

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 382

Timo Ruokonen
Markku Raatikainen
Pentti Valkeajärvi

Keski-Suomen kosket taimenen poikasten elinympäristönä

Jyväskylä 2006

KALA- JA RIISTARAPORTTEJA nro 382

*Timo Ruokonen
Markku Raatikainen
Pentti Valkeajärvi*

Keski-Suomen kosket taimenen poikasten
elinympäristönä



2005

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos

Timo Ruokonen, Markku Raatikainen ja Pentti Valkeajärvi

Keski-Suomen kosket taimenen poikasten elinympäristönä

Tutkimusraportti

Järvitaimen Keski-Suomessa – elämyksestä elinkeinoksi, projektit 202 043, 202 044

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää taimenen poikastuotannolle soveltuvien alueiden laajuutta sekä poikastiheyksiin vaikuttavia tekijöitä 21 keskisuomalaisessa reittikoskessa (keskivirtaamat 6-84 m³/s). Koskista mitattiin taimenen elinympäristön valintaan vaikuttavia tekijöitä (syvyys, virrannopeus, raekoko), sekä suuri joukko uomaan ja lähialueeseen liittyviä ympäristömuuttujia. Mitatuista elinympäristömuuttujista erityisesti syvyyden, virrannopeuden ja raekoon perusteella arvioitiin taimenen poikasille soveltuvien alueiden osuutta koskien rantavyöhykkeellä. Mittaukset tehtiin heinä-lokakuussa vuosina 2004 ja 2005. Taimenen poikastiheyksiä arvioitiin sähkökoekalastamalla syksyllä 2004.

Vuonna 2004 kesänvanhojen taimenten tiheys oli tutkimuksen koskissa keskimäärin 7,7 yks/100m² (0-38 yks/100 m²). Yksivuotiaita ja vanhempia taimenia esiintyi keskimäärin 3,2 yks/100m². Vuoden 2004 tilanteessa koskissa oli taimenen kesänvanhoille poikasille tarjolla suhteellisesti melko vähän soveliaista elinympäristöä. Eniten kesänvanhoille soveliaista aluetta oli pienemmissä kohteissa. Tärkein yksittäinen soveliaan alueen määrää rajoittava tekijä oli suurissa koskissa veden syvyys. Suurempien poikasten vaatimukset vedensyvyyden suhteen ovat väljemmät, joten koskissa oli yleisesti tarjolla enemmän niille soveliaista aluetta. Vuoden 2005 mittauksissa vedenpinnan taso oli matalampi ja sen vaikutus oli selvästi havaittavissa. Veden syvyys ja virrannopeudet ranta-alueilla vastasivat paremmin kesänvanhojen poikasten vaatimuksia.

Taimenen kesänvanhojen poikasten tiheyden vaihtelua koskien välillä ei selittänyt luotettavasti mikään mitatuista muuttujista. Taimenelle soveltuvien alueiden määrä ei todennäköisesti kuitenkaan rajoita tällä hetkellä poikastiheyksiä Keski-Suomen koskissa. Suurimpana syynä alhaisiin poikasmääriin voidaan pitää kookkaiden emokalojen vähäisyyttä. Koskien kunnostuksissa kesänvanhojen taimenten elinympäristöjen parantamiseen tulee kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota.

Järvitaimen, elinympäristöt, poikastiheys, syvyys, virrannopeus, raekoko, kalataloudellinen kunnostus, Keski-Suomi

Kala- ja riistaraportteja 382

951-776-528-2

1238-3325

23 s. + 2 liitettä

suomi

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Jyväskylän riistan- ja kalantutkimus
Survontie 9
40500 JYVÄSKYLÄ
Puhelin 020 57511 Faksi 020 5751 539
<http://www.rktl.fi/tutkimuslaitos/julkaisut> (pdf)

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Viikinkaari 4, PL 2
00791 HELSINKI
Puh. 020 57511 Faksi 020 5751 201
www.rktl.fi

Sisällys

1. JOHDANTO.....	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	2
2.1 Tutkimusalue	2
2.2 Ympäristömuuttujat.....	3
2.3 Taimenen poikastihedät.....	3
2.4 Aineiston käsittely ja tilastollinen tarkastelu.....	4
3. TULOKSET	5
3.1 Taimenen poikastihedät tutkimuskohteissa	5
3.2 Taimenen potentiaaliset poikasalueet 2004	6
3.2.1 Syvyys	6
3.2.2 Virrannopeus	6
3.2.3 Raekoko	6
3.2.3. Muuttujat yhdistettynä.....	7
3.3 Taimenen potentiaaliset poikasalueet 2005	12
3.2.1 Syvyys	12
3.2.2 Virrannopeus	12
3.2.1 Raekoko	12
3.2.1 Muuttujat yhdistettynä.....	13
3.4 Taimenen esiintymistä ja tiheyttä selittävät ympäristötekijät.....	16
4. TULOSTEN TARKASTELU	17
4.1 Taimenen potentiaaliset poikasalueet.....	17
4.2 Taimenen esiintymistä ja tiheyttä selittävät ympäristötekijät.....	18
4.3 Johtopäätökset	19
KIITOKSET	21
KIRJALLISUUS	22

1. Johdanto

Taimenen esiintymiseen ja tiheyksiin virtavesissä vaikuttavat monet abioottiset ja bioottiset tekijät eri mittakaavoilla. Laajassa mittakaavassa taimenkannan elinmahdollisuuksiin vaikuttavat mm. vedenlaadulliset tekijät, joen kokoluokka ja kutukannan koko (Crisp 1996, Eklöv ym. 1999, Langeland & Pedersen 2000). Pienemmässä mittakaavassa myös paikalliset, jokiuoman fyysiseen rakenteeseen liittyvät tekijät voivat vaikuttaa taimentiheyksiin. Soveltuvien kutu- ja poikasalueiden määrät saattavat olla rajoittavia tekijöitä, sillä yleisesti vain pieni osa joen pohjasta on lohikalojen lisääntymiseen ja reviireiksi soveltuvaa aluetta (Allen 1969). Biologisiin vuorovaikutuksiin liittyvät tekijät voivat myös vaikuttaa taimenkannan kokoon. Esimerkiksi lajin sisäinen tai lajien välinen kilpailu elinympäristöstä tai ravinnosta saattaa rajoittaa tiheyksiä (Elliot 1994, Eklöv 1999). Petojen saalistus voi myös vaikuttaa taimenkannan kokoon (Eklöv ym. 1999).

Koskien perkaaminen ja patoaminen uiton ja vesivoiman tarpeisiin vähensi aikanaan taimenelle soveltuvien alueiden määrää lähes kaikissa keskisuomalaisissa virtavesissä (Keski-Suomen Seutukaavaliitto 1982). Sopivien kutu- ja poikasalueiden puute yhdessä liian voimakkaan kalastuksen kanssa johti taimenkantojen taantumiseen (mm. Eloranta 1993, Valkeajärvi ym. 1997). Koskien kalataloudellisilla kunnostuksilla on pyritty lisäämään poikastuotantoa ja lisääntymiseen soveltuvien alueiden määrää. Perattuja uomia leventämällä ja kiveämällä lisätään poikasille soveltuvaa elinympäristöä. Kutupaikkoja luodaan koskien niskoille ja muille sopiville alueille puhdistamalla vanhoja sorakoita tai lisäämällä uutta soraa (Yrjänä 1995, Huusko ym. 2002). Koskien kunnostuksista huolimatta taimenen poikastiheydet eivät ole kuitenkaan merkittävästi nousseet Keski-Suomessa (Havumäki 2003, Syrjänen julkaisematon).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää taimenen poikastuotannolle soveltuvan alueen määrää keskisuomalaisissa reittikoskissa. Habitaattimuuttujien (syvyys, virranopeus, raekoko) perusteella arvioitiin taimenelle soveltuvien elinympäristöjen laajuutta. Lisäksi taimenen esiintymistä ja tiheyttä pyrittiin selittämään koskiuomasta ja sitä ympäröivästä alueesta mitatuilla ympäristömuuttujilla. Aikaisemmin taimenen poikastuotantoalueiden määrää Keski-Suomessa ovat arvioineet mm. Keski-Suomen seutukaavaliitto (1982) ja Valkeajärvi ym. (1997). Nämä arviot perustuvat pääasiassa silmämääräisiin havaintoihin, kun tässä tutkimuksessa pyrittiin mittaamaan tarkemmin poikasille soveltuvan alueen osuutta ja määrää. Työ toteutettiin osana pääosin EU-rahoitteista Keski-Suomen järvitaimenhanketta.

2. Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimusalue

Tutkimuksessa käytettävä aineisto kerättiin pääosin 1.7.-30.10.2004. Kohteena oli 21 koskea eri puolilta Keski-Suomesta (taulukko 1). Koska vedenpinta oli mittausten aikaan keskimäärästä korkeammalla kaikissa kohteissa, tehtiin 24-28.10.2005 lisämittauksia Rautalammin reitin kuudella koskella vedenpinnan ollessa keskimääräisellä tasolla. Tutkimuskohteet ovat keskikokoisia tai suuria koskia, joiden keskivirtaamat (MQ) vaihtelevat 6 - 84 m³/s (Keski-Suomen Seutukaavaliitto 1982).

Taulukko 1. Tutkimuksen kohteena olleet kosket, niiden kunnostustilanne ja keskivirtaama Keski-Suomen ympäristökeskuksen mukaan.

Vesistöreitti	Koski	Kunnostustilanne	Keskivirtaama (MQ)
Jämsän reitti	Piesalanjoki	1999*	7,6
	Survosenkoski	1999*	9,7
Kivijärvi-Keitele reitti	Hilmonkoski	1998-1999	1,3 – 2,0 (minimivirtaamaraja)
	Huopanankoski	1993-1994	22
	Keihärinkoski	1987-1988, 1997	24
Kolima-Keitele reitti	Kärnäkoski	1994-1995	14
	Kellankoski	1994-1995	15
	Kymönkoski	1994-1995	15,5
Rautalammin reitti	Siikakoski	2000, 2004	57
	Taikinainen	1998, 2000	57
	Karinkoski	1998, 2000	57
	Kellankoski	1998, 2000	57
	Ylisenkoski	Ei kunnostettu	58
	Keskisenkoski	Ei kunnostettu	58
	Hannulankoski	Ei kunnostettu	58
	Simunankoski	1995	65
	Tarvaalanvirta	2001-2002	69
Äänekoski-Päijänne reitti	Kuusaankoski	1993, 1994, 1997-98	85
Saarijärven reitti	Riekonkoski	1999	18
	Heijostenkosket	1999-2000	16
Sysmän reitti	Myllynkoski	2000-2001	6,0

(* kohteella tehty uittosäännön kumoamiseen liittyvät palauttamistoimet)

Kaikkia kohteita on muokattu aikojen saatossa mm. uitto- ja järvenlaskuperkautsissa sekä voimalaitoksia rakennettaessa. Suurimmassa osassa tutkimuskoskia on sittemmin tehty kalataloudellinen kunnostus, jonka tarkoituksena on ollut lisätä erityisesti lohikaloille soveltuvan elinympäristön laajuutta. Täysin kunnostamattomia ovat vain Rautalammin reitin kolme koskea (mm. Eloranta ym. 1997).

2.2 Ympäristömuuttujat

Tutkimuskohteista mitattiin useita uoman morfologiaa ja rantavyöhykkeen ominaisuuksia kuvaavia muuttujia. Varsinaisen **koskiuoman ja tulvauoman leveydet** mitattiin 2-4 kohdasta, riippuen uoman monimuotoisuudesta. Tulvauomaksi luokiteltiin alue, jossa vesi oli ylivirtaamakaudesta selkeästi virrannut. Osassa kohteita uoman leveys mitattiin peruskartalta uoman suuren leveyden takia. **Uoman kaltevuus (%)** laskettiin ylä- ja alapuolisen järven korkeuserojen ja koskialueen pituuden perusteella. Osa kaltevuustiedoista saatiin Keski-Suomen ympäristökeskuksesta (Eloranta, julkaisematon). Lisäksi mitattiin **kosken pituus ja koskisuvantojen ("pool") pinta-ala**, osassa kohteista kosken pituus mitattiin peruskartalta (1:20 000).

Koskialueilta mitattiin uoman rakennetta kuvaavia muuttujia eri puolilta koskea siten, että erilaiset kosken osat tulivat edustetuiksi. Mittausalueet sijaitsivat aiemmin sähkökoekalastetuilla alueilla. Kultakin alueelta mitattiin muuttujat 50-70 pisteestä rannasta keskivirtaan suuntautuvilta linjoilta, joiden lähtöpiste oli 0,5 metriä rannasta. Mittauspisteet sijaitsivat linjoilla metrin välein. Seuraava linja aloitettiin metri edellisen linjan lähtöpisteen yläpuolelta. Linjojen määrä alueella vaihteli viidestä kymmeneen uoman syvyydestä riippuen.

Virtausta kuvaavia muuttujia olivat **veden syvyys ja virran nopeus**. Keskivirranopeus mitattiin vesipatsaasta ($0,6 \cdot$ syvyys pinnasta pohjaan) kuuden sekunnin keskiarvona ja pohjavirranopeus kuuden sekunnin keskiarvona 3 cm pohjan yläpuolelta Schildnell Mini-Air 2100-virranopeusmittarilla.

Mittauslinjoilta arvioitiin vesikiikarin avulla **pohjan partikkelien vallitseva ja toiseksi vallitseva raekoko, sammalten peittävyys (0-100 %) sekä suojan määrä (0-100 %)**. Pohjan raekoko arvioitiin muunnetun Wentworthin asteikon mukaan (Mäki-Petäys ym. 1997): 1= 0,07-2 mm; 2= 2,1-8 mm; 3= 8,1-16 mm; 4= 16,1-32 mm; 5= 32,1-64 mm; 6= 64,1-128 mm; 7= 128,1-256 mm; 8= >256,1 mm.

Suojan määrää arvioitiin Jokilahden (2003) käyttämällä menetelmällä. Arvioituja muuttujia olivat **1) liehuvat sammalet, 2) pyörteilevä virtaus, 3) vedenalaiset puut ja 4) pinnan yläpuolella (max 50 cm) olevat puut**. Muuttujista muodostettiin yhteinen suoja-muuttuja (max 400 %), sillä eri suojan muodot voivat olla päällekkäisiä useassa kerroksessa.

Ympäröivän puuston **latvusten varjostus** arvioitiin mittauslinjoilta käyttämällä 300 mm pitkää, halkaisijaltaan 125 mm kokoista putkea. Putken läpi katsottiin kohtisuoraan taivaalle ja arvioitiin peittyvän osuuden määrä prosentteina koko näköalasta. Uomassa olevan **suuren puuaineksen** (LWD, halkaisija yli 5 cm) määrä ($m^3/100m^2$) laskettiin puiden maksimimitan ja keskihalkaisijan perusteella. Koska tutkimuskohteet eivät ole täysin luonnontilaisia, arvioitiin ihmistoiminnasta peräisin olevien näkyvien muutosten määrää kuvaava **rantavyöhykkeen eheys (0-100 %)**. **Yläpuolisten järvien pinta-alat** saatiin Suomen ympäristökeskuksen järvirekisteristä.

Syksyn 2005 täydentävissä mittauksissa Rautalammin reitin kuuden kosken koealoilta mitattiin vain syvyys, virranopeus ja pohjan raekoko.

2.3 Taimenen poikastiheydet

Taimenen poikastiheydet selvitettiin syys-lokakuussa 2004 sähkökoekalastamalla. Tutkimuskohteilta kalastettiin 1-7 koealaa, joiden yhteispinta-ala vaihteli 100-600 m^2 välillä. Koealat olivat pääasiallisesti samoja vakiintuneita ruutuja, jotka oli kalastettu Keski-Suomen järvitaimenhankkeen toimesta vuonna 2003 tai aiemmin muun seurannan yhteydessä. Sähkökalastus toteutettiin normaalin käytännön mukaisesti aloittaen koealueen alaosaan ja edeten järjestelmällisesti ylävirran suuntaan. Koealat kalastet-

tiin kahden poistopyynnin menetelmällä (mm. Bohlin ym. 1989). Pyyntien välillä pidettiin n. 30 minuutin tauko. Kalastajan lisäksi sähkökalastukseen osallistui 1-2 haavihenkilöä. Sähkökalastukseen käytettiin akkukäyttöistä GeOmega FA4 -sähkökalastuslaitetta. Jännitteenä käytettiin 700 V. Saaliskalojen kokonaispituus mitattiin, jonka jälkeen ne vapautettiin. Tutkimuskohteille laskettiin sähkökalastamalla saadun saaliin perusteella arvio taimentiheydeksi Seberin ja LeCrenin (1967) kahden poistopyynnin kaavalla. Korkea vedenpinnan taso vaikeutti monissa koskissa sähkökalastusta, minkä johdosta kalastus keskittyi koskien ranta-alueille.

2.4 Aineiston käsittely ja tilastollinen tarkastelu

Taimenen poikasille soveltuvan kesäaikaisen alueen määrää pyrittiin arvioimaan lasquemalla taimenen habitaatin valintaan vaikuttavien ympäristömuuttujien (syvyys, virranopeus, pohjan reakoko) suhteellisia saatavilla olevia osuuksia mitatuilla sähkökalastusalueilla. Varsinaista habitaattimallinnusta (esim. PHABSIM) ei tehty, vaan aineisto käsiteltiin manuaalisesti mittaushetken vedenpinnan korkeutta vastaavasti. Mitatut alueet kuvaavat lähinnä koskien rantavyöhykettä (veden syvyys <1 m), sillä kova virta ja veden korkeus estivät uoman poikki kahlaamisen lähes kaikissa kohteissa.

Poikasille optimaalisten ja soveltuvien arvojen pohjana käytettiin Mäki-Petäyksen ym. (2003) koostamia kesäaikaisen (veden $t > 10^{\circ}\text{C}$) habitaatin valintaan vaikuttavia ympäristömuuttujien arvoja (taulukko 2). Siinä taimenet on jaettu kolmeen kokoluokkaan, joista pienimmät <10 cm kalat vastaavat karkeasti kesänvanhoja poikasia, 10-15 cm kalat 1-vuotiaita ja >15 cm kalat 2-vuotiaita tai vanhempia taimenia.

Taulukko 2. Taimenen kesäaikaiset mikrohabitaattivaatimukset Suomessa tehdyissä tutkimuksissa (Mäki-Petäys ym. 2003)

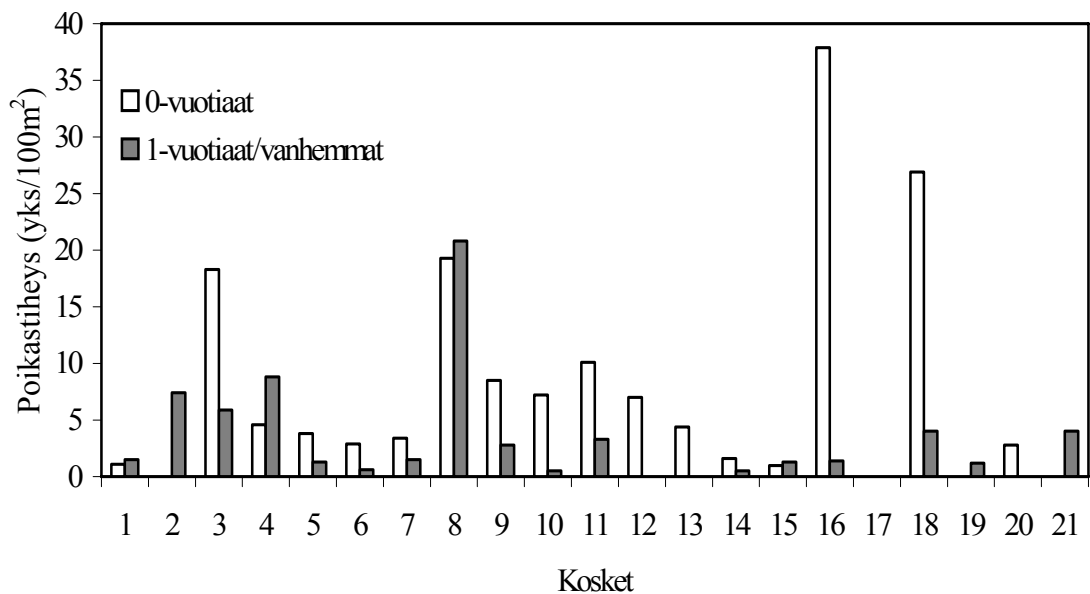
Pituus (cm)	Syvyys(cm)		Virranopeus (m/s)		Raekoko (cm)	
	Soveltuva	Optimi	Soveltuva	Optimi	Soveltuva	Optimi
< 10	10-40	20-30	0,00-0,60	0,10-0,30	3-50	6-25
10-15	20-65	40-50	0,10-0,60	0,30-0,50	6-52	13-25
>15	30-90	60-70	0,10-0,70	0,40-0,55	6-52	13-52

Taimentiheyden yhteyttä uoman sisäisiin ja lähialueen ominaisuuksiin testattiin monimuuttujaisella regressioanalyysillä. Koskikohteiden keskimääräistä taimen-tiheyttä selittävinä muuttujina käytettiin ympäristöaineistosta laskettuja keskiarvoja (liite 1). Analyysissä käytettiin muuttujien askeltavaa (stepwise) valintaa. Menetelmä ottaa muuttujia malliin mukaan siinä järjestyksessä, missä ne kasvattavat mallin selitysstetta. Muuttujien sisällyttäminen malliin päättyy, kun saavutetaan kriittinen merkitsevyystaso ($p > 0,05$) (Ranta ym. 1997). Tarvittaessa muuttujille tehtiin logaritimuunnos $\ln(x + 1)$. Regressioanalyysi tehtiin SPSS 10.0-ohjelmistolla (SPSS Inc 1999).

3. Tulokset

3.1 Taimenen poikastiheydet tutkimuskohteissa

Kesänvanhojen taimenten poikastiheys oli tutkimuskohteissa vuonna 2004 keskimäärin 7,7 yks/100m² (kuva 1). Tiheys oli korkein Rautalammen reitin Simunankoskessa 37,9 kpl/100m². Jämsän reitin Survosenkoskessa, Rautalammin reitin Tarvaalanvirrassa, Saarijärven reitin Riekonkoskessa ja Sysmän reitin Myllynkoskessa taimenen kesänvanhoja poikasia ei esiintynyt koelaloilla lainkaan. 1-vuotiaiden ja sitä vanhempien poikasten tiheys oli keskimäärin 3,2 yks/ 100m². Korkein vanhempien kalojen tiheys oli Viitasaaren Kymönkoskessa 20,8 yks/100m². Suurimmassa osassa kohteita vanhempien kalojen tiheydet olivat alhaiset. Viitasaaren reitin Kellankoskessa, Rautalammin reitin Ylisenkoskessa ja Tarvaalanvirrassa sekä Saarijärven reitin Heijostenkoskissa ei niitä tavattu lainkaan.



Kuva 1. Taimenen 0- ja 1-vuotiaiden tai vanhempien poikasten tiheydet tutkimuskohteilla syksyllä 2004. Kosket: 1) Piesalanjoki, 2) Survosenkoski, 3) Hilmankoski, 4) Huopanankoski, 5) Keihärinkoski, 6) Kärnänkoski, 7) Kellankoski (Viitasaari), 8) Kymönkoski, 9) Siikakoski, 10) Taikinainen (Konnevesi), 11) Karinkoski, 12) Kellankoski (Konnevesi), 13) Ylisenkoski, 14) Keskienskoski, 15) Hannulankoski, 16) Simunankoski, 17) Tarvaalanvirta, 18) Kuusaankoski, 19) Riekonkoski, 20) Heijostenkosket, 21) Myllynkoski (Joutsa).

3.2 Taimenen potentiaaliset poikasalueet 2004

3.2.1 Syvyys

Kesänvanhoille taimenille soveltuvan syvyyden osuus mitatuilla alueilla oli keskimäärin 18 % tarjolla olevasta alueesta. Soveltuvien alueiden osuus vaihteli tutkimuksen koskissa 4-60 % välillä (kuva 2a). Selkeästi eniten kesänvanhoille poikasille soveltuvaa syvyysaluetta oli tarjolla Joutsan Myllynkoskessa. Optimaalisen syvyyden aluetta oli kaikissa kohteissa keskimäärin tarjolla 5,4 % alueesta. Optimaalisten alueiden osuus vaihteli 0-24 % koskien välillä. Myös optimaalista aluetta oli tarjolla eniten Myllynkoskessa, mutta myös Survosenkoskessa ja Hilmonkoskessa.

Yksivuotiaille poikasille soveltuvaa syvyysaluetta oli tarjolla keskimäärin 58 %. Vaihtelua koskien välillä oli 23-90 % (kuva 2b). Optimaalisen syvyyden aluetta oli yksivuotiaille 17 % mitatuista alueista ja vaihtelua koskien välillä 5-33 %. Soveltuvien alueiden osuus oli jakautunut hieman tasaisemmin kohteiden välillä, mutta oli havaittavissa, että pienemmissä kohteissa osuudet olivat korkeampia.

Kaksivuotiaille ja sitä vanhemmille poikasille soveltuvaa syvyysaluetta oli tarjolla 89 % mitatusta alueesta vaihtelun ollessa koskien välillä 68-99 % (kuva 2c). Suuremmille kaloille soveltuvan syvyysalueen määrä oli jakautunut varsin tasaisesti kaikkien tutkimuskohteiden välillä. Optimaalista aluetta oli tarjolla 21 % ja vaihtelu koskien välillä 9-42 %.

3.2.2 Virrannopeus

Kesänvanhoille taimenille soveltuvaa virrannopeutta oli tarjolla koskissa keskimäärin 66 % mittausalueista. Vaihtelu koskien välillä oli suurta (40-88 %) (kuva 3a). Optimaalisen virrannopeuden aluetta oli tarjolla keskimäärin 24 % alueesta, vaihtelu 14-36 %. Eniten soveltuvaa virrannopeutta mittausalueilla oli tarjolla Rautalammin reitin yläosan koskissa (Siikakoski, Taikinainen, Karinkoski, Kellankoski) sekä Hilmonkoskessa. Optimaalisen virrannopeuden osuus oli jakautunut melko tasaisesti kohteiden välillä.

Yksivuotiaille taimenille soveltuvan virrannopeusalueen määrä oli keskimäärin 62 % ja vaihtelu koskien välillä 40-84 % (kuva 3b). Vähiten soveltuvaa virrannopeutta oli tarjolla Viitasaaren reitin koskissa. Optimaalisen alueen osuus oli keskimäärin 27,5 %, mutta vaihtelu paikkojen välillä oli melko tasaista (16-48 %).

Kaksivuotiaille ja vanhemmille poikasille soveltuvan virrannopeusalueen osuus oli kaikissa kohteissa selvästi suurin. Keskimäärin 74 % mitatuista alueista soveltui vanhemmille kaloille. Vaihtelu koskien välillä oli 58-91 % ja eniten soveltuvaa virrannopeutta oli tarjolla Rautalammin reitin koskissa (kuva 3c). Virrannopeuden suhteen sen sijaan optimaalista aluetta oli tarjolla vähemmän kuin pienemmille poikasille, keskimäärin 22 %. Vaihtelu koskien välillä 11-45 %.

3.2.3 Raekoko

Kesänvanhojen taimenten elinympäristöksi soveltuvaa pohjakivikkoa oli tarjolla keskimäärin 64 % mittausalueesta (vaihtelu koskien välillä 35-82 %) (kuva 4a). Laukaan Kuusaankoskessa oli tarjolla selkeästi muita kohteita vähemmän pienille poikasille soveltuvaa pohjakivikkoa. Optimaalisen raekoon osuus oli kohteissa keskimäärin 42 % ja vaihtelu 17-69 %.

Yksivuotiaille taimenille soveltuvaa pohjakivikkoa oli tarjolla keskimäärin 61 % (vaihtelu 35-91 %) (kuva 4b). Vähiten yksivuotiaille poikasille soveltuvaa ranta-alueen kivikkoa oli tarjolla Rautalammin reitin Karin- ja Kellankoskessa sekä reitin keskiosan kunnostamattomissa koskissa (Ylisenkoski, Keskisenkoski, Hannulankoski). Optimaalisen raekoon osuus oli keskimäärin 21 % (vaihtelu 8-43 %). Optimaalisen raekoon osuudessa ei ollut yhtä selvää hajontaa paikkojen välillä kuin soveltuvan osuudessa.

Kaksivuotiaille ja vanhemmille poikasille soveltuvan alueen osuus oli keskimäärin 61 % (vaihtelu 35-91 %) (kuva 4c). Kuusaankoskessa ja Riekkonkoskessa oli eniten tarjolla isompien poikasten suosimaa pohjakivikkoa. Vähiten isommille poikasille soveltuvaa ranta-alueen kivikkoa oli Rautalammin reitin keskiosan koskissa (Yläisenkoski, Keskisenkoski, Hannulankoski). Isommille taimenille optimaalista kivikkoa oli tarjolla 39 % alueesta (vaihtelu 15-75 %). Vähiten optimaalista kivikkoa oli tarjolla Taikinaiassa ja Ylisenkoskessa.

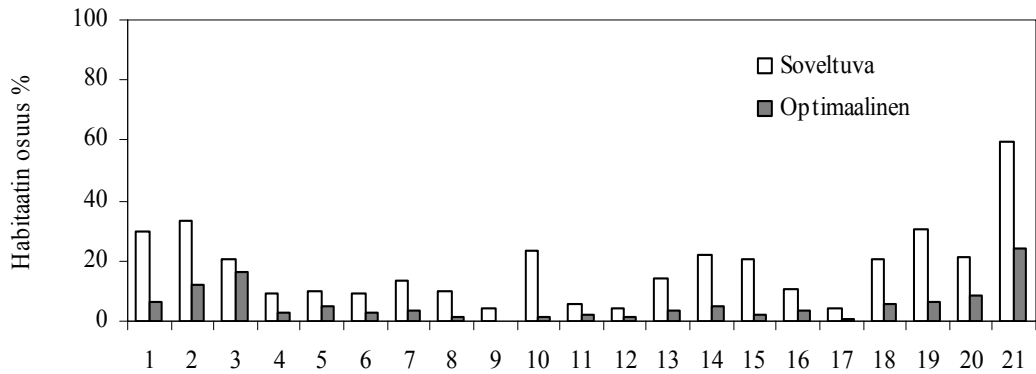
3.2.3. Muuttujat yhdistettynä

Tutkimusalueen koskissa oli kesänvanhoille taimenille soveltuvaa aluetta yhdistettyjen muuttujien (syvyys, virrannopeus, raekoko) suhteen keskimäärin 9 % mittausalueista. Koskien välillä esiintyi runsaasti vaihtelua soveltuvan alueen osuudessa (0,8-34 %) (kuva 5a). Selkeästi eniten soveltuvaa aluetta oli tarjolla Hilmonkoskessa, Joutsan Myllynkoskessa sekä Riekkonkoskessa. Kesänvanhoille optimaalisen alueen osuus oli kaikissa kohteissa vähäinen, keskimäärin 0,8 %. Eniten optimaalista aluetta mittausalasta oli Hilmonkoskessa (5 %), mutta vähimmillään sitä ei ollut lainkaan (kuva 5a).

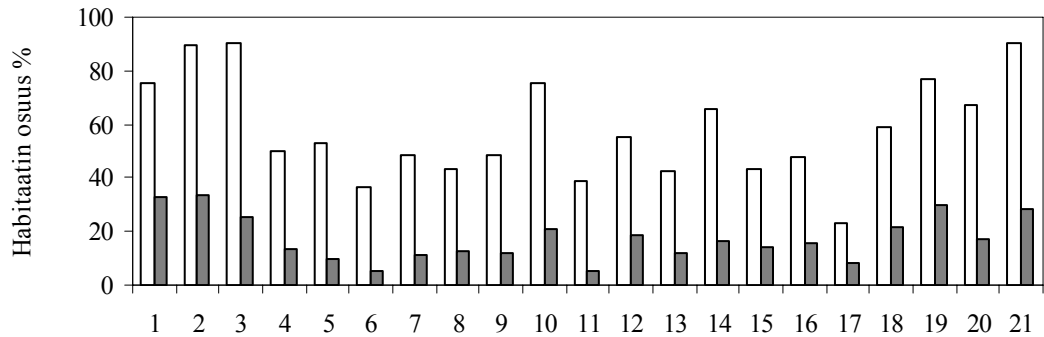
Yksivuotiaille soveliaan alueen osuus oli kohteissa keskimäärin 22 % (vaihtelu 8-49 %) (kuva 2b). Eniten soveltuvaa aluetta oli tarjolla tutkimuksen pienemmissä kohteissa, kuten Riekkonkoskessa, Hilmonkoskessa, Piesalanjoessa sekä Survosenkoskessa. Optimaalisen alueen osuus oli myös yksivuotiaille taimenille erittäin vähäinen kaikissa kohteissa, keskimäärin 0,7 % mittausalueesta. Vaihtelu optimaalisen alueen määrässä oli 0-2 %.

Kaksivuotiaille ja sitä vanhemmille poikasille soveltuvan alueen osuus oli suurempi kuin pienemmille kaloille soveltuva alue. Keskimäärin 39 % mittausalueista oli soveltuvaa (vaihtelu 21-62 %) (kuva 5c). Tarjolla olevan soveltuvan alueen osuus oli 2-vuotiaille selkeästi tasaisempaa kaikkien kohteiden välillä. Optimaalisen alueen osuus oli myös suuremmille poikasille alhainen, keskimäärin 1,3 % (vaihtelu 0-5 %).

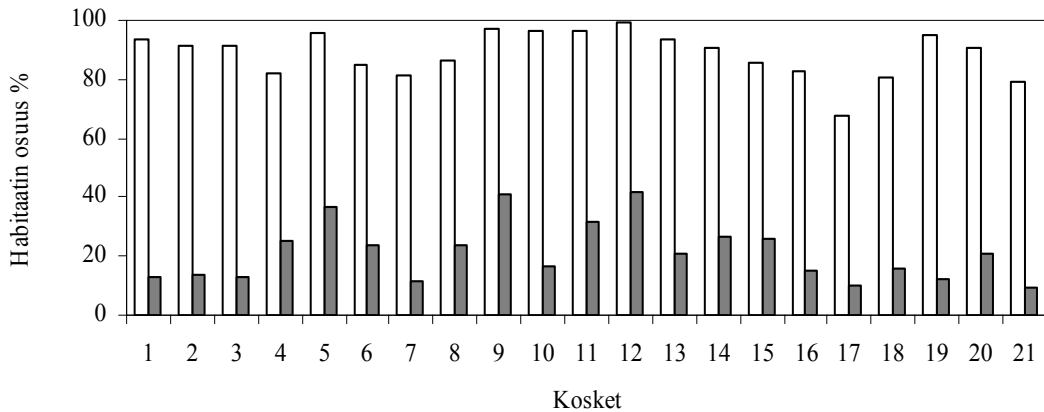
a) Kesänvanhat



b) Yksivuotiaat

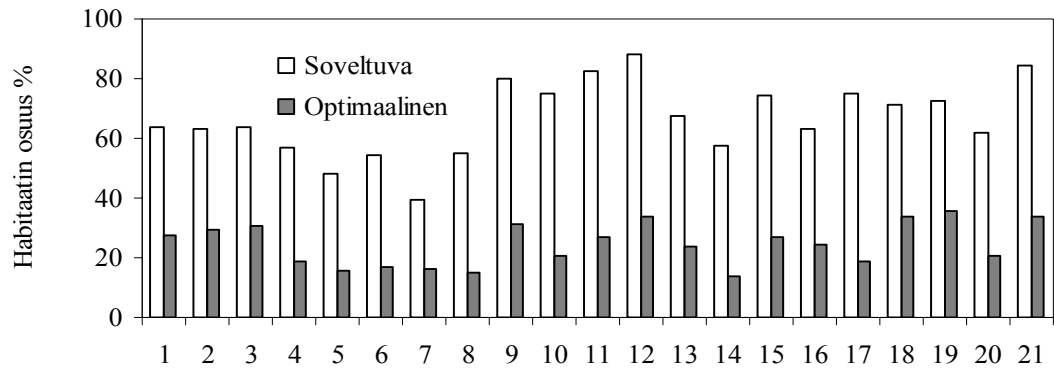


c) Kaksivuotiaat

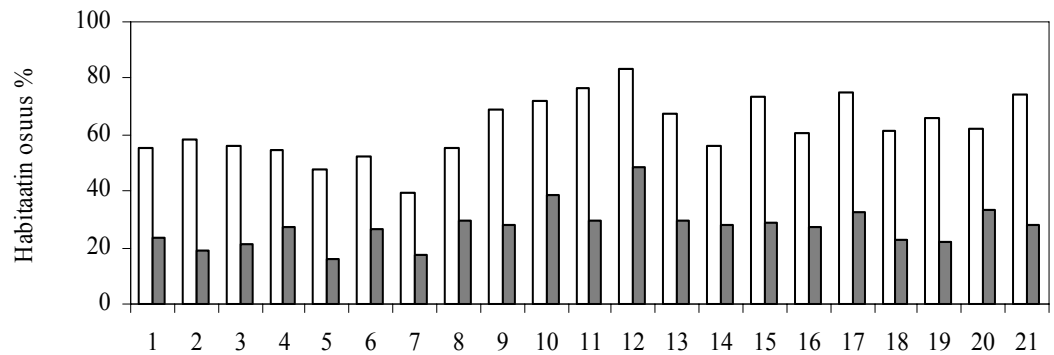


Kuva 2. Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen syvyysalueen osuus mitatuilla alueilla: a) kesänvanhat, b) yksivuotiaat, c) kaksivuotiaat ja vanhemmat taimenet. Kosket: 1) Piesalanjoki, 2) Survosenkoski, 3) Hilmonkoski, 4) Huopanankoski, 5) Keihärinkoski, 6) Kärnänkoski, 7) Kellankoski (Viitasaa-ri), 8) Kymönkoski, 9) Siikakoski, 10) Taikinainen (Konnevesi), 11) Karinkoski, 12) Kellankoski (Konnevesi), 13) Ylisenkoski, 14) Keskisenkoski, 15) Hannun-lankoski, 16) Simunankoski, 17) Tarvaalanvirta, 18) Kuusaankoski, 19) Riekon-koski, 20) Heijostenkosket, 21) Myllynkoski (Joutsa)

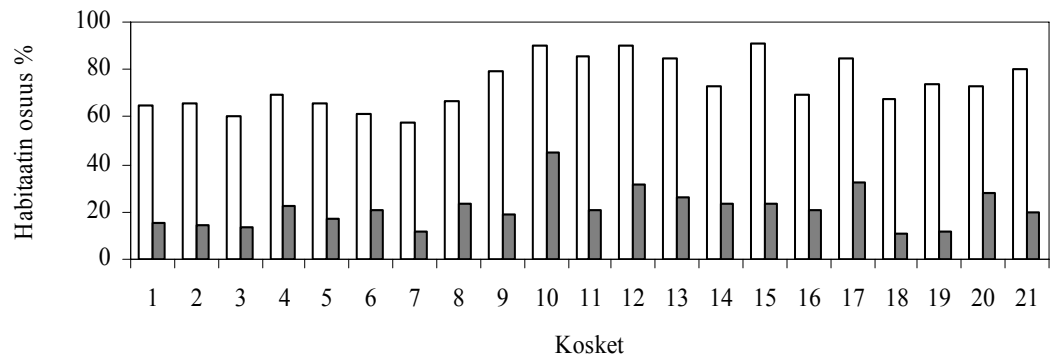
a) Kesänvanhat



b) Yksivuotiaat

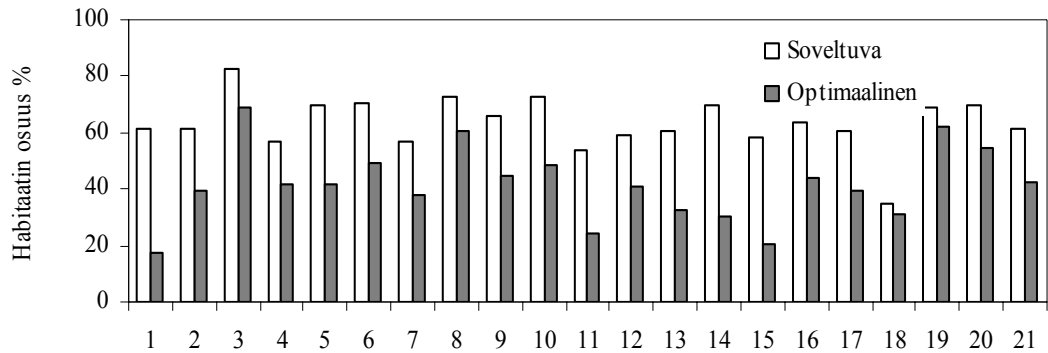


c) Kaksivuotiaat

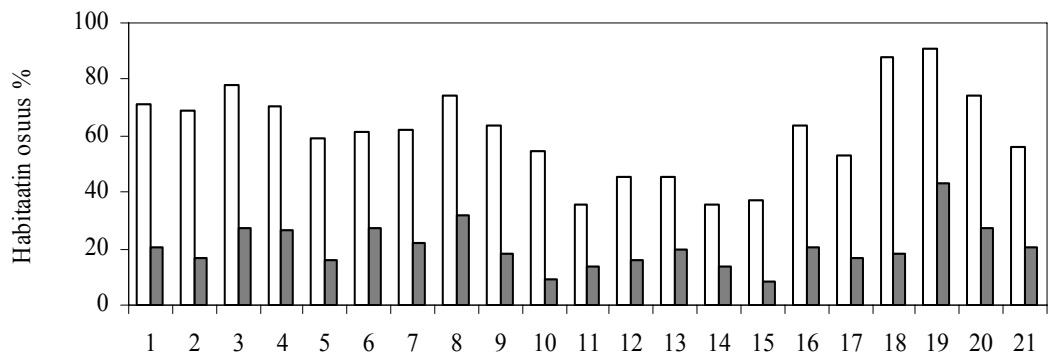


Kuva 3. Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen virrannopeusalueen osuus mitatuilla alueilla: a) kesänvanhat, b) yksivuotiaat, c) kaksivuotiaat ja vanhemmat taimenet. Kosket: 1) Piesalanjoki, 2) Survosenkoski, 3) Hilmonkoski, 4) Huopanankoski, 5) Keihärinkoski, 6) Kärnänkoski, 7) Kellankoski (Viitasaari), 8) Kymönkoski, 9) Siikakoski, 10) Taikinainen (Konnevesi), 11) Karinkoski, 12) Kellankoski (Konnevesi), 13) Ylisenkoski, 14) Keskiäkoski, 15) Hannulankoski, 16) Simunankoski, 17) Tarvaalanvirta, 18) Kuusaankoski, 19) Riekonkoski, 20) Heijostenkosket, 21) Myllynkoski (Joutsa).

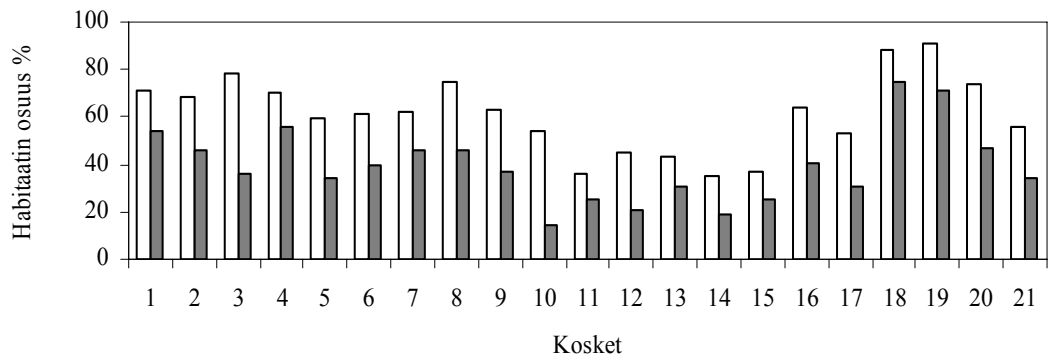
a) Kesänvanhat



b) Yksivuotiaat

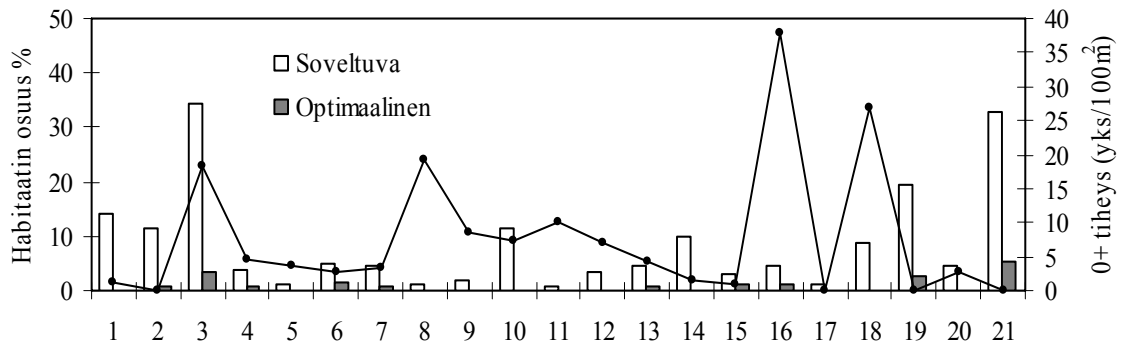


c) Kaksivuotiaat

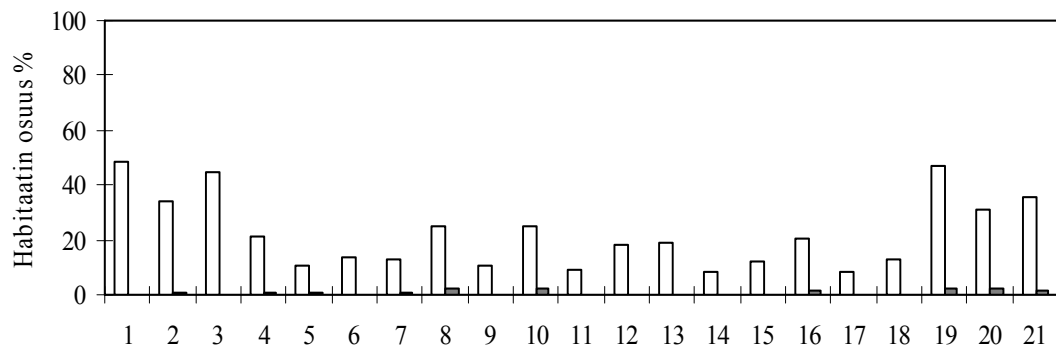


Kuva 4. Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen pohjan raekoon osuus mitatuilla alueilla: a) kesänvanhat, b) yksivuotiaat, c) kaksivuotiaat ja vanhemmat taimenet. Kosket: 1) Piesalanjoki, 2) Survosenkoski, 3) Hilmonkoski, 4) Huopanankoski, 5) Keihärinkoski, 6) Kärnäkoski, 7) Kellankoski (Viitasaari), 8) Kymönkoski, 9) Siikakoski, 10) Taikinainen (Konnevesi), 11) Karinkoski, 12) Kellankoski (Konnevesi), 13) Ylisenkoski, 14) Keskisenkoski, 15) Hannulankoski, 16) Simunankoski, 17) Tarvaalanvirta, 18) Kuusaankoski, 19) Riekkonkoski, 20) Heijostenkosket, 21) Myllynkoski (Joutsa).

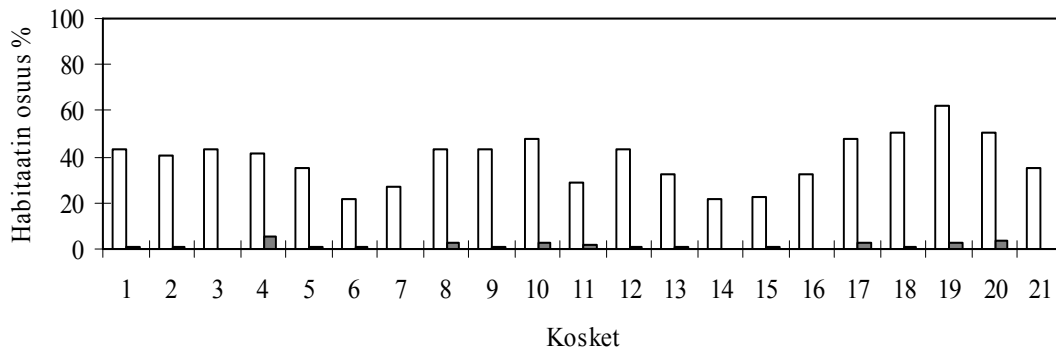
a) Kesänvanhat



b) Yksivuotiaat



c) Kaksivuotiaat



Kuva 5. Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen alueen osuus mitatuilla alueilla muuttujat (syvyys, virrannopeus ja raekoko) yhdistettyinä: a) kesänvanhat (poikastiheys esitetty viivalla), b) yksivuotiaat, c) kaksivuotiaat ja vanhemmat taimenet. Kosket: 1) Piesalanjoki, 2) Survosenkoski, 3) Hilmonkoski, 4) Huopanankoski, 5) Keihärinkoski, 6) Kärnänkoski, 7) Kellankoski (Viitasaari), 8) Kymönkoski, 9) Siikakoski, 10) Taikinainen (Konnevesi), 11) Karinkoski, 12) Kellankoski (Konnevesi), 13) Ylisenkoski, 14) Keski-senkoski, 15) Hannulankoski, 16) Simunankoski, 17) Tarvaalanvirta, 18) Kuusaankoski, 19) Riekkonkoski, 20) Heijostenkosket, 21) Myllynkoski (Joutsa).

3.3 Taimenen potentiaaliset poikasalueet 2005

3.2.1 Syvyys

Syksyn 2005 tilanteessa kesänvanhoille poikasille soveltuvaa syvyysaluetta oli tarjolla runsaasti kaikissa Rautalammin reitin mittauskohteissa (kuva 6a). Keskimäärin noin 53 % alueista oli taimenille soveliaista (vaihtelu kohteiden välillä 35 - 67 %). Optimaalisen alueen osuus oli selkeästi edellisvuotta suurempi kaikilla kohteilla. Eniten soveliaista sekä optimaalista aluetta oli tarjolla Siikakoskessa sekä Karinkoskessa.

Yksivuotiaille soveliaan syvyysalueen osuus oli kaikissa kohteissa edellisvuotta suurempi (kuva 6 b). Lähes 71 % alueista kuului luokkaan sovelias (vaihtelu 63 - 84 %). Optimaalisen alueen osuus (ka.19,6 %) oli suunnilleen samalla tasolla kuin 2004 (17 %).

Kaksivuotiaille ja sitä vanhemmille poikasille soveltuvaa syvyyttä oli keskimäärin noin 60 % mitatuista ranta-alueista (kuva 6c). Optimaalisen alueen osuus oli 9 %, mikä oli edellisvuotta (21 %) alhaisempi. Taikinaisessa ja Karinkoskessa vanhemmille poikasille soveliaan ja optimaalisen syvyysalueiden osuus oli ranta-alueilla muita koskia jonkin verran alhaisempi.

3.2.2 Virrannopeus

Kesänvanhoille poikasille soveliaista virrannopeusaluetta oli kaikissa kohteissa tarjolla edellisvuotta (67 %) runsaammin. Soveliaan alueen osuus oli keskimäärin 93 %, ja osalla kohteista koko mitattu alue oli soveliaista virrannopeutta (kuva 6d). Myös optimaalisen alueen osuus oli edellisvuotta suurempi. Ylisen- ja Keskisenkoskessa optimaalisen alueen osuus oli muita koskia vähäisempi.

Yksivuotiaille poikasille soveliaan virrannopeusalueen määrä oli samalla tasolla edellisvuoden (63 %) kanssa. Keskimäärin 65 % alueista oli soveliaista yksivuotiaille taimenille (kuva 6e). Mikään kohteista ei erottunut selvästi joukosta. Sen sijaan optimaalisen alueen määrä oli hiukan laskenut, ja etenkin Karinkoskessa optimaalista aluetta ei juuri ollut tarjolla.

Kaksivuotiaille ja vanhemmille poikasille soveliaiden ja optimaalisten virrannopeuksien määrä oli selvästi vähentynyt vuodesta 2004 (74 %). Keskimäärin soveliaista aluetta oli nyt tarjolla 68 % alueesta (kuva 6f). Optimaalisen alueen määrä oli kuitenkin ranta-alueilla vähäistä. Siikakoskessa, Taikinaisessa sekä Karinkoskessa virtaus oli selvästi liian hidasta isommille kaloille.

3.2.1 Raekoko

Raekoon ollessa ”pysyvä” muuttuja koskissa, vuoden 2005 mittausten tulokset noudattelivat samaa linjaa edellisvuoden kanssa. Kesänvahoille poikasille oli tarjolla eniten soveliaista ja optimaalista kivikkoa (kuva 7a). Yksivuotiaille ja vanhemmille poikasille tarjolla olevan optimaalisen raekoon osuus oli pieniin poikasiin verrattuna vähäisempää.

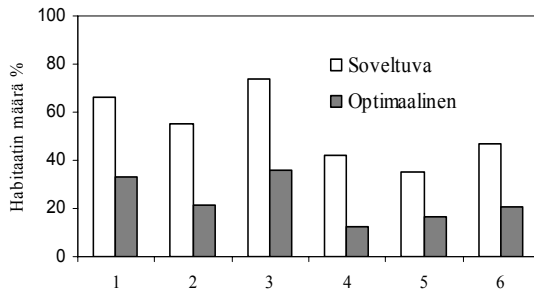
3.2.1 Muuttajat yhdistettynä

Kaikki elinympäristömuuttajat yhdistettynä kesänvanhoille poikasille soveliasta aluetta oli tarjolla keskimäärin noin 38 % mitatusta rantavyöhykkeestä (kuva 7d). Optimaalisen alueen osuus oli kuitenkin vain 5 % alueesta. Soveltuvan ja optimaalisen alueen osuudet olivat kuitenkin kaikilla kohteilla edellisvuotta selvästi korkeammat. Siika- ja Karinkoski erottuivat joukosta suurimmilla osuuksilla.

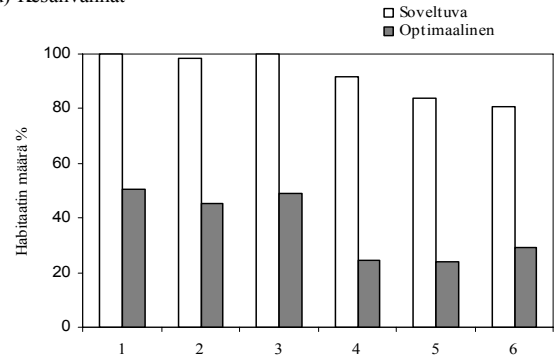
Yksivuotiaille soveliasta aluetta oli tarjolla edellisvuotta (22 %) enemmän, keskimäärin noin 32 % alueesta. Siikakoskessa oli soveliasta aluetta tarjolla selvästi eniten (kuva 7e). Optimaalisen alueen osuus oli edellisvuoden tapaan alhainen. Vain alle prosentti tarjolla olevasta alueesta oli kaikkien muuttajien suhteen optimaalista aluetta.

Kaksivuotiaille ja vanhemmille poikasille soveliaan alueen osuus oli vähentynyt edellisvuodesta (39 %). Keskimäärin 22 % alueesta oli kaikkien muuttajien suhteen soveliasta. Alueen lisääntymistä havaittiin ainoastaan Simunankoskessa (kuva 7f). Optimaalisen alueen osuus oli sen sijaan edellisvuoden tapaan alhaisella tasolla kaikissa kohteissa.

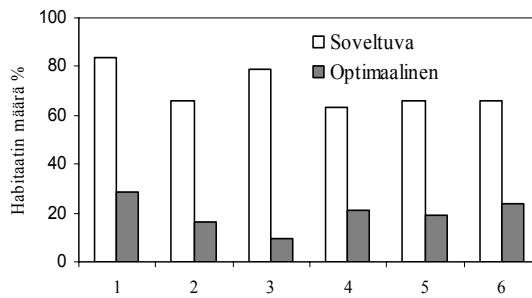
a) Kesänvanhat



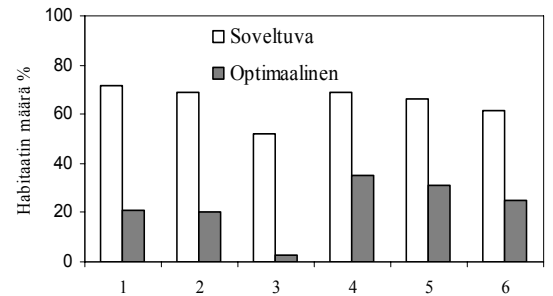
d) Kesänvanhat



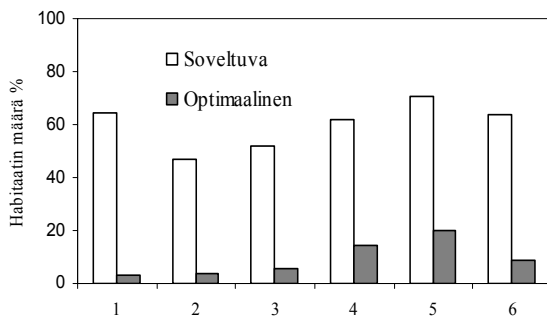
b) Yksivuotiaat



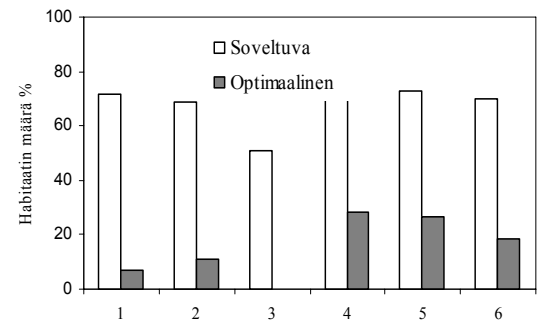
e) Yksivuotiaat



c) Kaksivuotiaat



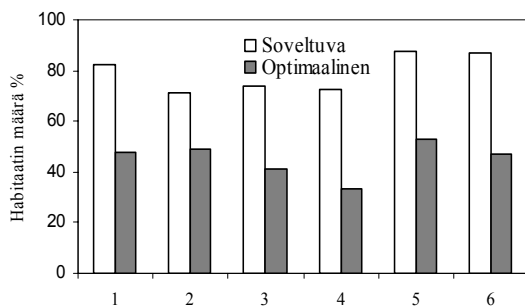
f) Kaksivuotiaat



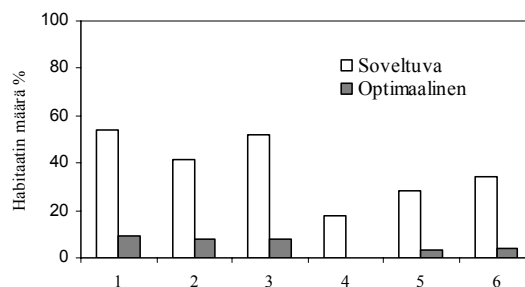
Kuva 6 (a-c). Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen syvyysalueen osuus mitatuilla alueilla Rautalammin reitin koskissa syksyllä 2005: a) kesänvanhat, b) 1-vuotiaat, c) 2-vuotiaat ja vanhemmat.

Kuva 6(d-f). Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen virrannopeusalueen osuus mitatuilla alueilla Rautalammin reitin koskissa syksyllä 2005: d) kesänvanhat, e) 1-vuotiaat, f) 2-vuotiaat ja vanhemmat. Kosket: 1) Siikakoski, 2) Taikinainen (Konnevesi), 3) Karinkoski, 4) Ylisenkoski, 5) Keskenkoski, 6) Simunankoski.

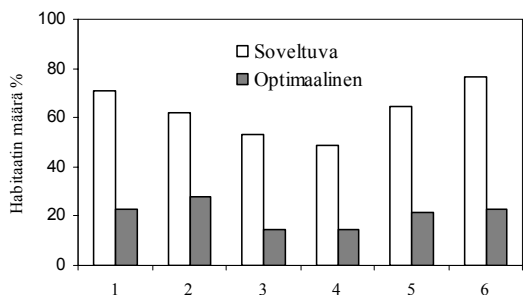
a) Kesänvanhat



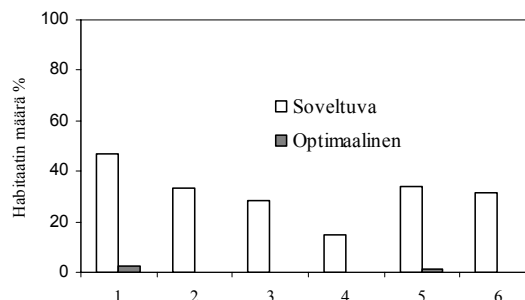
d) Kesänvanhat



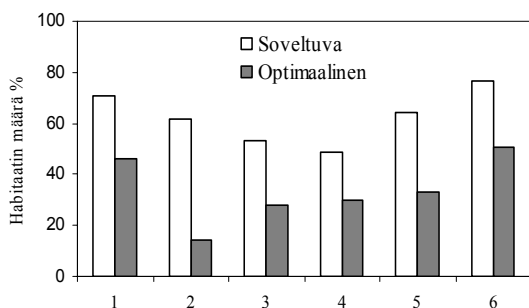
b) Yksivuotiaat



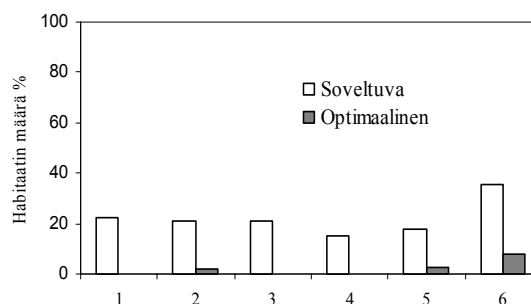
e) Yksivuotiaat



c) Kaksivuotiaat



f) Kaksivuotiaat

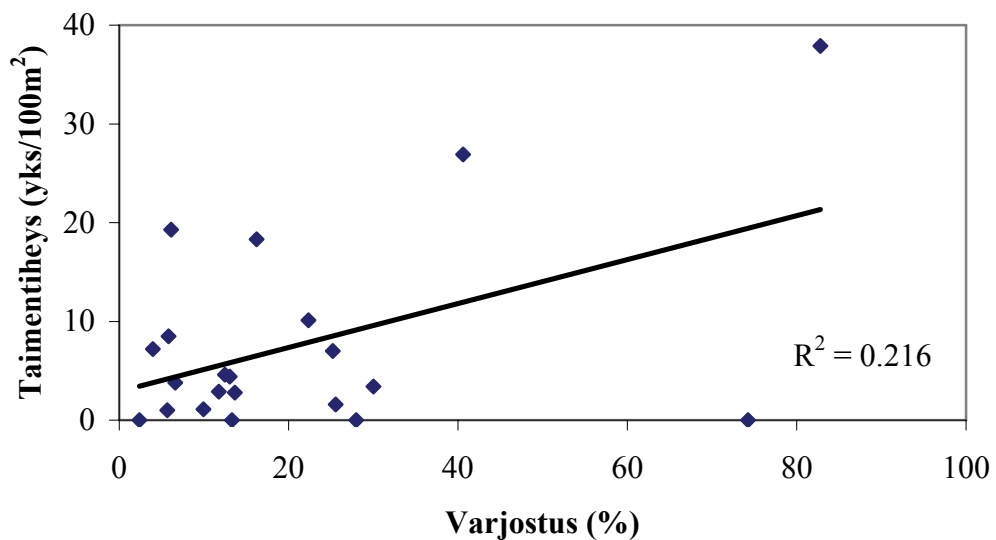


Kuva 7(a-c). Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen pohjan rae-koon osuus mitatuilla alueilla Rautalammin reitin koskissa syksyllä 2005: a) kesänvanhat, b) 1-vuotiaat, c) 2-vuotiaat ja vanhemmat.

Kuva 7(d-f). Taimenen poikasille soveltuvan ja optimaalisen alueen osuus mitatuilla alueilla Rautalammin reitin koskissa syksyllä 2005 kaikki muutujat yhdistettynä: d) kesänvanhat, e) 1-vuotiaat, f) 2-vuotiaat ja vanhemmat. Kosket: 1) Siikakoski, 2) Taikinainen (Konnevesi), 3) Karinkoski, 4) Ylisenkoski, 5) Keskipätkä, 6) Simunankoski.

3.4 Taimenen esiintymistä ja tiheyttä selittävät ympäristötekijät

Taimenten kesänvanhojen poikasten esiintymistä ja tiheyden vaihtelua pyrittiin selittämään koskiuomasta ja sen lähialueelta mitatuilla ympäristömuuttujilla. Askeltavan regressioanalyysin tuloksena havaittiin, että mikään mitatuista muuttujista ei selittänyt luotettavasti taimenen esiintymisen vaihtelua koskikohteiden välillä. Taimenen poikasille soveltuvan elinympäristön suhteellisella osuudella ja taimenen esiintymisellä ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Ainoa tiheyttä jonkin verran selittävä muuttuja oli uoman varjostus, joka selitti 21,6 % ($R^2 = 0,216$, $df=1$, $F=4,956$, $p=0,039$) esiintyvistä vaihtelusta (kuva 8). Mallin mukaan taimenen tiheys on suurempi, mitä enemmän uomassa on varjostusta.



Kuva 8. Kesänvanhojen taimenten tiheyden ja varjostuksen välinen suhde.

4. Tulosten tarkastelu

4.1 Taimenen potentiaaliset poikasalueet

Koskien pohjapinta-alasta on usein vain pieni osa lohikalojen elinympäristöksi soveltuvaa aluetta. Esimerkiksi Allenin (1969) mukaan ainoastaan 2-20 % koskialueesta saattaa kelvata reviiiksi. Korhosen ym. (1999) tulokset Hossanjoella tehdyssä taimeenelle soveltuvan elinympäristön mallintamisessa ovat samansuuntaisia. Tässä tapauksessa kunnostuksen jälkeen pohjapinta-alasta taimenille soveltuvaa aluetta oli 3-20 % ikäluokasta ja vedenkorkeudesta riippuen. Keski-Suomen koskilta saamamme tulokset ovat melko samankaltaisia. Vuonna 2004 mitatuilla alueilla soveltuvan alueen osuus kaikkien muuttujien suhteen oli kesänvanhoille taimenen poikasille alhainen. Keskimäärin 9 % koskien ranta-alueista oli soveliasta aluetta, ja optimaalisen alueen määrä oli lähes mitätön. Suuremmille yksi ja kaksivuotiaille tai vanhemmille poikasille oli kaikissa kohteissa tarjolla enemmän soveliasta elinympäristöä. Vaihtelu koskien välillä oli etenkin 1-vuotiaille soveltuvan alueen määrässä suurta. Useimmissa kohteissa eniten soveliasta aluetta oli tarjolla kaksivuotiaille ja sitä vanhemmille poikasille. Optimaalisen elinympäristön osuus mittausalueista oli kuitenkin myös suuremmille kaloille alhainen kaikissa kohteissa.

Kooltaan pienimmät kohteet (Hilmonkoski, Myllynkoski, Riekkonkoski) erottuivat selkeästi tarkasteltaessa mitattuja elinympäristömuuttujia yhdistettyinä. Kesänvanhoille poikasille soveltuvan alueen osuus oli näissä huomattavasti muita kohteita suurempi. Pienemmät kohteet erottuivat eduksi myös tarkasteltaessa pelkästään soveltuvan ja optimaalisen syvyysalueen osuutta. Pienten koskien matalammat uomat tarjoavat enemmän kesänvanhoille taimenille sopivaa veden syvyyttä myös korkean veden aikaan. Usein soveliasta aluetta on läpi koko uoman. Eklövin (1999) mukaan pienet ja keskisuuret kohteet ovat taimentiheyksiltään korkeimpia, koska niissä on enemmän suojaa antavaa reuna-aluetta ja sitä kautta enemmän tuotantopinta-alaa. Toisaalta isojen koskien kokonaispinta-alat ovat huomattavasti suurempia, joten poikasten kokonaistuotantomäärät voivat olla niissä aivan eri kertaluokkaa.

Suurissa kohteissa kesänvanhoille poikasille soveltuvan alueen osuus oli suhteellisesti vähäisempi. Suurissa koskissa veden syvyys oli tärkein pienille poikasille soveltuvan alueen osuutta rajoittava tekijä. Veden syvyys rajoitti vielä jonkin verran 1-vuotiaille soveltuvan alueen määrä, mutta ei kuitenkaan niin voimakkaasti kuin ensikesäisten. Kaksivuotiaille ja vanhemmille poikasille soveltuvan alueen osuuksissa ei ollut suurta vaihtelua koskien välillä. Isommat poikaset suosivat hieman syvempää vettä (mm. Mäki-Petäys ym. 1997), joten soveliasta aluetta on tarjolla myös veden ollessa korkealla.

Soveliasta virranopeusaluetta oli kaikissa kohteissa tarjolla kaikille ikäluokille vähintään kohtuullisesti. Kesänvanhoille taimenille soveliasta aluetta oli eniten tarjolla Rautalammin reitin yläosan koskissa. Leveiden koskien ranta-alueille jää paljon pienille poikasille soveltuvaa hidasvirtaista aluetta. Suuremmille poikasille soveltuva virranopeusalue on usein leveissä reittikoskissa kuitenkin kesänvanhoille soveltuvaa aluetta laajempi (mm. Mäki-Petäys ym. 1997). Näin oli tilanne myös useimmissa tämän tutkimuksen kohteena olleissa koskissa.

Ranta-alueilla pohjan raekoko vastasi yleisesti parhaiten kesänvanhojen poikasten vaatimuksia. Niille optimaalisen raekoon osuus oli jonkin verran muita ikäluokkia suurempi. Muista kohteista erosi selkeästi ainoastaan Laukaan Kuusaankoski, jossa pienimmille poikasille soveltuva osuus oli muita koskia pienempi. Silmämääräisestikin arvioituna kosken kivet olivat muita paikkoja suurempina lohikareina ja niitä oli

enemmän kuin muissa kohteissa. Vastaavasti isommille kaloille siellä oli tarjolla runsaasti soveliaista kivikkoa. Kuusaankoski on harvoja uomaltaan lähes luonnontilaisena säilyneitä suuria koskia Keski-Suomessa.

Vanhemmille kaloille soveltuvaa raekokoa oli tarjolla kaikissa koskissa kohtuullisen paljon. Erityisesti Saarijärven Riekkonkoskessa oli Kuusaankosken ohella tarjolla runsaasti suurempaa, sokkeloista rantakivikkoa. Sitä vastoin Rautalammin reitin keski-osan kunnostamattomissa koskissa, Ylisen-, Keski- ja Hannulankoskessa, oli isommille poikasille soveltuvan kivikon osuus muita kohteita vähäisempi. Pohja oli näissä koskissa rakenteeltaan varsin suojatonta hietikkoa. Suuria kiviä oli muita kohteita harvemmassa, eikä varsinaisia kivikoita ollut etenkin Ylisen- ja Keski- ja Hannulankosken ranta-alueilla. Muiden muuttujien osalta kunnostettujen ja kunnostamattomien koskien välillä ei ollut havaittavissa selkeää eroa poikasille soveltuvien alueiden osuuksissa.

Syksyllä 2005 Rautalammin reitin koskissa tehdyissä lisämittauksissa vedenpinnan taso oli mittaushetkellä pitkäaikaista keskiarvoa alhaisempi (Anonyymi 2005). Vedenpinnan korkeuden vaikutus tuloksiin oli selvästi havaittava. Kesänvanhoille poikasille soveliaan ja optimaalisen alueen osuus oli kaikkien elinympäristömuuttujien suhteen selvästi suurempi kuin vuonna 2004. Matalalla ollut vedenpinnan taso vastasi paremmin pienten poikasten syvyysvaatimuksia ja virrannopeudet olivat myös alhaisempia.

Yksivuotiaille poikasille soveliaiden ja optimaalisten alueiden osuusiin vedenpinnan tason muutoksella ei ollut niin suurta vaikutusta. Soveliaiden ja optimaalisten alueiden osuudet olivat kuitenkin edellisvuotta hieman suurempia kaikissa koskissa. Myös yksivuotiaat poikaset suosivat matalampaa vettä, joten alhaalla ollut vedenpinnan taso lisäsi hieman alueiden osuutta.

2-vuotiaille ja sitä vanhemmille poikasille soveliaiden alueiden osuus oli edellisvuotta pienempi. Suurimpana syynä tähän oli myös matalampi vedenpinnan taso. Suuremmat poikaset suosivat hieman syvempää vettä ja kovempaa virtausta (mm. Mäki-Petäys ym. 1997). Mittaukset sijoittuvat kuitenkin koskien ranta-alueille, joten suuremmille poikasille on tarjolla syvempää vettä ja kiivaampaa virtausta koskien keskiosissa.

Korkeat vedenpinnan tasot mittauksien aikana 2004 vaikeuttavat tuloksien yleistämistä, koska mallinnusta eri veden korkeuksille ei tehty. Mittaushetkellä heinäkuussa 2004 koskien virtaamat olivat selkeästi pitkäaikaisten keskiarvojen yläpuolella (Anonyymi 2004). Keskimääräisessä vesitilanteessa kesänvanhoille poikasille soveltuvien alueiden osuuden ranta-alueista voidaan olettaa olevan vuoden 2004 tasoa suuremman. Myös vuoden 2005 lisämittaukset tukevat tätä olettamusta.

4.2 Taimenen esiintymistä ja tiheyttä selittävät ympäristötekijät

Taimenen kesänvahojen poikasten tiheyttä ei tässä tutkimuksessa selittänyt luotettavasti mikään mitatuista ympäristömuuttujista (ks. liite 1). Ainoa tiheyden vaihtelua selittävä tekijä oli uomaan varjostavan puuston määrä. Mallin selityksaste oli alhainen, joten sen perusteella ei voi tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Varjostuksen on kuitenkin havaittu vaikuttavan tiheyksiin positiivisesti (Eklöv ym. 1999). Puusto ja rantakasvillisuus antavat suojaa taimenenpoikasille visuaalisia saalistajia vastaan (Vehanen ym. 2000). Lisäksi virran ylle kaartuvista puista voi putoilla hyönteistoukkia kalojen ravinnoksi.

Varjostuksen nouseminen ainoaksi selittäväksi muuttujaksi on tässä tapauksessa mahdollisesti sattuman vaikutusta, sillä aineistossa vain kahdessa korkean taimentiheyden paikassa oli suuri varjostus, Varjostuksen määrä vääristyi näillä kohteilla, koska rannan syvyyden ja virrannopeuden takia ei ollut mahdollista kahlata ulommas uomaan. Näiden kohteiden poistaminen analyysistä vaikutti siten, ettei mikään mitattu ympäristötekijä selittänyt taimentiheyden vaihtelua. Tarkasteluvuoden 2004 poikastiheydet

edustavat kohtuullisesti kyseisten koskien keskimääräisiä poikastiheyksiä (mm. Syrjänen ym., julkaisematon).

Jokilahden (2003) tekemässä tutkimuksessa mallinnettiin keskisuomalaisissa pienissä ja keskikokoisissa koskikohteissa taimenen tiheyksiin vaikuttavia tekijöitä. Kesänvanhojen taimenten esiintymistä selitti parhaiten yläpuolisen järven pinta-ala. Yläpuolinen järvi tasaa ympäristötekijöiden, kuten virtaaman, lämpötilan ja vedenlaadun vaihtelua (mm. Degerman & Sers 1993). Järvien alapuolella sijaitsevilla luusuakoskissa ravinteiden suurempi määrä mahdollistaa myös paremmat kasvuolosuhteet kaloille (Haralstad ym. 1987). Tämän tutkimuksen kohteet ovat pääasiallisesti suuria luusuakoskia isojen järvien alapuolella, joten niissä elinolojen pitäisi olla taimenelle varsin suotuisat.

Eklövin ym. (1999) Ruotsissa tekemässä taimenen esiintymiseen ja tiheyteen vaikuttavien tekijöiden mallinnuksessa havaittiin vedenlaadun olevan tärkeimpiä yksittäisiä esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä. Tämän tutkimuksen kohteissa vedenlaadun voidaan kuitenkin olettaa olevan niin hyvän, että se ei muodostu taimenen esiintymistä rajoittavaksi tekijäksi. Esimerkiksi Jokilahden (2003) Keski-Suomessa tekemässä työssä vedenlaadulliset tekijät eivät selittäneet millään tavalla taimenen esiintymistä.

Vanhempien poikasten (>0+) esiintymiseen vaikuttavia ympäristötekijöitä ei yritetty mallintaa, sillä tutkimuskohteille tehtyjen poikasistutusten takia tulokset eivät olisi vastanneet luonnollista tilannetta. Istutuspoikasten erottaminen luonnossa syntyneistä olisi ollut mahdotonta, sillä istutettuja kaloja ei ole merkitty kaikilla kohteilla.

4.3 Johtopäätökset

Taimenelle soveltuvia poikasalueita on tarjolla tutkituissa koskissa nykyisessä tilanteessa siinä määrin, ettei se rajoita poikastiheyksiä Keski-Suomen koskissa. Tätä tukee myös havainto, ettei taimenelle soveltuvien alueiden määrä korreloinut taimentiheyden kanssa. Poikastiheyksien kasvaessa sopivien reviirien puute voi kuitenkin rajoittaa taimenkannan kokoa (Elliot 1994). Korkean veden aikaan matalien kivikoiden puuttuminen saattaa muodostua tiheyttä rajoittavaksi tekijäksi. Osa poikasista joutuu siirtymään epäedullisempaan elinympäristöön, joka voi lisätä kuolleisuutta (Lagarrique ym. 2002). Erityisesti sorasta nousevien poikasten kuolleisuus voi olla suurta, ellei tarjolla ole sopivia suojapaikkoja (Armstrong ym. 2002).

Suurten reittikoskien kunnostuksissa tulisi entistä enemmän kiinnittää huomiota kesänvanhojen poikasten elinympäristön lisäämiseen. Suojaisat matalat kerrokselliset kivikot ovat taimenen kaltaiselle reviiरिकalalle elintärkeitä poikasvaiheessa. Kesänvanhojen poikasten on myös havaittu suosivan alueita, joilla sammalten ja kasvillisuuden peittävyys on suuri (Mäki-Petäys ym. 1997). Tämän tutkimuksen koskissa (myös kunnostamattomissa) sammalten peittävyys ja suojan määrä olivat yleisesti erittäin alhaisia, joten suojapaikkojen lisäämiseen tulisi kiinnittää huomiota. Tilanne korostuu vedenpinnan ollessa 2004 kesän tapaan pitkään korkealla tasolla.

Uomassa olevan suuren puuaineksen (Large Woody Debris) määrä oli kaikissa kohteissa erittäin vähäinen. Puuaineksen on kuitenkin havaittu olevan tärkeä osa luonnontilaisten virtavesien ympäristöä (mm. Roni & Quinn 2001, Roni ym. 2002). Puuaineksen muodostamat risupadot lisäävät kosken ravinteiden pidätyskykyä ja monimuotoistavat uoman rakennetta luoden suojaa ja reviiiripaikkoja kaloille. Rantojen tarpeetonta raivausta tuleekin tämän johdosta välttää. Puuaineksen käyttöä kunnostustöissä voisi myös kokeilla sopivissa kohteissa.

Taimenelle soveltuvien alueiden määrää tulisi jatkossa mallintaa eri virtaamatasoille, jotta poikasalueiden todellista määrää ja sitä kautta potentiaalista taimenen tuotantoa voitaisiin arvioida luotettavasti. Mallinnuksessa tulisi ottaa huomioon myös talviaikaisten elinympäristöjen määrä, sillä talvi on yksi kriittisimmistä

pullonkaloista taimenen selviytymiselle pohjoisilla alueilla (Mäki-Petäys & Kreivi 2004).

Tutkimusalueen koskissa taimenen poikastihyteen vaikuttavat todennäköisesti enemmän muut tekijät, kuin mitatut ympäristömuuttajat. Tällaisia voivat olla esimerkiksi emokalojen määrä tai biologiset vuorovaikutukset (Degerman & Sers 1993, Elliot 1994, Crisp 1996, Langeland & Pedersen 2000). **Todennäköisimpänä vaihtoehtona voidaan pitää emokalojen vähäisyyttä, sillä taimenenpoikasten määrä on ensisijaisesti riippuvainen kutukalojen määrästä.** Esimerkiksi Valkeajärven ym. (1997) mukaan Rautalammin reitin taimenen kutukanta on romahtanut murto-osaan sadan vuoden takaisesta tasosta. Myös Eloranta (1995) pitää emokalojen puutetta suurimpana syynä heikkoihin poikastihyksiin. Emokalojen vähydestä kertoo myös vuonna 2004 tehty lähes kaikki Keski-Suomen suurimmat kosket kattanut vapakalastustutkimus (Airaksinen & Valkeajärvi 2005). Sen mukaan Keski-Suomen koskilta saatiin saaliksi vain 21 yli 60 cm taimenta. Se oli alle prosentti alamitan täytävien (40 cm) taimenten saaliista. Näistäkin osa oli rasvaeväleikkauksella merkittyjä pyyntikokoisena istutettuja kaloja.

Voimakkaista istutus- ja kunnostustoimista huolimatta poikastihydet eivät ole yleisesti parantuneet Keski-Suomen koskilla (Syrjänen, julkaisematon). Voimakas verkkokalastus vaellusreiteillä ja syönnösalueilla yhdessä koskissa tapahtuvan kalastuksen kanssa eivät ole luoneet kestäväää pohjaa kutukantojen palautumiselle. Kalastuksen tiukempi säätely mahdollistaisi taimenien kasvamisen sukukypsiksi ja sitä kautta lisäisi emokalojen määrää.

Kiitokset

Keski-Suomen ympäristökeskuksesta Anssi Elorannalta saatiin koskiin liittyvää taustamateriaalia. Veijo Honkanen ja Jani Jokivirta avustivat sähkökoekalastuksissa. Jukka Syrjänen ja Heikki Mykrä antoivat parannusehdotuksia käsikirjoitukseen. Kiitokset kaikille heille sekä kiitokset osakaskuntien ja kalastusalueiden toimijoille ja muille vesialueiden omistajatahoille yhteistyöstä sekä avusta maastotöiden yhteydessä.

Kirjallisuus

- Airaksinen, M. & Valkeajärvi, P. 2005. Vapakalastus Keski-Suomen koskilla vuonna 2004. Osa 1. Saalis ja pyyntiponnistus. Kala- ja riistaraportteja 360. 26 s
- Allen, K. R. 1969. Limitations on production on salmonid populations in streams. Symposium on salmon and trout in streams. University of British Columbia, Vancouver, B.C. s. 3-18.
- Anonyymi 2004. Suomen ympäristöhallinnon WWW-sivut. Vesistöjen vedenkorkeus Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella 2004.
<http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/kktiedote/fin/2004/Vedenkorkeus/ksu.htm>
- Anonyymi 2005. Suomen ympäristöhallinnon WWW-sivut. Vesistöjen vedenkorkeus Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueella 2005.
<http://wwwi3.ymparisto.fi/i3/tilanne/fin/vedenkorkeus/ksu.htm>
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2002. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fish. Res.* 1428:1-28.
- Bohlin, T., Hamrid, S., Heggberget, T., Ramussen, G. & Saltveit, S. 1989. Electrofishing – Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173:9-43.
- Crisp, D.T. 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in fresh water with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia* 323:201-221.
- Degerman, E. & Sers, B. 1993. The effect of lakes on the stream fish fauna. *Ecol. Freshw. Res.* 5:116-122.
- Eklöv, A.G., Greenberg, L.A., Brönmark, C., Larsson, P. & Berglund, O. 1999. Influence of water quality, habitat and species richness on brown trout populations. *J. Fish Biol.* 54:33-43.
- Elliot, J.M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press. 286 s.
- Eloranta, A., Huovinen, M. & Romula, J. 1997. Pihlajaveden koskireitin (Keuruu) kalataloudellinen kunnostussuunnitelma. Keski-Suomen ympäristökeskus. Jyväskylä. 64 s.+ liitteet.
- Eloranta, A. 1995. Kunnostuskivet eivät tuo vaelluskaloja virtoihin. *Suomen Kalastuslehti* 102(8):4-8.
- Eloranta, A. 1993. Virkistyskalastus Laukaan Simunankoskessa v. 1910-1990. *Suomen Kalatalous* 59:109-124.
- Haralstad, O., Jonsson, B., Sandlund, O.T. & Schei, T. A. 1987. Lake effect on stream living brown trout (*Salmo trutta*). *Arch. Hydrobiol.* 109:39-48.
- Havumäki, M. 2003. Taimenpopulaatioiden ajallinen vaihtelu ja koskikunnostuksen vaikutukset Arvajan reitillä. Pro gradu. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 30 s.
- Huusko, A., Krevi, P., Mäki-Petäys A., Nykänen, M. & Vehanen T. 2003. Virtavesikalojen elinympäristövaatimukset – perustietoa elinympäristösovelluksiin. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja 284. 42 s.
- Huusko, A., Krevi, P., Korhonen, P., Marttunen, M., Hellstén, S. & Saura, A. 2002. Kalojen elinympäristön kunnostaminen. Teoksessa: Salminen, M. & Böhling, P. (toim.): Kalavedet kuntoon. Riistan- ja kalantutkimus, Helsinki. 268 s.

- Jokilahti, M. 2003. Habitaatin vaikutus taimenen (*Salmo trutta*) poikastihyeyteen. Pro gradu. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 23 s.
- Keski-Suomen Seutukaavaliitto 1982. Keski-Suomen virtaavien vesien perusselvitys ja kunnostusohjelma. Keski-Suomen Seutukaavaliitto. 64, sarja B. 127 s.
- Korhonen, P., Huusko, A. & Mäki-Petäys, A. 1998. Koskikunnostuksen aiheuttamat muutokset taimenen elinympäristössä Hossanjoella. Kainuun ympäristökeskuksen moniste 1. 37 s.
- Lagarrique, T., Cereghino, R., Lim, P., Reyes-Marchant, P., Chappaz, R., Lavandier, P. & Belaud, A. 2002. Diet and seasonal variations in brown trout (*Salmo trutta*) feeding pattern and relationship with invertebrate drift under natural and hydropeaking conditions in a mountain stream. *Aquat. Liv. Res.* 15:129-137.
- Langeland, A. & Pedersen, T. 2000. A 27 year study of brown trout population dynamics and exploitation in Lake Songsjøen, central Norway. *J. Fish. Biol.* 57:1227-1244.
- Mäki-Petäys, A. & Kreivi, P. 2004. Virtavesikalojen talvi – elämää muuttuvissa jääoloissa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kala- ja riistaraportteja 316. 17 s.
- Mäki-Petäys, A., Muotka, T., Huusko, A., Tikkanen, P. & Kreivi, P. 1997. Seasonal changes in habitat use and preference by juvenile brown trout, *Salmo trutta*, in a northern boreal river. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54:520-530.
- Ranta E., Rita H. & Kouki J. 1997. Biometria – Tilastotiedettä ekologeille. Yliopistopaino, Helsinki, 569 s.
- Roni, P., Beechie, T.J., Bilby, R.E., Leonetti, F.E., Pollock, M.M. & Pess, G.R. 2002. A review of stream restoration techniques and a hierarchical strategy for prioritizing restoration in pacific northwest watersheds. *N. Am. J. Fish. Manage.* 22:1-20.
- Roni, P. & Quinn, T.P. 2001. Density and size of juvenile salmonids in response to placement of woody debris in western Oregon and Washington streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:282-292.
- Seber, G.A.F & LeCren, E.D. 1967. Estimating from catches large relative to population. *J. Anim. Ecol.* 36:631-643.
- SPSS Inc. 1999. SPSS base 10.0 applications guide. SPSS Inc., Chicago, 426 s.
- Valkeajärvi, P., Takkunen, T., Eskelinen, P. & Kovanen, J. 1997. Rautalammin reitin taimen tulee takaisin. Menetelminä monipuoliset istutukset ja kalastuksen säätely. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 134. 48 s.
- Vehanen, T., Bjerke, P.L., Heggenes, J., Huusko, A. & Mäki-Petäys, A. 2000. Effect of fluctuating flow and temperature on cover type selection and behaviour by juvenile brown trout in artificial flumes. *J. Fish. Biol.* 56:923-937.
- Yrjänä, T. (toim.) 1995. Entisten uittojokien kunnostaminen – Esimerkkinä Iijoen vesistöalue. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisusarja A 212. 84 s.

Liite 1. Tutkimuskohteilta mitatut ympäristömuuttujat (2004).

Koski	Kosken Pituus		Kosken Leveys		Kosken Tulvaveveys		Syvyys		Virranopeus(06)		Virranopeus (3 cm)		Varjostus		Raekoko(dom)		Raekoko(subdom)		
	m	m	m	m	m	m	cm	Ka	Min-max	Ka	Min-max	m/s	Ka	Min-max	Ka	Min-max	Ka	Min-max	
Rautalammin reitti																			
Siikakoski	250	110	112	66	17-99	0.39	0.03-1.14	0.18	0.01-0.8	6	0-100	5.9	1-8	5.2	1-8				
Taikainen	120	70	72	56	25-100	0.45	0.04-0.88	0.13	0.01-0.55	4	0-90	5.2	1-8	3.9	1-8				
Karinkoski	170	80	81	67	15-100	0.42	0.07-1.00	0.17	0.01-0.68	22	0-100	5.0	1-8	4.2	1-8				
Kellankoski	520	60	62	63	26-90	0.37	0.05-0.96	0.15	0.01-0.87	25	0-100	4.7	1-8	4.1	1-8				
Ylisenkoski	140	90	92	66	21-105	0.50	0.08-1.06	0.16	0.01-0.63	13	0-100	5.0	1-8	4.5	1-8				
Keskisenkoski	360	70	72	59	20-117	0.56	0.06-1.9	0.21	0.01-0.9	26	0-100	5.2	1-8	4.9	1-8				
Hannulankoski	400	70	72	69	19-115	0.45	0.05-1.1	0.17	0.03-0.97	6	0-90	5.4	1-8	5.5	1-8				
Simunankoski	500	80	82	67	25-110	0.52	0.06-1.87	0.25	0.02-1.34	83	0-100	6.1	1-8	5.8	1-8				
Tarvaalavirta	200	80	85	78	30-115	0.49	0.11-1.01	0.23	0.04-0.9	28	0-100	5.5	1-8	5.3	1-8				
Viitasaaren reitti																			
Hilmonkoski	2500	14.6	20.4	43	12-90	0.46	0.02-1.2	0.18	0.01-1.1	16	0-100	6.2	2-8	5.2	1-8				
Huopankoski	1100	56	58	67	20-110	0.57	0.07-1.48	0.26	0.03-1.31	12	0-100	6.3	1-8	5.6	1-8				
Keihärinkoski	440	102	104	63	20-100	0.63	0.11-1.25	0.27	0.06-0.99	7	0-100	6.0	2-8	5.6	2-8				
Kämänkoski	940	35	37	70	27-112	0.59	0.06-1.48	0.22	0.02-0.72	12	0-100	5.8	1-8	5.5	1-8				
Kellankoski	290	30	32	66	18-110	0.64	0.12-1.54	0.28	0.05-0.97	30	0-100	6.0	1-8	5.1	1-8				
Kymönkoski	255	70	71	66	15-100	0.61	0.1-1.62	0.22	0.03-1.28	6	0-100	6.2	1-8	5.7	1-8				
Saarijärven reitti																			
Heijostenkoski	725	35.5	37.5	56	19-96	0.55	0.1-1.41	0.25	0.02-0.94	14	0-100	6.3	1-8	5.7	1-8				
Riekonkoski	430	50	54	51	15-95	0.43	0.04-1.31	0.17	0.02-0.72	2	0-100	6.9	4-8	6.2	1-8				
Äänekoski-Vaajakoski																			
Kuusaankoski	450	80	81	62	20-105	0.44	0.05-1.38	0.21	0.02-0.84	41	0-100	7.0	1-8	6.0	1-8				
Jämsän reitti																			
Piesalankoski	134	21.5	22.8	51	10-98	0.48	0.05-1.53	0.22	0.02-0.99	10	0-100	6.5	2-8	5.9	1-8				
Survosenkoski	165	35.5	37.5	47	16-90	0.59	0.05-2.31	0.25	0.01-1.02	13	0-100	6.3	3-8	6.0	2-8				
Sysmän reitti (Joutsa)																			
Myllykoski	333	5.2	7.6	40	10-85	0.38	0.03-0.9	0.20	0.01-0.61	74	0-100	5.7	1-8	5.2	1-8				

Liite 1 jatkuu. Tutkimuskohteilta mitatut ympäristömuuttujat (2004).

Koski	Sammal		Suoja1		Suoja2		Suoja3		Suoja4		LWD m ³ /100m ²	Kaltevuus %	RanEheys %	Pool- ala m ²	EtJärv m	JärPa km ²
	Ka	Min-max	Ka	Min-max	Ka	Min-max	Ka	Min-max	Ka	Min-max						
Rautalammin reitti																
Siikakoski	9,9	0-70	3,0	0-50	0,9	0-100	0,8	0-50	0,5	0-50	0,03	0,44	50	0	0	189,0
Taikainen	1,8	0-40	2,1	0-60	0,0	0-0	0,0	0-0	0,0	0-0	0,02	0,12	90	8000	0	189,0
Karinkoski	5,9	0-70	5,2	0-50	0,0	0-0	0,9	0-30	0,0	0-0	0,15	0,12	90	8000	300	189,0
Kellankoski	6,9	0-80	9,9	0-90	0,1	0-10	0,9	0-25	0,0	0-0	0,00	0,65	50	0	0	0,1
Ylisenkoski	18,7	0-70	18,7	0-100	0,0	0-0	0,0	0-0	0,1	0-10	0,26	0,15	70	0	500	14,0
Keskisenkoski	0,0	0-0	0,6	0-30	0,0	0-0	0,0	0-0	0,2	0-20	0,03	0,15	80	750	1300	14,0
Hannulankoski	3,5	0-50	7,4	0-60	1,5	0-50	0,0	0-0	0,0	0-0	0,00	0,14	90	0	2200	14,0
Simunankoski	6,9	0-70	4,5	0-100	0,9	0-90	0,7	0-30	0,6	0-30	0,01	0,56	70	0	0	58,8
Tarvaalanvirta	0,5	0-40	4,1	0-80	0,0	0-0	0,0	0-0	1,3	0-80	0,00	0,10	60	0	0	22,1
Viitasaaren reitti																
Hilmonkoski	54,3	5-100	19,8	0-70	2,4	0-70	0,0	0-0	2,1	0-90	0,00	0,48	90	410	2900	7,7
Huopankoski	10,6	0-50	2,1	0-50	0,8	0-70	0,5	0-80	0,8	0-70	0,00	0,55	20	9250	0	39,8
Keihärinkoski	7,0	0-80	0,7	0-15	3,9	0-80	0,2	0-30	0,5	0-30	0,00	0,27	50	0	0	25,3
Kärnäkoski	4,0	0-60	3,6	0-60	3,4	0-100	0,4	0-30	0,0	0-0	0,00	1,83	60	1000	0	101,1
Kellankoski	1,0	0-35	0,6	0-30	0-20	0-20	0,3	0-20	0,0	0-0	0	0,27	90	1600	0	0,4
Kymönkoski	13,7	0-90	4,3	0-60	0,4	0-60	1,5	0-100	0,0	0-0	0,00	0,39	60	0	0	1,0
Saarijärven reitti																
Heijostenkoski	14,3	0-90	3,2	0-40	2,2	0-100	0,0	0-0	0,0	0-0	0,05	0,50	90	400	900	1,5
Riekonkoski	39,9	0-100	12,7	0-100	0,1	0-20	0,0	0-0	0,2	0-30	0,00	0,93	90	700	0	7,1
Äänekoski-Vaajakoski																
Kuusaankoski	7,3	0-60	3,5	0-60	4,1	0-100	0,8	0-80	0,0	0-0	0,05	0,98	60	0	0	6,1
Jämsän reitti																
Piesalankoski	34,8	0-100	11,4	0-100	0,9	0-100	0,0	0-0	0,0	0-0	0,01	0,18	60	100	1000	8,8
Survosenkoski	9,4	0-70	2,7	0-70	0,9	0-30	0,0	0-0	0,4	0-60	0,00	0,27	65	25000	120	4,8
Sysmän reitti (Joutsa)																
Myllynkoski	5,9	0-50	1,3	0-40	0,0	0-0	0,0	0-0	0,0	0-0	0,08	0,7	80	100	0	8,0