mätimunaa, osa pesinä lasketuista kaivannoista on harjoituspesiä. Harjoituspesien lukumäärä on yleensä kuitenkin pienempi kuin oikeiden pesien.

Jos kutukaloja on alueella runsaasti, ne saattavat kaivaa pesänsä toistensa pesien päälle. Myöhemmin kuteva naaras voi kasata edellisen pesän kuopan päälle oman harjanteensa tai kaivaa edellisen pesän harjanteen auki. Suomessa tämä lienee kuitenkin nykyään harvinaista, sillä taimenen tai lohen kutukannat ovat runsaat vain harvassa vesistöissä. Pesä voi täälläkin sijaita kuitenkin peräkkäin ja vierekkäin, ja joskus suuren tai leveän kaivannon määrittäminen yhdeksi tai useammaksi pesäksi on epävarmaa.

a)



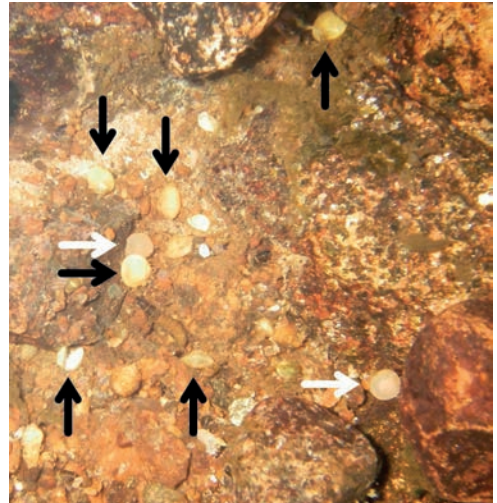
b)



c)



d)



Kuva 2. Taimenen kutupesä a) Joutsan Rutajoella keskellä kuvaa koskipeilissä, b) Kuusamon Kuusinkijoella ja c) Heinäveden Kermankoskella. d) Kaksi pesästä varmistukseksi kaivettua mätimunaa, osoitettu valkoisilla nuolilla, sekä pieniä simpukoita ja niiden kuoria, osoitettu mustilla nuolilla. Vesivirran suunta on oikealta vasemmalle kuvissa a) ja b) sekä alhaalta ylös kuvassa c).

2.3 Pesien rakenne, ympäristökijät ja mittausmenetelmät

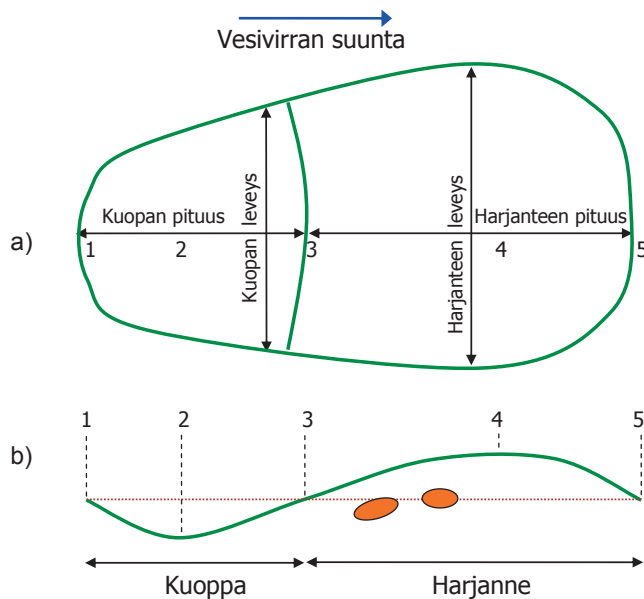
Lohikalan kutupesä on ylhäältä katsoen keskimäärin soikiomainen, mutta usein alavirtaan levenevä. Sivuprofiililtaan pesä muistuttaa aaltoa. Ylävirran puolella on kuoppa, josta naaras on kaivanut soran mädin päälle alavirran puolelle harjanteeksi eli hännäksi. Kuoppa on yleensä lyhyempi kuin harjanne (kuva 3). Pesä näyttää heti kudun jälkeen vaalean kirjavalta erityisesti sellaisissa virtavesissä, joiden pohjarakeissa kasvaa tummaa levää. Kalan kaivaessa osa sora-rakeista kääntyy ympäri, ja rakeiden vaalea alapuoli erottuu selvästi ympäröivästä tummasta pohjasta. Kirkkaassa vedessä pesä voi näkyä metrien päähän, toisinaan myös rannalle asti. Vaaleapohjaisissa koskissa pesiä on vaikeampi erottaa värin perusteella.

Taimenen pesät sijaitsevat usein pienten syvänteiden, peilien, alaosassa, jossa pohja nousee ja virtaus kiihtyy (kuva 2a). Virtaus on pesän päällä suoraviivainen, pyörteilemätön. Harjanteen laki saattaa olla lähellä vedenpintaa. Pesien muoto ja syvyysuhteet kuitenkin vaihtelevat. Kuoppa voi olla pitempi kuin harjanne, ja kuoppa ja harjanne voivat olla epäsymmetrisiä ja vaikeasti toisistaan erotettavissa. Pesä sijaitsee joskus alavirtaan syvenevällä pohjalla. Harjanteen vierellä voi olla kiviä, suuriakin, jotka ohjaavat ja kiihdyttävät vesivirtaa välissään olevassa aukossa. Pesä voi tällöin olla vino tai sijaita poikittain uomaan nähden.

Pesästä on hyödyllistä mitata mittatangolla kuopan ja harjanteen pituus. Kuopan ja harjanteen leveys voidaan myös mitata. Pesän mikroympäristökijöiden mittaus antaa myös mielenkiintoista tietoa. Pesän soran pinnalta kannattaa mitata ainakin veden syvyys, virrannopeus (kuva 1d), pohjan raekoko ja vesisammaleisissa uomissa myös sammalpeittävyys. Myös pesän yläpuolisten puiden aiheuttama varjostus voidaan arvioida. Edelleen on mahdollista mitata pesän reunan etäisyys lähimpään kutukalalle sopivaan suojapaikkaan, kuten pohjan yläpuoliseen vähintään 40 senttimetriä halkaisijaltaan olevaan kiveen, vedenpinnan alapuoliseen vähintään 10 senttimetriä halkaisijaltaan olevaan liekopuuhun tai rantapenkkaan.

Mikroympäristökijöiden mittaus tehdään yhdestä tai useammasta pisteestä pesästä resurssien mukaan. Esimerkiksi viidestä pesän keskilinjalla pitkittäin sijaitsevasta pisteestä mitatut syvyys- ja virrannopeusarvot antavat varsin kattavan kuvan pesästä. Ensimmäinen piste sijaitsee tällöin kuopan yläreunalla, toinen kuopan pohjalla, kolmas kuopan ja harjanteen rajalla, neljäs harjanteen huipulla ja viides harjanteen alarajalla (kuva 3). Mittauspisteitä voi ottaa pesästä myös sivusuunnassa. Virrannopeus mitataan kolme senttimetriä pohjan yläpuolelta sekä 60 prosentin syvyydeltä, siis hieman vesimassan puolenvälin alapuolelta. Pohjan raekoko ja mahdollisesti sammalpeittävyys mitataan kolmesta kohdasta: heti kuopan yläpuolelta koskemattomasta pohjasta, kuopasta sekä harjanteesta. Raekoon voi määrittää esimerkiksi arvioimalla runsaimman raekoon muunnetulla Wentworthin asteikolla (taulukko 1) tai mittaamalla satunnaisesti suurin halkaisija 10–20 rakeesta. Asteikolla tehtävää mittausta helpottamaan vesitähystimen pleksiin voi merkitä tussilla luokkarajat.

Sopivan maastolomakkeen voi tehdä itse ja sarakkeet voi otsikoida valmiiksi mitattaville muuttujille. Mittausaineisto siirretään paperilta myöhemmin taulukkolaskentaohjelmalle.



Kuva 3. Taimenen kutupesän rakenne selvimmillään a) ylhäältä ja b) sivulta sekä viisi esimerkkimitauspistettä. Kaksi määtitaskua on kuvattu oransseilla soikioilla. Pesät eivät ole suomalaisissa virtavesissä aina näin selväpiirteisiä.

Taulukko 1. Sorarakeiden koon arvioinnissa voi käyttää esimerkiksi muunnettua Wentworthin asteikkoa (Heggnes 1988). Raekooksi merkitään ainakin peittävin eli suurimman osuuden pinta-alasta kattava kokoluokka erikseen pesän edestä, kuopasta ja harjanteesta. Tarkemmassa mittauksessa arvioidaan kaikkien kokoluokkien osuus pinta-alasta. Sorarake mitataan suurimman halkaisijansa mukaan.

Luokka	Halkaisija (mm)	Luokka	Halkaisija (mm)
1	< 2	5	32–64
2	2–8	6	64–128
3	8–16	7	128–256
4	16–32	8	256–512

2.4 Kutualueiden merkintä kartalle

Pesien sijainti kannattaa merkitä sopivalle kartalle. Jos koko joki tai koski inventoidaan vuosittain, karttatarkastelu antaa jo muutaman vuoden kuluttua hyvän kuvan pesien sijainnin vuosittaisesta vaihtelusta. Pesät saattavat ryhmittyä joen tietyille koskelle tai tietyille osalle koskea. Jos pesät ilmestyvät samoille alueille ja soraikoille vuodesta toiseen, syynä voi olla se, että kalat valitsevat aina samat parhaat paikat. On myös mahdollista, että ominaisuuksiltaan hyviksi kutupaikoiksi sopivia soraikkoja on niukalti tarjolla.

Pesät on hyvä numeroida maastossa samoin sekä kartalle että mittauslomakkeelle, jolloin esimerkiksi suurten pesien sijaintia voi vertailla vuosittain. Kartat on myöhemmin hyvä skannata tai valokuvata ja tallentaa tietokoneelle.

2.5 PesäSORAN ALKUPERÄN ARVIOINTI

Jos kohdevesistössä on tehty uomakunnostustoimenpiteenä sorastuskunnostus, pesien soran alkuperän luokitus tuottaa arvion sorastuksen onnistumisesta. Sorastusta tekevät viranomaiset sekä konsulttiyritykset kaivinkoneella ja vapaaehtoiset käsivoimin ämpäreillä. Joskus kohdevesistön pohjasta ja myös kutupesistä on erotettavissa luonnonsora, kaivurisora ja ämpärisora. Luonnonsora on yleensä hiekan, soran ja kivien sekoitusta. Kunnostussoralla tehty soraikko on yleensä tasakokoista, ja siitä puuttuu hiekka ja kivet. Kunnostussora on tuotu uomaan joltain maanrakennustoiminnan soranotto pisteeltä, ja rakeet ovat yleensä suurimmalta halkaisijaltaan 20–50 millimetriä. Kaivurisora ja ämpärisora voivat kuitenkin erota raekooltaan. Parhaassa tapauksessa pesälaskennassa on mukana kansalainen, joka on osallistunut kohteen sorastukseen ja muistaa näin kunnostussoraikoiden paikat.

Kutupesästä kirjataan maastolomakkeelle myös soran alkuperä, jos se on mahdollista arvioida luotettavasti. Laskennassa on myös mahdollista tarkistaa kaikki kunnostussoraikat ja laskea, kuinka suureen osaan näistä kalat ovat kuteneet.

2.6 NaaraskutukANNAN KOON JA KOKORAKENTEEN ARVIOINTI

Naarastaimen kaivaa kudullaan ilmeisesti useimmiten yhden kutupesän, joskus kaksi pesää (Klemetsen ym. 2003). Laskemalla pesät yksitellen vesistöstä saadaan arvio naaraskutukannan koosta. Jos kohdevesistö inventoidaan kokonaan, arvion kuteneiden naaraiden lukumäärästä pitäisi olla kohtalaisen tarkka. Jos kohdevesistöstä tarkastetaan keskimääräistä pesätiheyttä edustavat koealat, naaraskutukannan koko saadaan suhteuttamalla pesätiheys koko koskialaan, mutta arvio on epätarkempi kuin koko alueen inventoinnissa.

Pesän pituus ja erityisesti harjanteen pituus on yhteydessä kuteneen naaraan pituuteen. Crispin ja Carlingin (1989) brittiläisen aineiston regressiossa naaraan lovipituuden (L, yksikkö cm) ja pesän harjanteen pituuden (q, yksikkö cm) yhteys on

$$\ln L = 0,6 \times \ln q + 0,86$$

$$\text{toisin ilmaistuna } L = e^{(0,6 \times \ln q + 0,86)}$$

Yhtälön mukaan metrin, kahden metrin ja kolmen metrin pituisen harjanteen tekee lovipituudeltaan keskimäärin 37 senttimetrin, 57 senttimetrin ja 72 senttimetrin naaras. Harjanteen pituus puolestaan on Kymijoen vesistön virtavesillä keskimäärin 63–65 % pesän kokonaispituudesta (tekijät, julkaisematon). Vastaavat pesien kokonaispituudet ovat silloin keskimäärin 1,53; 3,08 ja 4,62 metriä. Crispin ja Carlingin (1989) aineistossa hajonta on kuitenkin suurta. Esimerkiksi 60 senttimetrin pituisen naaraan pesän harjanteen pituuden keskiarvo on 2,2 metriä, mutta ääriarvot 1,3 ja 2,7 metriä.

Kutupesän kokoon vaikuttaa kuitenkin kalan koon ohella ainakin pohjan rakenne ja ki-
vien raekoko sekä paikalliset virtausolosuhteet (Wollebæk ym. 2008). Pesien harjanteiden pi-
tuuksien avulla saadaan kuitenkin kohtalainen arvio naaraskutukannan kokojakaumasta. Edel-
lytyksenä tosin on, että vesistön soraikot ovat riittävän suuria pitkienkin pesien kaivamiseen.
Naaraiden kokojakaumaa on mahdollista verrata suoriin havaintoihin kalakannan kokojakau-
masta, jos kokojakauma on saatavilla esimerkiksi vapapyyntin saalispalautteista, emokala-
pyyntin tai kalalaskurin aineistosta tai näköhavainnoista kututapahtumien aikana. Vertailussa
erityisesti vapasaaliiseen on otettava huomioon naaraiden sukukypsyysskoon alaraja, mikä ei
välttämättä ole tiedossa. Jos naaraskutukanta koostuu vain vaeltavista yksilöistä, sukukypsät
kalat on helppo erottaa saalisalauteaineistosta kokonsa perusteella.

2.7 Mätimäärän ja mätitiheyden laskenta sekä kutukanta-rekryytti-suhde

Pesän sisältämä mätimäärä on mahdollista arvioida, kun naaraan pituus on selvitetty. Elliottin
(1995) brittiläisen aineiston regressiossa meritaimennaaraan lovipituuden (L, yksikkö mm) ja
naaraan pesäänsä hautaaman mädin kappalemäärän (E) välinen yhteys on

$$E = 0,006266 \times L^{2,048}$$

Aineiston hajonta on hyvin pieni, joten yhtälön pitäisi antaa tarkka arvo tietyn kokoisen naa-
raan pesäänsä hautaamalle mätimäärälle. Esimerkiksi 37 senttimetrin, 57 senttimetrin ja 72
senttimetrin pituinen naaras hautaa yhtälön mukaan pesäänsä keskimäärin 1 168, 2 738 ja
4 506 mätimunaa. Jokaisen pesän mätimäärä lasketaan erikseen ja sitten alueen kaikkien pesi-
en mätimäärä summataan. Näin saadaan arvioitua naaraiden koealalle laskema kokonaismäti-
määrä. Mätitiheys lasketaan jakamalla mätimäärä koealan pinta-alalla.

Jos samalta virtavesialueelta inventoidaan sähkökalastuksella seuraavana syksynä kalati-
heydet, poikastiheyden ja laskennallisen mätitiheyden välinen suhde kertoo mädin ja poikas-
ten säilyvyyden eli hengissä pysymisen ensimmäisen kasvukauden loppuun. Havaintoja pitäisi
kuitenkin kerätä useilta vuosilta, jotta säilyvyyden keskiarvotaso selviäisi, sillä säilyvyydessä
voi olla suurta vaihtelua vuosien ja vesialueiden välillä. Jos poikasia ei löydy lainkaan pesien
esiintymisestä huolimatta, vesistön vedenlaadussa voi olla ongelmia, uomasta puuttuu poika-
selinympäristö tai virtaama vaihtelee liian voimakkaasti, kenties säännöstelyn takia, jättäen
mädin kuiville tai huuhtoen pesät mukanaan.

Jos koskesta, jossa kesänvanhojen poikasten oletetaan pysyvän ja johon ei oletettavasti
vaella poikasia muulta, saadaan useita havaintoja mätitiheydestä ja seuraavan syksyn poikasti-
heydestä, tätä suhdetta voidaan pitää kutukanta-rekryytti-suhteena. Kutupesät toimivat tällöin
kutukannan havaintoyksikköinä. Jos poikastiheys korreloi kutukannan eli mätitiheyden kans-
sa, poikastiheys riippuu kutukannan koosta. Tieto kutukannan ja poikastiheyden yhteydestä on
tärkeä kantojen hoidon, suojelun ja kalastuksen suunnittelussa.

3. Esimerkkituloksia ja tulosten tarkastelua

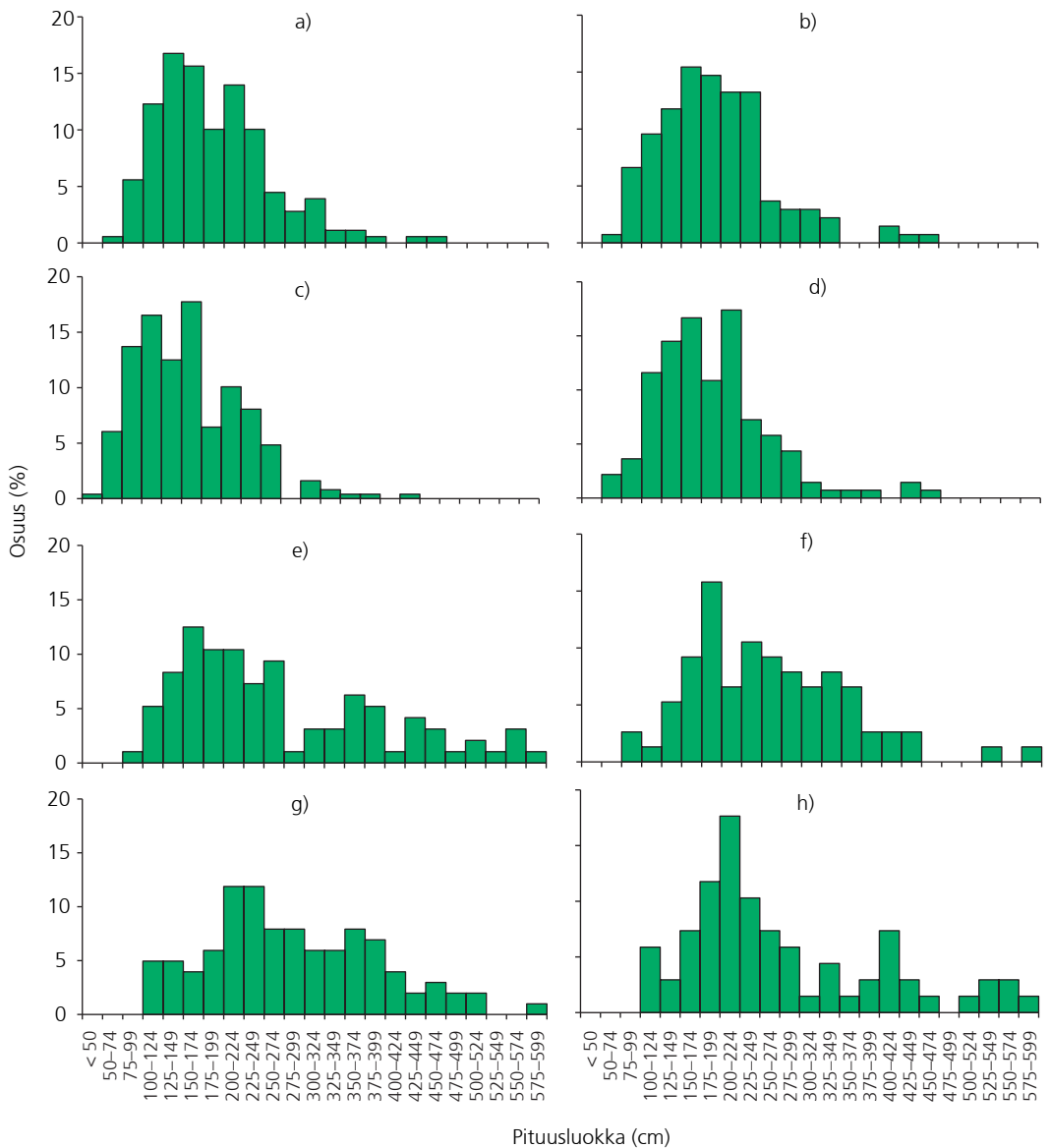
3.1 Pesien rakenne ja ympäristötekijät

Kymijoen vesistön järviolueella taimenen kutupesiä mitattiin seitsemältä virtavesialueelta vuosina 2000–2012. Alueet olivat Arvajan reitti (keskialivirtaama 0,66, keskivirtaama 2,0 ja keskiylivirtaama 8,7 m³/s), Rutajoki (0,35; 1,2 ja 5,2), Muuramenjoki (1,3; 3,3 ja 11,1), Rautalammin reitti Siikakoskelta Simunankoskelle (33, 45 ja 92), Koivujoki (0,59; 2,2 ja 7,6), Kärnän koskireitin alaosa (6,6; 15 ja 32) ja Läsäkoski (6,5; 15 ja 25). Pesien keskipituus oli 1,71 metriä seitsemän virtavesialueen aritmeettisten keskiarvojen aritmeettisena keskiarvona (pesien yhteenlaskettu N = 991). Pesien pituuden vaihteluväli oli kuitenkin suuri. Minimipituuksien ja maksimipituuksien keskiarvot olivat 0,51 metriä ja 4,29 metriä. Pesien pituusjakauma oli siten selvästi vino. Pesien leveyden minimi, keskiarvo ja maksimi olivat keskimäärin 0,29; 0,79 ja 2,38 metriä.

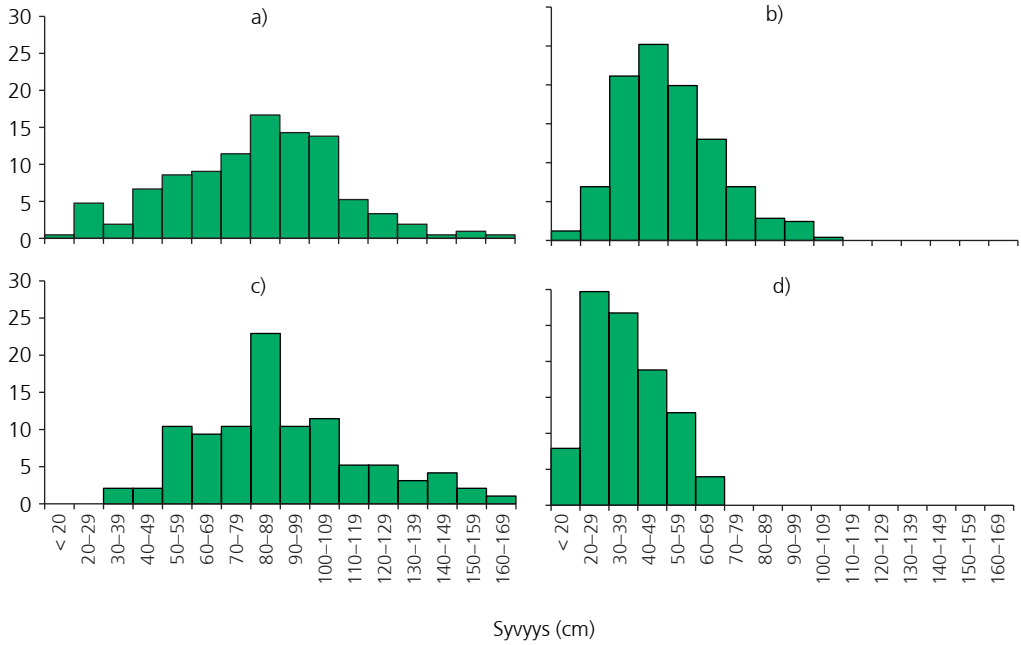
Pesien pituuden jakauma ja keskiarvo olivat varsin erilaisia Kymijoen vesistössä verrattuna muihin vesistöihin, joissa oletettavasti suuri osa naaraskutukannasta on järvivaeltajia. Pesien keskipituus oli 2000-luvulla Vuoksen vesistön Heinäveden reitillä 2,68 metriä (N = 93), Koutajoen vesistön Oulanka- ja Kuusinkijoella 2,57 metriä (N = 76), Paatsjoen vesistön Juutuan- ja Vaskojoella 3,00 metriä (N = 30), Ruotsin Vättern-järveen laskevilla Hjoånilla ja Hjällöbackenilla 2,79 metriä (N = 101) sekä Ruotsin Vänerniin laskevien Gullspångsälvenillä ja Klaraälvenillä 2,76 metriä (N = 74) (kuva 4). Vänernin jokien taimenenpesien mittaukset tehtiin syksyllä 2012 ennen järvilohen kutuaikaa.

Veden syvyyden minimi, keskiarvo ja maksimi olivat Kymijoen vesistön pesissä keskimäärin 19, 57 ja 110 senttimetriä (N = 970) mitattuna kuopan ja harjanteen rajalta pisteestä 3 (kuvat 5a ja b), joskin Rautalammin reitin pesien keskisyvyys 76 senttimetriä (N = 178) lienee lievä aliarvio, sillä suuria koskia ei pystytty kahlaamaan rannasta rantaan. Reitin kirkaassa vedessä pesiä mitattiin kuitenkin 110–150 sentin syvyyteen asti, joten yleensä suurin osa koskialasta saatiin inventoitua. Rautalammin reitillä 14 % kahluusyvyydellä havaituista pesistä sijaitsi yli metrin syvyydellä. Keskisyvyys kaikissa viidessä mittauspisteessä ylävirrasta alavirtaan (pisteestä 1 pisteeseen 5) oli 59, 64, 58, 48 ja 50 senttimetriä (N = 670). Heinäveden reitillä pesät olivat samassa syvyydessä kuin Rautalammin reitillä, mutta pienillä Hjoånilla ja Hjällöbackenilla huomattavasti matalammassa (kuvat 5c ja d).

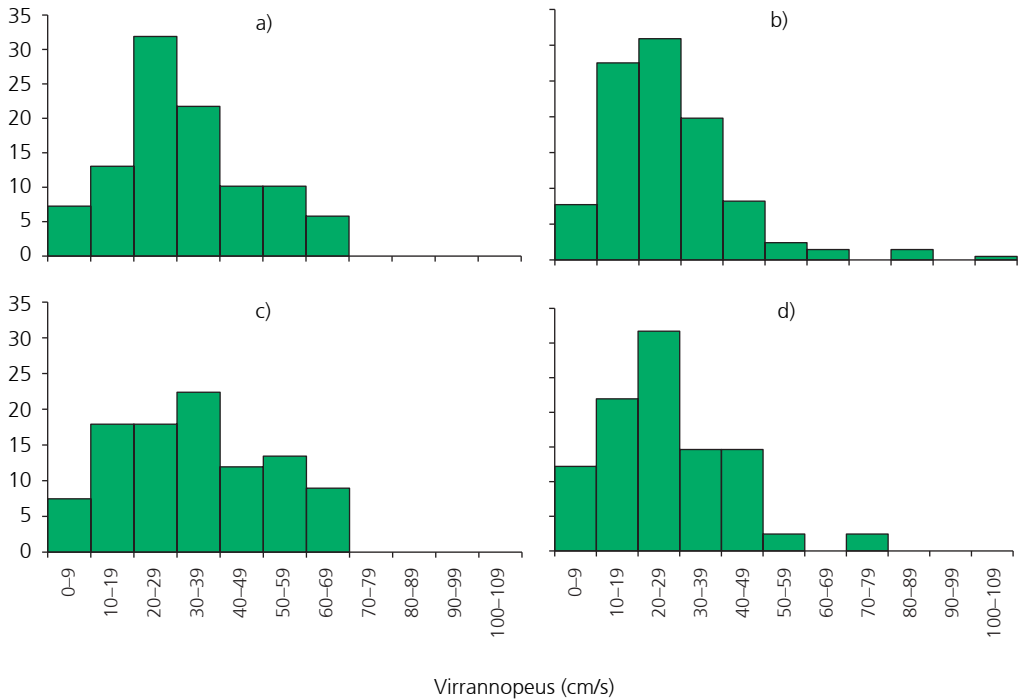
Virrannopeuden minimi, keskiarvo ja maksimi olivat Kymijoen vesistössä keskimäärin 4, 27 ja 75 senttimetriä sekunnissa (N = 421) mitattuna kolme senttimetriä soran pinnan yläpuolelta pisteestä 3 (kuvat 6a ja b). Virrannopeuden keskiarvo kaikissa viidessä mittauspisteessä kolme senttimetriä pohjan yläpuolella ylävirrasta alavirtaan oli 19, 16, 28, 43 ja 37 senttimetriä sekunnissa (N = 242). Virrannopeuden jakauma Kuusinkijoella ja Vätternin joissa on samankaltainen kuin Rautalammin reitillä (kuvat 6c ja d).



Kuva 4. Taimenen kutupesien kokonaispituuden jakaumia a) Rautalammin reitillä Konnevedellä ja Laukaassa vuosina 2007–2012, b) Kärnän reitillä Viitasaarella 2008–2011, c) Joutsan Rutarjoella 2000–2012, d) Kangasniemen ja Mikkelin Läsäkoscilla 2008–2012, e) Heinäveden reitillä Heinävedellä 2010–2012, f) Kuusamon Oulanka- ja Kuusinkijoella 2010–2012, g) Vättern-järveen laskevilla Hjoånilla ja Hjällöbackenilla 2012 ja h) Vänern-järveen laskevalla Gullspångsälvenillä 2012.



Kuva 5. Veden syvyyden jakaumia taimenen kutupesissä mittauspisteessä 3 kuopan ja harjanteen rajalla a) Rautalammin reitillä vuosina 2007–2012, b) Rutajoella 2000–2012, c) Heinäveden reitillä 2010–2012 ja d) Hjoånilla ja Hjällöbackenilla 2012.



Kuva 6. Virrannopeuden jakaumia taimenen kutupesissä mittauspisteessä 3 kolme senttimetriä pohjan yläpuolella a) Läsäkoscella vuosina 2011–2012, b) Rutajoella 2000–2012, c) Kuusinkijoella 2011–2012 ja d) Hjoånilla ja Hjällöbackenilla 2012.

Yleisimmät raekokoluokat olivat Kymijoen vesistössä kuopan etupuolella muunnetulla Wentworthin asteikolla 6 (64–128 mm) ja 5 (32–64 mm), kuopassa kaikilla kohteilla 6 sekä harjanteessa kaikilla kohteilla 5. Luonnon kiviainekseen tehdyissä pesissä kuitenkin esiintyi yleensä myös hiekkaa, soraa ja kiviä eli läpimitaltaan 1–200 millimetrin ainesta. Pesän harjanteessa oli toisinaan tätäkin suurempi kivi tai kiviä, jotka jakoivat harjanteen usean osaan. Yli 200 millimetrin kivet näyttivät pysyneen paikoillaan pesän kaivussa.

Pesien reunat sijaitsivat Kymijoen vesistössä keskimäärin 59 senttimetrin etäisyydellä kutukaloille mahdollisesta suojapaikasta eli rantatörmästä, pohjan päällä olevasta vähintään 40 senttimetrin kivistä tai vedessä olevasta vähintään 10 senttimetrin paksuisesta liekopuusta. Enintään 50 senttimetrin etäisyydellä suojapaikasta sijaitsi keskimäärin 70 % pesistä.

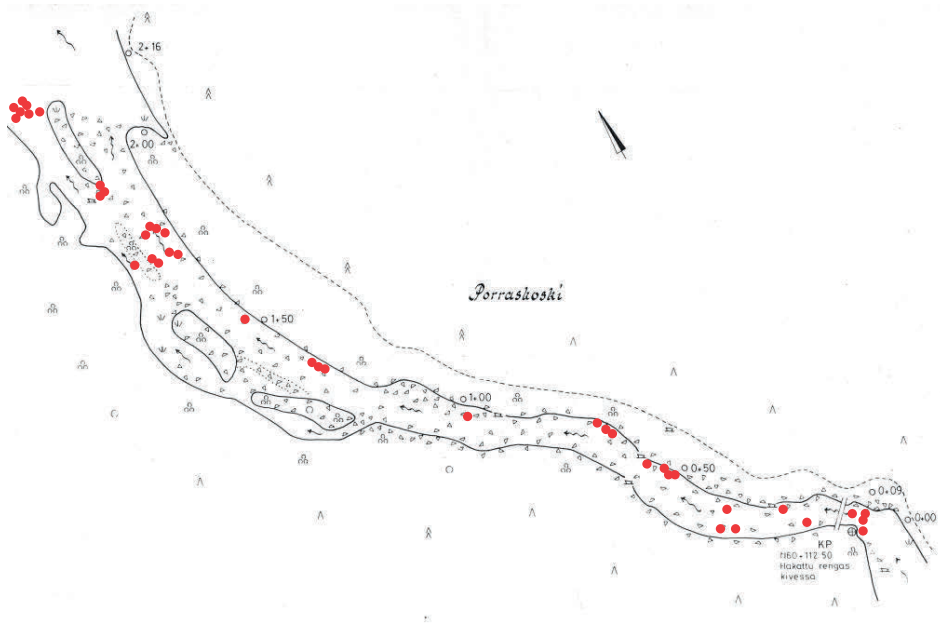
Sammal- ja kasvillisuuspeittävyys oli useimpien virtavesien pohjalla lähellä nollaa prosenttia, joten sitä ei yleensä määritetty pesistäkään. Petäjaveden Könkköjoella, Joutsan Rutajoella ja Pielaveden Koivujoella sammalpeittävyys määritettiin kuitenkin syksyllä 2008 pesän ympäriltä 50 senttimetrin levyiseltä kehältä. Sammalpeittävyys pesien ympärillä näillä joilla oli järjestyksessä keskimäärin 45, 8 ja 30 %. Könkköjoella pesät sijaitsivat siis mikroympäristössä, jossa pohjasta keskimäärin lähes puolet oli vesisammaleiden peitossa. Könkköjoella havaittiin lisäksi vuosittain alle metrin pituisia pesiä vesisammalkasvustojen välissä ja alla, ja sammaltuppaita havaittiin myös itse kuopassa ja harjanteessa. Sen sijaan vähintään kahden metrin pituisissa pesissä sammalta ei Könkköjoellakaan juuri ollut, mutta joidenkin pesien harjanteen alareunalla oli vain reunastaan hieman sorassa kiinni olevia virrassa roikkuvia sammaltuppaita. Keskikokoiset naaraat todennäköisesti irrottavat sammalkasvustot kaivutyönsään, mutta pienet 20–30 sentin pituiset naaraat eivät tähän pysty, vaan tekevät pesänsä sammaltuppaiden väliin.

3.2 Kutualueet

Metsärantaisissa pienissä joissa Rutajoella (pesien kokonaismäärä $N = 98$), Muuramen Muuramenjoella ($N = 46$), Könkköjoella ($N = 49$), Kuhmoisten Arvajän reitillä ($N = 33$) ja Koivujoella ($N = 12$) lähes kaikki pesät sijaitsivat koskissa pienissä koskisyvänteissä eli peileissä tai montuissa. Koskien niskoilla sijaitsi näillä joilla vain keskimäärin 13 % pesistä, vaihteluväli 10–15 %. Kosken alareunalla loppuliu'ussa sijaitsi puolestaan keskimäärin 3 % (0–8) pesistä. Tarkastelussa ovat mukana vain kosket, joiden ala tarkastettiin kokonaan. Pienillä joilla niskat ja loppuliu'ut ovat varsin pienialaisia verrattuna itse koskeen.

Isoissa reittikoskissa pesien pääasiallinen sijainti vaihteli, mutta useimmissa reittikoskisakin pesät sijaitsivat pääosin kosken reunalla lähellä rantaa. Havaituista pesistä sijaitsi kosken niskalla Rautalammin reitin Siikakoskessa Konnevedellä 20 % (pesien kokonaismäärä $N = 65$), Rautalammin reitin Simunankoskessa Laukaassa 20 % ($N = 72$), Kärnän reitin Leppäsen-Sahankoskessa Viitasaarella 0 % ($N = 87$), Kärnän reitin Kymönkoskessa 67 % ($N = 30$), Huopananoskella Viitasaarella vanhan maantiesillan yläpuolisella osalla 27 % ($N = 26$), Läsäkosken Keski- ja Alakoskilla Kangasniemellä ja Mikkeliissä keskimäärin 19 % ($N = 141$) ja Heinäveden reitin Kermankoskella Heinävedellä 57 % ($N = 42$).

Joutsan Rutajoella pesien sijainnit merkittiin koskikarttaan 2000-luvulla kahdeksana syksynä. Pesät sijaitsivat vuosittain lähes täysin samoissa soraikoissa kiiwasvirtaisimpien alueiden ulkopuolella (kuva 7).



Kuva 7. Taimenen kutupesien sijainti Joutsan Rutajoen Porsaskoskessa kahdeksana vuotena vuosijaksolla 2000–2010. Punainen piste kuvaa yhtä pesää. Kosken niska on oikealla alhaalla ja virtaussuunta vasemmalle ylös. Kosken pituus on noin 200 metriä.

3.3 Pesien soran alkuperä

Taimenen kutupesien sora luokiteltiin alkuperänsä mukaan joissakin Kymijoen vesistön kohteissa, joissa oli vähintään kahta soraluokkaa. Rutajoen uomassa oli 2000-luvun alussa sekä luonnonsoraa, kaivurin tuomaa soraa viranomaiskunnostuksesta vuodelta 1997 että käsivoimin ämpäreillä tuotua soraa vuodelta 2000. Vuosina 2000–2003 pesistä ($N = 72$) sijaitsi luonnonsorassa 40 %, kaivurisorassa 26 % ja ämpärisorassa 33 %. Vuosina 2004–2007 vastaavat osuudet pesistä ($N = 55$) olivat 22, 47 ja 31 %, ja vuosina 2008–2011 ($N = 64$) puolestaan 44, 45 ja 11 %. Käsivoimin tehdyt soraikot olivat pieniä. Todennäköisesti kevättulvat ja taimenen pesänkaivu siirsivät ämpärisoraa vuosien kuluessa alavirtaan, ja suurin osa tehdyistä soraikoista vähitellen katosi. Syksyllä 2011 ämpärisoraikoiden lukumäärästä oli jäljellä enää 10–20 %. Kaivurisoraikoiden soramäärä oli huomattavasti suurempi, ja suurimmassa osassa niistä oli kohtalaisesti tai paljon soraa jäljellä vielä syksyllä 2011.

Arvajan reitin Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkosken uomissa oli 2000-luvun alussa sekä luonnonsoraa että kunnostussoraa. Kunnostussora oli peräisin sekä viranomaiskunnostuksesta kaikilla kolmella koskella vuodelta 1996 että Kivikoskella vapaaehtoisten käsivoimin tekemästä kunnostuksesta 2000-luvulta, mutta soraluokkia ei pystytty uomassa erottamaan toisistaan. Vuosina 2007–2012 pesistä ($N = 84$) 42 % sijaitsi luonnonsorassa ja 58 % kunnostussorassa.

Koivujoen uomassa oli taimenelle tarjolla luonnonsoraa, kaivurisoraa viranomaiskunnostuksesta vuodelta 1994 sekä ämpärisoraa talkookunnostuksesta vuodelta 2009. Vuosina 2009–2012 pesistä ($N = 97$) 38 % sijaitsi luonnonsorassa, 19 % kaivurisorassa ja 35 % ämpärisorassa. Osa ämpärisoraikoista oli kadonnut syksyyn 2012 mennessä.

Läsäkosken uomaan tuotiin kaivurisoraa vuoden 2009 viranomaiskunnostuksessa. Vuosina 2009–2012 pesistä (N = 121) 46 % sijaitsi luonnonsorassa ja 54 % kunnostussorassa. Kaivurisorassa sijainneet pesät löytyivät poikkeuksetta aivan soraikoiden alavirran puoleisista reunoista, mutta eivät koskaan keskeltä soraikkoja.

Könkköjoen Könkökoskessa oli tarjolla luonnonsoraa, kaivurisoraa viranomaiskunnostuksesta vuodelta 1998 sekä ämpärisoraa talkookunnostuksesta vuodelta 2009. Vuosina 2009–2012 pesistä (N = 10) 50 % sijaitsi luonnonsorassa, 0 % kaivurisorassa ja 50 % ämpärisorassa. Taimen kuti joessa pääosin Myllykoskessa.

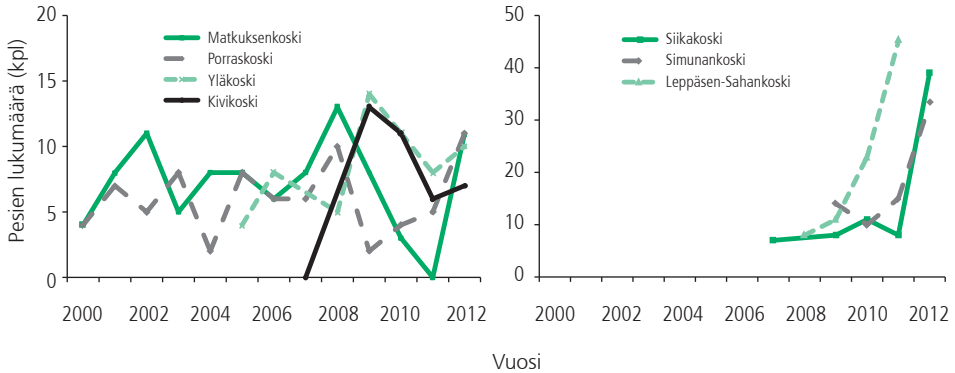
Jotta sorastuskunnostuksen onnistumista voisi tarkemmin arvioida, yksittäisten soraikoiden lukumäärä tai pinta-ala tai soran kokonaistilavuus olisi hyvä tietää. Luonnonsoraikoiden lukumäärää, alaa tai tilavuutta ei ole arvioitu näissä kohteissa, mutta kunnostussoran määrästä on arvioita. Neljään ensin mainittuun virtavesikohteeseen tuotiin viranomaiskunnostuksessa 50–300 kuutiometriä soraa kuhunkin, ja Könkökoskeen ehkä 2–4 kuutiota. Talkoosorastuksessa Rutajokeen ja Koivujokeen lisättiin ämpäreillä 10 kuutiota soraa molempiin ja Könkökoskeen 3 kuutiota. Ämpärisoran määrä on siten ollut keskimäärin paljon pienempi kuin kaivurisoran, mutta se on tuottanut suunnilleen saman määrän kutupesäitä ensimmäisinä vuosina. Toisaalta ämpärisoraikat tuntuvat pienikokoisina katoavan nopeammin kuin kaivurisoraiikat.

3.4 Naaraskutukannan koko ja kokorakenne

Kutupesien lukumäärä oli Kymijoen vesistön yksittäisillä, yleensä 100–300 metriä pitkillä koskilla useimmiten 5–15 kappaletta, huipussaan noin 50 kappaletta, vuosina 2000–2012. Naaraskutukannan vähimmäisarvio oli siten yleensä 5–15, enimmillään 50 yksilöä (kuva 8). Tavanomaista oli myös, että koskesta löytyi yksi pesä tai ei yhtään pesää, joten naaraskutukanta oli joskus vain 0–1 kalaa. Kutukannan koossa oli kuitenkin huomattavaa maantieteellistä ja ajallista vaihtelua. Lähekkäisten koskien naaraskutukanta saattoi olla toisiinsa verrattuna ajoittain aivan erikokoinen (kuva 8). Kärnän reitillä pesien lukumäärä kasvoi selvästi vuonna 2011 ja Rautalammin reitillä vuonna 2012, mutta on liian aikaista arvioida, onko kutukanta kasvamassa vai onko kyseessä vain vuosien välinen vaihtelu. Siikakosken koeala oli hieman suurempi syksyllä 2012 kuin aiempina syksyinä, mutta seikka ei yksinään selitä suurta kasvua.

Pesäharjanteen pituuksien perusteella kutuneet naaraat olivat pituudeltaan pääosin pieniä Kymijoen vesistössä 2000-luvulla. Naaraista oli lovipituudeltaan alle 40 senttimetrin pituisia keskimäärin 64 %, 40–59,9 senttimetrin pituisia 32 % ja vähintään 60 senttimetrin pituisia 3 %. Muissa vesistöissä suurten naaraiden osuus oli suurempi ja pienten naaraiden osuus pienempi (kuva 9). Heinäveden reitillä vastaavat osuudet olivat 38, 40 ja 22 %, Oulankajoen vesistössä 29, 57 ja 14 % sekä Hjoänilla ja Hjällöbackenilla 30, 43 ja 27 %.

Pituusjakauma kertoo mahdollisesti myös paikallisten naaraiden eli tammukkanaaraiden sekä vaeltavien naaraiden eli järvitaimennaaraiden lukumäärästä ja osuudesta kutukannassa. Jos kaikki vähintään 60 senttimetrin pituiset kutunaaraat arvioidaan järvivaeltajiksi ja koealojen tulos yleistetään koko virtavesialueelle, vaeltavien kutunaaraiden lukumäärä oli Kymijoen vesistössä pienissä joissa useimmiten 0–3 yksilöä per koski tai 0–5 per joki ja isoissa reittikoskissa useimmiten 1–10 yksilöä per koski. Heinäveden reitin Haapakoskella, Kissakoskella, Kermankoskella ja Pilpankoskella vaeltavia naaraita olisi voinut käydä kudulla yhteensä 15–30 yksilöä vuosina 2011–2012.

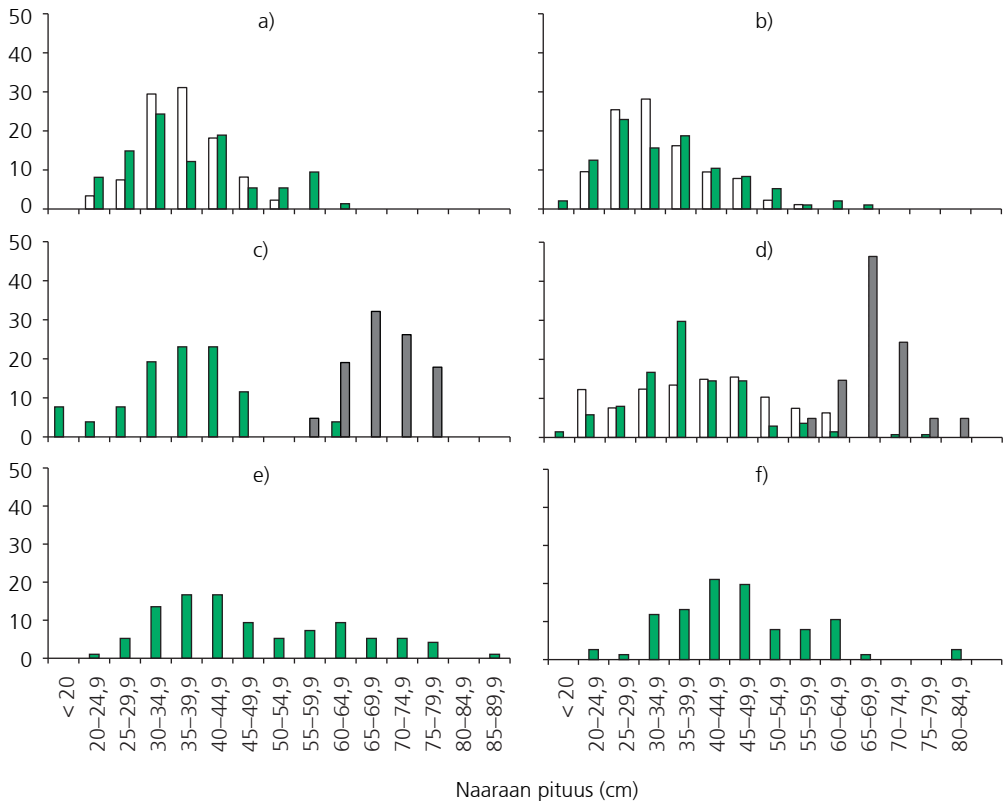


Kuva 8. Taimenen kutupesien lukumäärä a) Rutajoen Matkuksenkoskella ja Porraskoskella, Muuramenjoen Yläkoskella ja Arvajen reitin Kivikoskella ja b) Rautalammin reitin Siikakoskella ja Simunankoskella sekä Kärnän reitin Leppäsen-Sahankoskella vuosina 2000–2012. Siikakoskella ja Simunankoskella pesiä havainnoitiin 1,1–1,5 metrin syvyyteen asti ja muut viisi koskea kahlattiin läpi.

Naaraan pituuden arviointi harjanteen pituudesta sisältää kuitenkin epävarmuustekijöitä. Kuopan ja harjanteen raja on usein epäselvä, ja eri maastotyöntekijät saattavat määrittää rajan eri kohtaan. Eri virtavesissä pesän pituus voinee riippua myös ympäristötekijöistä, kuten soran raakoosta, sorapatjan paksuudesta tai vesivirran nopeudesta (Wollebæk ym. 2008). Tässä työssä raekoko ja virranopeudet olivat kuitenkin samankaltaisia kaikilla tutkimuskohteilla. Pieniin naarasaineistoihin syntyy epätarkkuutta myös naaraan pituuden ja harjanteen pituuden välisen regression varsin suuresta hajonnasta (ks. Crisp ja Carling 1989).

Pesien harjanteen avulla arvioitu naaraiden pituusjakauma on varsin samankaltainen vapapyyntin taimenten pituusjakauman kanssa Siikakoskella, Könkköjoella ja Läsäkoskella vastaavina vuosina, kun vapapyyntin taimenista puolet oletetaan naaraksi ja näistä oletetaan sukukypsiksi Siikakoskella ja Läsäkoskella kaikki vähintään 40 senttimetrin ja Könkköjoella kaikki vähintään 35 senttimetrin pituiset yksilöt ja tätä pienemmistä osa (kuva 9a, b ja d). Sen sijaan pesäharjanteen pituuden avulla arvioitu naaraiden pituusjakauma Läsäkoskella ja Huopanankoskella vuosilta 2009–2012 eroaa huomattavasti sata vuotta sitten samoilta koskilta viljelyyn pyydettyjen naaraiden pituusjakaumasta (Järvi 1936a,b) (kuva 9c ja d). Heinäveden reitin ja Oulankajoen vesistön pesistä arvioidut naaraiden pituusarvot ovat kuitenkin keskimäärin selvästi pienempiä kuin Huopanankoskella ja Läsäkoskella sata vuotta sitten tehdyssä arkkupyyntissä, vaikka Oulankajoen vesistössä pääjoilla ei pitäisi juuri esiintyä paikallisia naaraita.

Pesäharjanteen avulla lasketut pituusarvot ovat kuitenkin naaraan lovipituuksia, ja lovipituus on keskimäärin muutaman prosentin pienempi kuin kokonaispituus. Seikka ei silti selitä yksinään Oulankajoen pienimpien pesien pienuutta. Pelkästään pesäharjanteiden pituuden avulla arvioituihin naaraiden pituusjakaumiin tuleekin suhtautua varauksella.

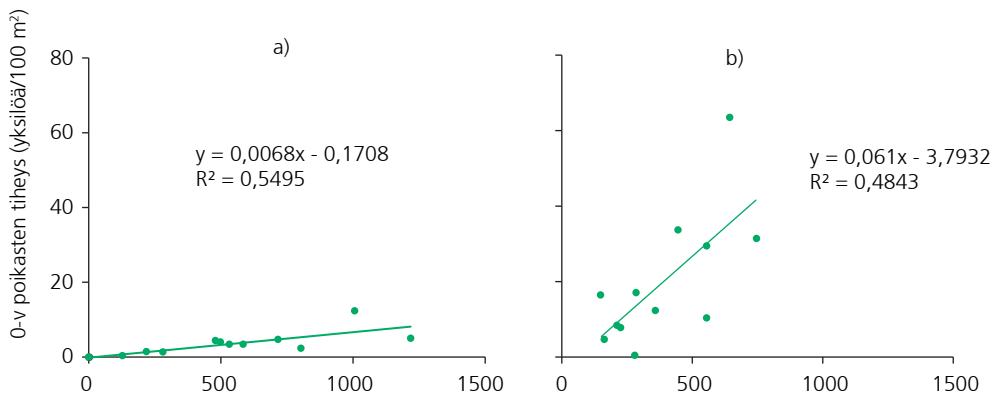


Kuva 9. Taimenen naaraskutukannan kokojakauma a) Rautalammin reitin Siikakoskella, b) Könkköjoella, c) Huopanankoskella, d) Läsäkoskella, e) Heinäveden reitillä ja f) Oulankajoen vesistössä vuosina 2000–2012. Valkoiset pylväät kuvaavat villien taimenten kokonaispituuden jakaumaa perhokalastuksessa, vihreät pylväät pesien harjanteiden pituuden avulla arvioitua kutuneiden naaraiden lovipituuden jakaumaa ja harmaat pylväät arkulla viljelyyn pyydettyjen naaraiden kokonaispituuden jakaumaa. Siikakosken perhokalastusaineisto on vuosilta 2009–2012 ja pesäaineisto 2007–2012, Könkköjoen perhokalastusaineisto vuosilta 2009–2011 ja pesäaineisto 2009–2012, Huopanankosken pesäaineisto vuodelta 2011 ja arkkupyntiaineisto vuosilta 1913–1914 (Järvi 1936a), Läsäkosken perhokalastusaineisto vuosilta 2009–2011, pesäaineisto 2009–2011 ja arkkupyntiaineisto 1914–1915 (Järvi 1936b). Siikakosken ja Läsäkosken vapapyyntissä 20–24,9 senttimetrin kaloista oletettiin sukukypsiksi 20 %, 25–29,9 senttimetrin 40 %, 30–34,9 senttimetrin 60 %, 35–39,9 senttimetrin 90 % ja tätä suuremmista 100 %. Könkköjoen vapapyyntissä vastaavat oletukset olivat 30, 50, 80, 100 ja 100 %.

3.5 Mätitiheys ja kutukanta-rekryytti-suhde

Kymijoen vesistön pienissä joissa mädin laskennallinen tiheys oli yksittäisen kosken mitta-kaavalla useimmiten 1–10 kpl/m² eli 100–1 000 kpl/100 m². Vertaamalla laskennallista mäti-tiheyttä kesänvanhojen poikasten sähkökalastuksella arvioituun tiheyteen seuraavana syksynä saadaan arvio mädin ja poikasten säilyvyydestä ja kuolevuudesta. Taimenen laskennallinen säilyvyys mädistä seuraavan vuoden syys-lokakuiseksi poikaseksi oli useimmilla koskilla Kymijoen vesistön pienissä joissa 4–12 vuoden keskiarvona 1–5 %. Säilyvyys oli joissakin tapauksissa hyvinkin erilainen jopa vierekkäisillä koskilla. Esimerkiksi Rutajoen Matkuksenkoskessa eli Kynärpääkoskessa säilyvyys oli keskimäärin 0,7 %, mutta 200 metriä alavirtaan päin sijaitsevassa Porraskoskessa 5,1 % vuosina 2000–2012 (kuva 10). Ero voi olla todellinen, mutta se voi johtua myös sähkökalastuskoealojen epäedustavuudesta. Ehkä Matkuksenkosken sähkökalastuskoealoilla poikaistiheys oli keskimääräistä pienempi ja Porraskoskessa taas suurempi kuin koskissa keskimäärin.

Kutukannan koon ja rekryyttien määrän suhteen muoto kertoo, rajoittaako poikastuotantoa kutukannan koko vai poikasten tiheydestä riippuva kuolleisuus. Rutajoen koskissa kutukannan koon ja rekryyttien välistä yhteyttä kuvaa parhaiten suoraviivainen regressio (kuva 10). Kesänvanhojen poikasten runsautta ohjaa siten mätitiheys eli naaraskutukanta kutukannan kaikilla havaituilla kokoarvoilla. Poikasten runsauden suhteen jokeen mahtuisi siten enemmänkin mätiä eli enemmän naaraita ja/tai suurempia naaraita kuin vuosina 2000–2012.



Kuva 10. Taimenen kutukannan ja rekryyttien suhde Rutajoen a) Matkuksenkoskessa ja b) Porraskoskessa kahtenatoista vuotena ajanjaksolla 2000–2012. Kutukantana on pesälaskennalla arvioitu mätiheys ja rekryytteinä 0-vuotiaiden poikasten tiheys syksyllä sähkökalastuksessa. Pearsonin korrelaatiokertoimen arvo on tilastollisesti merkitsevä ($P < 0,05$) molemmissa koskissa.

4. Pohdinta

Kutupesälaskenta vaikuttaa toimivalta menetelmältä taimenen kutukannan seurantaan ja kutuympäristön selvittämiseen. Menetelmää on käytetty myös muiden virtakutuisten, yleensä suurikokoisten, lohikalojen kannanseurannassa Euroopassa (esim. Dauphin ym. 2010) ja erityisesti Pohjois-Amerikassa (Callagher ym. 2007). Menetelmä on helpohko ja halpa, ja se toimii erityisesti kirkasvetisissä pienissä ja keskisuurissa virtavesissä. Yhdistettynä muuhun seuranta-aineistoon pesälaskenta antaa tietoa luontaisen lisääntymisen onnistumisesta ja kutukannan ja poikastiheyden yhteydestä. Varmistetuista pesistä arvioitu naaraskutukanta on kuitenkin aina minimiarvio. Suuret pesät näkyvät ja löytyvät helposti, mutta pienimpiä, alle metrin pituisia pesiä jäänee havaitsematta erityisesti suurissa koskissa. Kutukannan kokoa voivat arvioida luotettavasti vain kokeneet laskijat. Kahdella joella Idahossa eri laskijat saivat pesien lukumääräarvioksi 28–254 % pesien todennäköisimmästä lukumäärästä (Dunham ym. 2001), mutta toisaalta laskijat eivät saaneet etsiä kaivannoista mätimunaa, ja suurin osa laskijoista oli varsin kokemattomia.

Kymijoen vesistöissä pesät sijaitsivat pääosin matalahkossa vedessä. Suurilla koskillakin suurin osa havaituista pesistä sijaitsi alle metrin syvyydessä. Pesien keskisyvyys Kymijoen vesistöissä, 57 senttimetriä, oli jokseenkin sama kuin Takkusen (1993) havainto 62 senttimetriä Tervon Äyskoskella, mutta kuitenkin selvästi suurempi kuin Louhen ja Mäki-Petäyksen (2003) yhteenvedon 20 senttimetriä. Takkunen (1993) kuitenkin havaitsi pesiä Konneveden Siikakoskella yli kahden metrin syvyydelläkin. Etelä- ja Keski-Norjassa sukeltamalla tehdyissä pesälaskennoissa järvitaimenen ja paikallisen taimenen pesiä havaittiin kolmessa virtaamaltaan voimakkaasti vaihtelevassa joessa syvimmillään 157–218 senttimetrin syvyydessä, ja pesien keskisyvyyskin oli 90–137 senttimetriä (Wollebæk ym. 2008). Jokien keskivirtaamat olivat 18–105 kuutiometriä sekunnissa ja maksimivirtaamat 189–363 m³/s.

Virrannopeus pohjalla pesien päällä Kymijoen vesistöissä oli keskimäärin 27 senttimetriä sekunnissa. Louhen ja Mäki-Petäyksen (2003) yhteenvedossa virrannopeus oli yleisimmin 30–40 senttimetriä sekunnissa, mutta mittausvyöhytettä ei raportoitu. Kolmessa norjalaisessa joessa virrannopeus oli keskimäärin 29 senttimetriä sekunnissa pesän edessä 5 senttimetriä pohjan yläpuolella (Wollebæk ym. 2008). Eri virrannopeusmittarit voivat antaa erilaisia arvoja (tekijät, julkaisematon), mikä voi myös selittää eroa tutkimusten välillä.

Mädin hautoutumisaika ja poikasten sorassaoloaika on Suomessa yhteensä varsin pitkä, 7–9 kuukautta. Talven aikana jokien virtaamat pienenee Suomessa maaliskuulle asti, joten kevättalvella erityisesti pitkän pakkasjakson jälkeen osa pesistä on lähellä vedenpintaa tai jopa kuivilla, ja virrannopeus pesien päällä ja todennäköisesti myös sisällä on pienempi kuin kutuaikana. Virtaaman vuodenaikaisvaihtelut ovat kuitenkin Järvi-Suomen virtavesissä pieniä järviäntäiden tasaavan vaikutuksen takia verrattuna järvettämiin jokiin. Kuteeko taimen Pohjois-Euroopassa tai vaihtelevan virtaaman omaavissa joissa silti syvemmillä, jotta pesä säilyisi vesitettyinä läpi talven?

Taimen käytti Kymijoen vesistöissä kudullaan karkeaa soraa, pääosin halkaisijaltaan 16–64 millimetriä, jossa oli mukana 100–150 millimetrin kiviäkin. Tämä havainto pitää yhtä Takkusen (1993) sekä Louhen ja Mäki-Petäyksen (2003) tietojen kanssa. Kunnostusten jäljiltä

koskissa näkyy kuitenkin usein soraikoita, joissa on pääosin pienikokoista, 10–30 millimetrin sora. Kunnostussoraikat sijaitsevat myös usein silmämäärin arvioiden liian hitaassa virrassa, ja soraikat ovat liian laajoja ja suojapaikattomia. Pesät sijaitsevat kuitenkin useimmiten enintään puolen metrin päässä suojapaikasta. Kunnostetuissa koskissa luonnonsora onkin usein yhä tärkeä kutualusta. Kunnostussorassa sijaitsevat soraikat puolelta pesistä. Tulosta voi tulkita siten, että perkausten jäljiltä koskissa on soraikoita pulaa. Suurilla kaivurisorakoilla kalat kutivat usein vain soraikoiden alareunoille. Kunnostustoiminnassa tulisikin kiinnittää erityistä huomiota uusien soraikoiden sijaintiin. Kaivurisorastusta olisi hyvä ohjata asiantuntijan, joka on kartoittanut kyseisestä kohteesta pesien sijainteja ja mikroympäristöä aiempina vuosina. Käsivoimin tehtävät talkoosorastukset voivat tuottaa kutualustoiksi kelpaavia soraikoita pesälaskenta-asiantuntijoiden tekeminä, mutta sorastus pitäisi uusina kymmenen vuoden välein. Sorastuksen tuloksia kannattaisi seurata pesälaskennalla, jotta kunnostajien käytännön tieto ja taito kasvaisivat. Pesälaskijalle pesähavainto itse tehdystä soraikosta tuo tyydytystä ja luo motivaatiota uomakunnostustoimintaan.

Taimenen pesät sijaitsevat yleensä koskessa. Pienissä joissa pesiä löytyi niin rantavedestä kuin keskiuomastakin, mutta suurissa koskissa pääosin läheltä rantaa. Niska-alue oli tärkeä kutualue joissakin suurissa koskissa, mutta ei pienissä joissa ja koskissa. Kansan perimätiedon mukaan taimenen pitäisi kutea nimenomaan kosken niskalla, mutta tämä mielikuva saa vain kohtalaisesti tukea tämän raportin aineistosta. Mielikuva on saattanut syntyä kutukalojen ja pesien hyvästä havaittavuudesta rannalta nimenomaan koskenniskalta, jossa vedenpinta on tasainen ja kuohuton. Kaivurikunnostusten jäljiltä sora löytyykin usein kosken niskalta tai jopa niskan yläpuolisesta suvannosta suuri tasainen suojaton kenttä, johon on upotettu sora autolavallinen.

Kutupesien pituuden vaihteluväli oli Kymijoen vesistön järviolueen virtavesissä varsin suuri. Tämä kertonee siitä, että alueella kutee hyvin erikokoisia naaraita eli todennäköisesti sekä paikallisia taimenia että järvivaellukselta palanneita taimenia. Suurin osa pesistä oli kuitenkin pieniä, mikä viittaa siihen, että kutukalat olivat pääosin pienikokoisia paikallisia taimenia. Pesien keskipituus oli pienempi ja järvinaaraiden osuus kutukannasta siten todennäköisesti pienempi Kymijoen vesistössä kuin Heinäveden reitillä, Oulankajoen vesistössä ja Hjoånilla. Naaraan pituuden ja pesän muuttujien välille olisi hyvä saada suomalainen tai pohjoismainen regressio, mutta ruskeat jokivedet vaikeuttavat Suomessa kutukalojen havainnointia. Pesän muuttujina voisi myös käyttää harjanteen pituuden lisäksi mahdollisesti harjanteen leveyttä, kuopan syvyyttä ja harjanteen korkeutta.

Taimenen kutukannan ja 0-vuotiaiden poikasten runsauden välillä oli suoraviivainen yhteys ainakin Rutajoella, mutta muiden jokien aineisto ei riittänyt luotettavaan tarkasteluun. Rutajoella mätitiheys selitti puolet poikastiheyden vuosittaisesta vaihtelusta, mitä voi pitää suurena selitysasteena. Kutupesien lukumäärä selitti lohien 1-vuotiaiden poikasten runsaudesta myös noin puolet Dennys Riverillä Mainessa Yhdysvalloissa (Beland 1996). On kuitenkin mahdollista, että kutukannan pieni koko rajoittaa poikasten runsautta kaikkialla Kymijoen vesistössä, sillä pesien lukumäärä ja poikastiheys oli Rutajoella samaa luokkaa kuin vesistön muissakin virtavesissä (Valkeajärvi ym. 2013). Taimenen poikastuotantopotentiaalista on siten Kymijoen vesistön virtavesillä käytössä vain osa. Toisaalta poikasten kasvu lienee tiheydestä riippuvaa (Jenkins ym. 1999, Kvingedal ja Einum 2011), joten poikasten todennäköinen nopea kasvu kompensoi osin pientä tiheyttä.

Mätitiheyden vaikutus vaelluspoikastuotantoon olisi tärkeää tietää kantojen hoidon taustaksi, mutta tähän kysymykseen ei aineistoa ole Järvi-Suomen taimenkannoista. Kutukannan ja vaelluspoikasten absoluuttisen runsauden yhteys pienestä kutukannasta keskikokoiseen voi mahdollisesti olla jopa eksponentiaalisesti nouseva, sillä pienellä kutukannalla lähes kaikki jokipoikaset saattavat jäädä virtaveteen koko elinajakseen. Kymijoen vesistössä pienikokoisten naaraiden suuri osuus kutukannassa tukee tätä oletusta. Sata vuotta sitten Järvi-Suomen reittikoskissa ei juuri esiintynyt alle 55 senttimetrin pituisia taimennaaraita (Järvi 1936a,b, Valkeajärvi, P. julkaisematon).

Uhanalaisten ja voimakkaasti hyödynnettyjen kalavarojen rationaalinen hoito ja käyttö vaativat tuekseen luotettavaa kantojen seurantaa. Luontaisten vaelluskalakantojen tila on Suomessa heikko, mutta kalastus ja istutustoiminta voimakasta. Samoin vaelluskalakantojen kutukoskien ja poikaspurojen valuma-alueiden, eli metsien ja soiden, talouskäyttö ojituksineen on voimakasta, ja vesivoima patoineen virtavesillä yleistä. Koskiuomia muuttaa myös kunnostustoiminta kaivinkoneineen. Vaeltavat lohikalakannat tarvitsevatkin jatkuvaa kantojen tilan seurantaa, ja kutupesälaskenta tarjoaa tähän yhden menetelmän.

Kiitokset

Työtä tukivat taloudellisesti maa- ja metsätalousministeriö, Maj ja Tor Nesslingin säätiö, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos sekä Keski-Suomen, Etelä-Savon ja Pohjois-Savon ELY-keskukset kalastuksenhoitomaksuvaroistaan. Etelä-Savon ELY-keskuksen Kestävän kalatalouden ja luontomatkailun edistämishanke tuki raportin kirjoittamista. Jyväskylän yliopisto tarjosi toimivat työtilat ja välineet sekä organisaation päähankkeille ja Konneveden kalatutkimus ry ihanteellisen kanavan pienemmille hankkeille. Osuuskunta Vesi-Visio toteutti maastotöitä ammattimaisen tehokkaasti ja tinkimättömän tarkasti, ja suuri joukko Jyväskylän yliopiston opiskelijoita ja harjoittelijoita avusti väsymättä maastotöissä. Itikkaperän Perhokalastajat ry antoi myös mainiota maastoapua. Vätternvårdsförbundet och Karlstads universitet stödde lekgruppräkningar i Sverige, tack för det! Saija Koljonen antoi verrattomia kommentteja käsi-kirjoitukseen. Johnny Norrgård tarkasti ruotsinkielisen tiivistelmän. Kiitos kaikille yhteistyötahoille!

Viitteet

- Beland, K.F. 1996. The relation between redd counts and Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr populations in Dennys River, Maine. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 513–519.
- Callagher, S.P., Hahn, P.K.J. & Johnson, D.H. 2007. Redd counts. s. 197–231 teoksessa: Johnson, D.H., Shrier, B.M., O’Neal, J.S., Knutzen, J.A., Augerot, X., O’Neal, T.A. & Pearsons, T.N. (toimittaneet). *Salmonid Field Protocols Handbook: Techniques for Assessing Status and Trends in Salmon and Trout Populations*. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. 478 s.
- Crisp, D.T. & Carling, P.A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonids’ redds. *Journal of Fish Biology* 34: 119–134.
- Dauphin, G., Prévost, E., Adams, C.E. & Boylan, P. 2010. Using redd counts to estimate salmonid spawner abundances: A Bayesian modeling approach. *Fisheries Research* 106(1): 32–40.
- Dunham, J., Rieman, B. & Davis, K. 2001. Sources and magnitude of sampling error in redd counts for bull trout. *North American Journal of Fisheries Management* 21: 343–352.
- Elliott, J.M. 1995. Fecundity and egg density in the redd for sea trout. *Journal of Fish Biology* 47: 893–901.
- Heggenes, J. 1988. Effect of experimentally increased intraspecific competition on sedentary adult brown trout (*Salmo trutta*) movement and stream habitat choice. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1163–1172.
- Jenkins Jr, T.M., Diehl, S., Kratz, K.W. & Cooper, S.D. 1999. Effects of population density on individual growth of brown trout in streams. *Ecology* 80: 941–956.
- Järvi, T.H. 1936a. Yhtä ja toista Huopanan ja Keiteleen järvilohista. *Suomen Kalastuslehti* 43: 200–206.
- Järvi, T.H. 1936b. Eräistä Puulaveden ja Läsäkosken järvilohista. *Suomen Kalastuslehti* 43: 207–212.
- Klemetsen, A., Amundsen P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O’Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 2003: 12: 1–59.
- Kvingedal, E. & Einum, S. 2011. Intracohort and intercohort spatial density dependence in juvenile brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 68: 115–121.
- Louhi, P. & Mäki-Petäys, A. 2003. Elämää soraikon ulkopuolella ja sisällä – lohien ja taimenen kutupaikan valinta sekä mädin elinympäristövaatimukset. *Kalaturkimuksia – Fiskundersökningar* 191: 1–23.
- Syrjänen, J., Kiljunen, M., Karjalainen, J., Eloranta, A., & Muotka, T. 2008. Survival and growth of brown trout *Salmo trutta* L. embryos and the timing of hatching and emergence in two boreal lake outlet streams. *Journal of Fish Biology* 72(4): 985–1000.
- Takkunen, T. 1993. Järvitaimenen (*Salmo trutta m. lacustris*) kutupesien lukumäärä ja kutuympäristö Rautalammin reitin koskilla vuosina 1986–1989. *Suomen Kalatalous* 59: 11–19.
- Valkeajärvi, P., Syrjänen, J., Sivonen, K., Sivonen, O. & Eloranta, A. 2013. Vieläkö on villejä järvitaimenia – Keski-Suomen taimenhanke 2012. RKTL:n työraportteja 9/2013: 1–20. http://www.rktl.fi/www/uploads/pdf/uudet%20julkaisut/tyoraportit/keski_suomen_jarvitaimen_2012.pdf.
- Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes, J. 2008. Redd site microhabitat utilization and quantitative models for wild large brown trout in three contrasting boreal rivers. *North American Journal of Fisheries Management* 28(4): 1249–1258.



Itella Green

JULKAISIJA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Viikinkaari 4

PL 2

00791 Helsinki

Puh. 0295 301 000

www.rktl.fi