

Arvajen reitin taimenseuranta vuonna 2024



Sami Nerg, Jukka Syrjänen, Janne Jansa, Niko Kylliäinen, Henri Piipari ja Roosa Lomakka

Työraportit 1/2025

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO JA TAUSTA	3
2. TUTKIMUSALUE	4
2.1 Vesistöalue.....	4
2.2 Kosket ja virtavesialueet	4
2.3 Reitin taimenkannat.....	5
2.4 Taimenistutukset reitillä	5
2.5 Kalastuskiellot ja -rajoitukset.....	5
2.6 Reitin muut taimenseurannat.....	6
3. AINEISTO JA MENETELMÄT	6
3.1 Sähkökoekalastus	6
3.2 Kutupesälaskenta.....	7
3.3 Taimenen säilyvyys mädistä kesänvanhoiksi poikasiksi	7
3.4 Veden lämpötilan seuranta.....	8
4. TULOKSET	8
4.1 Sähkökoekalastus syksyllä 2024	8
4.2 Kutupesät syksyllä 2024.....	9
4.3 Kesänvanhojen taimenenpoikasten tiheys Kivi- ja Puukkoistenkoskessa vuosina 1984–2024 ...	11
4.4 Kutupesät Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskessa vuosina 2009–2024	14
4.5 Taimenen säilyvyys mädistä kesänvanhoiksi poikasiksi Kivi- ja Puukkoistenkoskessa.....	17
4.6 Veden lämpötila Arvajankoskessa	18
5. TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA	18
6. YHTEENVETO JA SEURANTASUOSITUKSET	25
KIITOKSET	26
LÄHDELUETTELO	26

Kannen kuva: Keski-Suomen vesi ja ympäristö ry:n sähkökalastusryhmä koekalastamassa Kivikosken vasemman rannan, ”Uittoruudun”, koealaa syyskuussa 2024. Valokuva: Roosa Lomakka.

1. JOHDANTO JA TAUSTA

Taimenen (*Salmo trutta*) sisävesikannat on luokiteltu Suomessa erittäin uhanalaisiksi 67:n leveyspiirin eteläpuolella (Urho ym. 2019). Suurimpina tekijöinä taimenkantojen heikkoon tilaan ovat olleet liiallinen kalastuskuolevuus, jokien ja koskien patoaminen sekä uomien perkaus (Syrjänen ja Valkeajärvi 2010, Syrjänen ym. 2018). Myös valuma-alueiden metsien ja soiden ojitus, maatalouden aiheuttama ravinnekuormitus sekä paikoitellen teollisuuden jätevedet ovat heikentäneet taimenen elinolosuhteita (Syrjänen ym. 2018).

Ihmistoiminnasta ovat kärsineet erityisesti vaeltavat taimenkannat. Kymijoen päävesistön järviolueen historiallisesti tunnetut, vaeltavat taimenkannat romahtivat 1900-luvun jälkipuolella, ja niiden osapopulaatioiden kutukannat koostuvat nykyään lähes täysin paikallisista kaloista (Syrjänen ja Valkeajärvi 2010, Syrjänen ym. 2018, Ruokonen ym. 2022). Alueen taimenkantojen elvytystyö, tutkimus ja järjestelmällinen seuranta käynnistyivät vähitellen 1980- ja 1990-luvuilla.

Päijänteeseen laskevan Arvajän reitin luontaisten taimenkantojen poikastiheyksiä on seurattu vuosittain yhtäjaksoisesti sähkökoekalastuksella Kivi- ja Puukkoistenkoskella jo vuodesta 1984, ja vuonna 2005 aloitettuja taimenen kutupesälaskentoja on tehty vuosittain vuodesta 2009 Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskella. Seuranta-aineiston osin jo 40-vuotias yhtäjaksoinen aikasarja onkin poikkeuksellisen pitkäkestoinen. Seurantojen toteuttajina ja vastuutahoina ovat vuosien varrella olleet Keski-Suomen ELY-keskus ja Luonnonvarakeskus edeltäjäorganisaatioineen, Jyväskylän yliopisto, Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Visio ja Konneveden kalatutkimus ry. Aiempien vuosien seurantatuloksia on julkaistu Valkeajärven ym. (2011, 2012, 2013), Heinimaan ym. (2015, 2016) ja Ruokosen ym. (2022, 2023) raporteissa sekä yhteen koottuna Nergin ja Syrjäsen (2024) raportissa. Vuonna 2023 reitin pitkäaikaisseurantoja jatkoi Keski-Suomen vesi ja ympäristö ry (KSVY) UPM:n virtavesiohjelman rahoituksella, jolloin seurantaohjelmaan otettiin mukaan uusina kohteina myös Arvajän- ja Kapalokoski.Reitin alimmassa koskessa, Arvajankoskessa sijainneet vanha vedenottamo ja pato purettiin vuonna 2022 osana UPM:n virtavesiohjelmaa. Koskeen tehtiin kalataloudellinen kunnostus, jossa vanhasta puutteellisesti toimineesta ohitusuomasta rakennettiin luonnonmukainen kalatie lisääntymis- ja poikasalueineen. Hankkeen keskeisinä perusteina oli taimenen elinkierron tukeminen parantamalla vaellusyhteyttä Päijänteeseen ja lisätä lajille soveltuvaa kutu- ja poikasympäristöä (Leppänen 2022).

Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalueen laatiman ja ELY-keskuksen vahvistaman käyttö- ja hoitosuunnitelman mukaisesti reitille ja Päijänteeseen on asetettu uusia kalastusrajoituksia vuosille 2023–2031, seisovien pyydysten paikallisia ympärivuotisia tai ajallisia käyttökieltoja ja verkkojen solmuvälirajoituksia, joiden tarkoituksena on turvata taimenen syönnös- ja kutuvaelluksia.

Vuoden 2024 seurantahankkeen tavoitteina oli jatkaa taimenkantojen pitkäaikaisseurantaa Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskella, edellisvuonna aloitettua Kapalokosken ja Arvajankosken seurantaa sekä Arvajankosken kunnostuksen myötä parantuneen vaellusyhteyden ja uusien kalastusrajoitusten mahdollisten vaikutusten seurantaa reitin taimenkantojen tilaan.

Tässä raportissa esitetään KSVY:n Arvajän reitin vuoden 2024 sähkökoekalastusten ja Vesi-Vision kanssa yhteistyössä tehtyjen kutupesälaskentojen tulokset, joita peilataan aiempien vuosien seurantoihin, ja joiden tähänastiset keskeiset tulokset myös esitetään yhteen koottuna. Lisäksi reitin taimenkantojen tilaa ja kehitystä tarkastellaan myös muiden taimenseurantojen, mm. Hämeen kalatalouskeskuksen reitin muilla koskilla tekemien seurantojen tuloksiin sekä laajemmin koko Kymijoen vesistön järviolueen virtavesien pitkäaikaisseurantatuloksiin verrattuna.

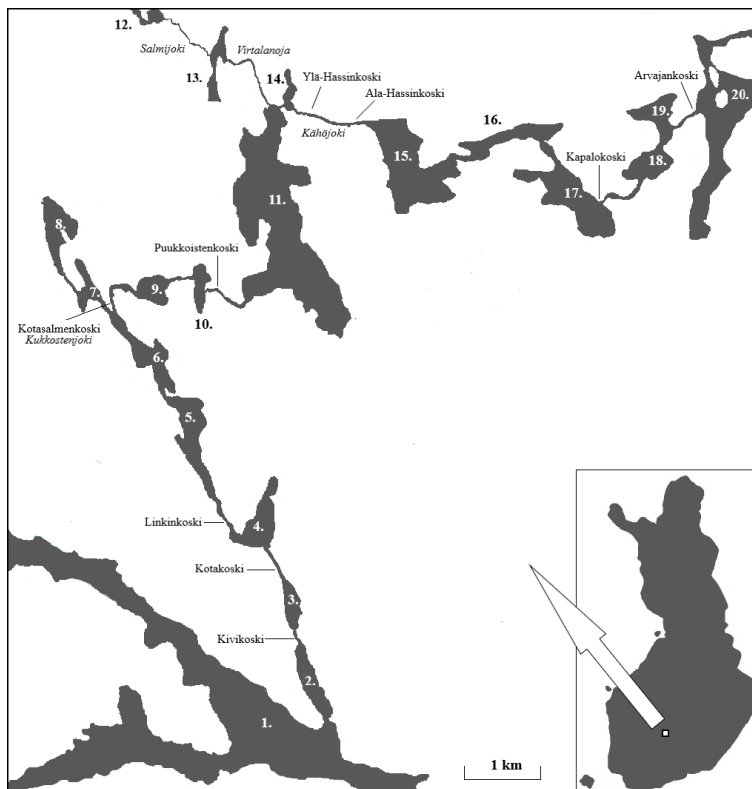
2. TUTKIMUSALUE

2.1 Vesistöalue

Isojärvestä Päijänteseen virtaava, noin 19 km pituinen Arvajän reitti sijaitsee Jämsän ja Kuhmoisten kuntien alueella. Reitin keskivirtaama on 2,4 m³/s, keskiminimi- ja keskimaksimivirtaama 0,6 ja 8,3 m³/s Pälämä-järven luusuassa sijaitsevassa mittauspisteestä mitattuna (Suomen ympäristökeskus, SYKE 2024a). Veden kemiallinen laatu reitillä on luokaltaan erinomainen–hyvä, ja vedenlaatussa puolesta pääreitin kosket sopivat lohikalajien elinympäristöksi erinomaisesti (SYKE 2023, Nerg ja Syrjänen 2024). Myös reitin virtavesien ekologinen tila-arvio on kauttaaltaan erinomainen sekä järvialueiden erinomainen tai hyvä (SYKE 2024b).

2.2 Kosket ja virtavesialueet

Reitillä on yhdeksän koskialuetta: Kivikoski, Kotakoski, Linkinkoski, Kotasalmen- eli Koirakoski, Puukkoisten- eli Jokelankoski, Ylä- ja Ala-Hassinkoski, lyhyehkö nivamainen Kapalokoski ja vuonna 2022 luonnonmukaiseksi kalatieksi sekä taimenelle tarkoitetuksi lisääntymis- ja poikasalueeksi kunnostettu Arvajankoski (Kuva 1). Lisäksi reitillä on useita lyhyitä nivamaisia virta-alueita. Pääreitin jokialueiden pituus on noin 5,1 km ja Arvajankosken kunnostuksen myötä koskialueiden nykyinen yhteispinta-ala on noin 4,2 ha (Havumäki ja Ranta 2018).



Kuva 1. Arvajän pääreitin ja Virtalanojan järvet, kosket ja virtavesijaksot (pääkuva) sekä tutkimusalueen sijainti (pieni kuva). Järvet: 1 = Isojärvi, Janasselän itäpuolinen osa, 2 = Kivijärvi, 3 = Koekeskinen, 4 = Kotajärvi, 5 = Iso Savijärvi, 6 = Alainen Savijärvi, 7 = Lakkajärvi, 8 = Kalkkinen, 9 = Kelkäte, 10 = Jokelanjärvi, 11 = Pälämä, 12 = Salmijärvi (eteläosa), 13 = Alasin, 14 = Lammi, 15 = Riihijärvi, 16 = Kaijanjärvi, 17 = Pirttijärvi, 18 = Kapalajärvi, 19 = Lehmijärvi, 20 = Päijänteen Arvajänlahti.

Reitin koskiin tehtiin kalataloudellinen kunnostus vuosina 1995–1996, jolloin niihin tehtiin mm. taimenelle kutu- ja poikasalueita sekä purettiin vanhoja kalojen kulkua estäneitä pato- ja

vesilaitosrakenteita Kivi-, Kota- ja Ala-Hassinkoskesta (Havumäki ja Ranta 2018, Tähtö 2018). Lisäksi Kota-, Linkin-, Puukkoisten- ja Hassinkoskiin on tehty 2010-luvulla lisäorastuksia talkoovoimin, ja pääreitille laskevan Salmijoen-Virtalanojan koskialueita kunnostettiin talkootyönä vuosina 2017–18 (Ranta ja Puranen 2024).

Arvajankoskessa on ollut vesilaitoksia ja patorakenteita jo 1800-luvulta alkaen (Tähtö 2018). Koskeen 1970-luvun alussa rakennetun vedenottamon ja padon yhteyteen kunnostettiin vedenottamon kiertävä ohitusuoma vuonna 1996, jonka havaittiin toimivan puutteellisesti etenkin alivirtaamakausina (Eloranta, ks. esim. Tähtö 2018). Syksyllä 2022 kosken pato- ja pumppaamorakenteet sekä vedenottoputki purettiin, koskialueelle tehtiin kalataloudellinen kunnostus, ja vanhasta ohitusuomasta rakennettiin luonnonmukainen kalatie lisääntymis- ja poikasalueineen. Kunnostuksen lähtökohtana oli, että kalat voivat kulkea koskialueella esteettömästi ylä- ja alavirtaan kaikilla virtaamilla (Leppänen 2022). Kunnostusta täydennettiin elokuussa 2023 kalatien tulvapenkan korjauksella ja kutusoran lisäyksellä.

2.3 Reitin taimenkannat

Taimen lisääntyy luontaisesti reitillä, mahdollisesti lähes kaikilla pääreitien koskilla, ja osa taimenista lähtee syönnösvaelluksille järviin. Vuosina 2003–2005 ja 2008–2013 tehtyjen taimenmerkintöjen merkkipalautusten perusteella taimenten vaellukset reitillä suuntautuivat sekä ylä- että alavirtaan (Syrjänen ja Valkeajärvi 2010, Syrjänen ym. 2014). Vaeltavista yksilöistä saatiin vähäisiä määriä merkkipalautuksia Isojärveltä ja reitin alaosan välijärviltä, mutta Päijänteeltä ei saatu yhtään havaintoa. Merkintätutkimus vahvisti oletuksen Isojärvestä Kivikosken vaeltavien yksilöiden syönnösalueena. Reitiltä vuosina 2007 ja 2015–2016 kerättyjen DNA-näytteiden perusteella Suur-Päijänteen taimennäytteisiin verrattuna yläosan Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskien populaationäytteet muodostivat oman selvän Arvajan reitin haaransa, mutta Hassinkoskien näytteet muistuttivat niitä enemmän muita Päijänteen alueen taimenpopulaatioita (Koljonen ym. 2018). Tulos saattaisi viitata esimerkiksi osittain Päijänteestä vaeltaneesta kutupopulaatiosta, mutta poikkeaman selityksenä saattoivat myös olla Hassinkoskiin Rautalammin reitin kantaa olevilla taimenilla tehdyt istutukset. Arvajankosken luonnonmukaisen kalatien valmistumisen myötä taimenilla on ollut todennäköisimmin täysin esteetön vaellusyhteys Päijänteestä reitille syksystä 2022 alkaen (Leppänen 2024).

2.4 Taimenistutukset reitillä

Reitille on tehty vuosikymmenten saatossa vaihtelevasti ja laajaltikin taimenistutuksia (esim. Tähtö 2018), mutta tietävästi 2010-luvun alun jälkeen istutuksia on tehty pääreitille vain Hassinkoskiin, joihin on istutettu eri-ikäisiä Rautalammin reitin kantaa olevia taimenen poikasia lähes vuosittain vuoteen 2024 asti (Sähköinen istutusrekisteri, SÄHI 2024). Lisäksi Kapalokoskeen on istutettu vuonna 2023 830 ja vuonna 2024 575 sekä Arvajankosken alapuolelle toukokuun lopulla 2024 1000 1-vuotiasta Rautalammin reitin kantaa olevaa taimenta. Virtalanoja-Salmijokeen on tehty kotiutusistutuksia vuosittain vuodesta 2018 alkaen eri-ikäisillä taimenen poikasilla (Ranta ja Puranen 2024). Arvajankosken luonnonmukaisen kalatien valmistumisen myötä reitille on saattanut hakeutua aiempaa helpommin myös Päijänteeseen tai lähialueen virtavesiin tehdyistä istutuksista peräisin olevia taimenia.

2.5 Kalastuskiellot ja -rajoitukset

Reitin kosket ovat olleet rauhoitettuja kaikelta kalastukselta jo usean vuosikymmenen ajan, Hassinkoskia lukuun ottamatta, joissa kalastus oli pitkään sallittua vain osakaskuntien jäsenille ja heidän vierailleen, mutta nykyään myös ulkopuolisille myydään niihin kalastuslupia.

Reitin kapeikkoalueilla ja Kivijärvässä on ollut pitkään voimassa seisovien pyydysten ympärivuotisia käyttökieltoja. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalueen voimassa olevan käyttö- ja hoitosuunnitelman (Ranta ja Puranen 2022, päätös POSELY/3624/2022) mukaisesti verkkokalastus on kielletty ympärivuotisesti reitin kaikilla virta- ja salmialueilla, kokonaan Kivijärvässä, Koekeskisessä ja Kapalojärvässä sekä muiden järvien luusua- tai vaellusreiteiksi arvioituilla alueilla vuoteen 2031 asti. Lisäksi verkkokalastus on kielletty kaikilla muilla alueilla 1.9.–30.11. sekä solmuväliltään alle 50 mm verkoilla 1.5.–10.6., pois lukien Isojärvi, Kalkkinen ja Pälämän Puukkoistenkosken alapuolisen Jokilahden ja luusuan yläpuolisen Lehmilahden välinen pääallas, joihin ei ole asetettu alueellisia tai ajallisia kieltoja tai rajoituksia, Isojärven Säikänsalmen verkkokalastuskieltoa (Päijälän osakaskunta 2023) lukuun ottamatta. Isojärvässä jatkuu vuodesta 2013 voimassa ollut Päijälän osakaskunnan kiello solmuväliltään 20–49 mm verkkojen käytölle siikaistutusten tuloksellisuuden takaamiseksi. Päijänteen Arvajanlahti on rauhoitettu kaikelta kalastukselta ympärivuotisesti, pois lukien onki, pilkki ja katiska, vuoteen 2031 asti. Päijänteen Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalueen vesialueilla jatkuu solmuväliltään 36–49 mm verkkojen käyttökielto. Rasvaeväleikatun taimenen alamitta on Arvajan reitillä 50 cm kalastusasetuksen mukaisesti, ja koko Päijänteen alueella se on ollut vuoden 2023 alusta lähtien 60 cm.

2.6 Reitin muut taimenseurannat

Aiemmin mainittujen taimenseurantojen ja -tutkimusten lisäksi Hämeen kalatalouskeskus on sähkökoekalastanut Kota-, Linkin- ja Hassinkoskia vuosittain vuodesta 2006 alkaen, Kotasalmenkoskea vuosina 2011, 2016 ja 2022 ja Salmijoen-Virtalanojan koskialueita joka toinen vuosi vuodesta 2016 alkaen (Ranta ja Puranen 2019, Ranta ym. 2022, Ranta ja Puranen 2024). Vesi-Visio on tehnyt Ala-Hassinkoskessa kutupesälaskentoja vuosina 2007, 2010 ja 2011 sekä Ylä-Hassin- ja Kapalokoskessa vuonna 2011 (esim. Nerg ja Syrjänen 2024). Hämeen kalatalouskeskus on tehnyt kutupesälaskentoja Linkin- ja Kotasalmenkoskessa vuosina 2019–2022 (Ranta ym. 2022) ja 2024 sekä Ylä- ja Ala-Hassinkoskessa vuonna 2024 (Ranta ja Puranen 2024).

Tarkempi tutkimusalueen kuvaus ja reitin taimenkantoihin, erityisesti vaeltaviin yksilöihin mahdollisesti vaikuttavista tekijöistä kuten järviolueiden kalastuksesta ja kalaistutuksista, Päijänteen taimenen nykytilasta sekä reitillä vuoteen 2023 asti tehdyistä taimenseurantojen tuloksista eri lähteistä koottuna löytyy edellisvuoden seurantaraportista *Arvajan reitin taimenseuranta vuonna 2023* (Nerg ja Syrjänen 2024).

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Sähkökoekalastus

Arvajan-, Kapalo- ja Puukkoistenkoskesta sähkökalastettiin 19.9.2024 sekä Kivikoskesta 25.9.2024 samat vakiokoealat kuin aiempina vuosina. Kapalokosken vuonna 2023 koekalastetut kaksi erillistä koealaa yhdistettiin yhdeksi koealaksi, ja Arvajankosken koeala kattoi edellisvuoden tapaan koko pohjoisväylän kalatien sekä keskiuoman niskakynnyksen yläpuolisen, yläreunaltaan koskenniskan pohjapadon rajaaman alueen. Veden lämpötila Kivikosken sähkökoekalastuksessa oli 14,0 ja muissa koskissa 15,0–16,0 °C. Koekalastukset tehtiin yhden poistopyynnin menetelmällä akkukäyttöisellä GeOmega FA3 -sähkökalastuslaitteella 350 voltin jännitteellä. Yksittäisten koealojen pinta-ala oli 147–303 m² ja koskikohtaisesti tarkasteltuna 205–433 m² (Taulukko 1). Taimenen ikäryhmä- ja alkuperäkohtainen (0-v, ≥ 1-v ja ≥ 1-v istutetut) sekä muiden lajien lajikohtainen tiheys arvioitiin Arvajan reitin pitkäaikaisseurannoista ja Kymijoen päävesistöalueelta GeOmega- ja Hans Grassl-

akkulaitteilla tehtyjen kolmen poistopyynnin suuraineistosta laskettujen pyydystettävyyssarvojen (Syrjänen, julkaisematon) avulla (Bohlin ym. 1989).

Kivi- ja Puukkoistenkosken vuosien 1984–2023 sähkökalastusten koeala-, kalastuskerta- ja saalistiedot haettiin koekalastusrekisteristä (Luonnonvarakeskus, Luke 2024), ja 0-vuotiaan taimenen vuosittaiset koskikohtaiset pinta-alapainotetut tiheydet (yksilöä / 100 m²) laskettiin kolmen poistopyynnin tapauksissa Jungen ja Libosvarsbyn (1965) ja yhden poistopyynnin kalastuksissa Bohlinin ym. (1989) esittämällä laskukaavoilla (Kuva 4).

3.2 Kutupesälaskenta

Taimenen kutupesät laskettiin vakioidulla kahluutähystysmenetelmällä (Syrjänen ym. 2013). Kala- ja vesitutkimus Vesi-Visio teki kutupesälaskennat Konneveden kalatutkimus ry:ltä saatuna toimeksiantona Puukkoisten-, Kota- ja Kivikosken vakiokoealoilla 31.10.2024. KSVY:n virtavesiryhmä teki kutupesälaskennat Arvajen- ja Kapalokoskessa 13.11.2024. Osasta pesiksi määritetyistä rakennelmista kaivettiin näkyville 3–5 mätimunaa soraa varovasti siirtämällä. Näin meneteltiin erityisesti ääri rajoiltaan ja muodoltaan epäselvien sekä pienikokoisten ja matalien kaivantojen osalta niiden erottamiseksi ns. harjoituspesistä (Syrjänen ym. 2013). Munien havainnoinnin jälkeen pesäsora palautettiin paikoilleen. Pesien ääri mitat ja ympäristömuuttajat mitattiin (Syrjänen ym. 2013).

Kutuneen naaran lovipituuden arvio saatiin pesien harjanteen pituuden ja Crisp & Carlingin (1989) regression avulla:

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

missä L = kutuneen naaraan lovipituus (cm) ja q = pesäharjanteen pituus (cm)

Crisp & Carlingin (1989) aineistossa pesäharjanteen pituudessa oli huomattavaa naaraan pituudesta riippumatonta vaihtelua. Muutaman kymmenen naaraan pesäaineistossa tietyn pituisen naaraan pesäharjanteen maksimipituus oli noin kaksinkertainen minimipituuteen verrattuna, joten yksittäisen naaraan pituusarvio on epätarkka. Pesän pituuteen vaikuttavat myös virtausnopeus pohjalla pesän kohdalla ja sorapartikkelien koko, joten kutuneen naaraan pituusarvio on usein suuntaa antava (Wollebæk ym. 2008), ja siihen sisältyy siten epätarkkuutta, mutta mahdollisesti myös järjestelmällistä harhaa. Naaraan pituusarviomenetelmä kutupesistä arvioituna sopiikin parhaiten populaatiotasolle.

Käytössä olivat myös Vesi-Vision, Jyväskylän yliopiston ja KSVY:n keräämät kutupesälaskenta-aineistot Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskelta aiemmilta seurantavuosilta 2009–2023 (Nerg ja Syrjänen 2024).

3.3 Taimenen säilyvyys mädistä kesänvanhoiksi poikasiksi

Lisäksi arvioitiin kahden pitkäaikaisseurantakohteen, Kivi- ja Puukkoistenkosken, taimenen vuotuista säilyvyyttä mätimunista vuosina 2009–2023 seuraavan syksyn kesänvanhoiksi poikasiksi. Taimenenpoikasten valtaosan on havaittu pysyttäytyvän niiden ensimmäisen elinvuoden kesän aikana mäti-istutuspaikkojen lähetyvillä, ja levittäytymisen on havaittu ulottuvan korkeintaan muutamien satojen metrien etäisyydelle sekä suuntautuvan pääsääntöisesti alavirtaan, virtausolosuhteiden, soveltuvan elinympäristön saatavilla olon sekä mätitiheyden toimiessa levittäytymistä säätelevinä tekijöinä (esim. Palm ym. 2023, 2024). Tästä syystä molempien koskien säilyvyysarvioihin valitut pesälaskenta-alat rajattiin niin, että koskien yläosilla sijaitsevien vakiosähkökalastusalojen sijainti, niiden edustavuus sekä poikasille soveltuvan elinympäristön jatkumo ja saatavilla olo tulisi mahdollisimman hyvin huomioiduksi. Säilyvyysarviointia varten

rajatun pesälaskenta-alan alaraja sijoitettiin 10 m etäisyydelle alavirtaan Kivikosken molempien, rinnakkain sijaitsevien sähkökoekalastusalojen alarajasta sekä Puukkoistenkoskessa virransuuntaisesti peräkkäin sijaitsevista sähkökoekalastusaloista alemman alarajasta. Rajattujen laskenta-alojen alarajat sijaitsivat siten molemmissa kohteissa yhtenäisen koskimaisen habitaatin alaosilla, koskien suvantomaisten osuukien yläpuolella. Koskien niskoille sijoittuva laskenta-alueen yläraja oli Kivikoskessa noin 100 m etäisyydellä molempien sähkökoekalastusalojen alarajasta sekä Puukkoistenkoskessa noin 100 m ylävirtaan ylemmän sähkökoekalastusalan alarajasta. Näin rajattujen pesälaskenta-alueiden pinta-alat laskettiin Karttapaikka-sovelluksen avulla. Kivikosken säilyvyysarvioissa käytetty pesälaskenta-ala oli pinta-alaltaan 763 m² ja Puukkoistenkoskessa 1992 m². Säilyvyysarviointia varten kutupesien harjanteiden pituuden perusteella arvioidut naaraiden lovipituudet muunnettiin laskennallisiksi mätimääräksi Elliottin (1995) yhtälöllä:

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

missä E = naaraan pesään laskema mätimäärä (kpl) ja L = naaraan lovipituus (mm)

Näin saadut vuotuiset pesäkohtaiset mätimäärät laskettiin yhteen kummankin kosken valitulta pesälaskenta-alalta, ja summa jaettiin laskenta-alan pinta-alalla mätitiheyden, kpl / 100 m², saamiseksi. Vuotuinen säilyvyysaste mätimunista kesänvanhoiksi poikasiksi laskettiin jakamalla seuraavan syksyn 0-vuotiaiden poikasten koskikohtainen tiheysarvio, yksilöä / 100 m², laskenta-alan mätitiheydellä.

3.4 Veden lämpötilan seuranta

Syksyllä 2023 aloitettua veden lämpötilaseurantaa jatkettiin automaattisella tallentavalla Hobo Pendant UA-002-08 -lämpömittarilla Arvajankosken niskan pohjapadon yläpuolella sijaitsevassa mittauspisteessä. Mittari oli asennettu 18.9.2023, ja se oli ohjelmoitu mittaamaan lämpötila 6 tunnin tasaisin välein eli 4 kertaa vuorokaudessa. Mittari nostettiin pois 13.11.2024, jolloin asennettiin uusi samanlainen mittari samaan paikkaan ja samalla ohjelmointiasetuksella. Ensimmäisen mittausjakson lämpötila laskettiin jokaiselle havaintojakson vuorokaudelle 4 mittauksen keskiarvona.

4. TULOKSET

4.1 Sähkökoekalastus syksyllä 2024

Sähkökoekalastuksissa koealoilta saaliiksi saatiin taimenia, kivisimppuja, ahvenia, särkiä ja hauki (Taulukko 1). Kesänvanhoja (0-v) taimenia saatiin saaliiksi Arvajankoskesta, Kivikosken molemmilta sekä Puukkoistenkosken alemmalta koealalta, ja ikäryhmän koskikohtainen tiheysarvio oli Kivikoskessa 26 yksilöä / 100 m², Puukkoistenkoskessa 2 yksilöä / 100 m² ja Arvajankoskessa 9 yksilöä / 100 m² (Taulukko 1). Vanhempia (≥ 1-v; kaikki ikä- ja molemmat alkuperäryhmät yhdessä) taimenia saatiin saaliiksi Kapalokoskea lukuun ottamatta kaikilta koealoilta (Taulukko 1). Kaikki 1-vuotiaat ja sitä vanhemmat Kivi- ja Puukkoistenkoskien saalistaimenet olivat rasvaeväleikkaamattomia ja suoraeväisiä, eli erittäin todennäköisesti luonnossa syntyneitä. 1-vuotiaiden ja sitä vanhempien taimenten pyydystettävyydsarvolla korjattu tiheys oli Kivikoskessa 14 yksilöä / 100 m² ja Puukkoistenkoskessa 2 yksilöä / 100 m² (Taulukko 1). Saaliin pituus- ja pituusjakaumatietojen perusteella arvioituna Kivikosken ≥ 1-v -ikäryhmän saalistaimenet olivat 1–3-vuotiaita (pituuden vaihteluväli 134–336 mm) ja Puukkoistenkoskessa 1–3 tai 1–4-vuotiaita (148–350 mm). Arvajankosken kaikki vähintään 1-vuotiaat saalistaimenet, pituudeltaan 151–201 mm,

olivat rasvaeväleikattuja, ja ≥ 1 -vuotiaiden istutettujen taimenten tiheysarvio Arvajankoskessa oli 4 yksilöä / 100 m² (Taulukko 1).

Muista lajeista yleisin ja runsain oli kivisimppu, joita saatiin saaliiksi kaikilta muilta paitsi Kivikosken koealoilta, ja lajin koskikohtaisten tiheysarvioiden vaihteluväli oli siten 0–15 yksilöä / 100 m² (Taulukko 1). Ahvenia saatiin saaliiksi Kapalo- ja Arvajankoskesta, joissa lajin koskikohtaiset tiheysarvot olivat 3 ja 4 yksilöä / 100 m² (Taulukko 1). Puukkoisten-, Kapalo- ja Arvajankoskesta saatiin saaliiksi myös yksittäisiä särkiä, ja lajin koskikohtainen estimoitu tiheys jäi kaikissa niissä hyvin pieneksi, suurimmillaankin alle 1 yksilöön / 100 m² (Taulukko 1). Lisäksi Kapalokoskesta saatiin saaliiksi yksi hauki. Kaikkien koekalastusten koealakohtaiset tiedot tallennettiin valtakunnalliseen sähkökoekalastusrekisteriin (Luke 2024).

Taulukko 1. Kalalajien koealakohtainen saalis (yksilöä) ja koskikohtainen koealojen koolla painotettu tiheysarvio (yksilöä / 100 m²) Kivi-, Puukkoisten-, Kapalo- ja Arvajankoskessa yhden poistopyynnin sähkökoekalastusmenetelmällä ja taimenen ikäryhmä- (0- ja ≥ 1 -vuotiaat) ja alkuperä- sekä muiden lajien lajikohtaisilla pyydystettävyyssarvoilla (p) arvioituna syksyllä 2024. Tyhjät solut ilmentävät taimenen ikäryhmä- ja alkuperäkohtaista sekä muiden lajien osalta niiden lajikohtaista puuttumista koealalta. Tiheysarvot on määritetty akkukäyttöisillä GeOmega- ja HansGrassl -sähkökalastuslaitteilla kolmen poistopyynnin menetelmällä saaduilla (Junge ja Libosvsky 1965, Bohlin ym. 1989) Arvajankosken pitkäaikaisseurantojen ja Kymijoen päävesistöalueen suurpopulaatioiden pyydystettävyyssarvoilla (Syrjänen, julkaisematon).

Koeala	Kivikoski			Puukkoisten			Kapalokoski		Arvajankoski	
	oikea	vasen	yht.	yl.	al.	yht.	yl. ja al.		kalatie	
Pinta-ala (m ²)	198,4	174,2	372,6	159,6	273	432,6	204,8		302,5	
	Saalis		Tiheys	Saalis		Tiheys	Saalis	Tiheys	Saalis	Tiheys
Taimen 0-v	28	21	25,6		3	1,6			13	8,6
Taimen ≥ 1 -v	14	8	13,7	1	4	2,0				
Taimen, ist.									6	4,1
Kivisimppu				6	5	14,8	4	10,3	2	3,5
Ahven							4	3,4	7	4,0
Särki				1	1	0,8	1	0,8	1	0,5
Hauki							1	0,8		

P-arvot: Kivikoski taimen 0-v = 0,55 ja ≥ 1 -v = 0,48, Puukkoisten taimen 0-v = 0,33 ja ≥ 1 -v = 0,52, Arvajankoski taimen 0-v = 0,50 ja taimen istutettu = 0,48, kivisimppu = 0,19, ahven = 0,58, särki = 0,61 ja hauki = 0,62.

4.2 Kutupesät syksyllä 2024

Syksyn 2024 kutupesälaskenta kattoi pitkäaikaisseurantakohteiden eli Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskien vakiokoealat sekä Arvajankosken ja Kapalokosken kaikki kahluusvyiset virtausolosuhteiltaan kutuun soveltuvat alueet kokonaisuudessaan. Ajankohdan pitkäaikaiseen keskiarvoon nähden hieman tavanomaista suurempi virtaama ei vaikeuttanut laskentaa tai pesien havaitsemista.

Kivikoskesta löydettiin 7 kutupesää (Taulukko 4). Kivikosken pesien kokonaispituuden keskiarvo ja vaihteluväli olivat 221 ja 105–320 cm (Taulukko 4, Kuva 5). Veden syvyyden keskiarvo ja vaihteluväli pesäkuopan ja harjanteen rajalla olivat 47 ja 38–55 cm. Kivikosken kutuneiden naaraiden arvioidun lovipituuden keskiarvo oli 46 ja vaihteluväli 30–60 cm (Kuva 5).

Kotakoskesta löytyi 9 kutupesää (Taulukko 4). Pesien kokonaispituuden keskiarvo ja vaihteluväli Kotakoskella olivat 199 ja 80–315 cm (Taulukko 4, Kuva 5). Veden syvyyden keskiarvo ja vaihteluväli pesäkuopan ja harjanteen rajalla olivat 58 ja 45–72 cm. Kotakosken kuteneiden naaraiden arvioidun lovipituuden keskiarvo oli 41 ja vaihteluväli 28–57 cm (Kuva 5).

Puukkoistenkoskesta löytyi 9 kutupesää (Taulukko 4). Pesien kokonaispituuden keskiarvo ja vaihteluväli Puukkoistenkoskella olivat 121 ja 60–235 cm (Taulukko 4, Kuva 5). Veden syvyyden keskiarvo ja vaihteluväli pesäkuopan ja harjanteen rajalla olivat 45 ja 17–71 cm. Puukkoistenkosken kuteneiden naaraiden arvioidun lovipituuden keskiarvo oli 31 ja vaihteluväli 14–48 cm (Kuva 5).

Kapalokosken pesälaskenta kattoi pääuoman noin 60 m pituisen virtausolosuhteiltaan kutuun soveltuvaksi arvioidun alueen koko leveydeltään. Kapalokoskesta ei löydetty taimenen kutupesää.

Arvajankosken pesälaskenta-ala kattoi kosken kaikki kolme uomaa ja niiden alapuolisen koskimaisen osuuden sekä kosken niska-alueen kokonaisuudessaan. Koealalla havaittiin yksi, 195 cm pituinen kutupesä, jonka pesäkuopan ja harjanteen rajalta mitattu syvyys oli 40 cm, ja se sijaitsi kosken niskakynnyksenä toimivan pohjapadon nielussa, pohjoisrannan kalatien yläpuolella. Arvajankosken kutuneen naaraan arvioitu lovipituus oli 43 cm.



Kuva 2. Vasemmalla: Kivikosken sähkökoekalastuksessa 25.9.2024 saaliiksi saatu 336 mm pituinen, eisukukypsä naarastaimen. Oikealla: Kutupesien etsintää Arvajankosken pohjoisväylän kalatiessä 13.11.2024. Valokuvat: Roosa Lomakka ja Jukka Syrjänen.



Kuva 3. Arvajankosken kutupesälaskennassa 13.11.2024 kosken niskakynnyksessä havaittu taimenen kutupesä. Valokuva: Jukka Syrjänen.

4.3 Kesänvanhojen taimenenpoikasten tiheys Kivi- ja Puukkoistenkoskessa vuosina 1984–2024

Kivi- ja Puukkoistenkoskien kesänvanhojen (0-vuotiaat) taimenenpoikasten tiheys on vaihdellut suuresti vuosien välillä ja vaihtelu on ollut suurta erityisesti Kivikoskella (Kuva 4).

Kivikosken nollavuotiaiden poikasten tiheys oli suurimmillaan 1980-luvulla, jolloin ikäryhmän pinta-alapainotettu keskitiheys koskessa ylsi suurimmillaan vuonna 1987 jopa 235 yksilöön / 100 m² (Kuva 4). Tiheys oli keskimäärin 114 yksilöä / 100 m² vuosina 1984–90 ja 99 yksilöä / 100 m² vuosina 1991–2000, jonka jälkeen suuria, yli 100 yksilön aaritiheyksiä ei enää ole havaittu (Taulukko 3, Kuva 4). Vuodesta 2001 alkaen vuosittainen aaritiheys on vaihdellut 0 ja 53 yksilön välillä. Tiheyden kehityssuunta on ollut laskeva myös 2000-luvulla. Vuosina 2001–2010 keskitiheys oli 32 yksilöä / 100 m², jolloin tiheys oli suurimmillaan 53 yksilöä / 100 m² vuonna 2003, mutta vuonna 2007 koskesta ei saatu lainkaan kesänvanhoja poikasia saaliiksi (Taulukko 3, Kuva 4). Vuosien 2011–2020 keskitiheys Kivikoskessa oli 21 yksilöä / 100 m², sekä kolmen lähimmän edeltävän vuoden, vuosien 2021–2023, 22 yksilöä / 100 m² (Taulukko 3). Kesänvanhojen poikasten tiheys vuonna 2024, 26 yksilöä / 100 m², laski edellisvuodesta, mutta se oli hieman suurempi kuin tällä tai edeltävällä vuosikymmenellä ja samalla tasolla kuin vuodesta 2001 alkaen keskimäärin, mutta kuitenkin vain noin neljännes vuosien 1991–2000 ja sitä hieman pienempi vuosien 1984–1990 keskitiheyteen verrattuna (Taulukko 3).

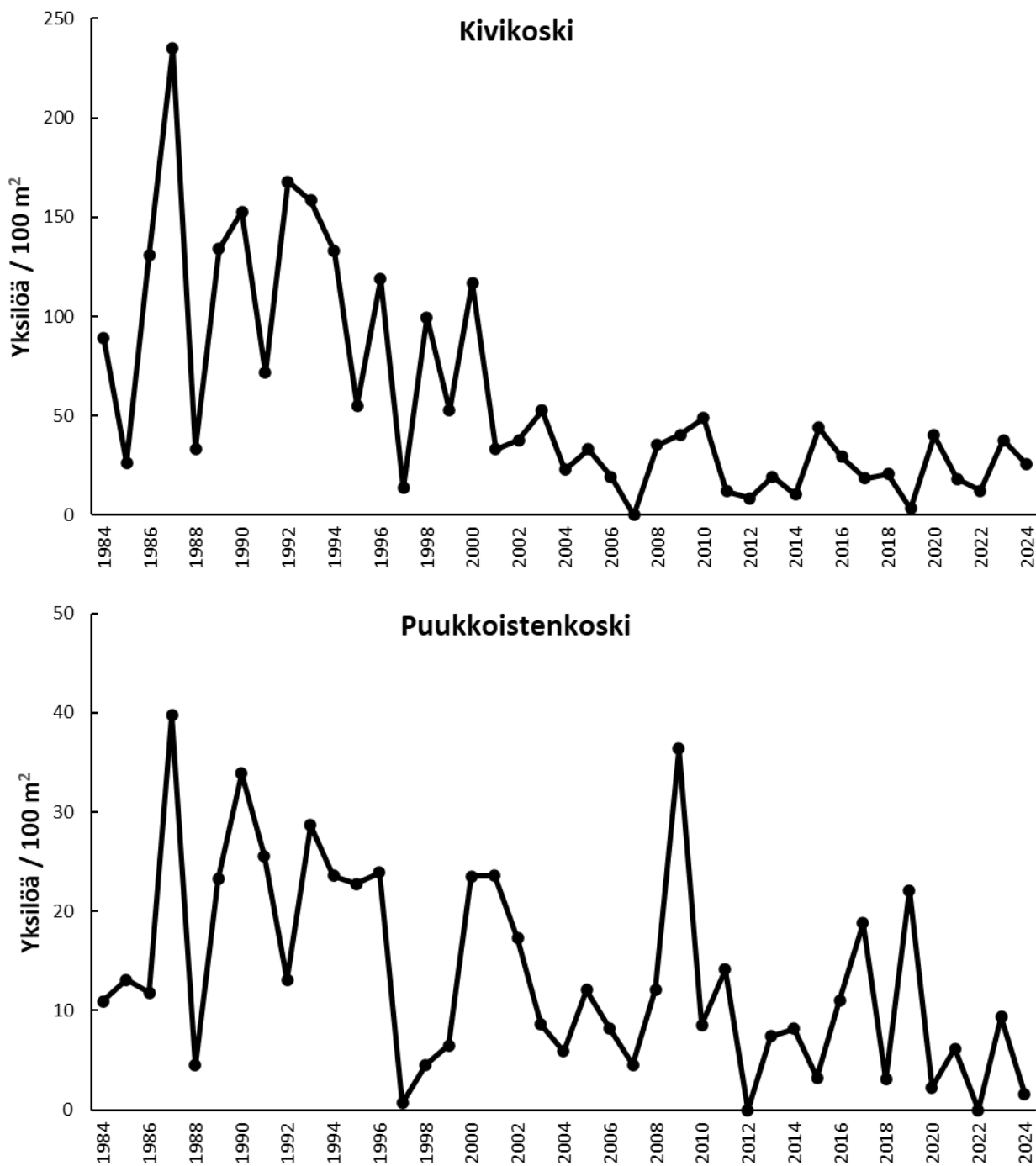
Puukkoistenkosken kesänvanhojen poikasten tiheyden kehityssuunta on myös ollut selkeästi laskeva seurantajaksolla, joskin vuosien välinen tiheysvaihtelu ja muutos on ollut pienempää kuin Kivikoskessa (Kuva 4). Myös Puukkoistenkoskessa nollavuotiaan taimenen koskikohtainen pinta-

alapainotettu tiheys oli suurimmillaan seurantajakson alkuvuosina, keskimäärin 20 yksilöä / 100 m² vuosina 1984–1990 ja 17 yksilöä / 100 m² vuosina 1991–2000 (Taulukko 3).

Tiheyden kehityssuunta on ollut 2000-luvulla edelleen laskeva myös Puukkoistenkoskessa. Vuosien 2001–2010 keskitiheys oli 14 yksilöä / 100 m² ja vuosien 2011–2020 9 yksilöä / 100 m² (Taulukko 3). Vuodesta 2020 alkaen tiheys on jäänyt joka vuosi alle 10 yksilöön / 100 m², ja vuonna 2022 koskesta ei saatu saaliiksi lainkaan kesänvanhoja poikasia, mikä oli toinen kerta koko seurantahistorian aikana (Kuva 4). Vuoden 2024 kesänvanhojen poikasten koskikohtainen tiheysarvio Puukkoistenkoskessa laski edellisvuoden 9 yksilöstä 2 yksilöön / 100 m², eli alle neljännekseen verrattuna edellisen vuosikymmenen keskiarvoon, ja se oli koko seurantahistorian neljänneksi heikoin tulos (Kuva 4).

Taulukko 3. Kesänvanhojen (0-v) taimenenpoikasten tiheysarviot (yksilöä / 100 m²) Kivi- ja Puukkoistenkoskessa vuosina 2021–2024 ja niiden kohdekohtaiset aiempien vuosikymmenten tiheysarvioiden keskiarvot sekä Kapalo- ja Arvajankosken kesänvanhojen taimenenpoikasten tiheysarviot vuosina 2023–2024.

Koski/Vuosi	1984– 1990	1991– 2000	2001– 2010	2011– 2020	2021	2022	2023	2024
Kivikoski	114	99	32	21	18	12	38	26
Puukkoistenkoski	20	17	14	9	6	0	9	2
Kapalokoski							0	0
Arvajankoski							0	9



Kuva 4. Taimenen kesänvanhojen (0-vuotiaat) poikasten Kivi- ja Puukkoistenkosken koskikohtaiset pinta-alapainotetut tiheysarviot vuosina 1984–2024. Huomaa eri asteikko pystyakseleilla. Tiheydet on laskettu Jungen ja Libosvarskyn (1965) ja Bohlinin ym. (1989) laskukaavoilla. Kolmen kalastuskerran tiheysestimoinneissa on käytetty ikäryhmän vuosittaisia laskettuja tai aiemmilta vuosilta saatuja koelaita koskikohtaisia pyydystettävyysarvoja (p) sekä yhden kalastuskerran pyynneissä koski- ja laitetyyppikohtaisia (virtalähde aggregaatti vuoteen 2006 ja vuodesta 2007 alkaen akku) pitkäaikaisseurannoista kolmen poistopyynnin avulla saatuja ikäryhmäkohtaisia p-arvoja (Syrjänen, julkaisematon). Koelakohtaiset vuosittaiset kalastuskerta-, saalis- ja pinta-alatiedot ovat saatavilla sähkökoekalastusrekisteristä (Luke 2024).

4.4 Kutupesät Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskessa vuosina 2009–2024

Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskien vakiokoealoilla tehdyissä kutupesälaskennoissa havaittujen taimenen kutupesien vuotuisen lukumäärän vaihteluväli oli Kivikoskessa 5–16, Kotakoskessa 1–13 sekä Puukkoistenkoskessa 0–24 vuosina 2009–2024, ja vuosittain havaittujen pesien lukumäärän keskiarvo ajanjaksolla oli Kivikoskessa 10, Kotakoskessa 6 ja Puukkoistenkoskessa 7 (Taulukko 4). Vuonna 2024 havaittujen pesien kokonaismäärä oli siten pienempi Kivikoskessa, mutta hieman suurempi Kotakoskessa sekä Puukkoistenkoskessa kuin keskimäärin aiempina seurantavuosina ja koko seurantajaksoilla (Taulukko 4). Kutupesien kokonaismäärässä on esiintynyt vuosien välistä vaihtelua kaikissa kolmessa koskessa (Taulukko 4, Kuva 5). Vuodesta 2009 vuoteen 2011 pesien lukumäärä laski Kivi- ja Puukkoistenkoskessa, mutta nousi Kotakoskessa, jossa niiden määrä pysyi samana vuoteen 2013 asti (Taulukko 4, Kuva 5). Kivikoskessa pesien lukumäärä kääntyi nousuun vuodesta 2014, ja suuntaus oli pääosin nouseva aina vuoteen 2023 asti. Puukkoistenkoskessa pesien lukumäärä nousi voimakkaasti vuodesta 2011, jolloin koskesta ei löydetty lainkaan pesiä, seurantajakson ennätysvuoteen 2016, mutta laski sen jälkeen lähes yhtä voimakkaasti vuoteen 2022 asti, jonka jälkeen pesämäärä kääntyi nousuun (Taulukko 4, Kuva 5). Myös Kotakoskessa suuntaus oli selkeästi nouseva seurantajakson heikoimmasta vuodesta 2014 ennätysvuoteen 2017, jonka jälkeen vuotuinen pieni pesämäärä on ollut melko vakaa, vuosien 2019 ja 2023 laskua lukuun ottamatta (Taulukko 4, Kuva 5). Pesien määrän kehityssuunta koko seurantajaksoa tarkastellessa on ollut lievästi nouseva Kivikoskessa sekä Puukkoistenkoskessa, mutta suuntauksen lineaarinen riippuvuus oli Kivikoskessa korkeintaan kohtalainen ($r = 0,305$) sekä Puukkoistenkoskessa heikko ($r = 0,172$). Kotakoskessa suuntaus oli kuitenkin koko seurantajaksoilla selkeämmin nouseva ($n = 16$, $r = 0,586$, $p < 0,05$, Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin, 1-suuntainen testi) (Kuva 5).

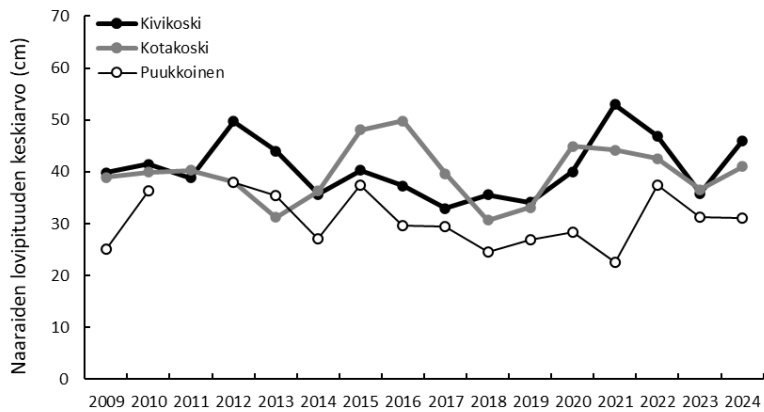
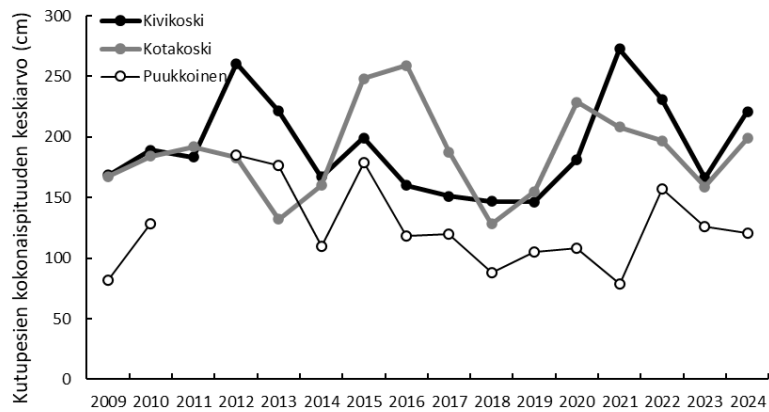
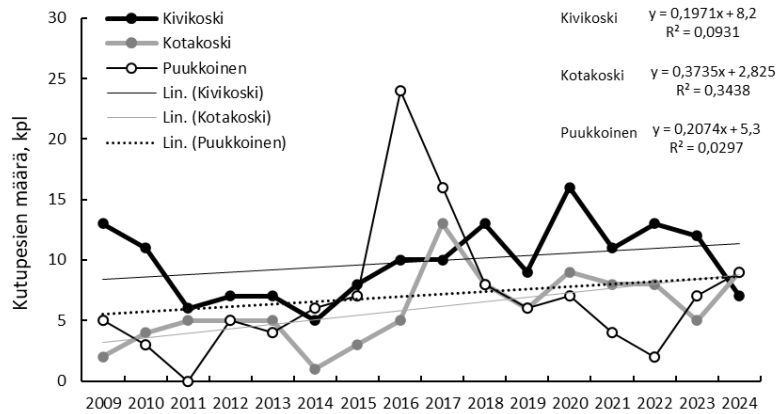
Pesien kokonaispituuksien vuotuisen keskiarvon vaihteluväli seurantajaksoilla oli Kivikoskessa 151–273, Kotakoskessa 13–248 ja Puukkoistenkoskessa 82–185 cm, ja vastaavat koko ajanjakson keskipituudet olivat keskimäärin 192, 187 ja 126 cm (Kuva 5). Vuonna 2024 havaittujen pesien keskipituudet olivat Kivikoskessa 221 ja Kotakoskessa 199 cm, ja siten suurempia kuin seurantajaksoilla keskimäärin (Kuva 5). Puukkoistenkosken pesien keskipituus vuonna 2024, 121 cm, oli puolestaan pienempi kuin koko seurantajaksoilla keskimäärin. Kuteneiden naaraiden arvioitujen keskimääräisten lovipituuksien vuotuinen vaihteluväli oli seurantajaksoilla Kivikoskessa 33–53, Kotakoskessa 31–50 ja Puukkoistenkoskessa 25–38 cm, ja koko ajanjaksolla keskimäärin Kivikoskessa 41, Kotakoskessa 40 ja Puukkoistenkoskessa 31 cm (Kuva 5). Vuonna 2024 arvioidut keskimääräiset lovipituudet Kivi- ja Kotakoskessa, 46 ja 41 cm, olivat siten hieman suurempia ja Puukkoistenkosken 31 cm sama kuin koko seurantajaksoilla keskimäärin.

Pesien kokonaispituuksien keskiarvoissa ja kuteneiden naaraiden arvioituissa keskimääräisissä lovipituuksissa on esiintynyt vuosien välistä vaihtelua kaikilla kolmella pitkäaikaisseurantakohteella, mutta niissä ei ole kuitenkaan pitkäaikaista suuntausta havaittavissa (Kuva 5). Kivikoskesta on havaittu aiemmasta seurantajaksoista poiketen tämän vuosikymmenen alusta alkaen säännöllisesti vuosittain vähintään yksittäisiä yli 300 cm pituisia pesiä, 1–4 kpl per vuosi, ja myös Kotakoskesta vähintään 300 cm pituisia pesiä on havaittu aiemmista seurantavuosista poiketen vuodesta 2016 alkaen lähes vuosittain, 1–2 kpl per vuosi, pois lukien vuodet 2018 ja 2023 (Taulukko 4). Suurikokoisten pesien määrä ei kuitenkaan ole edelleen runsastunut kummassakaan seurantakohteessa. Kokonaispituudeltaan vähintään 300 cm pituisia ja siten mahdollisia järvivaeltaneiden naaraiden tekemiä pesiä löydettiin syksyllä 2024 Kivikoskesta 2 ja Kotakoskesta 1 kpl. Puukkoistenkoskesta yli 300 cm pituisia pesiä ei löytynyt syksyllä 2024 lainkaan kaikkien

aiempien seurantavuosien tapaan, ja vähintään 200 mutta alle 300 cm pituisia pesiä havaittiin 2 kpl (Taulukko 4).

Taulukko 4. Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkosken taimenten kutupesien kokonaispituuksien jakauma pituusluokittain ja havaittujen pesien kokonaismäärä sekä ajanjakson keskiarvot vuosina 2009–2024. Havainnointialat ovat olleet kaikissa kohteissa vuosittain samat ja kattaneet noin 70 % jokaisen kosken pinta-alasta ja niiden virtausoloiltaan kutuun soveltuvat kahluusvyyiset alat kokonaisuudessaan, paitsi vuonna 2023, jolloin suuren virtaaman ja vedenkorkeuden takia laskenta-alat kattoivat noin 85 % Kivi- ja 80 % Kotakosken vakiokoealoista. Vuosien 2009–2022 ja 2024 tiedot on koostettu Vesi-Vision ja Jyväskylän yliopiston tekemistä seurannoista.

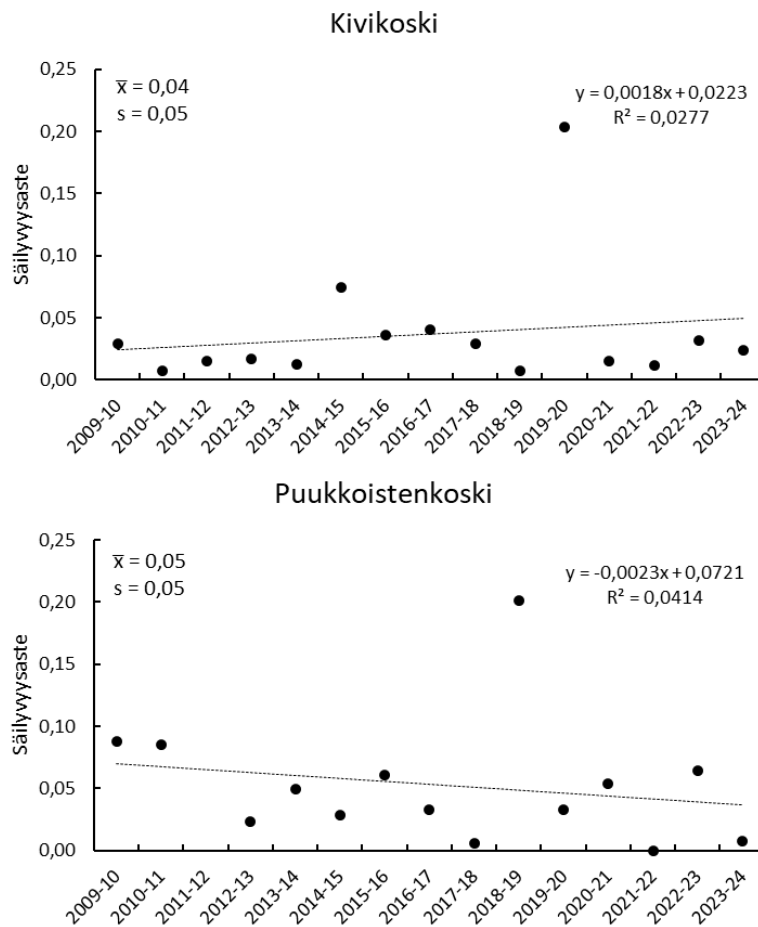
Vuosi	Kivikoski				Kotakoski				Puukkoistenkoski			
	pituusluokka			pesät	pituusluokka			pesät	pituusluokka			pesät
	< 2	2-2,99	≥ 3	kpl yht.	< 2	2-2,99	≥ 3	yht.	< 2	2-2,99	≥ 3	yht.
2009	9	4	0	13	1	1	0	2	5	0	0	5
2010	6	4	1	11	3	1	0	4	3	0	0	3
2011	3	3	0	6	1	4	0	5	0	0	0	0
2012	1	3	3	7	4	1	0	5	2	3	0	5
2013	2	4	1	7	5	0	0	5	3	1	0	4
2014	4	0	1	5	1	0	0	1	6	0	0	6
2015	5	3	0	8	2	0	1	3	3	4	0	7
2016	8	1	1	10	1	2	2	5	21	3	0	24
2017	8	1	1	10	7	5	1	13	15	1	0	16
2018	12	1	0	13	7	1	0	8	8	0	0	8
2019	8	1	0	9	5	0	1	6	6	0	0	6
2020	9	6	1	16	5	2	2	9	6	1	0	7
2021	2	5	4	11	4	2	2	8	4	0	0	4
2022	5	5	3	13	4	3	1	8	1	1	0	2
2023	8	3	1	12	4	1	0	5	7	0	0	7
2024	3	2	2	7	4	4	1	9	7	2	0	9
Ka	6	3	1	10	4	2	1	6	6	1	0	7



Kuva 5. Taimenen kutupesien (n yht. = 367) vuotuinen lukumäärä ja niiden kokonaispituuksien keskiarvo sekä kuteneiden naaraiden arvioitujen lovipituuksien keskiarvo Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskessa vuosina 2009–2024. Suuntaviivat kuvaavat kutupesien määrän kehitystä koko ajanjaksolla. Naaraiden lovipituus on arvioitu pesäharjanteen pituudesta Crisp & Carlingin (1989) regressiolla (ks. teksti). Pesäharjanteen pituus koko aineistossa on keskimäärin 62 % (SD = 0,08, CV = 13 %) pesän kokonaispituudesta. Vuosien 2009–2022 ja 2024 tiedot on koostettu Vesi-Vision ja Jyväskylän yliopiston tekemistä seurannoista.

4.5 Taimenen säilyvyys mädistä kesänvanhoiksi poikasiksi Kivi- ja Puukkoistenkoskessa

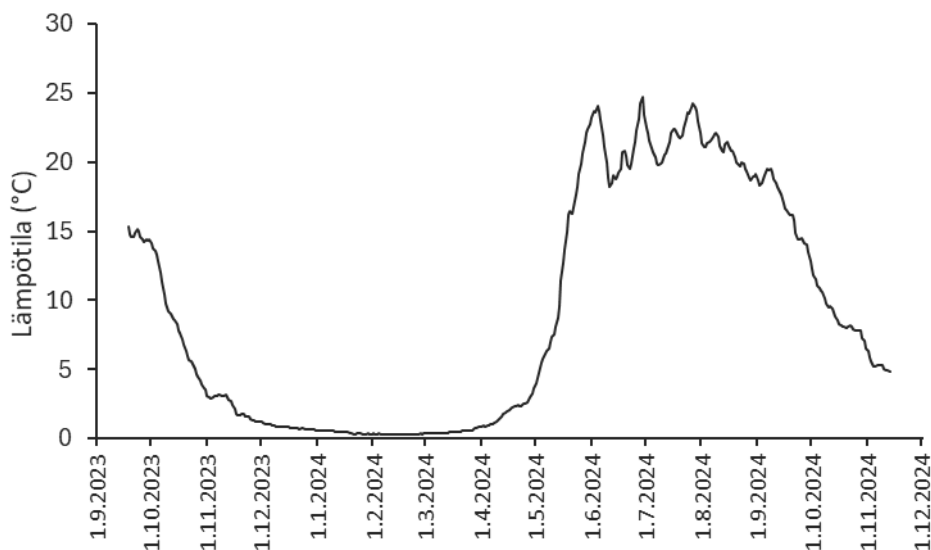
Taimenen vuotuisen säilyvyysasteen vaihteluväli mädistä vuosina 2009–2023 seuraavan syksyn kesänvanhoiksi poikasiksi oli Kivikoskessa 0,01–0,20, ja se oli havaintojaksolla keskimäärin 0,04 (keskihajonta 0,05) (Kuva 6). Puukkoistenkoskessa vuotuisen säilyvyysasteen vaihteluväli samalla ajanjaksolla oli 0–0,20, ja koko ajanjakson säilyvyyden keskiarvo sekä keskihajonta 0,05 ja 0,05 (Kuva 6). Vuotuisessa säilyvyysasteessa esiintyi vaihtelua molemmissa kohteissa, yksittäisinä vuosina jopa huomattavia positiivisia poikkeamia koko ajanjakson keskimääräisestä säilyvyysasteesta. Puukkoistenkoskessa kesänvanhojen poikasten säilyvyysaste oli suurimmillaan 0,20 syksyllä 2019 ja Kivikoskessa 0,20 syksyllä 2020. Ajallisesti tarkasteltuna suuntaus säilyvyysasteessa eli vuosiluokkien välisessä suhteellisessa säilyvytydessä oli seurantajaksolla Kivikoskessa heikosti nouseva, mutta Puukkoistenkoskessa hieman laskeva (Kuva 6). Suuntaukseen vaikutti kuitenkin molemmissa kohteissa yksittäisen havaintovuoden korkea säilyvyysaste. Puukkoistenkosken poikkeavan havainnon eli vuoden 2019 kesänvanhojen poikasten korkean säilyvyysarvion poistamalla suuntaus vuotuisessa säilyvyysasteessa muuttui huomattavasti selkeämmin negatiiviseksi ($y = -0,0034x + 6,9483$, $R^2 = 0,2928$), mutta vastaavasti Kivikosken vuoden 2020 poikkeavan havainnon poistamisella oli vain lievä vaikutus vuotuisen säilyvyysasteen ajalliseen suuntaukseen ($y = -0,00009x + 0,197$, $R^2 = 0,0005$).



Kuva 6. Kivi- ja Puukkoistenkosken taimenen arvioitu vuotuinen säilyvyysaste mädistä vuosina 2009–2023 seuraavan syksyn kesänvanhoiksi poikasiksi sekä koko ajanjakson säilyvyysasteen keskiarvot ja keskihajonnat. Suuntaviivat kuvaavat kesänvanhojen poikasten vuotuisen säilyvyysasteen eli niiden vuosiluokkien välisen suhteellisen säilyvyyden suuntausta ajanjaksolla.

4.6 Veden lämpötila Arvajankoskessa

Veden vuorokautinen keskilämpötila Arvajankosken mittauspisteessä oli 14–15 °C syyskuun 2023 loppupuolella, ja lämpötila lähti voimakkaaseen laskuun lokakuun alussa (Kuva 7). Lämpötila laski joulukuun 2023 ensimmäisellä viikolla alle 1 °C, ja jonka alapuolella se pysyi yhtäjaksoisesti 4.4.2024 saakka. Lämpötila oli alimmillaan tammi- ja helmikuussa 0,3 °C. Lämpötila kohosi toukokuun 2024 aikana yhtäjaksoisesti ja jyrkästi ylittäen 20 celsiusasteen rajan 27.5., ja se oli touko-kesäkuun vaihteessa yhtäjaksoisesti 9 vuorokauden ajan vähintään 22 °C, ajanjakson vaihteluvälin ollessa 22,1–24,0 °C. Lämpötila laski kesäkuun toisella ja kolmannella viikolla 18 ja 20 °C välille, jonka jälkeen se kohosi uudelleen, ja se pysyi lähes yhtäjaksoisesti vähintään 20 asteessa kesäkuun viimeiseltä viikolta elokuun viimeisen viikon alkuun asti. Veden lämpötila kohosi suurimmillaan korkeimmillaan kesä-heinäkuun vaihteessa yhtäjaksoisesti 7 vuorokauden ajan yli 22 asteeseen, jakson vaihteluvälin ollessa 22,3–24,7 °C sekä uudelleen heinäkuun loppupuolella, jolloin lämpötila oli 11 vuorokauden ajan niin ikään yhtäjaksoisesti vähintään 22 °C (vaihteluväli 22,0–24,3 °C). Lämpötila kääntyi selkeään laskuun syyskuun puolivälistä alkaen, ja se oli lokakuun alussa 12 °C sekä lokakuun lopussa 6,5 °C.



Kuva 7. Veden vuorokautinen keskilämpötila Arvajankosken mittauspisteessä 18.9.2023–13.11.2024.

5. TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA

Kutupesälaskennan tulosten perusteella pitkäaikaisseurantakohteiden naaraskutukannat ovat koostuneet seurantajaksolla varsin pienistä emokalamääristä, Kivikoskessa keskimäärin 10, Kotakoskessa 6 ja Puukkoistenkoskessa 7 vuosittaisesta kutevasta yksilöstä, ja vastaavat vuotuiset vaihteluvälit ovat olleet 5–16, 1–13 ja 0–24 yksilöä. Siten kutupesälaskentojen perusteella mitään merkittävää muutosta niiden naaraskutukantojen koossa ei vuosina 2023–2024 tapahtunut aiempaan

havaintojaksoon verrattuna. Laskentamenetelmän epävarmuustekijöistä, kuten mahdollisesta kokoarvioharhasta huolimatta pitkäaikaisseurantakohteiden pesälaskentojen vuosien välinen vertailukelpoisuus pesämäärien ja kokoarvioiden osalta lienee varsin hyvä, joskin vuoden 2023 seurannassa Kota- ja Kivikosken laskenta-aloja jouduttiin hieman pienentämään suuren virtaaman takia (Nerg ja Syrjänen 2024). Vakiokoealojen alueellinen kattavuus (70 %) sekä edustavuus huomioiden pesien havaittu määrä lienee varsin todenmukainen minimiarvio Kivi-, Kota- ja Puukkoistenkoskien vuosittaisista naaraskutukantojen koosta. Vuotuisten kutupesien lukumäärän suuntaus on ollut koko seurantajaksolla vähintään lievästi nouseva kaikissa pitkäaikaisseurantakohteissa, mutta ei pesien tai naaraiden arvioiduissa keskipituuksissa, eikä mitään selkeää muutosta niissä ole vuosina 2023–2024 havaittavissa aiempiin seurantavuosiin verrattuna. Jos kokonaispituudeltaan kaikki yli 300 cm pituiset pesät, mikä vastaa tässä aineistossa keskimääräiseltä lovipituudeltaan vähintään 55-senttistä yksilöä, oletetaan järvivaeltajien tekemiksi, ja tulokset yleistetään sellaisenaan koskemaan koskien koko pinta-alaa, Kivikoskessa vaeltavien naaraiden osuus on ollut 0–4 per vuosi ja Kotakoskessa 0–2 per vuosi, eikä Puukkoistenkoskesta ole löydetty koko seurantajaksolla tämän kokoluokan pesiä lainkaan. Vähintään 300 cm pituisia pesiä, joskin vain yksittäisiä tai hyvin vähälukuisia, on havaittu kuitenkin aiempaa säännöllisemmin Kivikoskessa 2020-luvun alusta alkaen ja Kotakoskessa aiemmasta seurantajaksosta poiketen lähes vuosittain vuodesta 2015 lähtien, mikä saattaisi viitata järvivaeltaneiden naaraiden vähäiseen lisääntymiseen koskien kutukannoissa ja siten mahdollisesti myös heijastaa vuonna 2016 alkanutta luonnontaimenen rauhoitusta sekä Isojärven vuodesta 2013 vuoteen 2017 ja siitä edelleen vuoteen 2023 laskenutta verkkopyyntiponnistusta (Puranen ja Ranta 2024). Havaitut vähälukuiset suurikokoiset pesät, joiden määrä ei kuitenkaan ole viimeisimpien vuosien aikana lisääntynyt, voivat kuitenkin olla ainakin osaksi myös paikallisten naarastaimenten tai vain lyhytkestoisen ja osittaisen järvivaelluksen tehneiden naaraiden tekemiä. Ainakin Isojärven Päijälän osakaskunnan lupia ostaneille suunnatun vuoden 2023 kalastuskyselyn tulosten perusteella taimenen tila on järvessä edelleen hyvin heikko: saaliiksi saatiin vain yksi taimen vuonna 2023 aiemman kyselyn tapaan (Puranen ja Ranta 2018, 2024).

Hämeen kalatalouskeskuksen vuosina 2019–2022 tekemissä kutupesälaskennoissa Linkinkoskesta on löydetty vuosittain 0–1 ja Kotasalmenkoskessa 1–2 kutupesää, ja kaikkien havaittujen pesien kokonaispituus on ollut alle 200 cm (Ranta ja Puranen 2019, Ranta ym. 2021b, Ranta ym. 2022). Hassinkoskista ei ole ajallisesti kattavaa seurantatietoa olemassa, mutta vuosien 2007 ja 2010–2011 laskennoissa Ala-Hassinkoskesta löydettiin 2–3 pesää per vuosi, joista vain 1 oli kokonaispituudeltaan yli 200 cm ja Ylä-Hassinkoskesta vuonna 2011 3 alle 200 cm pituista pesää (Nerg ja Syrjänen 2024). Kalatalouskeskuksen tekemissä syksyn 2024 kutupesälaskennoissa Linkinkoskesta ei löydetty lainkaan taimenen kutupesää, Ala-Hassinkoskesta löydettiin 1, kokonaispituudeltaan yli 200 cm pituinen pesä sekä Ylä-Hassinkoskesta 1 ja Kotasalmenkoskesta 2 kutupesää, joiden kaikkien kokonaispituus oli alle 200 cm (Ranta ja Puranen 2024). Uusilla kalastusrajoituksilla ja Arvajankosken vaellusyhteyden avautumisella ei siten näytä olleen toistaiseksi merkittävää vaikutusta tämän työn pitkäaikaisseurantakohteiden naaraskutukantoihin, ja myös muissa seurantakohteissa ne koostuivat vuonna 2024 edelleen vain erittäin pienistä emokalamääristä ja pienikokoisista kutijoista tai pesiä ei löydetty niistä lainkaan.

Kivikosken kesänvanhojen taimenten poikastiheys syksyllä 2024 laski noin kolmanneksen edellisvuoteen verrattuna, mutta se oli kuitenkin edelleen hieman suurempi kuin tällä tai edeltävällä vuosikymmenellä keskimäärin. Puukkoistenkoskessa nollavuotiaiden poikasten tiheys syksyllä 2024 laski selvästi edellisvuosien ja viime vuosikymmenen keskiarvoihin verrattuna, ja tiheysarvio, vain 2

yksilöä / 100 m², oli yksi koko seurantajakson heikoimmista tuloksista. Kapalokoskesta ei saatu saaliiksi lainkaan taiminen luonnossa syntyneitä saati kesänvanhoja poikasia syksyllä 2024 kuten ei edellisenäkään vuonna, jolloin kosken sähkökalastusseuranta aloitettiin (Nerg ja Syrjänen 2024). Sen sijaan Arvajankoskesta saatiin syksyllä 2024 eli toisena seurantavuotena saaliiksi ensimmäistä kertaa nollavuotiaita taimenia, ja ikäryhmän tiheysarvio oli 9 yksilöä / 100 m².

Hämeen kalatalouskeskuksen vuoden 2024 sähkökoekalastuksien tulokset olivat erityisen heikkoja, sillä kesänvanhoja taimenia saatiin saaliiksi vain 2 yksilöä Ylä-Hassinkoskesta, mutta ei lainkaan Kota-, Linkin-, Ala-Hassinkosken tai pääreitille laskevan Salmijoen-Virtalanojan koealoilta (Ranta ja Puranen 2024). Kalatalouskeskuksen vuodesta 2006 tekemissä pitkäaikaisseurantakohteiden sähkökoekalastuksissa kesänvanhojen poikasten tiheyksissä on esiintynyt suurta vuosien välistä vaihtelua (Ranta ja Puranen 2024). Kotakoskessa kesänvanhojen poikasten tiheyksien vaihteluväli on ollut noin 0–41, Ylä-Hassinkoskessa 0–25 ja Ala-Hassinkoskessa 0–28 yksilöä / 100 m² vuosina 2006–2024, ja vastaavat ajanjakson keskitiheydet arviolta noin 8, 6 ja 9 yksilöä / 100 m². Hassinkoskissa saalis tosin lienee ainakin joinakin vuosina osin koostunut niihin tehdyistä pienpoikasistutuksista. Linkinkoskesta kesänvanhoja taimenia on saatu saaliiksi vain vähäisiä määriä satunnaisesti, tiheyden vaihdella 0–3 yksilöä / 100 m², vuotta 2014 lukuun ottamatta, jolloin tiheys oli 17 yksilöä / 100 m². Tiheysarviot ovat pyydystettävyydsarvolla korjaamattomia aaritiheyksiä, mutta niiden suuruusluokka lienee noin puolet pyydystettävyydsarvolla korjatuista tiheysestimaateista. Kesänvanhojen poikasten tiheysvaihtelu Ylä- ja Ala-Hassinkoskessa sekä Kotakoskessa vuodesta 2006 vuoteen 2020 näyttäisi olleen pääsääntöisesti samansuuntaista kuin tämänkin työn pitkäaikaisseurantakohteilla, ja vuosien 2021–2024 keskimääräinen tiheystaso näyttäisi myös niissä laskeneen edellisen vuosikymmenen keskiarvoon verrattuna kuten Puukkoistenkoskessakin (Ranta ja Puranen 2024).

Tässä työssä havaitusta kutupesien runsastumisesta huolimatta kesänvanhojen poikasten tiheyden kehityssuunta on ollut Kotakoskessa vuosittaisesta vaihtelusta huolimatta vastaavalla ajanjaksolla kokonaisuudessaan laskeva. Vuoden 2010 ennätystuloksen jälkeen kesänvanhojen poikasten pyydystettävyydsarvolla korjaamaton vuotuinen tiheysarvio koskessa on vaihdellut syklisesti ja voimakkaastikin 0–14 yksilön välillä vuodesta 2011 vuoteen 2020 (Ranta ja Puranen 2024). Vuonna estimoimaton aaritiheys oli 2021 9 yksilöä, ja tiheys on laskenut vuosittain siitä eteenpäin 4 ja 1,5 yksilöön / 100 m² vuosina 2022 ja 2023 sekä edelleen vuoteen 2024, jolloin nollavuotiaita poikasia ei saatu koealoilta lainkaan saaliiksi (Ranta ja Puranen 2024). Vaikka kutupesien vähäinen määrä koskessa on pysytellyt vuodesta 2018 melko vakaana, vuosien 2019 ja 2023 laskua lukuun ottamatta, kesänvanhojen poikasten tiheyskehitys on kuitenkin viime vuosina kääntynyt hyvin heikoksi.

Myös useiden muiden Kymijoen vesistön järviolueen seurantakohteiden 2000-luvun kesänvanhojen poikasten keskiarvotiheys oli suurimmillaan vuonna 2009 laskien sen jälkeen voimakkaasti ja se kohosi uudelleen viime vuosikymmenen puoliväliin, jonka jälkeen se oli pääsääntöisesti laskusuunnassa vuoteen 2021 (Ruokonen ym. 2022). Tiheys kohosi useimmilla seurantakohteilla vuosina 2022–2023, mutta kääntyi jälleen laskuun vuonna 2024 (Syrjänen ym. 2024b). Ainakin yksittäisten vuosien heikkojen tiheyksien taustalla lienevätkin alueelliset epäsuotuisat ympäristöolosuhteet, kuten kesäaikaiset korkeat lämpötilat sekä loppukesän ja alkusyksyn aikana vallinneet pienet virtaamat, jonka seurauksena kesänvanhojen poikasten suosimat elinympäristöt ovat kärsineet veden vähyydestä tai jääneet jopa kuiville (esim. Ruokonen ym. 2022). Samalla epäsuotuisat olosuhteet ovat voineet myös edesauttaa muiden lajien kesäaikaista runsastumista koskialueilla ja siten lisätä nollavuotiaisiin poikasiin kohdistunutta saalistusta sekä lajinsisäistä ja lajienvälistä kilpailua. Poikkeavat olosuhteet voivat tosin vaikuttaa myös poikasten tiheysarvioihin.

Esimerkiksi suuret sähkökoekalastuksen aikaiset virtaamat voivat vaikeuttaa liikkumista koealoilla ja taintuneiden poikasten havaitsemista, sekä lisätä poikasille soveltuvan elinympäristön määrää, joiden seurauksena kohteiden poikastiheysarviot voivat olla aliarvioita muihin vuosiin verrattuna. Kesänvanhojen poikasten tiheysarvioihin voinee vaikuttaa pidemmissä koskissa myös koealojen sijainti ja edustavuus suhteessa edellisvuoden kutupesien sijaintiin.

Korkeat lämpötilat kesällä 2024, erityisesti touko-kesäkuun ja kesä-heinäkuun vaihteessa sekä heinäkuun loppupuolella Arvajankoskessa havaitut jaksot, jolloin veden lämpötila oli yhtäjaksoisesti vähintään viikon ajan yli 22 °C, saattoivat lisätä taimenenpoikasten fysiologista stressiä ja kuolleisuutta (Elliott ja Elliott 2010) sekä edesauttaa muiden lajien kuten taimenenpoikasten saalistajina pidettyjen ahventen runsastumista koskialueilla. Lämpötilaseurannassa ei kuitenkaan havaittu taimenelle jo lyhytkestoisenaakin kriittisenä pidettyjä, yli 25 °C lämpötiloja tai talviaikaista alkioille mahdollisesti haitallista veden alijäähtymistä (Elliott ja Elliott 2010). Arvajankosken havainnot eivät kuitenkaan ehkä edusta suoraan reitin muiden, useiden erikokoisten järvien erottamien koskialueiden tilannetta. Vesi.fi-palvelusta saatavien epävirallisten mittaustulosten sekä simuloitujen, ilmeisesti ilman lämpötilahavaintoihin perustuvien lämpötila-arvioiden perusteella Puukkoistenkosken ja Kähöjoen välisen Pälämä-järven luusuan havaintopaikalla pintaveden lämpötilan kehitys oli kesällä 2024 varsin samankaltaista kuin Arvajankoskessa. Lämpötila kohosi suurimmillaan kesäkuun alussa noin 22,5, kesäkuun lopussa 23 sekä havainnoituna 21 mutta simuloituna noin 23 celsiusasteeseen heinäkuun lopussa (SYKE 2024a). Sen sijaan Kivikosken yläpuolisen Kivijärven havaintoaseman pintaveden lämpötila nousi epävirallisten mittausten perusteella kesäkuun alussa suurimmillaan noin 18, kesäkuun lopussa noin 19,5 ja vasta heinäkuun lopussa suurimmillaankin noin 21 asteeseen, joskin kesä-heinäkuussa simuloidut lämpötila-arviot kohosivat suurimmillaan noin 22,5–23 asteeseen (SYKE 2024c). Siten kesäaikaiset lämpötilaolosuhteet Kivikoskessa ovat saattaneet olla taimenen poikasille suotuisampia kuin reitin alemmilla koskilla. Kesänvanhojen poikasten arvioitu säilyvyysaste oli tosin myös Kivikoskessa heikko syksyllä 2024, vain puolet verrattuna seurantajakson keskiarvoon, mutta kuitenkin suurempi kuin Puukkoistenkoskessa. On myös mahdollista, että jo touko-kesäkuun vaihteessa nopeasti kohonnut veden lämpötila heikensi Arvajankosken alapuolelle sekä Kapalokoskeen toukokuun lopulla istutettujen 1-vuotiaiden taimenten menestymistä. Myös Hassinkoskien vuoden 2024 sähkökoekalastuksissa saaliiksi saatiin vain hyvin vähän niiden keväisistä istutuksista peräisin olevia 1-vuotiaita taimenia, ja tekijät arvioivat istutusten epäonnistuneen lähes täysin (Ranta ja Puranen 2024).

Lämpötila ei kuitenkaan ole ainoa taimenen alkioiden ja poikasten ensimmäisen kesän aikaiseen säilyvyyteen vaikuttava tekijä, vaan siihen voivat sen lisäksi vaikuttaa ainakin kutu-, alkio- ja poikasvaiheen poikkeavat virtaamaolosuhteet, veden fysikaaliskemiallinen laatu, predaatio, lajinsisäinen ja lajinvälinen kilpailu resursseista sekä emokalojen lisääntymiskelpoisuus. Veden fysikaaliskemiallinen laatu ei rajoittane mädin ja alkioiden säilyvyyttä reitillä, ja molemmissa säilyvyysarviokohteissa tehdyissä haudontakokeissa alkioiden säilyvyys kuoriutumiseen saakka on ollut korkea, 83–98 % (Syrjänen ym. 2008). Kivi- ja Puukkoistenkoskessa taimenen keskimääräinen säilyvyys mädistä kesänvanhoiksi poikasiksi oli seurantajaksoilla samaa suuruusluokkaa tai jopa hieman parempi kuin samalla menetelmällä arvioituna Kymijoen vesistön järviolueella sijaitsevilla Saajoessa vuosina 2015–2016 ja 2018–2021, Rutajoessa 2000–2021 ja Könkköjoessa vuosina 2009 ja 2011–2021, joissa se oli keskimäärin 0,04, 0,04 ja 0,03 (Koski ym. 2024). Tässä työssä havaittu säilyvyysasteen vuosien välinen vaihtelu oli kohtuullisen suurta molemmissa kohteissa, ja joinakin vuosina se jäi hyvin pieneksi tai olemattomaksi tai kohosi jopa poikkeuksellisen suureksi. Vaihtelu

vuotuudessa säilyvyysasteessa voi heijastaa vaihtelua ympäristöolosuhteissa, esimerkiksi korkeat kesäaikaiset lämpötilat ja pienet virtaamat ovat voineet heikentää säilyvyyttä joko suoraan tai välillisesti, rajoittamalla ensimmäisen kesän poikasille sopivien habitaattien määrää, lisäämällä muiden lajien runsautta koskialueilla ja siten lajienvälistä kilpailua sekä taimenenpoikasiin kohdistuvaa saalistusta. Havaintoaineisto oli kuitenkin pieni, ja siten ajallisen suuntauksen osalta altis poikkeamille. Puukkoistenkoskessa poikkeavan havainnon poistamisen myötä vuotuisen säilyvyysasteen laskeva ajallinen suuntaus olisi muuttunut huomattavasti selkeämmin negatiiviseksi. Suuntaus saattaisi siten ollakin ”todellinen”, ja viitata pienen, mahdollisesti vain paikallisista yksilöistä koostuvan taimenpopulaation heikentyneeseen lisääntymismenestykseen. Kutupesäaineiston perusteella kosken naaraskutukanta onkin koostunut koko seurantajaksolla vain pienikokoisista ja pääsääntöisesti varsin harvalukuisista yksilöistä, vapaasta vaellusyhteydestä huolimatta.

Tässä työssä ei kuitenkaan arvioitu mätitiheyden ja poikastiheyden välistä riippuvuussuhdetta, eli missä määrin naaraskutukannan koko ohjaa seuraavan syksyn kesänvanhojen poikasten tiheyttä. Alustavan tarkastelun perusteella selkeää positiivista korrelaatiota niiden välille ei kummassakaan kohteessa näyttäisi vuonna 2009 alkaneella seurantajaksolla syntyvän (tekijät, julkaisematon). Vaikuttaisi siis siltä, että niiden taimenen kesänvanhojen poikasten määrää ovat edeltävän 15 vuoden aikana säädelleet voimakkaasti myös muut tekijät kuin naaraskutukannan runsaus. Myös Kymijoen vesistöalueen taimenkantojen pitkäaikaisseurannoissa kesänvanhojen poikasten tiheys on pysynyt 2000-luvulla matalahkona useissa tärkeimmiksi arvioiduissa seurantakohteissa niiden kutupesien lisääntyneestä lukumäärästä huolimatta, mikä myös viittaa heikentyneeseen säilyvyyteen mädistä kesänvanhoiksi poikasiksi (Ruokonen ym. 2022, Syrjänen ym. 2024a, 2024b). On mahdollista, että esimerkiksi vuotuisten kutupaikkojen sijainnin ja mätimäärän sekä virtaamien vaihtelu ovat voineet vaikuttaa jossain määrin poikasten varhaisvaiheen säilyvyyteen sekä kesänäikaisen levittäytymisen laajuuteen, ja siten heijastua myös kesänvanhojen poikasten vakiokoealojen tiheys- sekä edelleen säilyvyysarvioihin. Kivi- ja Puukkoistenkosken soveltuvan fyysisen elinympäristön laatu tai sen määrä, saati niiden kantokyky tuskin kuitenkaan toimii niiden taimenpopulaatioiden kasvun ensisijaisena rajoittavana tekijänä, ja erityisesti pinta-alaltaan pienehkön Kivikosken yläosan sähkökoekalastusalat ovat kattaneet vuosittain sen koskimaisesta osuudesta valtaosan. Molemmissa kohteissa kesänvanhojen poikasten tiheys oli huomattavasti suurempi koskien kunnostusta edeltävänä ja sitä seuraavalla jaksolla vuosina 1984–2000. Kivikoskessa se oli tuolloin keskimäärinkin hieman yli nelinkertainen ja Puukkoistenkoskessa hieman yli kaksinkertainen säilyvyyden tarkastelujaksoon verrattuna, ja huolimatta siitä, että myös vanhempien poikasten tiheys, jolla on saattanut ajoittain olla vaikutusta kesänvanhojen poikasten elinympäristön valintaan (esim. Kaspersson ym. 2012) ainakin Kivikoskessa, oli tuolloin huomattavasti suurempi (Luke 2024).

Vuotuinen säilyvyysaste on kuitenkin säilyvyyden suhteellinen mittari, ja Puukkoistenkosken laskeneeseen sekä Kivikosken romahtaneeseen tiheystasoon juurisyy lieneekin niiden pieni ja pienikokoisista, kutupesälaskennan perusteella täysin tai valtaosin paikallisista emoista koostunut naaraskutukanta, eivätkä ympäristöolosuhteet. Vaeltavien suurikokoisten naaraiden on havaittu olevan vähälukuisinakin keskeinen jälkeläistuoton runsauteen vaikuttava tekijä vaellus- ja paikallisista taimenista koostuvassa populaatiossa (Goodwin ym. 2016). Suurten järvivaeltavien naaraiden ja suurten poikastiheyksien välisestä yhteydestä tehtiinkin havaintoja Kivikoskella vielä 1990-luvulla (Eloranta, julkaisematon; ks. esim. Ruokonen ym. 2022). Vaellukselle lähtevien yksilöiden vähyys pienten poikastiheyksien vallitessa voi olla seurausta vähäisestä ravintokilpailusta (Olsson ym. 2006, Wysujack ym. 2009), mutta vaellustaipumuksen on osoitettu määräytyvän myös

perimän kautta (Ferguson ym. 2019, Vainikka ym. 2023). On mahdollista, että pitkäaikainen valikoiva kalastuskuolleisuus ja mahdollisesti jo reitillä aikoinaan sijainneet vaellusesteet ovat vaikuttaneet myös perimän kautta vaeltavien yksilöiden vähyteen.

Kapalokoskesta ei löydetty taimenen kutupesiä tai saatu saaliiksi luonnossa syntyneitä saati taimenenpoikasia, joita oli istutettu 1-vuotiaina koskeen toukokuussa 2024, syksyn 2024 seurannoissa. Kutupesiä ei löydetty alueelta edellisenkään vuonna, ja sähkökoekalastuksessa syksyllä 2023 koskesta saaliiksi saatiin vain yksittäinen istukastaimen, joka oli mahdollisesti peräisin saman vuoden keväällä koskeen tehdystä istutuserästä (Nerg ja Syrjänen 2024). Nivamainen ja putouskorkeudeltaan vaatimaton virtavesijakso kunnostettiin 1990-luvulla, mutta silmämääräisesti arvioituna se tarjoaa vain niukasti taimenenpoikasille yleisesti soveltuvana pidettyä habitaattia. Pääuoman eteläpuolisessa, niska-alueen kivirakennelmalla padotussa sivu-uomassa ei havaittu lainkaan läpivirtausta syksyn 2023 sähkökalastuksen aikana vallinneessa alivirtaamatilanteessa (Nerg ja Syrjänen 2024). Kapalokoskessa saattaisi täydennyskunnostuksen, esimerkiksi sivu-uoman vesityksen myötä olla paremmin ainakin pienimuotoista potentiaalia toimia taimenen kutu- ja poikasympäristönä, joskin jo pieni putouskorkeus voi olla poikaselinympäristön soveltuvuutta rajoittava tekijä. Ajallisesti kattavaa seurantatietoa koskesta ei ole, mutta alueelta vuonna 2011 löydetty kutupesät kuitenkin osoittavat, että taimenet ovat kelpuuttaneet sen kutupaikakseen (Nerg ja Syrjänen 2024). Kutupesien ja sen myötä luonnossa syntyneiden poikasten puuttumiseen koskesta voi siten olla syynä jo reitin taimenkantojen nykyinen heikko tila.

Arvajankoskesta saatiin vuoden 2023 sähkökoekalastuksessa saaliiksi vain yksittäinen, istutettua alkuperää oleva taimen eikä kutupesälaskennassa löydetty yhtään kutupesää (Nerg ja Syrjänen 2024). Syksyn 2024 sähkökoekalastuksessa koskesta saatiin kuitenkin saaliiksi kesänvanhoja taimenenpoikasia. Koskeen ei istutusrekisteritietojen ja Seppolan osakaskunnalta (Jouko Palmroth, suullinen tiedonanto) ja ELY-keskukselta saatujen tietojen (Veli-Matti Paananen, sähköpostiviesti) tai kalatalouskeskuksilta tehtyjen kyselyjen perusteella (Tuomo Laitinen, KSVY, suullinen tiedonanto) ole tehty taimenen mäti- tai pienpoikasistutuksia (< 1-vuotiaat) vuonna 2024. Näyttääkin siltä, että edellistalvena tehdyssä Arvajankosken kutupesäkartoituksessa ei havaittu koskialueella sijainneita kutupesiä, mahdollisesti kuitenkin vain yksittäistä kutupesää. Kutupesien havaitseminen tuoreesta kunnostussorasta on usein vaikeaa, sillä pesät erottuvat huonosti ympäröivästä sorasta. Kutupesälaskentaa myös jouduttiin siirtämään tammikuulle, jolloin osa koskialueesta oli jääkannen peittämänä. On myös mahdollista, että kutupesä tai -pesät ovat sijainneet tuolloisen laskenta-alueen ulkopuolella. Syksyn 2024 kutupesälaskennassa, jossa havainnointialaa laajennettiin edellisvuoteen verrattuna, havaittu yksittäinen, arvioidulta lovipituudeltaan 43 cm pituisen naaraan tekemä kutupesä sijaitsi kosken niskakynnyksenä toimivan pohjapadon nielussa, varsinaiseksi kutu- ja poikaselinympäristöksi kunnostetun alueen yläpuolella. Vähäkivinen ja suojaaton niska-alue saattaisi soveltua jo pienimuotoisenkin täydennyskunnostuksen, lisäSORASTUKSEN ja suurikokoisen kiviaineksen lisäämisen myötä paremmin taimenen kutualueeksi.

Tulosten ja saatujen tietojen perusteella näyttää siltä, että taimenen luontainen lisääntyminen Arvajankoskessa on alkanut jo vuonna 2023. Mahdollista tulevaa kehitystä arvioidessa on ainakin huomioitava taimenen, myös vaeltavan luontaisen taimenen nykyinen heikko tila Päijänteessä ja Arvajän reitillä, lajin pitkä elinkierto, etäisyys muista taimenen kutukoskista sekä nykyisten kalastusrajoitusten ja tulevien vuosien ympäristöolosuhteidenkin mahdollinen vaikutus. Kahdessa muussa vaellusesteiden poiston ja koskikunnostuksen myötä taimenille viime vuosina avautuneissa Kymijoen vesistön järviolueen virtavesikohteessa, Äänekosken Mämmenkoskessa ja Kangasniemen Vuojakoskessa taimenen luontainen kotiutuminen on ollut toistaiseksi hidasta tai olematonta, ja sen

ensisijaisena rajoittavana tekijänä näyttäisi olleen vaeltavien kutukalojen vähyys, ei saatavilla olevan kutu- ja poikaselinympäristön laatu tai määrä (Nerg ym. 2024). Toisaalla esimerkiksi Vuoksen päävesistössä sijaitsevista Vuokalan reitin Sahakoskista poistettiin kaksi patoa vuonna 2021, ja koskissa havaittiin kaksi kutupesää seuraavana syksynä ja jo kahdeksan pesää syksyllä 2023 (Nerg ym. 2024). Pesämäärä koskissa runsastui nopeasti, mahdollisesti saimaannorpan suojelun sekä alueen kalatalousalueiden aloitteista tehtyjen tehostettujen kalastuskieltojen ja -rajoitusten vuoksi. Myös Arvajankosken kalatien toimivuuden tarkkailuseurannan tulokset osoittavat, että vaikka toukokuun puolivälin ja kesäkuun puolivälin sekä elokuun lopun-syyskuun alun aikana 2024 toteutetuissa nousukalojen rysäpyynnissä ei saatu saaliiksi taimenia, kalatien toimivuus ei rajoita pienikokoistenkaan taimenten kulkua, ja ainakin istutetut taimenen poikaset ovat kelpuuttaneet luonnonmukaiseksi rakennetun kalatieuoman myös alkukesän aikaiseksi elinympäristökseen (Leppänen 2024). Nähtäväksi jääkin, miten Arvajankosken taimenen kutupesien määrä ja koko sekä luonnossa syntyneiden poikasten tiheys tulevat tulevina vuosina kehittymään.

Vuoden 2023 kalastuskyselyn perusteella pyydyskalastuksen pyyntiponnistus Isojärvessä on laskenut selvästi vuosien 2013 ja 2017 tasosta, ja muikkuverkkojen sekä solmuväliltään 50–54 mm verkkojen osalta pyyntiponnistus on lähes puolittunut vuodesta 2017 vuoteen 2023, joskin alueellisesti tarkasteltuna esimerkiksi 50–54 mm verkkojen osalta Kivikoskea lähimmän Kiviselän-Isojärvenlahden alueella muutos on ollut huomattavasti pienempi (Puranen ja Ranta 2024). Todennäköistä on, että jo siikaistutusten väheneminen 2010-luvulta alkaen heijastaa myös verkkopyynnin vähenemistä ainakin reitin pienemmillä välijärvillä (Nerg ja Syrjänen 2024), ja verkkopyyntiponnistuksen lasku on ollut yleinen suuntaus useilla keskisuomalaisilla järvillä 2000-luvulla (Pohjola 2018). Luonnontaimenen rauhoituksesta, järviolueiden pyyntiponnistuksen laskusta (Ranta ym. 2021a, Puranen ja Ranta 2024) sekä uusista alueellisista ja ajallisista kalastusrajoituksista -ja kielloista huolimatta reitin vaeltaviin yksilöihin tulee kohdistumaan todennäköisesti tulevaisuudessakin sivusaaliskuolleisuutta muun kalastuksen myötä. Reitin suurimman välijärven, Pälämän pääaltaalle ei ole asetettu solmuvälirajoituksia, eivätkä voimassa olevat Isojärven ja Päijänteen solmuvälirajoitukset yksin takaa taimenelle vähintään yhden kutukerran periaatteen toteutumista.

Saalis seurantojen ja merkintäpalautusaineistojen perusteella solmuväliltään 50–59 mm verkot pyytävät tehokkaimmin noin 45–55-senttisiä taimenia ja solmuväliluokan saalisjakaumassa esiintyy myös yleisesti 35–60-senttisiä yksilöitä (esim. Valkeajärvi 1993, Syrjänen ym. 2010). Siten kyseisellä solmuväliluokalla vaeltavaan taimeneen kohdistuu kalastuskuolevuutta kasvusta ja vaellusiästä riippuen viimeistään ensimmäisen järviuuden päättymisestä alkaen yhtäjaksoisesti aina sukukypsyyden saavuttamisen minimikokoon saakka. Päijänteen verkkokalastuksen taimenen kokonaissaaliista saatiin 68 % solmuväliltään 50–55 mm verkoilla, josta avovesiaikaisen saaliin osuus oli 96 %, vuonna 2020 (Ranta ym. 2021a). Myös järviolueiden vapakalastus, esimerkiksi moottoriuistelu, voi aiheuttaa taimenille merkittäväkin kuolleisuutta, erityisesti jos käytettyihin menetelmiin, välineisiin ja vapautettavien kalojen käsittelyyn ei kiinnitetä riittävää huomiota. Vapakalastuksen kasvaneesta merkityksestä kertonee se, että Päijänteellä vapakalastuksen osuus oli jo lähes puolet, 47,8 %, taimenen kokonaissaaliista vuonna 2020 (Ranta ym. 2021a). Kalastuksen sovittaminen luonnontaimenen suojeluun lienee haastava yhtälö, mutta nykytilanteessa vähäinen, jo yksittäistenkin vaeltavien yksilöiden sivusaaliskuolleisuus voi olla reitin taimenkantojen elpymistä rajoittava tekijä. On myös mahdollista, että harvaan asutun alueen rauhoitetuilla koskilla ja reitin kapeikkoalueilla on voinut esiintyä paikoitellen salakalastusta. Arvajankoskella salakalastuksesta

havaintoja ovat tehneet alueen asukkaat, ja tuoreita merkkejä siitä löydettiin myös kalatien toimivuuden seurantatutkimuksen yhteydessä kesällä 2024 (Leppänen 2024).

Isojärvässä taimenen tila lienee edelleen erittäin heikko vuoden 2023 kalastustiedustelun perusteella (Puranen ja Ranta 2018, 2024). Reitin välijärviltä ei ole olemassa ajantasaista seurantatietoa taimenen osalta, mutta koskien nykyisten kutupesämäärien ja niiden koon sekä poikastiheysarvioiden perusteella vaeltavien yksilöiden määrä niissä lienee vähäinen. Nykytilanteen selville saaminen vaatisi kuitenkin tietoa, esimerkiksi taannoisten reitillä tehtyjen merkintätutkimusten (Syrjänen ja Valkeajärvi 2010, Syrjänen ym. 2014) uusimista. Päijänteen luonnontaimenkannat heikkenivät jo 1800-luvulta alkaen, ja alueen vaeltavat kutukannat romahtivat 1970-luvulle tultaessa (Hurme 1965, Syrjänen ja Valkeajärvi 2010, Syrjänen 2018), jonka jälkeen Päijänteen taimensaalis on ollut käytännössä lähes täysin istutusten varassa. Osakaskuntien lupia ostaneiden kalastajien arvioitu taimensaalis koko Päijänteen alueella oli 4982 kg vuonna 2020 (Ranta ym. 2021a). Päijänteen yhtenäislupia vuosina 2019–2023 ostaneille uistelijaille suunnatussa kalastuskyselyssä vuosittainen arvioitu taimensaalis vaihteli 5000 ja 8040 yksilön välillä, ja rasvaevällisten taimenten, joista osa voi olla peräisin mäti- ja pienpoikasistutuksista tai rasvaevältään regeneroituneita, arvioitu vuosittainen saalisosuus oli 274–501 yksilöä, eli 4–8 % (Anon. 2024). Pohjois-Päijänteen rysäsaalis seurannassa luonnonkalojen osuus taimensaaliista oli 10 ja 7 % vuosina 2019 ja 2020 (Ruokonen ym. 2022). Sukukypsiä, vähintään 60 cm pituisia luonnonkaloja rysäpyynnissä saatiin saaliiksi vain 1 vuonna 2019 ja 3 vuonna 2020, ja niiden osuus rysäpyynnin taimensaaliista oli 0,9 ja 1,9 % (Ruokonen ym. 2022).

6. YHTEENVETO JA SEURANTASUOSITUKSET

Vuosien 2023–2024 taimenseurantatulosten perusteella reitin ja Päijänteen uusilla kalastusrajoituksilla ja Arvajankosken vaellusyhteyden avautumisella ei ole toistaiseksi ollut havaittavaa positiivista vaikutusta tämän työn pitkäaikaisseurantakohteiden ja Kapalokosken taimenen naaraskutukantoihin tai niiden kesänvanhojen poikasten runsauteen. Pitkäaikaisseurantakohteiden naaraskutukannat ovat yhä koostuneet pienistä emokalamääristä, ja mahdollisten vaeltavien naaraiden määrä on ollut edelleen hyvin pieni Kivi- ja Kotakoskessa. Myös Hämeen kalatalouskeskuksen reitin muilla koskilla tekemien seurantojen tulosten perusteella taimenen kutukantojen tila ei ole niissä parantunut, eikä useimmista seurantakohteista saatu vuonna 2024 saaliiksi kesänvanhoja poikasia lainkaan (Ranta ja Puranen 2024). Erityisesti Kotakosken taimenen lisääntymismenestys näyttäisi laskeneen huolestuttavan heikoksi. Toimenpiteiden jälkeinen seurantajakso on tosin ollut hyvin lyhyt, ja ainakin vuoden 2024 heikkoihin ja heikentyneisiin kesänvanhojen poikasten tiheyksiin vaikuttivat todennäköisesti voimakkaastikin kesäaikaiset ympäristöolosuhteet. Reitin ja Päijänteen luontaisten taimenkantojen heikon tilan sekä taimenen pitkäikäisyyden, vähintään 5–6 vuotta kestävä elinkierron sekä jo ympäristötekijöistäkin johtuvien runsausvaihteluiden myötä Arvajankosken kunnostuksen ja kalatien avaamisen sekä nykyisten kalastusrajoitusten mahdolliset vaikutukset reitin taimenen tulevatkin luultavasti näkymään vasta useiden vuosien kuluttua.

Positiivista kuitenkin on erityisesti taimenen luontaisen lisääntymisen käynnistyminen Arvajankoskessa. Myös Kivikosken kesänvanhojen taimenen poikasten tiheys on kohentunut vuosina 2023–2024 kahden edeltävän heikon vuoden jälkeen tämän vuosituhannen aikaisten seurantojen keskitasolle, joskin sitä edeltävään tasoon lienee vielä pitkä matka.

Taimenen luontaista lisääntymistä ja esiintymistä reitin koskissa olisi edelleen tärkeää seurata kutupesälaskennalla ja sähkökoekalastuksella sekä arvioida alkioiden säilyvyyttä mädistä kesänvanhoiksi poikasiksi. Seurannalla voidaan havaita, muuttuuko taimenen naaraskutukantojen koko, niiden kokorakenne sekä poikastiheys ja poikasten säilyvyys Arvajankosken kunnostuksen ja kalatien avaamisen sekä reitille ja Päijänteeseen asetettujen uusien kalastusrajoitusten myötä tulevina vuosina. Erityisesti merkintätutkimuksen avulla olisi mahdollista selvittää, vieläkö reitin koskilta lähtee taimenia syönnösvaellukselle Isojärveen, reitin välijärviin ja Päijänteeseen sekä edelleen järviltä takaisin koskiin kudulle. Vain seurannalla voidaan arvioida kunnostustöiden sekä kalastusrajoitusten tavoitteiden toteutumista ja niiden vaikuttavuutta reitin taimenkantojen tilaan.

KIITOKSET

Iso kiitos UPM:lle, jonka virtavesiohjelman rahoitus mahdollisti vuoden 2024 seurantahankkeen toteutumisen, ja sen myötä ainutlaatuisen pitkän, nyt jo peräti 41 vuoden yhtäjaksoisen taimenkantojen seurantatutkimuksen jatkuvuuden Arvajan reitillä. Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Vision Kimmo Sivonen teki syksyn 2024 pitkäaikaisseurantakohteiden kutupesälaskennat, mistä erityiskiitos Kimmolle sekä toimeksiantajana toimineelle Konneveden kalatutkimus ry:lle. Kiitos kaikille vuosien 1984–2023 seurantoihin osallistuneille ja niihin myötävaikuttaneille henkilöille Keski-Suomen ELY-keskuksesta ja sen edeltäjäorganisaatioista, Jyväskylän yliopistosta, Kala- ja vesistötutkimus Vesi-Visiosta, Luonnonvarakeskuksesta, Konneveden kalatutkimus ry:stä sekä Keski-Suomen vesi ja ympäristö ry:stä. Kiitämme yhteistyöstä KVVY Tutkimus Oy:tä, Arvajan reitin osakaskuntia sekä Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousaluetta ja Hämeen kalatalouskeskusta. Toivomme yhteistyömme jatkuvan myös tulevaisuudessa asianomaisten tahojen kanssa.

LÄHDELUETTELO

- Anon. 2024. Päijänteen uistelutiedustelu 2019–2023. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalue. 8 s. https://www.ekpk.fi/ekpk/attachments/ekpk/text_editor/9270.pdf?name=P%C3%A4ij%C3%A4nteen%20uistelutiedustelun%20tuloksia%202019-2023
- Bohlin T., Hamrin S., Heggberget T., Rasmussen G. & Saltveit S. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9–43.
- Crisp D. T. & Carling P. A. 1989. Observations on siting, dimensions and structure of salmonids' redds. *Journal of Fish Biology* 34: 119–134.
- Elliott J.M. 1995. Fecundity and egg density in the redd for sea trout. *Journal of Fish Biology* 47: 893–901.
- Elliott J.M. & Elliott J.A. 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77: 1793–1817.
- Ferguson A., Reed T.E., Cross T.F., McGinnity P. & Prodöhl P.A. 2019. Anadromy, potamodromy and residency in brown trout *Salmo trutta*: the role of genes and the environment. *Journal of Fish Biology* 95: 692–718.
- Goodwin J.C.A., Andrew King R., Iwan Jones J., Ibbotson A. & Stevens J.R. 2016. A small number of anadromous females drive reproduction in a brown trout (*Salmo trutta*) population in an English chalk stream. *Freshwater Biology* 61: 1075–1089.

- Havumäki M. & Ranta T. 2018. Päijänteen järvitaimenen tila ja tulevaisuus. Pohjois- ja Etelä- ja Keski-Päijänteen kalastusalueet. Keski-Suomen Kalatalouskeskus ry ja Hämeen Kalatalouskeskus. 51 s.
- Heinimaa P., Valkeajärvi P., Syrjänen J., Sivonen K. & Sivonen O. 2015. Keski-Suomen taimenseurannat vuosina 2013–2014. Konneveden kalatutkimus ry:n työraportteja 1/2015: 1–7.
- Heinimaa P., Syrjänen J., Kivinen J., Sivonen O., Sivonen K., Keskinen T. & Valkeajärvi P. 2016. Keski-Suomen taimenseuranta vuonna 2015. Konneveden kalatutkimus ry. Konneveden kalatutkimus ry:n työraportteja, 1/2016: 9 s.
- Hurme S. 1965. Päijänne lohivetenä. *Erämies* 11/1965: s. 1–16.
- Junge C.O. & Libosvarsky, J. 1965. Effect of size selectivity on population estimates based on successive removals with electric fishing gear. *Zoologické Listy* 14: 171–178.
- Kaspersson R., Höjesjö J. & Bohlin T. 2012. Habitat exclusion and reduced growth: A field experiment on the effects of inter-cohort competition in young-of-the-year brown trout. *Oecologia* 169: 733–742.
- Koljonen M.-L., Syrjänen J. T., Koskiniemi J. ja Heinimaa P. 2018. Päijänteen ja sen latvavesien taimenkantojen geneettiset resurssit. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 6/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 56 s.
- Koski A., Koljonen S. & Syrjänen J. 2024. Fast Colonization of Wild Brown Trout in Nature-Like Compensation Channel. *River Research and Applications*. Early online. <https://doi.org/10.1002/rra.4388>
- Leppänen A. 2022. Arvajankosken kalatien toimivuuden tarkkailusuunnitelma. KVVY Tutkimus Oy 2022. Kirje nro 681/22: 12 s.
- Leppänen A. 2024. Arvajankosken kalatien toimivuuden tarkkailu vuonna 2024. Tutkimusraportti. KVVY Tutkimus Oy 2024: 1–11.
- Luonnonvarakeskus, Luke. 2024. Koekalastusrekisteri/Sähkökoekalastus. https://wwwp2.ymparisto.fi/koekalastus_sahko (15.12.2024)
- Nerg S. & Syrjänen J. Arvajan reitin taimenseuranta 2023. Keski-Suomen vesi ja ympäristö ry, Työraportit 1/2024: 1–25.
- Nerg S., Piipari H., Väättäin R., Koski A. ja Syrjänen J. 2024. Vaelluskalat uusissa koskiuomissa Järvi-Suomessa. Sisältöraportti vuosilta 2023–2024. Keski-Suomen vesi ja ympäristö ry, Työraportit 2/2024: 1–33.
- Olsson I.C., Greenberg L.A., Bergman E. & Wysujack K. 2006. Environmentally induced migration: the importance of food. *Ecology Letters* 9: 645–651.
- Palm D., Losee J., Andersson S., Hellström G., Holmgren A. & Spong G. 2023. Dispersal of brown trout (*Salmo trutta* L.) fry in a low gradient stream: implications for egg stocking practices. *River Research and Applications* 39: 790–796.
- Palm D., Losee J., Holmgren A., Englund J.-E. & Hellström G. 2024. Effects of egg stocking on density, distribution, and size of young-of-year brown trout (*Salmo trutta*) in a large boreal river in northern Sweden. *Fisheries Management and Ecology* 31, e12658. <https://doi.org/10.1111/fme.12658>
- Pohjola J.P. 2018. Kalastuksen muutokset Keski-Suomessa – Osakaskuntien raportoinnin hyödyntäminen. Pro gradu tutkielma, Jyväskylän yliopisto. 65 s.
- Puranen M. & Ranta T. 2018. Isojärven kalastustiedustelu 2017 & vuosien 2011–2017 kirjanpitokalastukset. Hämeen kalatalouskeskuksen raportti nro 2/2018: 17 s.
- Puranen M. & Ranta T. 2024. Isojärven kalastustiedustelu koskien vuotta 2023 sekä kirjanpitokalastukset ja siikanäytteet. Hämeen kalatalouskeskuksen raportti nro 2/2024: 17 s.
- Päijälän osakaskunta 2023. Osakastiedote Isojärvellä kalastaville 2023. https://www.ekpk.fi/ekpk/attachments/ekpk/text_editor/8030.pdf?name=Luvanmyyntitiedote%20P%C3%A4ij%C3%A4n%20ok%202023
- Ranta T. & Puranen M. 2019. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalastusalueen sähkökoekalastukset ja kutupesälaskennat v. 2019. Hämeen kalatalouskeskuksen raportti nro 4/2019: 44 s.

- Ranta T. & Puranen M. 2022. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalueen käyttö- ja hoitosuunnitelma 2022-2031. Hämeen kalatalouskeskus. 77 s.
- Ranta T. & Puranen M. 2024. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalueen sähkökoekalastukset ja kutupesälaskennat v. 2024. Hämeen kalatalouskeskuksen raportti nro 10/2024: 39 s.
- Ranta T., Puranen M. & Mäkinen P. 2021b. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalueen sähkökoekalastukset ja kutupesälaskennat v. 2021. Hämeen kalatalouskeskuksen raportti nro 12/2021: 44 s.
- Ranta T., Puranen M. & Mäkinen P. 2022. Etelä- ja Keski-Päijänteen kalatalousalueen sähkökoekalastukset ja kutupesälaskennat v. 2022. Hämeen kalatalouskeskuksen raportti nro 4/2022: 44 s.
- Ranta T., Puranen M., Salonen S. & Havumäki M. 2021a. Päijänteen kalastustiedustelu 2020. Hämeen Kalatalouskeskus ja Keski-Suomen Kalatalouskeskus. 26 s.
- Ruokonen T., Syrjänen J., Sivonen K., Havumäki M., Helisevä R., Keskinen T. & Heinimaa P. 2022. Taimenen poikastiheys ja kutukanta Kymijoen vesistön järviolueen virtavesissä. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 14/2022: 26 s.
- Suomen ympäristökeskus, SYKE. 2023. Pintavesien tilan tietojärjestelmä, vedenlaatu -VESLA, Herttatietokanta, avoimet ympäristötietojärjestelmät. <https://ckan.ymparisto.fi/dataset/pintavesien-tilan-tietojarjestelma-vedenlaatu-vesla> (20.10.2023).
- Suomen ympäristökeskus, SYKE. 2024a. Vesi.fi -Asiantuntijan työpöytä. Vesistöennusteet: Kymijoen vesistöalue – Pälämä.. <https://wwwi2.ymparisto.fi/i2/14/1142621001y/wqfi.html> (3.12.2024)
- Suomen ympäristökeskus, SYKE. 2024b. Vesikartta-karttapalvelu, avoimet ympäristötietojärjestelmät. <https://paikkatieto.ymparisto.fi/vesikartta> (29.11.2024).
- Suomen ympäristökeskus, SYKE. 2024c. Vesi.fi -Asiantuntijan työpöytä. Vesistöennusteet: Kymijoen vesistöalue – Isojärvi. <https://wwwi2.ymparisto.fi/i2/14/1142631001x/wqfi.html> (3.12.2024)
- Syrjänen J. & Valkeajärvi P. 2010. Gillnet fishing drives lake-migrating brown trout to near extinction in the Lake Päijänne region, Finland. *Fisheries Management and Ecology* 17 (2): 199–208.
- Syrjänen J., Valkeajärvi P. & Heinimaa S. 2010. Taimenistukkaiden tuotto, kalastus ja vaellukset Päijänteeseen pohjoisesta laskevissa reittivesissä vuosina 1990–2005. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia 1/2010: 1–30.
- Syrjänen J., Sivonen K. & Heinimaa P. 2024a. Keski-Suomen taimenseuranta vuonna 2023. Konneveden kalatutkimus ry. Raportti. 10 s.
- Syrjänen J., Sivonen K. & Heinimaa P. 2024b. Keski-Suomen taimenen sähkökoekalastukset vuonna 2024. Konneveden kalatutkimus ry. Raportti. 6 s.
- Syrjänen J., Sivonen K., Sivonen O. & Valkeajärvi P. 2013. Taimenen kutupesälaskenta – menetelmät ja esimerkkituloksia. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 9/2013: 28 s.
- Syrjänen J., Kiljunen M., Karjalainen J., Eloranta A. & Muotka T. 2008. Survival and growth of brown trout embryos and the timing of hatching and emergence in two boreal lake outlet streams. *Journal of Fish Biology* 72: 985–1000.
- Syrjänen J., Sivonen K., Sivonen O., Ruokonen T., Haatanen J., Honkanen V., Kivinen J., Kotakorpi M., Majuri P., Oraluoma M., Sarpakunnas M., Vesikko I., Heinimaa P., Timperi S. & Valkeajärvi P. 2014: Virtavesillä merkittyjen taimenten vaellukset ja pyynti Kymijoen vesistön järvillä vuosina 1999–2013. Riista- ja kalatalous. Tutkimuksia ja selvityksiä 6/2014: 32 s.
- Syrjänen J.T., Vainikka A., Louhi P., Huusko A., Orell P. & Vehanen T. 2018. History, conservation, and management of adfluvial brown trout stocks in Finland. Teoksessa: Lobón-Cervía J. & Sanz N. (toim.) *Brown Trout: Biology, Ecology and Management*. s. 697–733.
- Sähköinen istutustietojärjestelmä, SÄHI. 2024. <https://sahi.mmm.fi/#/login>. (15.12.2024).
- Tähtö V. 2018. Arvajan reitin hoito- ja käyttösuunnitelma. Keski-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 19 s.
- Urho L., Koljonen M.-L., Saura A., Savikko A., Veneranta L. & Janatuinen A. 2019. Kalat. Julkaisussa: Hyvärinen E., Juslén A., Kemppainen E., Uddström A. & Liukko U-M. (toim.). *Suomen lajien*

uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. s. 549–555.

- Vainikka A., Elvidge C.K., Prokkola J.M., Lemopoulos A., Vornanen M., Härkönen L.S., Alioravainen N. & Hyvärinen P. 2023. Two-generation common-garden experiment reveals a strong genetic contribution to migration tendency in brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 00: 1–16. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2022-0304>
- Valkeajärvi P. 1993. Taimenen kutukanta, kalastus ja verkkojen valikoivuus Konnevedessä. *Suomen Kalatalous* 59: 43–56.
- Valkeajärvi P., Syrjänen J., Sivonen K. & Vesikko I. 2011. Vieläkö on villejä järvitaimenia - Keski-Suomen järvitaimenhanke 2010. RKTL:n työraportteja 2/2011. 14 s.
- Valkeajärvi P., Syrjänen J., Eloranta A., Kivinen J., Sivonen K., Sivonen O. & Vesikko I. 2012. Vieläkö on villejä järvitaimenia - Keski-Suomen taimenhanke 2011. RKTL:n työraportteja 4/2012. 13 s.
- Valkeajärvi P., Syrjänen J., Sivonen K., Sivonen O. & Eloranta A. 2013. Vieläkö on villejä järvitaimenia - Keski-Suomen taimenhanke 2012. RKTL:n työraportteja 9/2013. 20 s.
- 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: 1249–1258.
- Wysujack K., Greenberg L.A., Bergman E. & Olsson I.C. 2009. The role of the environment in partial migration: food availability affects the adoption of a migratory tactic in brown trout *Salmo trutta*. *Ecology of Freshwater Fish* 18: 52–59.