

Aki Mäki-Petäys *Timo Muotka*
Pertti Tikkanen *Ari Huusko*
Petri Kreivi *Kalevi Kuusela*

Kokoluokkien väliset erot taimenen
poikasten mikrohabitaattien käytössä



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 80

1994

Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä

Aki Mäki-Petäys, Timo Muotka, Pertti Tikkanen,
Ari Huusko, Petri Kreivi ja Kalevi Kuusela

Helsinki 1994

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kannen valokuva: Aki Mäki-Petäys

Kirjoittajat ovat vastuussa kirjoituksensa sisällöstä, eikä se välttämättä edusta Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen virallista kantaa.

ISBN951-8914-57-5

ISSN 0787-8478

Painatuskeskus Oy

Helsinki 1994

Tekijä(t)

Mäki-Petäys, Aki; Muotka, Timo; Tikkanen, Pertti; Huusko, Ari; Kreivi, Pertti ja Kuusela, Kalevi

Julkaisun nimi

Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä

Julkaisun laji

Tutkimusraportti

Toimeksiantaja

Toimeksiantopäivämäärä

Projektin nimi ja numero

Taimenen ja harjuksen potentiaalisten habitaattien määrän ja laadun arviointi virtaavassa vedessä (2784-7)

Tiivistelmä

Lohikaloille soveliaita habitaatteja on vain pieni osuus joen pohjan pinta-alasta. Tästä syystä on tärkeää pystyä erottamaan kalojen käyttämät mikrohabitaatit siitä, mitä virrassa on mahdollisuus käyttää. Tässä tutkimuksessa selvitettiin taimenen (*Salmo trutta* L.) poikasten mikrohabitaatin käyttöä pohjoissuomalaisessa Kuusinkijossa. Yksilön kasvun myötä muuttuu usein myös yksilön kyky hyödyntää erilaisia ympäristöresursseja, mistä syystä monien kalalajienkin elinkaareen liittyy usein huomattavia muutoksia niiden habitaatin käytössä. Tämän takia pyrimme selvittämään taimenen poikasen mikrohabitaatin käyttöä eri kokoluokissa: 1= 0–10 cm, 2=10–15 cm, 3=15–20 cm ja 4= >20 cm.

Pääkomponenttianalyysi tiivistä kuuden muuttujan sisältämän informaation kolmeksi pääkomponentiksi, jotka selittivät yhteensä 72 % aineiston kokonaisvaihtelusta. Varianssianalyysin tuloksena poikasten sijoittuminen eri kokoluokissa erosi merkitsevästi ($p < 0,001$) ainoastaan kolmannella pääkomponentilla, joka kuvasi pääasiassa syvyyttä ja pohjan raekokoa. Parittainen vertailu (SNK, $\alpha=0,05$) osoitti eron olevan merkitsevä vain kokoluokkien 1 ja 4 välillä. Tämän lisäksi isompien poikasten (>10 cm) käyttämät habitaatit poikkesivat näiden satunnaisesta saatavuudesta kolmannella pääkomponentilla (Mannin-Whitney U-testi, $\alpha=0,05$). Pienin kokoluokka hyödynsi mikrohabitaatteja suurinpiirtein samassa suhteessa kuin niitä oli ympäristössä tarjolla.

Taimenen poikasen koko vaikutti selvästi habitaatin käyttöön: pienet poikaset (<15 cm) suosivat matalampia, suojaisia ja pienirakeisempia kosken alueita, kun taas isommat poikaset (>15 cm) olivat usein syvemmillä, avioimilla ja suurempirakeisilla pohjilla. Tämän tutkimuksen tulokset antavat perustavaa tietoa erilaisten habitaattimallien sovellutuksille, joilla pyritään laskemaan taimenille soveltuvien habitaattien määrää suomalaisissa virtavesissä.

Asiasanat

Taimenen poikasen, mikrohabitaatin käyttö, saatavillaolevuus, ontogeeniset muutokset

Sarjan nimi ja numero

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 80

ISBN

951-8914-57-5

ISSN

0787-8478

Sivumäärä

38 s. + 6 liitettä

Kieli

suomi

Hinta

MK 75,-

Luottamuksellisuus

Julkinen

Myynti

Painatuskeskus Oy
Valtikka
Annankatu 44
00100 Helsinki
Puh. (90) 1734 2012 Fax (90) 1734 2369

Kustantaja

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PL 202
00151 Helsinki
Puh. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

Mäki-Petäys, Aki; Muotka, Timo; Tikkanen, Pertti; Huusko, Ari; Kreivi, Petri och Kuusela, Kalevi

Forellyngels utnyttjande av mikrohabitat: skillnader mellan olika storleksklasser

Rapport

Bedömning av kvantiteten och kvaliteten av potentiella habitat för öring och harr i rinnande vatten (2784-7)

Endast en liten del av ett vattendrags bottenareal utgör lämpliga habitat för laxfiskar. Detta gör det viktigt att kunna urskilja de mikrohabitat som fisken utnyttjar från de potentiellt användbara. Undersökningen utredde utnyttjandet av mikrohabitat hos yngel av öring (*Salmo trutta* L.) i älven Kuusinkijoki i norra Finland. Ynglens förmåga att tillgodogöra sig olika resurser i miljön förändras ofta under tillväxten, vilket leder till att betydande förändringar beträffande habitatvalet ingår i många fiskarters livscykel. Vi försökte därför utreda öringSynglens mikrohabitatval i olika storleksklasser: 1=0–10 cm, 2=10–15 cm, 3=15–20 cm, och 4 =>20 cm.

Informationsinnehållet i sex variabler koncentrerades till tre huvudkomponenter, vilka tillsammans förklarade 72% av materialets totalvariation. Efter variansanalys skiljde sig ynglens placering i olika storleksklasser signifikant ($p < 0,001$) endast beträffande den tredje huvudkomponenten, som i huvudsak beskrev vattendjup och bottenens kornstorlek. Parvis jämförelse (SNK, $\alpha = 0,05$) visade att skillnaden är signifikant endast mellan storleksgrupperna 1 och 4. De habitat som utnyttjades av de största ynglen (>10 cm), avvek från en slumpmässig tillgänglighet i fråga om den tredje huvudkomponenten (Mann-Whitneys U-test, $\alpha = 0,05$). Den minsta storleksklassen utnyttjade mikrohabitat i stort sett i den mån de var tillgängliga i miljön.

ÖringSynglens storlek påverkade klart deras val av habitat: små yngel (<15 cm) föredrog grunda, skyddade och mera finkorniga forsavsnitt, medan större yngel (>15 cm) ofta återfanns på djupare, öppna och grovkornigare bottenar. Resultaten av denna undersökning ger grundläggande information för tillämpningen av olika habitatmodeller, med vilka man försöker beräkna mängden lämpliga öringshabitat i rinnande vattendrag i Finland.

öringsyngel, utnyttjande av mikrohabitat, tillgänglighet, ontogenetiska förändringar

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 80

951-8914-57-5

0787-8478

38 s. + 6 bilagor

Finska

FM 75,-

Offentlig

Tryckericentralen Ab

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Vaitikka

PB 202

Annegatan 44

00151 Helsinki

00100 Helsingfors

Tel. (90) 1734 2012 Fax (90) 1734 2369

Tel. (90) 228 811 Fax (90) 631 513

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

April 1994

Author(s)

Mäki-Petäys, Aki; Muotka, Timo; Tikkanen, Pertti; Huusko, Ari; Kreivi, Pertti
and Kuusela, Kalevi

Title of Publication

Size-Class Differences in Microhabitat Use by Juvenile Brown Trout

Type of Publication

Research report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Evaluation of Habitat Availability for Brown Trout and Grayling (2784-7)

Abstract

Only a small proportion of the stream bed consists of microhabitats suitable for salmonid fishes. Therefore, it is essential to differentiate microhabitat use from availability in any field study. We studied microhabitat use by juvenile brown trout (*Salmo trutta* L.) in the River Kuusinkijoki in northern Finland. Because resource utilization is generally related body size, many fish species undergo extensive ontogenetic changes in their habitat use. Accordingly, we examined microhabitat use of brown trout by size-classes, which were 1=0-10 cm, 2=10-15 cm, 3=15-20 cm and 4=>20 cm.

The first three axes of the Principal Component Analysis explained 72 % of the total variation included in the six microhabitat variables. Size-classes differed significantly only on the third component (ANOVA, $p < 0.001$), which was mainly associated with water depth and substrate size. A pairwise comparison (SNK multiple comparisons, $\alpha = 0.05$) showed that the difference was significant only between size-classes 1 and 4. Furthermore, microhabitat use of larger fish (>10 cm) was different from the availability on the third component (Mann-Whitney U-test, $\alpha = 0.05$). The smallest size-class utilized microhabitats in about the same proportions the were available in the stream reach.

Habitat use was clearly size-related. Smaller fish (<15 cm) favoured shallow riffle areas with a high cover of aquatic vegetation, whereas larger fish (>15 cm) were mostly found in deeper, more open pool areas with boulder substrate. The results of this study give the basic information for habitat models to evaluate the amount of suitable habitats for brown trout in Finnish streams.

Key words

Juvenile Brown trout, Microhabitat Use, Availability, Niche Shifts

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 80

ISBN

951-8914-57-5

ISSN

0787-8478

Pages

38 p. + 6 Appendices

Language

Finnish

Price

FIM 75,-

Confidentiality

Public

Distributed by

Painatuskeskus Oy
Valtikka
Annankatu 44
FIN-00100 Helsinki, Finland
Phone +358 0 1734 2012 Fax +358 0 1734 2369

Publisher

Finnish Game and Fisheries Research Institute
P.O.Box 202
FIN-00151 Helsinki, Finland
Phone +358 0 228 811 Fax +358 0 631 513

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT.....	1
YHTEENVETO.....	2
SAMMANDRAG.....	3
1. JOHDANTO.....	4
2. TUTKIMUSALUE.....	5
3. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	8
3.1. Kuusinkijoen taimen.....	8
3.2. Mikrohabitaattien kuvaus.....	9
3.2.1. Kalojen paikantaminen.....	9
3.2.2. Ympäristömuuttujien mittaus.....	11
3.4. Analyysit ja testit.....	13
3.4.1. Jacobin indeksi.....	13
3.4.2. Sopivuusindeksi.....	13
3.4.3. Pääkomponenttianalyysi.....	14
4. TULOKSET.....	15
4.1. Mikrohabitaattien saatavillaolevuus, käyttö ja valinta.....	15
4.1.1. Resurssien saatavuus ja käyttö.....	15
4.1.2. Resurssien sieto- ja optimialueet.....	16
4.1.3. Monimuuttuja-analyysi.....	21
5. POHDINTA.....	23
5.1. Taustaa.....	23
5.2. Taimenen mikrohabitaatin valinta.....	24
5.2.1. Tutkimukseen liittyviä ongelmia.....	24
5.2.2. Mikrohabitaattimuuttujat.....	25
5.2.3. Erot kokoluokkien välillä.....	27
5.2.4. Reviirikäyttäytyminen.....	28
5.2.5. Lajien väliset suhteet.....	29
5.2.6. Vuodenaika ja habitaatinvalinta.....	30
KIITOKSET.....	31
KIRJALLISUUS.....	32
LIITTEET	

ALKUSANAT

Tämä tutkimus toteutettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL), Oulun yliopiston (OY), Jyväskylän yliopiston (JY) ja Oulangan biologisen aseman yhteistyöhankkeena. Se kuuluu osana RKTL:n projektiin - 'Taimenen ja harjuksen potentiaalisten habitaattien määrän ja laadun arviointi virtaavassa vedessä' sekä OY:n eläintieteen laitoksen ja JY:n biologian laitoksen tutkimukseen - 'Koskikunnostusten ekologiset vaikutukset'.

Aki Mäki-Petäys ja Petri Kreivi tekivät tutkimuksen maastotyöt kesinä 1991 ja 1992. Sittemmin tutkimusaineisto analysoitiin ja raportoitiin Oulun yliopiston eläintieteen laitoksella Aki Mäki-Petäyksen opinnäytetyönä - 'Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasen mikrohabitaatin valinnassa Pohjois-Suomalaisessa Kuusinkijoessa', mikä valmistui keväällä 1993. Käytännön ohjauksesta vastasivat tällöin lähinnä Timo Muotka ja Pertti Tikkanen. Tämän opinnäytetyön pohjalta on kirjoitettu nyt seuraava artikkeli.

YHTEENVETO

Mahdollisimman tarkan kuvan luomiseksi kalojen elinpaikkavaatimuksista mikrohabitaattitutkimuksilla on keskeinen merkitys. Tässä tutkimuksessa selvitettiin kokoluokittain (luokat: 1 = 0-10 cm, 2 = 10-15 cm, 3 = 15-20 cm ja 4 = > 20 cm) yksittäisten taimenen poikasten abioottisia elinpaikkavaatimuksia pohjois-suomalaisessa Kuusinkijoessa kesinä 1991 ja 1992.

Sukeltamalla tai sähkökalastamalla paikannettujen taimenten olinpaikoista (n=186) mitattiin virransyvyys, keski- ja pintavirran nopeus, pohjan raekoko yläpuolinen suoja ja kasvillisuuden peittävyys. Habitaattien saatavillaolevuuden kuvaamiseksi samat muuttujat mitattiin 541 satunnaispisteestä. Pääkomponenttiansalyysi (PCA) tiivisti kuuden muuttujan sisältämän informaation kolmeksi pääkomponentiksi, jotka selittivät yhteensä 71,5 % aineiston kokonaisvaihtelusta. Varianssianalyysin (ANOVA) tuloksena poikasten sijoittuminen eri kokoluokissa erosi merkitsevästi ($p < 0,001$) ainoastaan kolmannella pääkomponentilla, joka kuvasi selkeästi syvyyttä ja pohjan raekokoa. Tämän lisäksi kokoluokkien 2-4 poikasten käyttämät habitaatit poikkesivat näiden satunnaisesta saatavuudesta kolmannella pääkomponentilla (Mannin-Whitney U-testi, $\alpha = 0,05$).

Muuttujakohtaisten sieto- ja optimialueiden havainnollistamiseen käytettiin nk. Jacobin indeksiä (D) ja sopivuusindeksiä (S). Habitaatin valintaan vaikutti selvästi taimenen poikasen koko. Karkean jaottelun mukaan pienet poikaset suosivat matalampia, suojaisia ja pienirakeisempia virran alueita, kun taas isommat poikaset viihtyivät enemmän syvemmillä, avoimilla ja suurempirakeisilla pohjilla.

Yksilötasolla taimenen habitaattikuvauksia ei ole suomalaisissa virtavesissä juurikaan aiemmin tehty. Tämän työn tulokset lähinnä tukivat muualla maailmassa saatuja tuloksia. Eri kokoisten poikasten mieltymykset erilaisiin habitaatteihin antavat kuitenkin aiheen jatkaa kalakokoon sidotua tutkimusta, perinteisemmän ikäluokkajaottelun rinnalla, taimenen ekologiaa selvitettäessä. Kattavamman kuvan hahmottamiseksi taimenen habitaattivaatimuksista tutkimusajankohtia on syytä laajentaa kesän lisäksi syksyyn ja talveen, koska kesäisten ja talvisten mikrohabitaattien on todettu poikkeavan toisistaan. Tästä huolimatta työn tuloksia voitaneen jo nyt soveltaa kalaekologisen tutkimuksen ohella koskikunnostuksien suunnittelussa sekä suomalaisiin taimenvirtoihin soveltuvien habitaattimallien kehittämisessä.

SAMMANDRAG

Mikrohabitatundersökningar är av central betydelse då man vill skapa en möjligast noggrann bild av fiskars krav på sin livsmiljö. Denna undersökning utredde storleksklassvis (klasser: 1 = 0–10 cm, 2 = 10–15 cm, 3 = 15–20 cm och 4 = > 20 cm) enskilda öringsyngels abiotiska miljökrav i älven Kuusinkijoki i norra Finland somrarna 1991 och 1992.

186 öringar lokaliserades genom dykning och elfiske. På deras habitat uppmättes strömdjup, medel- och ytströmshastighet, bottenens kornstorlek, skydd uppåt, samt växtlighetens täckningsgrad. För att beskriva habitatens tillgänglighet mättes dessa parametrar också på 541 slumpmässigt utvalda punkter. Informationen i sex parametrar koncentrerades genom huvudkomponentanalys (PCA) till tre huvudkomponenter, vilka tillsammans förklarar 71,5 % av materialets totalvariation. Variansanalys (ANOVA) visade att ynglens placering i olika storleksklasser avvek signifikant ($p < 0,001$) endast beträffande den tredje huvudkomponenten som beskrev djupet och bottenens kornstorlek. I storleksklasserna 2–4 avvek ynglens habitatval också från slumpen beträffande den tredje huvudkomponenten (Mann-Whitneys U-test, $\alpha = 0,05$).

För att åskådliggöra de olika parametrarnas tolerans- och optimiområden användes det s.k. Jacobs index (D) och lämplighetsindex (S). Yngelstorleken påverkade tydligt habitatvalet. Grovt taget kan man säga att små yngel söker sig till grundare, skyddade och mera finkorniga strömvassnitt, medan de större trivs bättre på djupare, öppna och grovkornigare bottenar.

Habitatbeskrivningar för öring på individnivå har just inte gjorts tidigare i finländska vattendrag. Detta arbete stöder i huvudsak resultat från undersökningar gjorda på andra håll i världen. Olika stora yngels preferenser för olika habitat ger dock anledning att i utredningar av öringens ekologi fortsätta den forskning som anknyter till fiskens storlek, vid sidan om den traditionella indelningen i åldersgrupper. För att få en mera täckande bild av öringens habitatkrav borde man också utföra undersökningar under höst och vinter, eftersom man vet att mikrohabitatet är andra under vintern än under sommaren. Redan dessa resultat kan dock tillämpas inom den fiskekologiska forskningen, vid forsrestaureringar och vid utvecklandet av habitatmodeller för finländska öringsälvar.

1. JOHDANTO

Virtavesikalojen habitaatteja voidaan tarkastella makro-, meso- ja mikrotasolla. Tällöin makrohabitaatiksi luetaan koko virta, mesohabitaatiksi tietty virran osa tai virtatyyppe (esim. koski tai suvanto) ja mikrohabitaatiksi yksittäisen kalan elinalue tai reviiri (esim. kiven tausta tai kivikon takainen syväne). Tämän jaottelun mukaisista, suomalaisista mikrohabitaattitutkimuksista ei ole juuri tietoa saatavilla. Sen sijaan varsinkin Yhdysvalloissa tämän tyyppistä tutkimustietoa on julkaistu melko runsaasti (esim. Bovee 1982, Moyle & Baltz 1985, Baltz ym. 1991 ja Bugert & Bjornn 1992).

Habitaattitutkimuksien pohjalta on kehitetty erilaisia virtavesimalleja, joilla on pyritty luomaan yleispätevät normit kalojen elinvaatimuksista. Mallintamisissa on ehkä yleisimmin käytetty nk. IFIM-menetelmää (Instream Flow Incremental Methodology), jonka kehittäjänä on ollut U.S. Fish and Wildlife Service (mm. Bovee 1982). Menetelmän oleellisena osana on nk. PHABSIM -malli (Physical Habitat Simulation), jossa kalojen elinolosuhteita kuvaavat hydrauliset ja fysikaaliset muuttujat (virrannopeus, syvyys, pohjan raekoko ja suoja) simuloidaan tietokoneohjelman avulla mille tahansa halutulle virralle (Waite & Barnhart 1992). Luotettavien, kalalajikohtaisten muuttujastandardien kehittämisessä on mikrohabitaattitutkimuksilla keskeinen merkitys. Näihin standardeihin perustuen saadaan siis ennuste tietyille lajeille ja näiden eri elinvaiheille käyttökelpoisten habitaattien määrästä (Waite & Barnhart 1992). Parhaimmillaan tällaiset virtavesimallit voisivat toimia merkittävänä apuvälineenä kalakantojen hoidon suunnittelulle ja toteutukselle esim. koskien kunnostusten ja velvoiteistutusten yhteydessä.

Lohikalojen habitaattivaatimukset ovat olleet monien tutkijoiden kiinnostuksen kohteena. Perustutkimuksen ohella mikrohabitaattiselvityksillä on selvä kalataloudellinen merkitys, jos esim. PHABSIM -mallin avulla voidaan arvioida erilaisten koskien kunnostusmenetelmien kannattavuutta tai antaa nykyistä tarkempia, virtavesikohtaisia suosituksia kalaistutuksista päättävälle eri tahoille. Myös Allen (1969) korosti yleisesti lohikalojen mikrohabitaattien tärkeyttä, koska vain 2-20% joenpohjan pinta-alasta muodostuu kalojen käyttämistä reviiereistä. Pohjan heterogeenisuuden takia kalojen käyttämä tila koostuu luultavasti mosaiikkimaisista, kalakoon mukana vaihtelevista territorioista (Hunter 1991, ks. myös

Gibson 1988). Yleisesti ottaen tällainen reviiirikäyttäytyminen lohikaloilla perustuu kalayksilön energian saannin ja kulutuksen optimointiin (Gibson 1988 ja Rincon & Lobon-Cervia 1993).

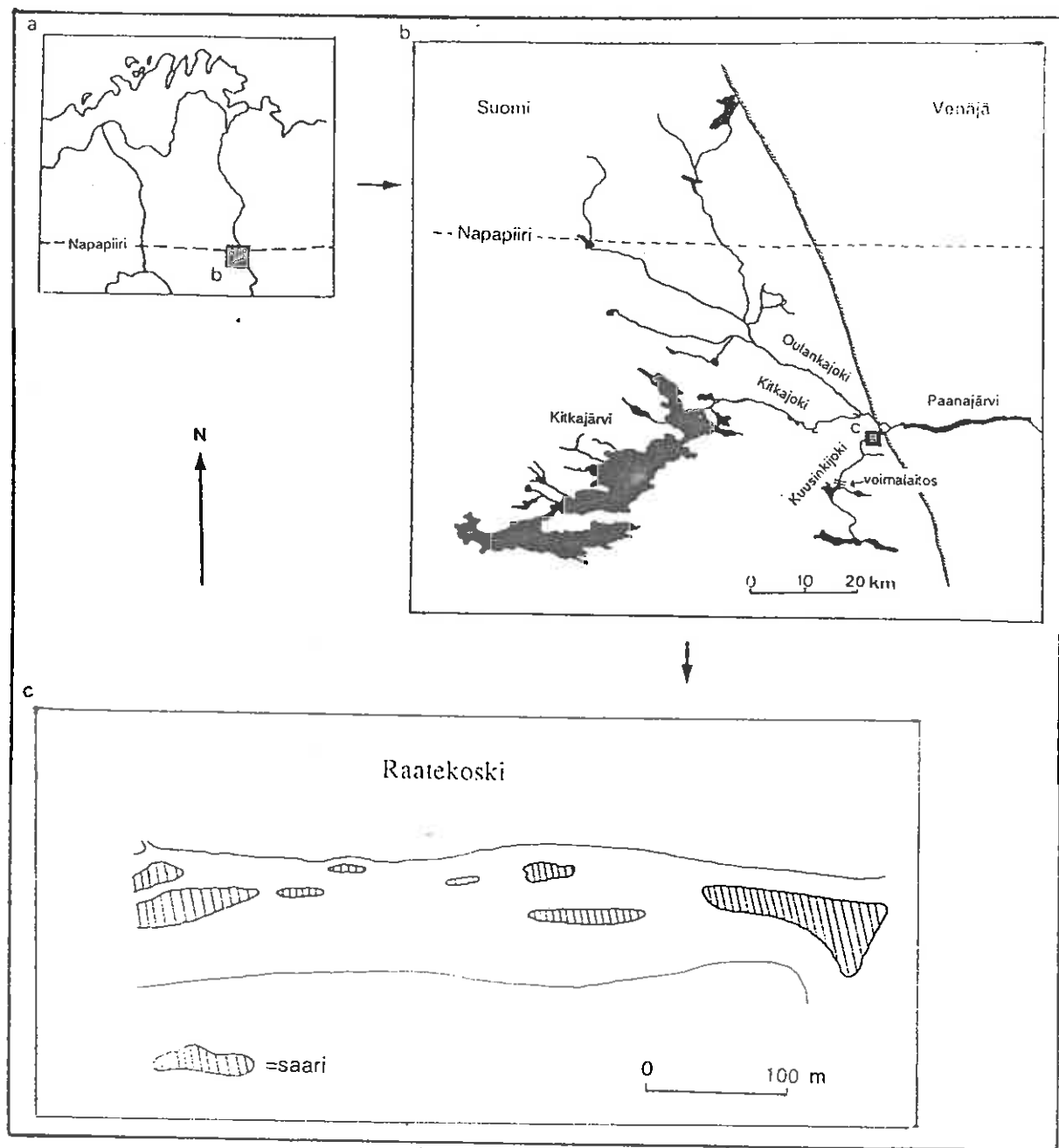
Habitaattitutkimuksissa on tärkeää erottaa erikokoisten kalojen elinaluevaatimukset, koska kalayksilön koko vaikuttaa sen energiavaatimukseen, ravintoresurssien hyödyntämismahdollisuuksiin ja vihollisesta selviytymiseen (Persson 1988, kts. myös Werner & Gilliam 1984). Kalan kasvaessa sen kulloinkin käyttämä ekologero siis muuttuu. Oleellisena osana kasvun myötä tapahtuviin ekologeron muutoksiin liittyvät usein muutokset mikrohabitaatin käytössä, minkä selvittämisen tärkeyttä taimenella ovat painottaneet mm. Gosse & Helm (1981), Bovee (1982) ja Heggenes (1988a). Tästä huolimatta tämän tyyppistä, kvantitatiivista tutkimustietoa taimenen eri poikasvaiheista on niukasti saatavilla (ks. kuitenkin Karlström 1977). Lisäksi vuodenaikojen merkitys habitaatin valinnassa tulee huomioida varsinkin, jos halutaan kehittää yleistettäviä standardeja kalojen optimihabitaateista erilaisten virtavesimallien perustaksi (Moyle & Baltz 1985).

Tässä tutkimuksessa pyrittiin kuvaamaan taimenen poikasen mikrohabitaatin rakennetta virrannopeuden, syvyyden, pohjan raekoon, suojan ja kasvillisuuden peittävyuden suhteen. Tarkastelussa otettiin huomioon kalakoon vaikutus erilaisien habitaattien käytössä sekä mahdolliset käytössä tapahtuvat muutokset kesikesän ja alkusyksyn aikana. Paitsi perusekologisen tutkimuksen tarpeisiin, saatuja tuloksia on tarkoitus hyödyntää suomalaisiin virtavesiin soveltuvien habitaattimallien kehittämisessä.

2. TUTKIMUSALUE

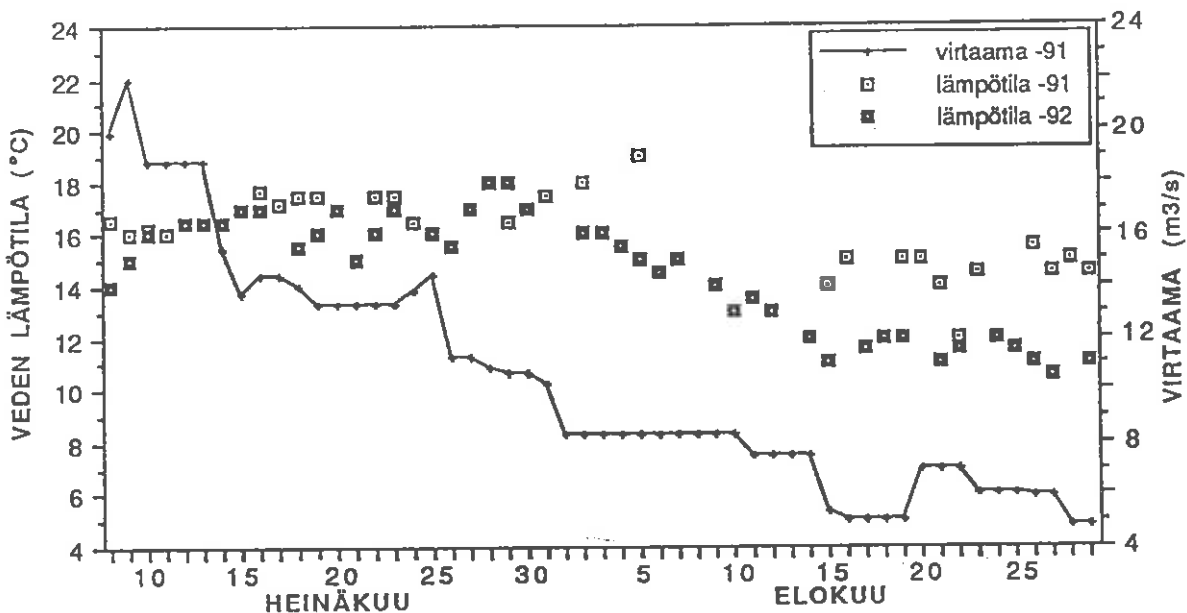
Kuusinkijoen vesistöalue kuuluu Koutajoen vesistöön, joka laskee Vienanmeren Kantalahteen. Itse Kuusinkijoki saa alkunsa Ala-Vuotunkijärvestä ja yhtyy Venäjän puolella Oulankajokeen, joka laskee edelleen Paanajärveen (Kuva 1 a ja b). Kuusinkijoen alkupäässä sijaitsee Myllykosken voimalaitos, jonka tarpeisiin yläpuolista Ala-Vuotunkijärveä säännöstellään. Vesistöalueen luonnontilaan on vaikuttanut lisäksi kuormitus, jonka pääasialliset lähteet ovat alueella harjoitettavat maa- ja metsätalous sekä kalankasvatustominta (Vesihallitus 1984, Rantala 1988

ja Ylitolonen 1989). Ravinnekuurmituksilla, siitä johtuvilla pohjalevien voimakkaalla kasvulla ja kalojen makuvirheillä on ilmeinen yhteys ko. vesistöalueella (Myllymaa 1975, 1981). Kuusinkijoen valuma-alue on 1006 km² (Koutaniemi & Kuusela 1993). Keskimäärin joki on 20-30 metriä leveä ollen leveimmillään noin 100 metriä. Vuonna 1991 Kuusinkijoen vuotuinen keskivirtaama oli 10,1 m³/s (Oulun vesi- ja ympäristöpiirin arkisto).



Kuva 1. Tutkimusalueen sijainti.

Tutkimusalueeksi (66°17'N, 29°54'E) valittiin Kuusinkijoen Raatekoski (Kuva 1 c), joka on rauhoitettu kalastukselta. Joen keskivirtaama vuoden 1991 tutkimusajankohtana oli samaa luokkaa kuin koko vuoden keskivirtaama, ja veden keskimääräiset lämpötilat olivat tutkimusjakson aikana vuonna 1991 16,0 °C ja vuonna 1992 14,6 °C (Kuva 2). Vuonna 1988 tutkimusalueen pH oli keskimäärin 7,7, kokonaisfosforin määrä 21 µg/l ja kemiallinen hapentarve 6,3-6,5 mg/l (Kuusamon kunnan kirj. ilm.). Edelleen vuonna 1993 tutkimusalueen veden talviaikainen sähkönjohtavuus oli keskimäärin 6,5 ms/m ja väriluku 34 (Oulangan biologinen asema, julkaisematon).



Kuva 2. Kuusinkijoen veden lämpötilat vuosien 1991 ja 1992 tutkimusajankohtina sekä keskimääräisen virtaaman käyrä vuodelta 1991 (Oulun vesi- ja ympäristöpiirin arkisto).

Aineiston keräämistä varten Raatekoskesta valittiin pienempiä, erityyppisiä osaluokkia, jotta erilaiset koskityypit tulisivat edustetuksi. Näiden alueiden keski-syvyys oli noin 37 cm ja keskivirtanopeus 48 cm/s. Vallitsevana pohjalla olivat 10-40 cm:n läpimittaiset isot kivet ja lohkat. Vesikasvillisuus koostui suurimaksi osaksi järvisätkimestä sekä vesisammalista (lähinnä Fontinalis spp.). Kasvillisuuden peittävyys oli keskimäärin 40 % ja se lisääntyi kesän edetessä.

Tutkimusalueen välitön rantaviiva (< 3 m) oli puuton. Vähälukuisista pensaista pajut olivat vallitsevia. Putkilokasveista olivat tärkeimpinä luhtavuohennokka, mesiangervo, alpit, sarat ja heinät.

Kuusinkijoen kokonaiskalansaalis oli vuonna 1987 8950 kg. Koskikalaston lukuisimmat lajit ovat taimen, harjus, kirjoeväsimplu ja mutu. Joessa tavataan myös siikaa, haukea, ahventa, madetta ja särkeä (Huusko 1990).

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1. Kuusinkijoen taimen

Nykyisellään Kuusinkijoen taimenen laskennalliseksi vaelluspoikasmääräksi on saatu 11600 yksilöä (Huusko 1990). Suuruusluokaltaan samanlainen osuus poikastuotannosta on menetetty 1950-luvun lopulla rakennetun Myllykosken voimalaitoksen jälkeen. Sen kompensoimiseksi jokeen on istutettu Kuusinkijoen alkuperäisen taimenen lisäksi Kitkajoen Jyrävän alapuolista taimenkantaa (Huusko 1990).

Kuusinkijoen vaelluspoikasen keskimääräinen ikä on 3,3 vuotta ja keskimääräinen pituus 22 cm. Taimen kasvaa syönnösalueillaan Paanajärvessä ja Pääjärvessä keskimäärin 4,2 vuotta ja on kudulle 7,5-vuotisenä noustessaan keskimäärin 63 cm:n pituinen (Huusko ym. 1990). Jokipoikasten kasvunopeuksien vaihtelua eri ikäluokissa havainnollistaa taulukko 1, joka perustuu Huuskon (1990) tutkimuksiin.

Taulukko 1. Taimenen poikasen pituudet ja painot suhteessa kalan ikään Kuusinkijoessa (Huusko 1990).

ikä	n	pituus (cm)			paino (g)		
		\bar{x}	min.	max.	\bar{x}	min.	max.
0	102	5,9	4,6	10,6	2	1	11
1	110	11,3	9,2	16,6	15	7	45
2	49	18,3	15,0	23,7	74	36	190
3	24	22,4	19,0	28,7	133	68	240
4	7	25,5	21,4	32,5	202	111	410

3.2. Mikrohabitaattien kuvaus

Taimenen mikrohabitaatteja tutkittiin vuonna 1991 yhtenä ajankohtana ja vuonna 1992 kuutena erillisenä ajanjaksona, jotka olivat 8.-16.7., 22.-24.7., 27.7.-5.8., 6.-11.8., 12.-15.8. ja 17.-18.8. Kulloinkin mitattiin ympäristömuuttujat ensin kalojen asuttamista pisteistä ja sitten satunnaispisteistä. Tutkimusjankohtien jaksottamisella pyrittiin vähentämään säätekijöistä ja kesän edistymisestä aiheutuvia mahdollisia eroja kalapiste- ja satunnaispistemittausten välillä. Pitkillä aikaväleillä esim. virtaama, veden sameus ja kasvillisuuden peittävyys voivat muuttua aiheuttaen ajallista riippuvuutta mittaustuloksiin. Eri ajanjaksoina habitaatteja kuvattiin tutkimusalueen sisään rajoittuvilla, toisistaan erillisillä osa-alueilla. Näin pyrittiin saamaan tutkimusalueen erilaiset makrohabitaatit edustetuiksi. Lisäksi haluttiin vähentää samojen kalayksilöiden toistamisen aiheuttamaa mahdollista virhettä tutkimustuloksissa.

3.2.1. Kalojen paikantaminen

Koko tutkimusaikana paikannettiin 186 taimenta, jotka jaettiin kokoluokkiin seuraavasti: 1 = 0-10 cm, 2 = 10-15 cm, 3 = 15-20 cm ja 4 = >20 cm. Koska kalojen kasvunopeuksissa on yksilöiden välisiä eroja, on perustellumpaa käyttää koko- kuin ikäluokkia kalapopulaation ekologiaa selvitettäessä (ks. Werner & Gilliam 1984, Persson 1988). Riittävän suurien yksilömäärien saamiseksi eri kokoluokkiin vuoden 1992 ajanjaksoja yhdistettiin, kuitenkin siten, että mikrohabitaatin valinnan ajallisen vaihtelun tarkastelu oli mahdollista. Kun ajankohdat 22.7.-24.7., 27.7.-5.8. ja 6.-11.8. samoin kuin ajankohdat 12.-15.8. ja 17.-18.8. yhdistettiin, saatiin neljä erillistä ajankohtaa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Taimenen kokoluokkien (1-4) ja mitattujen satunnaispisteiden lukumäärät neljänä erillisenä tutkimusajankohtana.

	29.7.- 22.8.1991	8.7.- 16.7.1992	22.7.- 11.8.1992	12.8.- 18.8.1992
Kalat: koko 1 (n)	10	3	41	24
koko 2 (n)	14	9	38	17
koko 3 (n)	1	11	-	7
koko 4 (n)	-	9	-	-
Satunn. pisteet (n)	73	67	236	148

Taimenet paikannettiin sukeltamalla tai sähkökalastamalla. Vuonna 1991 ja ajanjaksona 8.-16.7.1992 kalojen olinpaikat selvitettiin sukeltamalla. Muina ajankohtina kalat paikannettiin sähkökalastamalla (poikkeuksena ajankohta 12.-15.8.1992, jolloin aineistoa täydennettiin sukeltamalla). Paikantamismenetelmä valittiin lähinnä veden syvyyden perusteella, koska syvemmät alueet (>40 cm) soveltuvat parhaiten sukellukseen ja matalammat (<40 cm) alueet taas sähkökalastukseen. Heggenesin (1990) mukaan on tärkeää valita sopivin paikantamismenetelmä erilaisissa ympäristöissä, jotta mikrohabitaattitutkimukset olisivat luotettavia.

Sukeltaja aloitti työnsä valitun osa-alueen yläpäästä liikkuen poikittain virrassa ja valuen samalla virran mukana hieman alaspäin. Näin ollen sukeltajan tutkima reitti muistuttaa lähinnä sahanlaitaa. Sukeltaja käytti apunaan sekä snorkkeliä että paineilmalaitteita. Ainoastaan häiriintymättömien, paikoillaan olleiden kalojen olinpaikka merkittiin virtaan pohjaan ankkuroidun kohon avulla. Sukeltajan mukaan kalat eivät yleensä säikkyneet tai paenneet rauhallisesti liikkuvaa sukeltajaa, mikä tuki kirjallisuudessa esiintyneitä väittämiä (esim. Grossman & Freeman 1987, Heggenes 1990).

Sähkökalastuslaitteet toimivat yksinkertaistettuna seuraavasti: 1) Kalastaja kytkee tasavirran (yleensä pulssitettu) päälle laitteisiin, jolloin veteen muodostuu sähkökenttä ja anodin ympärille tainnutusvyöhyke, johon joutuessaan kala taintuu ja nousee pintaan. 2) Tainnutusvyöhykkeen ulkopuolelle muodostuu pakkosuunnistautumisvyöhyke, jossa kala suunnistautuu kohti anodia ja saavuttuaan riittävän lähelle anodia se taintuu. Ympyrän muotoisten taintumis- ja pakkosuunnistautumisvyöhykkeiden kokonaisalaa voidaan pienentää jännitettä alentamalla. Edelleen anodin renkaan läpimittaa pienentämällä voidaan ko. vyöhykkeiden suhteellisia osuuksia muuttaa siten, että tainnutusvyöhykkeen osuus kasvaa ja pakkosuunnistautumisvyöhykkeen osuus pienenee (Sternin ym. 1972, Bohlin 1989). Pakkosuunnistautuminen on oleellinen virhelähde kalan olinpaikkaa arvioitaessa (Heggenes 1990).

Sähkökalastuksessa käytettiin nk. reppukalastuslaitteita (norjalainen tyyppi, FA-3), jossa virtalähteenä toimiva akku sekä muuntaja kulkevat anodin käyttäjän (kalastaja) selässä katodin roikkuessa vedessä hänen takanaan. Pakkosuunnistautumisen aiheuttamaa virhettä pyrittiin vähentämään käyttämällä laitteiden pienintä jännitettä (350 V) ja pientä anodirengasta (\varnothing 8,5 cm). Kalastuksessa edettiin jär-

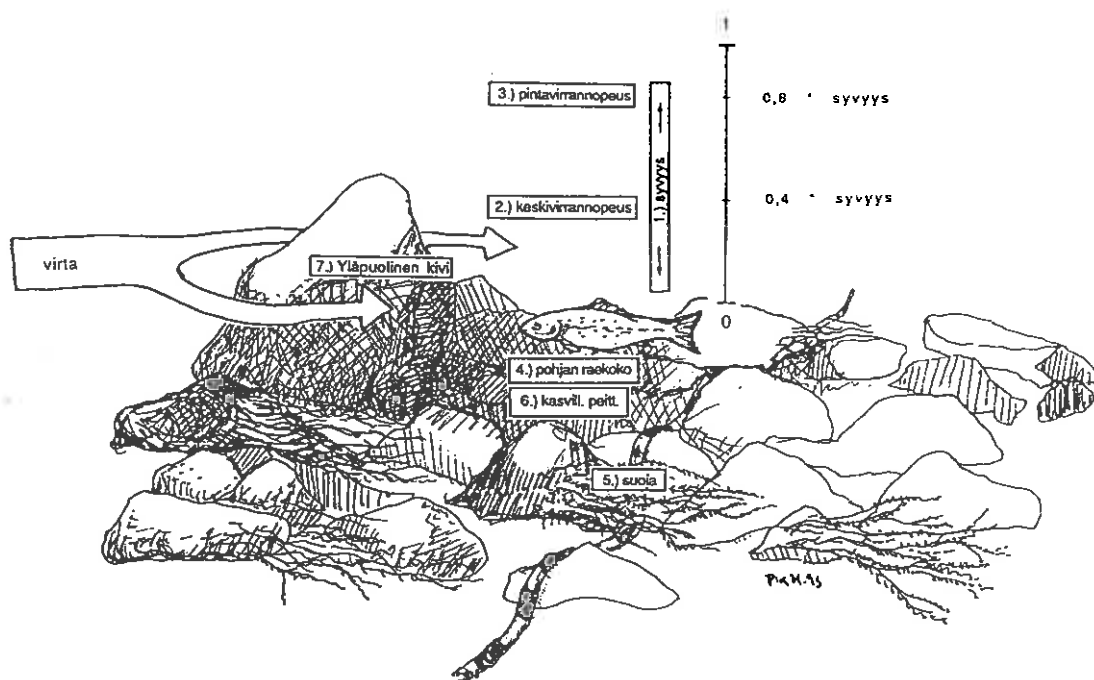
jestelmällisesti ylävirtaan päin kalastaen noin puolen metrin levyinen, kohtisuorassa virtaa vastaan oleva kaistale kerrallaan. Kullakin kaistaleella edettiin noin puoli metriä jokaisen anodin vedon jälkeen. Tämä oli eräänlainen sovellettu menetelmä nk. systemaattisesta, pistemäisestä sähkökalastuksesta (Moyle & Baltz 1985), millä pyritään minimoimaan kalan pakkosuunnistautumisesta ja pakenemisesta aiheutuva virhe kalan olinpaikan selvittämisessä.

3.2.2. Ympäristömuuttujien mittaus

Sukelluksen ja/tai sähkökalastuksen jälkeen kalojen olinpaikoista mitattiin seitsemän muuttujaa, jotka olivat 1) virran syvyys (cm), 2) keskivirrannopeus (cm/s), 3) pintavirrannopeus (cm/s), 4) pohjan raekoko (mm), 5) suoja (%), 6) kasvillisuuden peittävyys (%) ja 7) yläpuolinen kivi (kuva 3). Keskivirrannopeus mitattiin syvyydeltä $0,4 \cdot$ veden syvyys ja pintavirrannopeus syvyydeltä $0,8 \cdot$ veden syvyys. Mittaamiseen käytettiin vuoden 1991 tutkimuksissa "Schiltknecht Micro Mini-Water 1"-mittaria ja 8.-16.7.1992 "OTT Current Meter No 112356"-mittaria ja muina aikoina "Schiltknecht Micro Mini-Water 2"-mittaria. Pohjan raekoon vallitsevuus arvioitiin luokitetulla asteikolla visuaalisesti vesikiikaria apuna käyttäen (Taulukko 3).

Taulukko 3. Pohjan raekoon luokka, tyyppi ja läpimitta (mukaeltu Wentworthin asteikosta, Malavoi & Souchon 1989).

Raeluokka	Tyyppi	Läpimitta (mm)
0	orgaaninen materiaali	-
1	hiekkä	0,07 - 2
2	hieno sora	2 - 8
3	karkea sora	8 - 16
4	pikkukivi	16 - 32
5	kivi	32 - 64
6	iso kivi	64 - 128
7	pikkulohkare	128 - 256
8	lohkare	> 256
9	kallio	-



Kuva 3. Kala- ja satunnaispisteistä mitatut ympäristömuuttajat.

Suojan määrityksessä mukailtiin Heggenesin (1988b) menetelmää, jolloin suojaiksi luettiin mikä tahansa kalan yläpuolinen elementti, joka visuaalisesti havainnoiden antoi suojaa (vesi- ja rantakasvillisuus, virran pyörteisyys ja pohjan kivet). Suoja arvioitiin asettamalla 2 metrin mittainen painotettu köysi pohjalle, virran suuntaan nähden poikittain siten, että köyden keskikohta sattui kalan olinpaikan kohdalle. Köysi oli jaettu 20 toisistaan erottuvaan 10 cm:n mittaiseen osaan, joista kunkin näkymistä arvioitiin vesikiikarin avulla asteikolla 0-9 (0=kokonaan näkyvässä, 9=kokonaan piilossa). Lopullisena suojan estimaattina käytettiin tyyppiarvoa eli moodia kymmenestä kalan olinpaikkaa lähinnä olevasta köyden osasta. Myös kasvillisuuden peittävyys arvioitiin vesikiikarin avulla asteikolla 0-100%. "Yläpuolinen kivi" -muuttujaan kuuluivat kaikki kalapisteen yläpuoliset fyysiset suojat virralta, jotka visuaalisesti arvioiden muuttivat virran kulkua kalan olinpaikan kohdalla. Yläpuolisia suojia useimmiten olivat kivet, mutta joskus myös kivikynnykset tai rantapenkere. Muuttujaa kuvattiin luokiteulla on/ei-asteikolla.

Kullakin osa-alueella mitattiin ympäristömuuttajat myös satunnaisista pisteistä mikrohabitaattien saatavillaolevuuden kuvaamiseksi, yhteensä 541 pisteestä (ajankohtien yhdistäminen kuten kala-aineistossa, ks. Taulukko 2). Paikkojen sijainti määrättiin ositetun satunnaisotannon avulla: kohtisuoraan virran suuntaa

vasten mitattiin viiden metrin välein linjoja. Näille linjoille sijoitettiin satunnaislukutaulukosta saadut havaintopisteet siten, että kullekin linjalle tuli kuta kuinkin yhtä monta pistettä. Näin ollen nämä jakautuivat täydellistä satunnaistamista taiseemmin tutkittavalla alueella, jolloin voitiin ehkäistä pisteiden mahdollinen kasautuminen.

3.4. Analyysit ja testit

3.4.1. Jacobin indeksi

Kalojen mikrohabitaatin käyttöä tarkasteltiin suhteessa saatavillaolevuuteen ns. Jacobin (1974) D-arvolla. Tähän käytettiin muuttujia 1-6, joiden muuttuja-akselit luokiteltiin. D-arvo saadaan kaavasta:

$$D = (r - p) / (r + p - 2 * r * p),$$

missä r=taimenen käyttämän resurssin suhteellinen osuus luokitellusta muuttuja-akselista ja p=vastaavan resurssin suhteellinen osuus ympäristössä. D-arvo vaihtelee välillä -1 - 1. Positiiviset D-arvot osoittavat, että kyseistä resurssia on käytetty saatavillaolevuutta runsaammin ja negatiiviset D-arvot vastaavasti tarjoilun resurssin välttämistä. D-arvot laskettiin sekä koko aineistolle että eri ajankohdille erikseen.

3.4.2. Sopivuusindeksi

Habitaattiresurssien laatua kuvattiin nk. sopivuusindeksin (suitability) avulla, jonka Baltz ym. (1991) määrittelee seuraavasti:

$$S = r / p,$$

missä r ja p ovat kuten edellä kuvatussa Jacobin indeksissä. Sen muuttuja-akselin luokan, jonka S-arvo on suurin, tulkitaan edustavan muuttuja-akselin optimiolo-suhteita tarkasteltavalle kokoluokalle. Tämän jälkeen muuttuja-akselin eri luokkien saamat arvot standardisoidaan välille 0="huonoin" - 1="paras" jaka-

malla kunkin luokan S-arvot suurimmalla arvolla (ks. myös Bovee 1982 ja Baltz 1990). Sopivuusindeksit laskettiin vain koko aineistolle (ajankohdat yhdessä) käyttämällä muuttujia 1-6.

Sopivuusideksi samoin, kuin Jacobin indeksi antaa kuitenkin herkästi virheellisen kuvan habitaatin suosimisesta, jos satunnaispisteitä ei ole mitattu riittävästi. Tällöin pelkkä sattuma voi aiheuttaa virhettä; varsinkin muuttuja-akselin ääripään luokkien "suosimiset" saattavat aiheutua satunnaispisteiden vajavuudesta kattaa kyseiset luokat. Tuloksien tarkastelussa onkin suhtauduttava varovaisesti indeksien antamaan informaatioon etenkin muuttuja-akselin ääripäihin sijoittuvien "suosimispiikkien" suhteen.

3.4.3. Pääkomponenttialyysi

Pääkomponenttialyysiä (Principal Component Analysis) käytettiin, jotta voitiin tarkastella taimenen eri kokoluokkien erottumista toisistaan ja kunkin kokoluokan erottumista saatavillaolevuudesta muuttujien 1-6 määräämässä ordinaatioavaruudessa. Analyysiä varten kala- ja saatavillaolevuusaineistot yhdistettiin, samoin eri tutkimusajankohdat. Tämän jälkeen kuvattiin eri kokoluokkien ja saatavillaolevuuksien jakaumien sijoittuminen akseleiden PC 1, PC 2 ja PC 3 määräämässä kolmiulotteisessa tilassa. PCA edellyttää muuttujien jakaumien multinormaalisuutta sekä vasteiden lineaarisuutta (mm. Gauch 1982). Ekologiset aineistot lähes poikkeuksetta rikkovat em. oletuksia, ja useimmiten niiden vaikutuksia pyritään vähentämään erilaisilla muunnoksilla. Tämän aineiston muuttujat noudattivat PCA:n oletuksia enimmäkseen riittävän hyvin, eikä muunnoksia siten katsottu aiheellisiksi. Kasvillisuuden peittävyys oli tasaisesti jakautunut, mutta koska sitä ei voitu muunnoksilla korjata, suoritettiin analyysi kokonaan muuttujien alkuperäisillä arvoilla.

Saatavillaolevuuksien ja kokoluokkien pistearvojen eroja testattiin varianssianalyysillä (ANOVA). Jos merkitseviä eroja todettiin, erojen paikallistamiseen käytettiin Studentin-Newmannin-Keulsin testiä (SNK). Edelleen Mann-Whitneyn U-testiä käytettiin, kun selvitettiin jokaisen kokoluokan käyttämien resurssien erottumista saatavillaolevuudesta. Analyysit ja testit tehtiin SAS-tilasto-ohjelmistolla (SAS Institute Inc. 1987) Oulun yliopiston IBM-keskustietokoneella.

4. TULOKSET

4.1. Mikrohabitaatin saatavillaolevuus, käyttö ja valinta

D-arvon histogrammit kuvaavat tietyn ympäristömuuttujan eli resurssin sietoa/valintaa tai välttämistä muuttuja-akselin eri luokissa (Kuvat 4-6). Samankaltaista tietoa antavat koko aineiston (ajankohdat yhdistetty) osalle kuvatut sopivuuskäyrät. Taimenen poikasluokille määritetyt sieto- ja optimialueet perustuvatkin lähinnä näihin kuviin. Jos huomiota kiinnitetään pelkästään kalojen käyttämien resurssien suhteellisiin osuuksiin, unohtaen näiden saatavuus tutkitavalla alueella, on puhuttava resurssin käytöstä, ei valinnasta (Kuvat 4-6). Jacobin indeksi (D-arvo) ja sopivuusindeksi (S) kuvaavat selkeämmin, vaikkakin eri tavoin, varsinaista mikrohabitaatin valintaa, koska niissä resurssin käyttö suhteutetaan sen saatavillaolevuuteen (ks. esim. Moyle & Baltz 1985 ja Heggenes 1991).

Ajankohdittain resurssien saatavuudet ja eri poikasluokkien resurssien käyttö eivät juurikaan eronneet toisistaan (Liitteet 1-6). Ajankohdittainen tarkastelu oli mahdollista lähinnä pienimpien kokoluokkien (1-2) välillä suurempien kokoluokkien (3-4) yksilömäärän jäädessä liian pieniksi. Edellä mainituista syistä mikrohabitaatin valintaa tarkastellaan jatkossa yhdistetyn aineiston puitteissa.

4.1.1. Resurssien saatavuus ja käyttö

Kokoluokittain poikasten resurssien käyttö erottuu sekä toisista kokoluokista että resurssin saatavillaolevuudesta selkeimmin syvyyden ja kasvillisuuden peittävyuden kohdalla (Taulukko 4). Havaintoja tukevat resurssien saatavuutta ja käyttöä kuvaavat histogrammit, joiden mukaan poikasluokat erottuivat toisistaan myös suojan käytössä (Kuvat 4a, 6a ja b). Eri kokoluokkien jakaumat ko. muuttujien suhteen muodostavat kokoluokasta toiseen liukuvan jatkumon. Karkeasti voidaan todeta, että pienet poikaset suosivat matalampaa virtaa ja peitteisempiä pohjia kuin isommat poikaset.

Pohjan raekokoa käytettiin eri kokoluokissa kutakuinkin sen mukaan, mitä ympäristössä oli saatavilla. Tosin pienemmät poikaset käyttivät enemmän pieni-

rakeista pohjaa kuin isommat poikaset (Kuva 4b). Myös habitaateista mitatut keskivirrannopeudet olivat keskiarvojen perusteella jokseenkin samoja eri kokoluokkien ja satunnaispisteiden välillä (ks. myös histogrammi, Kuva 5a). Isompien yksilöiden (koot 3-4) olinpaikoista mitattiin kuitenkin keskimäärin pienempiä pintavirrannopeuksia kuin pienten yksilöiden (koot 1-2) habitaateista (histogrammi, Kuva 5b).

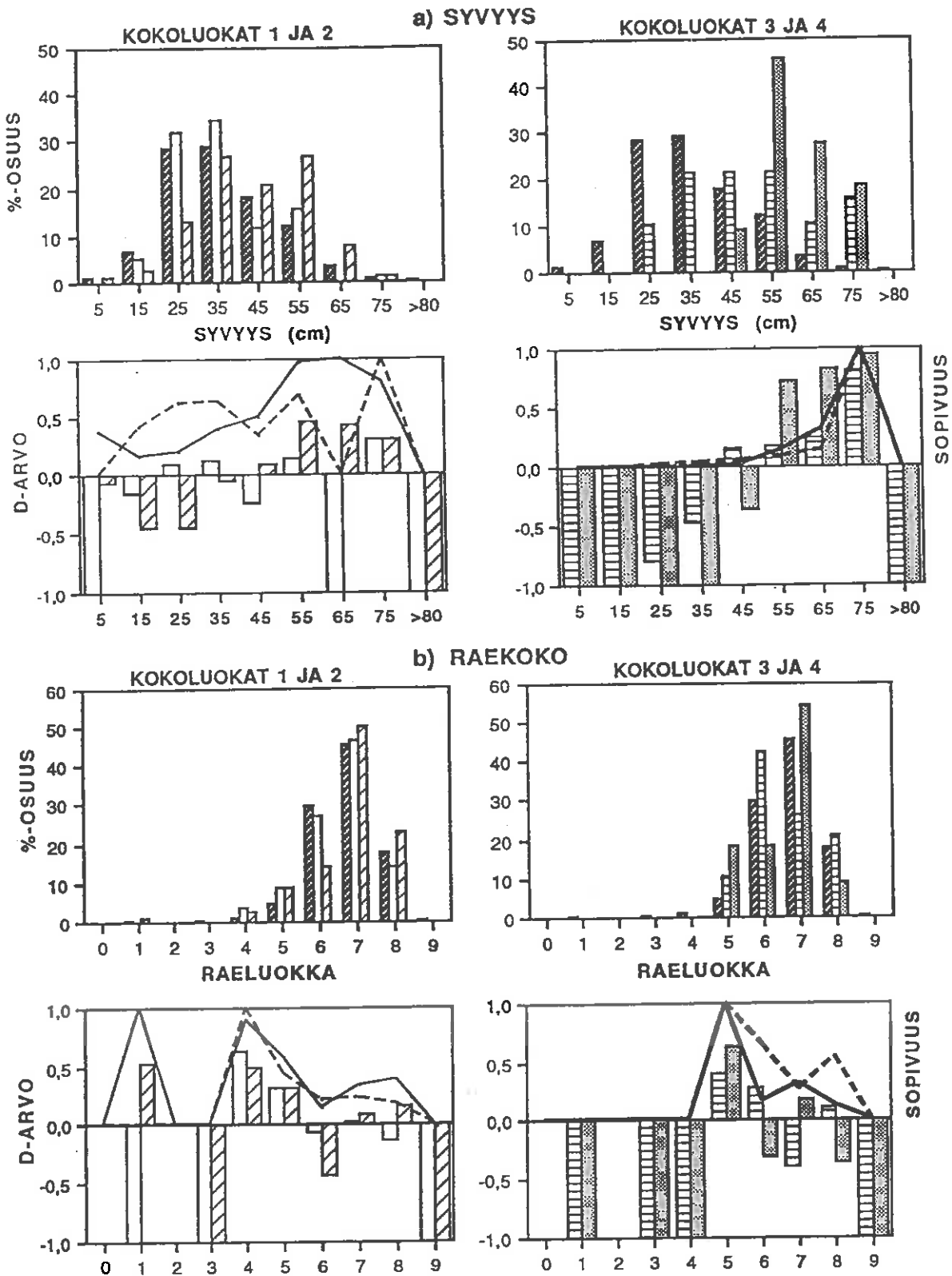
Taulukko 4. Taimenen käyttämien ja saatavillaolleiden habitaattiresurssien keskiarvot ja hajonnat (pohjan raekoon ja suojan kohdalla mediaani sekä vaihteluväli).

	Saat. olev.	koko 1	koko 2	koko 3	koko 4
Syvyys (cm)	37,2 (13,3)	36,0 (11,4)	44,6 (13,1)	51,1 (15,8)	61,7 (8,7)
V-0,4 (cm/s)	48,1 (24,3)	47,9 (21,4)	44,0 (21,0)	50,4 (22,6)	46,7 (23,5)
V-0,8 (cm/s)	66,9 (30,3)	66,1 (24,9)	61,9 (27,5)	63,5 (27,0)	58,18 (28,0)
Raeluokka	7 (0-9)	7 (0-9)	7 (0-9)	7 (0-9)	7 (0-9)
Suoja	0 (0-9)	0 (0-9)	0 (0-9)	0 (0-9)	0 (0-9)
Kasvill. peitt. (%)	41,3 (28,8)	45,7 (11,4)	38,6 (30,6)	22,7 (22,9)	19,1 (22,9)

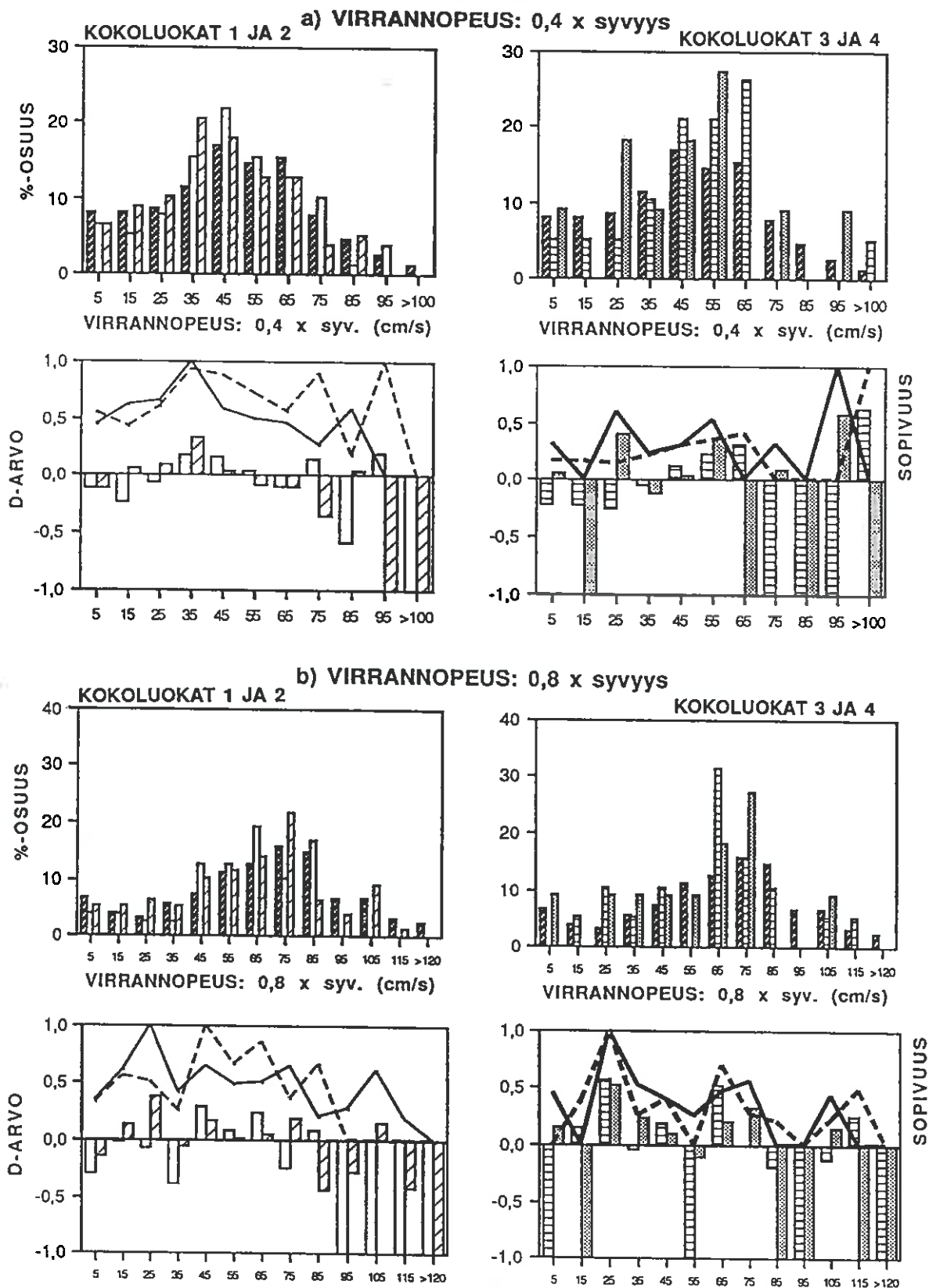
4.1.2. Resurssien sieto- ja optimialueet

Taimenen poikashabitaattien sietoalue syvyyden suhteen oli 20-80 cm. Kalakoon kasvaessa näiden optimialue siirtyi kuitenkin muuttuja-akselilla syvemmälle. Nämä alueet poikasten kokoluokkien mukaan nousevassa järjestyksessä olivat 20-60 cm, 40-70 cm, 40-80 cm ja 50-80 cm (Kuva 4a).

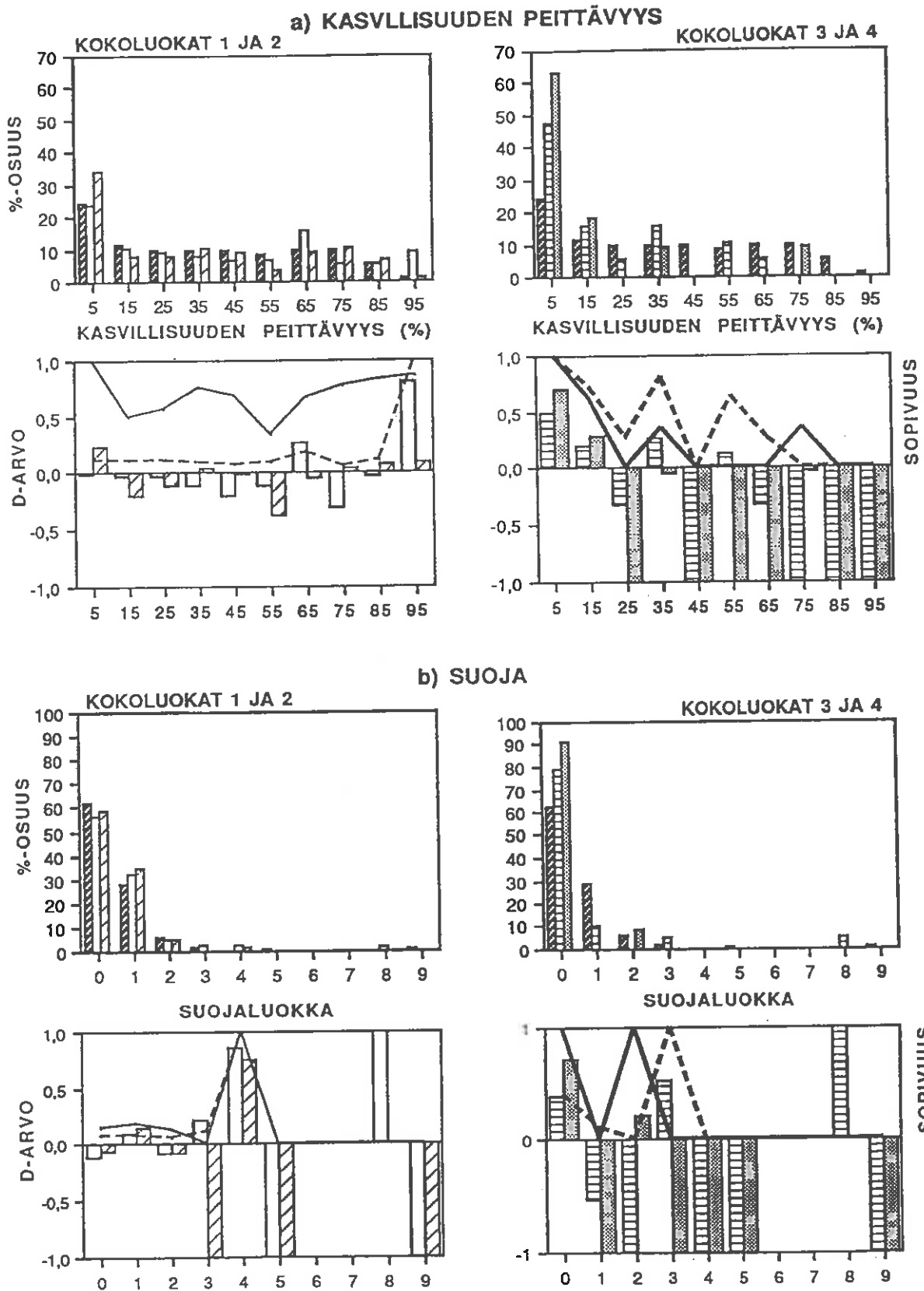
Kaikki poikasluokat valitsivat pienempirakeisia pohjia suhteellisesti enemmän kuin niitä oli tarjolla (Kuva 4b). Pienimmän kokoluokan optimialue sijoittui välille 16-64 mm. Kokoluokkien 2, 3 ja 4 poikasilla optimialueet olivat selvästi kaksihuippuisia. Nämä alueet olivat koon mukaan nousevassa järjestyksessä 16-64 mm ja >128 mm, 32-128 mm ja > 256 mm sekä 32-64 mm ja 128-256 mm.



Kuva 4. Syvyyden (a) ja raekoon (b) saatavillaolevuus (%) ja käyttö (%) taime-
nen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa. Alapuolisissa kuvissa pylväillä
on kuvattu vastaaviin resursseihin kohdistunut suosinta (+) ja välttäminen (-) (D-
arvo) sekä resurssin sopivuuskäyrä (0-1); kalakokojen symbolit:
1= □ --- (n=78), 2= ▣ — (n=78), 3= ▤ --- (n=19)
4= ▥ — (n=11) sekä saatavillaolevuuden symboli = ▨ (n=541).



Kuva 5. Keskivirrannopeuden (a) ja pintavirrannopeuden (b) saatavillaolevuus (%) ja käyttö (%) taimenen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa, joiden alla valintaa kuvaavat D-arvot ja sopivuudet (symbolit ja näitä vastaavat n-määrät, kuten Kuvassa 4).



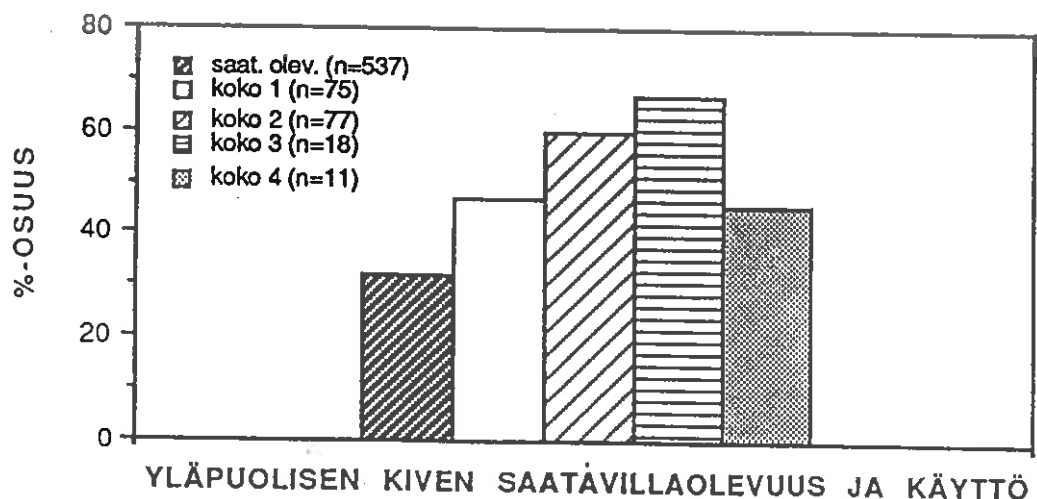
Kuva 6. Kasvillisuuden peittävyiden (a) ja suojan (b) saatavillaolevuus (%) ja käyttö (%) taimenen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa, joiden alla valintaa kuvaavat D-arvot ja sopivuudet (symbolit ja näitä vastaavat n-määrät, kuten Kuvassa 4).

Keski- ja pintavirrannopeuksien suhteen poikasten valintaa on hankalampaa paikantaa (Kuva 5a ja b). Eri kokoluokkien poikaset käyttivät molempia virrannopeuksia lähes sillä vaihteluvälillä, mitä niille oli tarjolla. Keskivirrannopeuksien sietoalue pienemmissä poikasluokissa (1-2) oli 10-80 cm/s. Vastaavasti isompien poikasluokkien (3-4) sietoalue oli 0-90 cm/s. Pintavirrannopeuksista ainoastaan pienimmän poikasluokan tapauksessa voidaan erottaa kalojen eniten käyttämä optimialue, joka sijoittuu välille 40-90 cm/s. Isompien kokoluokkien yksilöiden jakautuminen em. akselilla on tasaisempaa sietoalueen ollessa 0-120 cm/s.

Molempien virrannopeuksien tarkastelussa on syytä huomioida "yläpuolisen kiven" käyttö (Kuva 7), sillä virrannopeuden mittauspisteen yläpuolinen kivi antaa fyysistä suojaa virralta pienentäen virrannopeuksia. Jokainen poikasluokka oli valinnut satunnaista enemmän habitaatteja, joissa oli yläpuolinen suoja. Lisäksi kalakoon kasvaessa on havaittavissa nouseva suuntaus ko. muuttujan valinnassa.

Pienimpien poikasluokkien (1-2) yksilöt käyttivät suojaa lähinnä sen mukaan, mitä ympäristössä oli tarjolla, joskin aavistuksen verran suuntauksena näyttäisi olevan suojaisempien habitaattien suosiminen (Kuva 6b). Isommat poikaset (koot 3-4) sen sijaan näyttivät suosivan selvästi vähäisintä mahdollista suojaa. Näiden optimialue sijoittuu välille 0-3.

Kasvillisuuden peittävyden suhteen pienet poikaset (koot 1-2) suosivat peitteisiä pohjia, joita isommat poikaset (3-4) sen sijaan välttivät (kuva 6a). Sietosalueet muuttuja-akselilla olivat kokoluokittain 0-100 %, 0-90 %, 0-60 % ja 0-40 %.



Kuva 7. "Yläpuolisen kiven" saatavillaolevuus (%) ja käyttö (%) taimenen eri kokoluokissa.

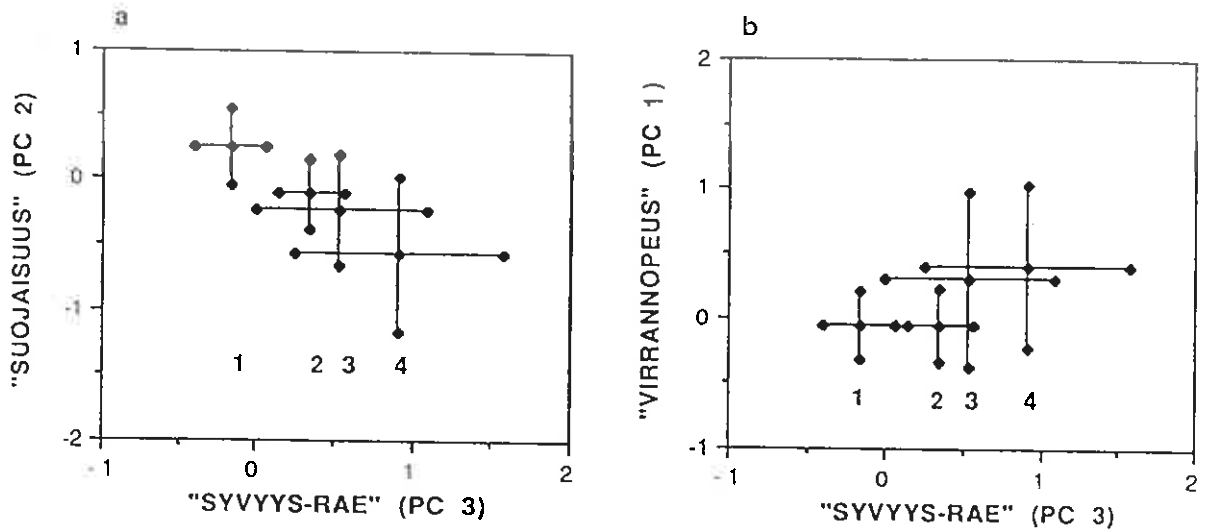
4.1.3. Monimuuttuja-analyysi

Pääkomponenttianalyysiä käyttämällä saatiin kuudesta alkuperäismuuttujasta kolme keskenään korreloimatonta muuttujaa: pääkomponentit 1 (PC 1), 2 (PC 2) ja 3 (PC 3), jotka yhdessä selittivät 72 % aineiston kokonaisvaihtelusta. Kunkin pääkomponentin ominaisarvo ja selittävyysprosentti on esitetty taulukossa 5, josta ilmenevät lisäksi eri pääkomponenttien muuttujakohtaiset kertoimet eli lataukset. Näiden perusteella PC 1 kuvastaa selkeästi virrannopeuksia, PC 2 'suojaisuutta' (kasvillisuuden peittävyys ja suojan välinen korrelaatio: $r=0,37$; $p<0,001$) ja PC 3 syvyyttä sekä pohjan raekokoa.

Taimenen eri poikasluokkien pääkomponenteilla saamien pistearvojen keskiarvot (Taulukko 6) erottuvat kalakoon mukaan toisistaan (Kuva 8). Kullakin pääkomponentilla näiden keskiarvopisteiden 95 prosentin luottamusväli kasvaa selvästi siirryttäessä pienemmistä kokoluokista isompiin, mikä vaikeuttaa luokkien välistä erottelua. Poikasluokat eroavat selkeimmin 'syvyys-rae'-akselilla (PC 3), jonka suhteen muut pääkomponenttiakselit on kuvattu. 'Suojaisuus'-akselillakin (PC 2) tosin on selvä suuntaus pienempien yksilöiden suojan suosinnassa, kun taas suuremmat yksilöt keskittyvät avoimempiin habitaatteihin. 'Virrannopeusakselilla' (PC 1) kokoluokkien sijoittuminen on kaikista kasautuneimpaa, mutta myös tällä akselilla keskiarvopisteet siirtyvät johdonmukaisesti siten, että kalakoon kasvaessa virrannopeudet kasvavat.

Taulukko 5. Pääkomponenttianalyysin kolmen ensimmäisen akselin ominaisarvot, selitysasteet ja muuttujakohtaiset lataukset. Kutakin akselia selkeimmin kuvaavat lataukset alleviivattu.

	PC 1	PC 2	PC 3
Ominaisarvo	1,87	1,41	1,02
Selitysaste (%)	31,1	23,4	17,0
Syvyys	0,26	0,07	<u>0,66</u>
Virrannop. (0,4 x syv.)	<u>0,66</u>	0,12	-0,16
Virrannop. (0,8 x syv.)	<u>0,66</u>	0,16	-0,02
Raekoko	0,02	-0,36	<u>0,66</u>
Suoja	-0,20	<u>0,60</u>	0,32
Kasvill. peittävyys	-0,11	<u>0,69</u>	0,03



Kuva 8. Taimenen sijainti kokoluokittain habitaattimuuttujille suoritetun pääkomponenttianalyysin (a) toisella ja kolmannella akselilla sekä (b) ensimmäisellä ja kolmannella akselilla. Kuvissa kunkin kokoluokan keskiarvopisteet ja 95 %:n luottamusvälit eri akseleilla saaduista piste-arvoista.

Taulukko 6. Taimenien kokoluokkien sijaintipisteiden keskiarvot, varianssi-analyysin testisuureet (F) ja merkitsevyydet (p) kolmella ensimmäisellä pääkomponentilla. Tilastollisesti merkitsevästi toisistaan erottuvien kokoluokkien keskiarvot alleviivattu.

	koko 1	koko 2	koko 3	koko 4	F-arvo	p-arvo
PC 1	-0,06	-0,06	0,30	0,39	0,84	0,474
PC 2	0,25	-0,11	-0,24	-0,58	2,32	0,077
PC 3	<u>-0,16</u>	0,35	0,54	<u>0,92</u>	6,21	<< 0,001

Kokoluokat erosivat merkitsevästi toisistaan ainoastaan 'syvyys-rae'-akselilla, jolla erottuivat kuitenkin vain kokoluokkien ääripäät (koot 1 ja 4) toisistaan (Taulukko 6). Edelleen saatavillaolevuudesta erottuivat ainoastaan isommat poikasluokat (2-4) kolmannella pääkomponentilla. Tosin testitulos oli suuntaa antavaa myös kokoluokan 4 'suojaisuus'-akselilla (Taulukko 7).

Taulukko 7. Taimenen eri kokoluokka- ja saatavillaolevuuspisteiden erottuminen. Mannin-Whitneyn testisuureet (Z) sekä näiden merkitsevyydet (p) pääkomponenteilla 1-3.

		koko 1	koko 2	koko 3	koko 4
PC 1	Z	-0,572	-0,527	1,085	0,838
	p	0,567	0,529	0,278	0,402
PC 2	Z	1,427	-0,851	-0,814	-1,805
	p	0,154	0,395	0,416	0,071
PC 3	Z	-0,463	4,039	2,188	2,868
	p	0,643	<< 0,001	0,029	0,004

Yhteenvedona todettakoon PCA:n ja sen kanssa käytettyjen testien tukevan tuloksia, joihin päädyttiin mikrohabitaatin valintaa kuvaavien histogrammien tarkastelussa. Eri poikaslukkien erottuminen toisistaan tiivistyi kolmannelle pääkomponentille, jonka muodostumisessa syvyydellä ja pohjan raekoolla oli merkittävin osuus.

5. POHDINTA

5.1. Taustaa

Taimenen habitaattitutkimuksia on tehty jo noin puoli vuosisataa (Heggnes 1988a). Tarkoituksena on ollut selvittää lähinnä fyysikaalisten ympäristötekijöiden vaikutusta kalayksilön elinmahdollisuuksiin ja tarkennettuna selvittää näiden tekijöiden määräämät sieto- ja optimialueet virtaekosysteemin taimenpopulaatiolle. Taustalla on ollut halu ennustaa taimenpopulaation kokoa pelkästään abiottisten tekijöiden avulla. Virtavesien valjastaminen ihmisen hyötykäyttöön loi paineita kehittää yksinkertaistettuja malleja, joita soveltamalla voitaisiin taata kalakantojen säilyminen ihmistoiminnan rinnalla (Trihey & Stalnaker 1985). Gan & McMahon (1990) vertailivat IFIM -menetelmään sisältyviä eri laskentamallivaihtoehtoja taimenelle sopivien elinalueiden määrittämisessä. Koska eri mallivaihtoehtoilla saadut tulokset poikkesivat huomattavasti toisistaan, he päätyivät painottamaan vankkaa biologista taustatietoa mallin käytön yhteydessä.

Seuraavassa tarkastellaan aluksi kalojen mikrohabitaattitutkimuksiin liittyviä yleisiä ongelmia, minkä jälkeen saatuja tuloksia vertaillaan muualla tehtyihin samankaltaisiin tutkimuksiin. Lisäksi pyritään hahmottamaan eräitä ekologisia tekijöitä, joiden selvittäminen on tärkeää päästäksemme lähemmäksi sitä todellisuutta, missä taimen elää sopivaa elinpaikkaa valitessaan.

5.2. Taimenen mikrohabitaatin valinta

5.2.1. Tutkimuksiin liittyviä ongelmia

Erilaisia kalojen paikantamismenetelmiä on yleisesti pidetty mahdollisena virhelähteenä habitaattitutkimuksissa (Bovee & Cochnauer 1977, Shirvell & Dungey 1983, Moyle & Baltz 1985 ja Heggenes 1988a). Heggenesin (1990) mukaan kolmen yleisimmän paikantamismenetelmän (sähkökalastus, sukellus ja rannalta tarkkailu) soveltuvuus erilaisissa virroissa poikkei huomattavasti toisistaan.

Heggenesin (1990) tutkimustuloksien ja kirjoittajien omien kokemusten perusteella paikantamismenetelmistä voidaan todeta, että parhaita sukellusalueita ovat syvät (>40 cm) ja virrannopeudeltaan kohtuulliset (<40 cm/s) habitaatit. Rannalta tarkkailu soveltuu lähinnä kapeisiin, kirkasvetisiin ja vähäturbulenttisiin virtoihin. Sähkökalastusalueiksi soveltuvat taas parhaiten joen matalat (<40 cm) habitaatit. Valaistusolosuhteilla ja veden kirkkaudella on suurin merkitys rannalta tarkkailuun ja sukeltajan havainnointiin. Eri menetelmät onnistuvat vaihtelevasti myös erilaisilla pohjilla: "pikkukiviset" pohjat soveltuvat parhaiten sukellukseen ja rannalta tarkkailuun ja vastaavasti "isokiviset-lohkareiset" pohjat sähkökalastukseen.

Erilaiset kalan paikantamismenetelmät eivät ole toisiaan poissulkevia vaan pikemminkin toisiaan täydentäviä erilaisissa meso- ja makrohabitaattiolosuhteissa. On kuitenkin epävarmaa, edustavatko saadut kalapaikat ruokailu-, pakovai lepohabitaattia tai jotain siltä väliltä, mikä tulee ottaa huomioon tuloksia pohdittaessa (esim. Gatz ym. 1987 ja Heggenes 1988).

Taimenen habitaatinvalinnan kannalta virrannopeutta, syvyyttä, pohjan raekokoa ja suojaa pidetään tärkeimpinä fysikaalisina **ympäristömuuttujina**. Kuitenkin näiden tekijöiden tärkeyttä on usein painotettu eri tavoin (Heggenes 1988a). Eri tutkimuksissa on mitattu eri muuttujia ja näitäkin esim. virrannopeuksien ja suojan suhteen vaihtelevilla menetelmillä. Myös kalakoon (iän) vaikutusta taimenen habitaatinvalintaan on huomiota liian puutteellisesti tai vaihtelevasti. Edellä mainittujen seikkojen takia yleisten johtopäätösten teko on vaikeaa. Ongelmia lisää edelleen resurssien saatavuusmittausten laiminlyönti, sillä useimmat habitaattikuvaukset on tehty ainostaan kalan olinpaikasta suhteuttamalla niitä siihen, mitä virrassa on tarjolla (esim. Fausch & White 1981, Hartzler 1983 ja Heggenes 1988). Kala on voinut käyttää jotain tiettyä resurssia vain siksi, että paremmista habitaattiresursseista on pulaa (Moyle & Baltz 1985).

5.2.2. Mikrohabitaattimuuttajat

Kun seuraavissa yhteyksissä puhutaan taimenen habitaatin valinnasta, niin tällöin valinta -käsitteellä tarkoitetaan yksinkertaistamisen vuoksi kalan käyttämien resurssien erottumista niistä resursseista, mitä virrassa on satunnaisesti mahdollisuus käyttää. Huomattakoon kuitenkin ero aktiiviseen valintaan: tiettyjen resurssien käyttö voi olla näiden suosintaa, mutta esim. pienempi kalayksilö voi myös joutua käyttämään ns. marginaaliresursseja isompien yksilöiden dominoivan reviiirikäyttäytymisen johdosta, jolloin on kysymys passiivisesta valinnasta (esim. Fausch & White 1981).

Saatuja kokoluokittaisia tuloksia eri ympäristöresurssien käytöstä ja/tai valinnasta jouduttiin pohdinnan tässä osuudessa yhdistämään, koska tutkimuksessa käyty kokoluokituksen mukaisia tai muuten vertailukelpoisia tutkimuksia ei kirjallisuudesta ollut saatavilla. Tästä syystä kuvatut sieto- ja optimialueet muuttaja-akseleiden suhteen ovat usein laajoja ja epätarkkoja. Saadut tulokset eri kokoisten taimenien erilaisista habitaateista antavat kuitenkin aiheen painottaa kalakokoon sidotun mikrohabitaattitutkimuksen tärkeyttä. Tämän vuoksi numeerisen vertailun jälkeen habitaatin valintaa pohditaan kalayksilön koon kannalta.

Taimenen poikasten sietoalue **keskivirrannopeuksille** oli 0->100 cm/s ja **pintavirrannopeuksille** 0->120 cm/s. Varsinaisia optimialueita ei voida juuri erottaa, kun kalojen käyttämät resurssit suhteutetaan ympäristön tarjontaan. Kir-

jallisuudessa esitetään yleensä selvästi pienempiä arvoja. Optimialueiden kokonaisvaihtelu keskivirrannopeudelle on kuitenkin laaja, 0-80 cm/s (Ottaway & Forest 1983, Gatz ym. 1987, Heggenes 1988b, Heggenes & Traaen 1988, Gaudin & Caillere 1990, Glova & Sagar 1991).

Taimenen habitaatin käyttöä käsittelevässä yhteenvetoartikkelissaan Heggenes (1988a) toteaa virrannopeuksien olleen yleensä pienempiä pienten poikasten habitaateissa (usein matalia, lähellä rantapenkerettä) kuin suurempien yksilöiden syvemmissä asuinpaikoissa. Hänen mukaansa syvyys on kuitenkin keski- ja pintavirrannopeuksia tärkeämpi taimenen habitaatinvalintaan vaikuttava tekijä. Suuremmissa virroissa pienten poikasten habitaatit rajoittuvat lähinnä rantapenkereiden ja saarien läheisyyteen, jolloin suurempien taimenien syvemmät habitaatit sijoittuvat virran vuolaimpiin keskiosiin. Toisaalta pienemmissä virroissa isojen taimenien asuttamat syvemmät alueet ovat useimmiten hitaasti virtaavia suvantoja (esim. Bohlin 1977, Heggenes 1988b). Tällöin keski- ja pintavirrannopeuksille esitettyjen optimialueiden huomattava vaihtelu selittyneekin suurelta osin jokien välisistä eroista eri tutkimuksissa. Lisäsyynä kyseiselle vaihtelulle lienevät myös erot käytettyjen mittauslaitteiden (Heggenes 1988a) sekä mittaustapojen välillä.

Poikasten sietoalue syvyyden suhteen oli 0->80 cm optimialueen ollessa 20-80 cm. Samankaltaisia tuloksia ovat esittäneet Karlström (1977), Heggenes (1988b) ja Heggenes & Saltveit (1990). Näistä poikkeavien tulosten syvyydet ovat lähinnä pienempiä optimialueiden painottuessa niissä välille 10-50 cm (Kennedy & Strange 1982, 1986, Nielsen 1986, Gatz ym. 1987, Heggenes ym. 1991, Glova & Sagar 1991). Sekä syvyyksien että edellisen kappaleen virrannopeuksien vertailuissa on kuitenkin syytä huomioida kovan ja syvän virran asettamat ylitsepääsemättömät esteet virtaekologiselle tutkimukselle, mikä saattaa heijastua vaihtelevasti eri tutkimustuloksissa.

Pysyäkseen paikoillaan virrassa taimenen poikasten pitää pystyä vastustamaan virran aiheuttamaa painetta. Pohjan korkokuvasta selvästi erottuvat kivet muuttavat virran kulkusuuntaa, jolloin näiden taakse muodostuu energieettisesti edullisia habitaatteja taimenelle (esim. Kalleberg 1958, Heggenes 1988a). Muun muassa tästä syystä taimenen habitaattitutkimuksissa on tärkeää huomioida **pohjan raekoko**.

Tässä tutkimuksessa taimenet viihtyivät pohjilla, joissa vallitseva raekoko vaihteli välillä 16->256 mm optimin keskittyessä vaihteluvälin pienempään päähän. Tulokset tukivat kirjallisuudessa esitettyjä tietoja (Frost & Brown 1967, Karlström 1977, Nielsen 1986, Louhimo ja Honkasalo 1986, Gatz ym. 1987, Heggenes 1988c, Heggenes & Saltveit 1990, Heggenes ym. 1991). Tosin Nielsen (1986) kuvaa taimenen viihtyvän myös mutapohjilla.

Yhdistetyn kala-aineiston **suojan** käytöstä ei juurikaan löydy eroja saatavillaolevuuteen. Samankaltainen tulkinta pätee **kasvillisuuden peittävyuden** suhteen. Monet tutkijat painottavat kuitenkin suojan tärkeyttä lohikaloille yleensä ja pitävät kalan mieltymystä suojaan sisäsyntyisenä turvan hakemisena (esim. Nielsen 1986). Tällöin tarkoitetaan suojaa viholliselta tai visuaalista isolaatiota oman lajin muista yksilöistä. Suojatyypit vaihtelee kuitenkin kalan kasvaessa, minkä vuoksi suojakäsitteen yleispätevä määrittely on vaikeaa (Hunter 1991, ks. myös Heggenes 1988a).

Pohjasta erottuvien ylskivien lisäksi kivikynnykset, uppotukit, rantapenkereet ja vesikasvillisuus tarjoavat visuaalisen turvapaikan ohella suojaa virran fyysistä voimaa vastaan. Edellä mainittujen seikkojen sekä kalayksilön koon mukana vaihtuvien habitaattivaatimusten huomioiminen on erityisen tärkeää esim. uittoa varten perattujen koskien kunnostuksessa. Energian käytön minimoinnin kannalta isompien taimenien voidaan olettaa vaativan keskimäärin suurempaa vaihtelua pohjan korkokuvassa kuin pienten poikasten, joille esim. pienetkin kivet voivat antaa riittävän suojan (ks. esim. Karlström 1977, Hunter 1991).

Yläpuolisen suojan tärkeyttä ovat painottaneet mm. Pickering ym. (1987) ja Heggenes & Traaen (1988). Myös virran syvyydellä (Nielsen 1986) on tärkeä merkitys kalan suojan kannalta. Suojakäsitteen epämääräisyyden takia kyseistä termiä pohditaan seuraavassa kokoluokkien välisessä tarkastelussa myös pelkkää yläpuolista suojaa laajemmassa merkityksessä.

5.2.3. Erot kalojen kokoluokkien välillä

Kalakoon vaikutus taimenen mikrohabitaatin valinnassa oli selkeä. Pienet poikaset suosivat matalampaa virtaa ja kasvillisuuden peittämiä pienirakeisia pohjia, kun taas isommat poikaset viihtyivät syvemmillä, avoimemmilla ja

suurempirakeisilla pohjilla.

Habitaatin valintaa tarkasteltaessa on muistettava, ettei kala valitse jokaista habitaattimuuttujaa erikseen, vaan kalan sijainti virrassa on monen tekijän summa. Gatz ym. (1987) kuvasivat eräänlaista kahden muuttujan yhteisvalintaa taimenilla suojaan liittyen seuraavasti: jos ja kun virran syvyyden tarjoama suoja ei ole riittävä kalayksilön kannalta, niin sen on etsittävä joitakin muita kyseisen muuttujan muotoja kuten esim. pintapyörteisyyden tarjoamaa suojaa. Tällainen tulkinta voisi toimia avainhypoteesina myös tämän tutkimuksen tuloksille:

1) Isompien taimenien habitaateissa pelkkä virran syvyys takaa riittävän suojan, jolloin kalat suosivat vähäpeitteisiä pohjia ja vähäistä pintavirran turbulenssia.

2) Pienempien taimenien matalammissa habitaateissa kalat joutuvat suosimaan turbulenttisia ja kasvillisuuden peittämiä pohjia.

Jonsson (1989) kuvaa eri kokoisten taimenien eriytymistä eri habitaatteihin, mikä ainakin osittain aiheutuu erilaisesta tarpeesta ja kyvystä hankkia ravintoa. Toisaalta erilleen hakeutuminen voi osaltaan aiheutua predaatiosta. Esim. predaation kannalta arvokkaimpien, pienikokoisten taimenien hakeutuminen mahdollisimman suojaisiin habitaatteihin on ilmeinen vaste pedon läsnäololle (Jonsson 1989). Voidaankin olettaa, että erilainen habitaatin käyttö eri poikasluokissa selittyy toisaalta taimenen geneettisestä taustasta (ks. myös Heggenes & Saltveit 1990) ja toisaalta lajin sisäisistä ja/tai lajien välisistä suhteista.

5.2.4. Reviirikäyttäytyminen

Jo jokipoikasvaiheessa lohikaloja luonnehtii vahva territoriaalisuus, sillä poikasten ilmaantuessa pohjasorasta vapaaseen veteen ne valtaavat reviirin 1-4 vuorokaudessa (Hunter 1991). Yleisesti ottaen reviirikäyttäytymisen on katsottu olevan tärkein lohikalapopulaation kokoa rajoittava tekijä (Allen 1969, LeCren 1973, Mortensen 1977, 1979 ja Hunter 1991), ja rajat tälle käyttäytymiselle asettaa mikrohabitaattien määrä ja laatu (Hunter 1991).

Reviirin kokoon ja laatuun vaikuttavat fysikaalisten ympäristötekijöiden lisäksi bioottisen ympäristön monimutkaiset vuorovaikutussuhteet. Esimerkiksi puolustettavan ruokailuhabitaatin koko on suurempi silloin, kun ravintoresurssit ovat niukat ja populaatiotiheys suuri (Hixon 1980). Jos taas virran ravintoresurssit

ovat jakaantuneet tasaisesti, reviiiriin kuuluvien suojahabitaattien merkitys kasvaa (Bassett 1978). Edelleen reviiirin koon on todettu korreloivan positiivisesti kalakoon kanssa (Allen 1969), mihin osaltaan liittyy suurempien lohikalajien dominoivuus lajin sisäisessä kilpailussa (Newman 1956, Jenkins 1969 ja Bassett 1978).

Tässä tutkimuksessa eri kokoisten taimenien mikrohabitaatin käyttö erosi selkeimmin syvyyden suhteen. Osasyynä tälle voi hyvinkin olla suurempien kalajien dominoivuus lajin sisäisessä kilpailussa. Tällöin virran matalimmat alueet jäisivät eräänlaisina marginaalihabitaatteina pienemmille yksilöille suurempien vallatessa syvemmät mikrohabitaatit. Samankaltainen tulkinta voisi myös selittää kasvavaa suuntausta 'yläpuolisen kiven' (yleensä iso kivi) suosinnassa, samalla kun kalayksilön koko kasvaa. Jos virran mukana ajelehtiva ravinto kasaantuu suurien, virran kulkua selvästi muuttavien kivien taakse, on oletettavaa, että isot ja vahvemmat taimenet puolustaisivat tällaisia habitaatteja. Tämän kaltaisten hypoteesien paikkaansa pitävyyteen ei tämän tutkimuksen puitteissa kuitenkaan pystytty vastaamaan. Sen sijaan kokeellinen tutkimus, jossa lajin sisäisiä suhteita manipuloidaan esim. isojen kokoluokkien poistolla, antaisi luultavasti tärkeää lisäinformaatiota em. ongelmiin.

5.2.5. Lajien väliset suhteet

Monet tutkijat ovat todenneet lajien välisten suhteiden vaikuttavan kalajien mikrohabitaatin valintaan (Nyman 1970, Faush & White 1981, Gatz ym. 1987, Heggenes 1991 ja DeWald & Wilzbach 1992). Taimenen eläessä samassa virtavesisysteemissä lohen kanssa (sympatriset populaatiot) lohen käyttämien habitaattiresussien valikoima on pienempi kuin lohen eläessä virrassa yksin (allopatriset populaatiot). Tämä on ilmeinen viite lajien välisestä kilpailusta (Heggenes 1991). Samankaltaisen taimenen kilpailullisen edun kirjoloheen ovat todenneet Gatz ym. (1987) ja puronieräään (Nyman 1970, Faush & White 1981 ja DeWald & Wilzbach 1992). Sen sijaan Gaudin & Caillere (1990) totesivat taimenen välttävän habitaatteja, joissa oli runsaasti kivisimppuja ja valitsevan jopa "sopimattomia" habitaatteja, jos niiden simpputiheys oli pienempi.

Omalla tutkimusalueellamme karkeasti samantyyppisiä habitaatteja taimenen kanssa asuttivat lähinnä harjus ja kirjoeväsimppu. Harjuksen on todettu olevan

potentiaalinen ravintokilpailija taimenen kanssa etenkin keväällä ja kesällä, jolloin harjuksen käyttämän pintaravinnon osuus kasvaa (kts. esim. Myllylä 1982 ja Tervaniemi 1989). Taimenen, harjuksen ja kirjoeväsimpun välillä olevien vuorovaikutusten selvittäminen olisikin kiintoisa ja tärkeä jatkotyön kohde mikrohabitaattitutkimusten kannalta.

5.2.6. Vuodenaika ja habitaatin valinta

Useissa eri tutkimuksissa painotetaan vuodenaikaisten erojen huomioimista kalan habitaatin valintaa selvitettäessä (ks. esim. Eloranta & Olkio 1987, Baltz ym. 1991 ja Nickelson ym. 1992). Esimerkiksi lohen poikasen aktiivisuuden on todettu vähentyvän merkittävästi syksyllä veden lämpötilan laskiessa alle 8-10 °C, jolloin kalat vaihtavat asuinpaikkaansa etsiessään suojaa virralta, jäältä ja pedoilta (Rimmer ym. 1984).

Eloranta & Olkio (1987) pitävät taimenen habitaatin vaihtoa samankaltaisena kuin Tyynenmeren ja Atlantin lohien jokipoikasilla. He totesivat Päijänteen vesistöalueeseen kuuluvan Arvajanjoen taimenien parveutuvan ja näiden aggressiivisuuden lakkaavan, kun veden lämpötila laski alle 10 °C. Vain 0+ -ikäluokan poikaset pysyttelivät kesäaikaisissa koskissaan, joissa ne asettuivat vaihtelevankokoisina ryhminä suurehkojen, nk. ankkurikivien taakse. Vanhempien ikäluokkien yksilöillä habitaatin vaihdossa oli enemmän vaihtelua, mutta yleisenä suuntauksena nämäkin parveutuivat, jonka jälkeen vaihtoivat elinalueitaan koskista läheisiin suvantoihin tai järviin.

Tätä tutkimusta varten aineisto kerättiin melko lyhyinä ajanjaksoina keskikesästä alkusyksyyn. Jos kuitenkin halutaan hahmottaa kokonais kuvaa taimenen habitaattivaatimuksista, vastaisuudessa onkin välttämätöntä jatkaa mikrohabitaattitutkimuksia alkukesällä sekä syksy- ja talvikaudella. Esimerkiksi koskien kunnostuksen yhteydessä ei ole mitään hyötyä parantaa ja lisätä pelkästään kesäkautisia optimihabitaatteja, jos näin saavutettu lisäys taimenpopulaation koossa menetetään talvihabitaattien puuttumisen seurauksena.

Kiitokset

Sukeltajina olleet Timo Saukkonen sekä Arto Huhta ja Pekka Laasonen ansaitsevat kiitoksen sujuvasta yhteistyöstä. Pekka Laasonen ohjasi myös tietokoneiden käytössä. Kiitos kuuluu myös maastotöissä mukana olleille Pekka Korhoselle, Esko Koivurannalle ja Teijo Sarajärvelle. Taloudellisesti tutkimuksen mahdollisti Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos sekä Oulun Kalastuspiiri; lisäksi maastotyövaiheiden aikainen majoitus järjestyi sekä Käylän kalanviljelylaitoksella että Oulangan biologisella asemalla. Näille kaikille lämmin kiitos.

KIRJALLISUUS

- Allen, K. R. 1969. Limitations on production in salmonid populations in streams. In: H.R. MacMillan Lectures in Fishery, p. 3-18. University of British Columbia.
- Baltz, D. M. 1990. Methods for fish biology. -In: Schreck, C. B. & Moyle P. B. (ed.), Autecology, p. 583-605. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Baltz, D. M., Vondracek, B., Brown, L. R. & Moyle, P. B. 1991. Seasonal Changes in Microhabitat Selection by Rainbow Trout in a Small Stream. -Trans. Am. Fish. Soc. 120, p. 166-176.
- Bassett, C. E. 1978. Effect of cover and social structure on position choice of brown trout (Salmo trutta) in a stream. -M.S. thesis, 181 p., Michigan State Univ., East Lansing, MI.
- Bohlin, T. 1977. Habitat selection and inter cohort competition of juvenile sea-trout (Salmo trutta). -Oikos 29, p. 112-117.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. -Hydrobiol. 173, p.9-43.
- Bovee, K. 1982. A guide to stream habitat analysis using the Instream Flow Incremental Methodology. -Instr. Flow Inf. Pap., 12, 248 s., USDI Fish Wildl. Serv., FWS/OBS-82/26.
- Bovee, K. & Cochnauer, T. 1977. Development and evaluation of weighted criteria for use in the instream flow assessment: fisheries, 38 s. -Instr. Flow Inf. Pap., 3, USDI Fish Wildl. Serv., FWS/OBS-77/63.
- DeWald, L. & Wilzbach, M. A. 1992. Interactions between Native Brook Trout and Hatchery Brown Trout: Effects on Habitat Use, Feeding, and Growth. - Trans. Am. Fish. Soc. 121, p. 287-296.

- Eloranta, A. & Olkio, K. 1987. Size, growth and density of brown trout (Salmo trutta L.) in the Arvajanjoki Watercourse, Finnish Lake District. -Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 10, p. 167-188.
- Fausch, K. D. & White R. J. 1981. Competition between brook trout (Salvelinus fontinalis) and Brown Trout (Salmo trutta) for Positions in a Michigan Stream. -Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38, p. 1220-1227.
- Frost, W. E. & Brown, M. E. (ed.) 1967. The Trout: 69-70 ja 120-123. Collins Clear-Type Press, London and Glasgow.
- Gan, K. & McMahon, T. 1990. Variability of the results from the use of Phabsim in estimating habitat area. -Regulated Rivers: Research & Management 5, p.233-239.
- Gatz, A. J.jr, Sale, M. J. & Loar, J. M. 1987. Habitat shifts in rainbow trout:competitive influences of brown trout. -Oecologia 74, p. 7-19.
- Gaudin, P. & Caillere, L. 1990. Microdistribution of Cottus gobio L. and fry of Salmo trutta L. in a first order stream. -Pol. Arch. Hydrobiol. 37, p. 81-94.
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press, 247 p.
- Gibson, R. J. 1988. Mechanism regulating species composition, population structure and production of stream salmonids: a review. -Pol. Arc. Hydrob. 35, p. 469-497.
- Glova, G. J. & Sagar, P. M. 1991. Dietary and spatial overlap between stream populations of a native and two introduced fish species in New Zealand. -Aust. J. Mar. Freshwater Res. 42, p. 423-433.
- Gosse, J. C. & Helm, W. T. 1981. A method for measuring microhabitat components for lotic fishes and its application with regard to brown trout. -In: Armantrout, N. B. (ed.), Acquisition and utilization of aquatic habitat inventory information, p. 138-149. Western Div. Amer. Soc., Bethesda, MD.

- Grossman, G. D. & Freeman, M. C. 1987. Microhabitat use in a stream fish assemblage. -*J. Zool. Lond.* 212, p. 151-176.
- Hartzler, J. R. 1983. The effects of half-log covers on angler harvest and standing crop of brown trout in McMichaels Creek, Pennsylvania. -*N. Amer. J. Fish. Manag.* 3, p. 228-238.
- Heggenes, J. 1988a. Physical Habitat Selection by Brown Trout (*Salmo trutta*) in Riverine Systems. -*Nordic J. Freshw. Res.* 64, p. 74-90.
- Heggenes, J. 1988b. Effect of Experimentally Increased Intraspecific Competition on Sedentary Adult Brown Trout (*Salmo trutta*) Movement and Stream Habitat Choice. -*Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45, p. 1163-1172.
- Heggenes, J. 1988c. Substrate preferences of brown trout fry (*Salmo trutta*) in stream channels. -*Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45, p. 1801-1806.
- Heggenes, J. 1990. Comparison of Three Methods for Studies of Stream Habitat Use by Young Brown Trout and Atlantic Salmon. -*Trans. Am. Fish. Soc.* 119, p. 101-111.
- Heggenes, J. 1991. Comparisons of habitat availability and habitat use by an allopatric cohort of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) under conditions of low competition in a Norwegian stream. -*Holarctic Ecol.* 14, p. 51-62.
- Heggenes, J. & Traaen, T. 1988. Daylight responses to overhead cover in stream channels for fry of four salmonid species. -*Holarctic Ecol.* 11, p. 194-201.
- Heggenes, J. & Saltveit, S. J. 1990. Seasonal and spatial microhabitat selection and segregation in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in a Norwegian stream. -*J. Fish.* 36, p. 707-721.
- Heggenes, J., Brabrand, Å. & Saltveit S. J. 1991. Microhabitat use by brown trout, *Salmo trutta* L. and Atlantic Salmon, *S. salar* L., in a stream: a comparative study of underwater and river bank observations. -*J. Fish. Biol.* 38, p. 259-266.

- Hixon, M. A. 1980. Food production and competition density as the determinant of feeding territory size. -Am. Nat. 115, p. 510-530.
- Hunter, C. J. (ed.) 1991. Better Trout Habitat. A guide to stream restoration and management. -Island Press, Washington, D.C., Covelo, California. 320 p.
- Huusko, A. 1990. Kuusinkijoen vesistöalueen kalatalousselvitys. -RKTL, Kalantutkimusosasto, kalatutkimuksia 14. 238 s.
- Huusko, A., van der Meer, O. & Koljonen M.-L. 1990. Life history patterns and genetic differences in brown trout (Salmo trutta L.) in the Koutajoki River system. -Pol. Arch. Hydrobiol. 37, p. 81-94.
- Jacob, J. 1974. Quantative measurement of food selection: a modification of the forage ratio and Ivlevs electivity index. -Oecologia (Berl.) 14, p. 413-417.
- Jenkins, T. M. jr 1969. Social structure, position choice and microdistribution of two trout species (Salmo trutta and Salmo gaidneri) resident in mountain streams. -Anim. Behav. Monogr. 2, p. 56-123.
- Jonsson, B. 1989. Life history and habitat use of Norwegian brown trout (Salmo trutta). -Freshwater Biology 21, p. 71-86.
- Kalleberg, H. 1958. Observations in a Stream Tank of Territoriality and Competition in Juvenile Salmon and Trout (Salmo salar and Salmo trutta). -Inst. of Freshwater Res. 39, p. 55-99, Drottingholm, Sweden.
- Karlström, Ö. 1977. Biotopval och besättningstäthet hos lax-och örinungar i svenska vattendrag. -Inform. från Sötvattenslab., Drottningholm, nr 6. 72 s.
- Kennedy, G. J. A. & Strange, C. D. 1982. The distribution of salmonids in upland streams in relations to depth and gradient. -J. Fish. Biol. 20, p. 579-591.
- Koutaniemi, L. & Kuusela, K. 1993. Paanajärvi basin and basic features of its hydrogeography, NE Finland / NW Karelia. -Oulanka Reports 12 (in print).

Kuusamon kunta 1989. Talousarvio vuodelle 1989 ja kuntasuunnitelma vuosille 1989-1993. -Moniste. 103 s. Kuusamon kunta, Kuusamo.

LeCren, E. D. 1973. The population dynamics of young trout, Salmo trutta, in relation to density and territorial behaviour. Rapp.P.-V Reun. Cons. Int. Explor. Mer (RIEMA), 164, 241-246.

Louhimo, J. ja Honkasalo, L. 1986. Taimenkanta ja taimenen ympäristövaatimukset Evon Luutajoessa. -RKTL, Kalantutkimusosasto, kalatutkimuksia 45, 126 s.

Malavoi, J. R. & Souchon Y. 1989. Methodologie de description et quantification des variables morphodynamiques d'un cours d'eau a fond caillouteux: Exemple d'une station sur la Filliere (Haute-savoie). -Revue de Geographie de Lyon 64, p. 252-259.

Mortensen, E. 1977. Population, survival, growth and production of trout Salmo trutta in a small Danish stream. -Oikos 28, p. 9-15.

Mortensen, E. 1979. Population dynamics, regulation and production of stream salmonids. -In: Hytteborne, B. (ed.), The use of ecological variables in environmental monitoring: 220-227. Solna, National Swedish Environmental Protection Board, PM 1151.

Moyle, P. B. & Baltz, D. M. 1985. Microhabitat use by an Assemblage of California Stream Fishes: Developing Criteria for Instream Flow Determinations. -Trans. Am. Fish. Soc. 114, p. 695-704.

Myllylä, M. 1982. Harjus Thymallus thymallus (L.) Kuusamon ylängöllä Koillis-Suomessa, Koutajoen vesistöalueella. -Sivulaudatur-tutkielma. Oulun Yliopisto, eläintieteen laitos. 132 s.

Myllymaa, U. 1975. Kalalaitoksien vaikutus vesistöön. -Suomen kalastuslehti 82: 146-153.

Myllymaa, U. 1981. Kalankasvatuksen jätevedet Koillismaan vesistöjen muuttajina. -Vesihallitus. Tiedotus 209. 195 s.

- Nickelson, T. E., Rodgers, J. D., Johnson, S. L. & Solazzi, M. F. 1991. Seasonal changes in habitat use by juvenile coho salmon (Oncorhynchus kisutch) in Oregon Coastal Streams. -Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49, p. 783-789.
- Nielsen, G. 1986. Dispersion of brown trout (Salmo trutta L.) in relation to stream cover and water depth. -Pol. Arch. Hydrobiol. 3-4, p. 475-488.
- Newman, M. A. 1956. Social behavior and interspecific competition in two trout species. -Physiol. Zool. 29, p.64-81.
- Nyman, O. L. 1970. Ecological interactions of brown trout (Salmo trutta L.) and brook trout (Salvelinus fontinalis (Mitchill)) in a stream. -Can. Field-Nat. 84, p. 343-350.
- Ottaway, E. M. & Forrest, D. R. 1983. The influence of water velocity on the downstream movement of alevins and fry of brown trout. -J. Fish. Biol. 23, p. 221-227.
- Persson, L. 1988. Asymmetries in Competitive and Predatory Interactions in Fish Populations. -In: Ebenman, B. & Persson, L. (ed.), Size-Structured Populations. Ecology and Evolution, p. 203-218. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Pickering, A. D., Griffiths, R. & Pottinger, T. G. 1987. A comparison of the effects of overhead cover on the growth, survival, and haematology of juvenile Atlantic salmon, Salmo salar L., Brown trout, Salmo trutta L., and rainbow trout, Salmo gairdneri Richardson. -Aquacult. 66, p. 109-124.
- Rantala, L. 1988. Kuusinkijoen kalalaitosten kuormitus- ja vesistötarkkailu 1987. Oulu. Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto. Moniste. 29 s.
- Rincon, P.A. & Lobon-Cervia J. 1993. Microhabitat use by stream-resident brown trout: bioenergetic consequences. -Trans. Am. Fish. Soc. 122, p.575-587.

- Rimmer, D. M., Paim, U. & Saunders, R. L. 1984. Changes in the selection of microhabitat by juvenile Atlantic salmon (Salmo salar) at the summer-autumn transition in a small river. -Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41, p. 469-475.
- SAS Institute Inc. 1987. SAS User's Guide. Statistics. Version 6 Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 p.
- Shirvell, C. S. & Dungey, R. G. 1983. Microhabitats chosen by brown trout for feeding and spawning in rivers. -Trans. Am. Fish. Soc. 112, p. 355-367.
- Sternin, V. G., Nikonorov, I. V. & Bumeister, Yu. K. 1972. Electrical fishing. Theory and practice. (English translation from Russian original).-315 p.. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem 1976.
- Tervaniemi, O.-M. 1989. Harjuksen (Thymallus thymallus L.) ja taimenen (Salmo trutta L.) ekologiasta Inarin Kirakkajoessa, Pohjois-Suomessa. - Tutkielma. Oulun yliopisto, eläintieteen laitos. 81 s.
- Trihey, E. W. & Stalnaker, C. B. 1985. Evolution and Application of Instream Flow Methodologies to Small Hydropower Development: An Overview of the Issues. -Small Hydropower/Fisheries Symposium, Denver, Colorado, May 1-3, 1985.
- Vesihallitus 1984. Kuusamon vesistöjen kalankasvatusta koskeva vesiensuojelusuunnitelma. Työryhmän ehdotus. Vesihallituksen monistesarja 295. 151 s.
- Waite, I. R. & Barnhart, R. A. 1992. Habitat Criteria for Rearing Steelhead: A Comparison of Site-Specific and Standard Curves for Use in the Instream Flow Incremental Methodology. -North Am. J. Fish. Management 12, p. 40-46.
- Werner, E. E. & Gilliam, J. F. 1984. The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. -Ann. Rev. of Ecol. and Syst. 15, p. 393-425.
- Ylitolonen, A. 1989. Avustavan virkamiehen lausunto vedenlaatuasioissa Varisjoen varressa olevien kalankasvatustaitosten lopputarkastuksessa. Oulu. Oulun vesi- ja ympäristöpiiri. Moniste. 28 s.

KALATUTKIMUKSIA– FISKUNDERSÖKNINGAR -sarjassa ilmestyneet niteet

- 1 **SARVALA, J. Kalantutkimus puntarissa: Suomalainen kalantutkimus 1980-luvulla.** Sammandrag: Fiskeriforskningen i Finland under 1980-talet — en analys baserat på publikationer. (Fisheries research in Finland during the 1980s — an analysis based on published papers). s. 1–19.
VEHANEN, T. ja NIEMITALO, V. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen sianpoikasten viljelyyn käytettyjen luonnonravintolammikoiden tuotosta ja tuottoon vaikuttavista tekijöistä. (Produktion som inverkar på produktionen av sikyngel i naturfoderdammar vid Norra Finlands Centralfiskodlingsanstalt). (Production of natural food rearing ponds and the factors affecting it in whitefish culture at the Central Fish Culture Station for Northern Finland). s. 21–99. Helsinki 1990.
- 2 **HEIKINHEIMO-SCHMID, O., RAHKONEN, R., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P. Country report of Finland for the intersessional period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1988–1989.** (Suomen kansallinen raportti Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) istuntojen väliseltä ajalta 1988–1989). (Finlands nationella rapport gällande perioden mellan Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) sessioner 1988–1989). 33 s. Helsinki 1990.
- 3 **Status of crayfish stocks, fisheries, diseases and culture in Europe. Report of the FAO European Inland Fishery Advisory Commission (EIFAC) Working Party on Crayfish.** (Rapukannat, ravustus, taudit ja viljely Euroopassa. Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) raputyöryhmän raportti). (Kräftstammar, kräftfiske, sjukdomar och odling i Europa. Rapport från Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) kräftarbetsgrupp). Edited by (toim.) Westman, K., Pursiainen, M. and Westman, P. 206 p. Helsinki 1990.
- 4 **KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M-L. Kalakantarekisteri: siika, muikku ja harjus.** (Sammandrag: Fiskstamregister: sik, siklöja och harr). (Abstract: The Finnish fish stock register: whitefish, vendace and grayling). 54 s. Helsinki 1990.
- 5 **ERKAMO, E. Ravun (*Astacus astacus* L.) biologiasta, kannanarvioinnista ja istutuksen kannattavuudesta pienessä hapanvetisessä metsäjärvässä.** (Sammandrag: Kräftan (*Astacus astacus* L.) i ett litet surt träsk: Biologi, uppskattning av populationsstorleken och lönsamheten av utplanteringarna). (Summary: Crayfish, *Astacus astacus* L., in a small, acidic forest lake: Biology, stock assessment and profitability of stocking). 97 s. Helsinki 1990.
- 6 **LEHTONEN, H. Vuorikemian tehtaiden jätevesien kalataloudellisista vaikutuksista Porin edustan merialueella.** (Sammandrag: Fiskeriekonomiska effekter av avloppsvattnen från Vuorikemias fabriker i havsområdet utanför Björneborg) (Summary: Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on fish stocks and fisheries off Pori, the Bothnian Sea). s. 1–10.
PARMANNE, R. ja SALMI, J. Silakoiden vaellukset Selkämerellä keväällä 1982 suoritettujen merkintöjen perusteella. (Strömmingens vandringar i Bottenhavet enligt märkningar utförda våren 1982) (Migration of Baltic herring in the Bothnian Sea revealed by tagging experiments in spring 1982). s. 11–24.
PARMANNE, R. ja SALMI, J. Silakan troolippyynnin kehittyminen Porin edustan merialueella syksyllä 1976–1985 ja silakoiden kasvu, kuntokerroin ja poikasten määrä Selkämerellä. (Utvecklingen av strömmingsfisket med trål i på höstarna i havsområdet utanför Björneborg under perioden 1976–1985 samt strömmingens tillväxt, kondition och yngelmängd i Bottenhavet) (Development of the Baltic herring trawl fishery off Pori in the autums of 1976–1985 and the growth, condition factor and larval abundance of Baltic herring in the Bothnian Sea). s. 25–35.
LEHTONEN, H. ja JÄRVINEN, A. Kalastajien havaintoja pyydyksissä tapahtuneista kalakuolemista Selkämerellä 1980-luvulla. (Fiskarobservationer av fiskdöd i fångstredskapen i Bottenhavet under 1980-talet) (Observations of fishermen on fish deaths in fishing gear in the Bothnian Sea in the 1980s). s. 37–47.
JÄRVINEN, A. ja LEHTONEN, H. Siian mädin sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Sumpförsök

med sikrom i vattnen utanför Björneborg år 1985) (Cage incubation experiments with whitefish eggs off Pori in 1985). s. 49–58.

JÄRVINEN, A., LEHTONEN, H. ja BYLUND, G. Kalojen sumputuskokeet Porin edustalla 1985. (Sumpförsök med fish i vattnen utanför Björneborg år 1985) (Fish cage experiments off Pori in 1985). s. 59–73.

OULASVIRTA, P. ja RISSANEN, J. Vuorikemian tehtaiden jätevesien vaikutuksista silakan alkionkehitykseen ja poikasten elinkykyyn. (Effekterna av avloppsvattnen från Vuorikemias fabriker på embryonalutvecklingen och ynglens livskraft hos strömming) (Effect of effluent from the Vuorikemia titanium dioxide factory on the embryonal development and larval fitness of Baltic herring). s. 75–108. Helsinki 1990.

- 7 **MIKKOLA, J., SAURA, A., IKONEN, E. ja POIKOLA, K. Kymijoen kalaportaiden rakentamiseen liittyvät kalataloudelliset selvitykset 1987–1988.** (Fiskeriutredning 1987–1988 för konstruktion av fisktrappor i Kymmene älv) (Fisheries investigation related to construction of fish ladders in the Kymijoki River in 1987–1988). 37 s. Helsinki 199.
- 8 **TUUNAINEN, P., VUORINEN, P. J., RASK, M., JÄRVENPÄÄ, T., VUORINEN, M. ja NIEMELÄ, E. Happaman laskeuman vaikutukset kaloihin ja rapuihin.** Raportti vuodelta 1989. (Sammandrag: Effekterna av asurt nedfall på fish och kräftor. Rapport för år 1989) (Summary: Effects of acidic deposition on fish and crayfish. Report 1989). 97 s. Helsinki 1990.
- 9 **HYVÄRINEN, P. Yksikkösaaliin vaihtelu ja siihen vaikuttavat tekijät Oulujärvellä.** (Sammandrag: Enhetsfångsternas variation i Ule träsk och de faktorer som påverkar dem). (The variation of catch per unit effort in Lake Oulujärvi and the factors influencing it). 72 s. Helsinki 1990.
- 10 **ROMAKKANIEMI, A. Tornion-Muonionjoen harjus ja harjuksen kalastus.** (Sammandrag: Harr och harrfiske i Torne- och Muonioälv). (Grayling stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki). 111 s. Helsinki 1990.
- 11 **RAHKONEN, R. ja WESTMAN, K. Tarttuvat kalataudit. Tilanne Suomessa, tautien leviäminen ja torjunta.** (Sammandrag: Smittsamma fisksjukdomar. Sjukdomsläge i Finland, spridning av sjukdomar och bekämpningsmetoder). (Infectious diseases of fish. The situation in Finland, spread of the diseases and their prevention). 88 s. Helsinki 1990.
- 12 **LEHTONEN, H. Kalanimistö: suomi, latina, ruotsi, norja, englanti, saksa ja ranska.** (Lista över fisknamn på finska, latin, svenska, norska, engelska, tyska och franska) (Multilingual list of fish names in Finnish, Latin, Swedish, Norwegian, English, German and French). 27 s. Helsinki 1990.
- 13 **HUUSKO, A. Kirjallisuusselvitys kalojen mäti- ja poikasvaiheiden ekologiasta.** (Sammandrag: Litteraturutredning angående fiskars rom- och yngelstadiers ekologi) (Ecology of eggs and larvae of freshwater fish – a review of literature). 58 s. Helsinki 1990.
- 14 **HUUSKO, A. Kuusinkijoen vesistöalueen kalatalousselvitys.** (Sammandrag: Utredning av fiskeri och fiskbestånd inom Kuusinkijoki vattendragsområde) (Fisheries and fish stocks in the Kuusinkijoki river system, Northern Finland, with remarks on the adverse effects of a small hydropower station located on the upper reach of the river). 238 s. Helsinki 1990.
- 15 **TOIVONEN, J., KOKKO, U., AUVINEN, S. ja AUVINEN, H. Tulokset merkittyjen järvitaimenpoikasten istutuksista Suomessa vuosina 1970–1979.** (Utsättningsresultaten av märkta insjööringyngel i Finland åren 1970–1979) (Summary: Results of stocking with tagged brown trout (*Salmo trutta* m. lacustris) young in Finland in 1970–1979). 31 s. Helsinki 1991.
- 16 **BÖHLING, P., HUDD, R., LEHTONEN, H. och PARMANNE, R. Fiskevården i havsområdet utanför Jakobstad.** (Tiivistelmä: Kalakannat ja kalakantojen hoito Pietarsaaren edustan merialueella) (Fish stocks and their management in the sea area off Jakobstad, northern Finland). 82 s. Helsinki 1991.
- 17 **NYBERG, K. Vastakuoriutuneiden hauenpoikasten istutusten tuloksellisuus.** (Sammandrag: Resultaten av utplantering av nyläckta gäddyngel) (Success of stocking with newlyhatched pike fry). 88 s. Helsinki 1991.

- 18 Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1990.** (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 1–39.
- Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1990.** (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990). s. 41–65. Helsinki 1991.
- 19 Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1991.** (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 1–43.
- Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1991.** (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). s. 45–78. Helsinki 1991.
- 20 SALMI, P., SIKANEN, A., TOIVONEN, P. Ammattikalastus Vuoksen vesistön eteläosissa vuonna 1988.** (Sammandrag: Yrkesfisket i södra delen av Vuoksens insjösystem år 1988) (Professional fishing in the southern parts of the Vuoksi lake area in 1988). 36 s. Helsinki 1991.
- 21 HONKASALO, L., PENNANEN, J., LAPPALAINEN, A. Kalakannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi Kokemäenjoen vesistöissä Nokian alapuolella.** (Fiskebeståndsskador och kompensationen av dessa i Kumo vattendrag nedanför Nokia) (Damage caused to the fish stocks and its compensation in the Kokemäenjoki watercourse downstream of the town of Nokia). 125 s. Helsinki 1991.
- 22 MUTENIA, A., SALONEN, E. Järvitaimenen ja järvilohen velvoiteistutukset, kalastus ja saaliit sekä istutustulokset Inarijärnessä vuosina 1976–1988.** (Sammandrag: Ålagda utplanteringar, fiske, fångster och utplanteringsresultat för insjööring och insjölox i Enare träsk åren 1976–1988) (Brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris* (L.)) and landlocked salmon (*Salmo salar* L.) in Lake Inari, northern Finland: statutory stocking, its results, and the fishery and catches in 1976–1988). s. 1–70.
- MUTENIA, A., AHVONEN, A. Inarijärven verkkosarjakoekalastukset vuosina 1968–1986.** (Sammandrag: Provfiske med nätserier i Enare träsk 1968–1987) (Test fishing with gill net series in Lake Inari, northern Finland, in 1968–1986). s. 71–98. Helsinki 1991.
- 23 HONKANEN, A., KUMMUNSAALO, J., PARTANEN, H., HILDÉN, M. Kotitalouksien ja suurta-
louksien kalankäyttö vuonna 1988.** (Sammandrag: Hushållens och storkökens fiskkonsumtion år 1988) (Fish consumption in private households and in institutes, restaurants, etc., in Finland in 1988). 32 s. Helsinki 1991.
- 24 Inarijärvi-symposium.** Toim. Erno Salonen. 158 s. Helsinki 1991.
- 25 KANGASPUNTA, M. Valtion kalanistutusten kannattavuuden arviointi** (Evaluation of the profitability of the state fish stocking) (Uppskattning av de statliga fiskutsättningarnas lönsamhet). 106 s. Helsinki 1991.
- 26 WESTMAN, K. Kalakantarekisteri ja uhanalaisten arvokalakantojen säilyttäminen** (The Finnish fish stock register and the conservation of valuable and threatened fish stocks) s.1–14
- KALLIO-NYBERG, I. ja KOLJONEN, M.-L. Kalakantarekisteri: lohi, taimen ja nieriä** (The Finnish fish stock register: salmon (*Salmo salar*), trout (*Salmo trutta*) and char (*Salvelinus alpinus*)). s. 15–115. Helsinki 1991.
- 27 TOIVONEN, A.-L., HUDD, R. ja HEIKKILÄ, P. Siika- ja lohiloukkurakenteet eteläisen Perämeren alueella** (Construction of trap nets for whitefish (*Coregonus lavaretus*) and salmon (*Salmo salar*) in the southern Bothnian Bay). Helsinki 1991. 43 s.

- 28 **KARTTUNEN, VESA. Tornion-Muonionjoen siika ja siian kalastus (Whitefish stocks and fisheries in the River Tornion-Muonionjoki).** Helsinki 1991. 72 s.
- 29 **HILDÉN, M., MICKWITZ, P., PAANANEN, T., PARTANEN, H., SETÄLÄ, I., SÖDERKULTA-LAHTI, P. ja VIHERVUORI, A. Merialueen ammattikalastuksen ja kalan jalostuksen kapasiteetti Suomessa (The capacity of marine professional fishing and fish processing in Finland).** Helsinki 1991. 72 s.
- 30 **SALMI, J. ja SALMI, P. Silakan kalastuksesta monilajikalastukseen. Pohjois-Satakunnan rannikon ammattikalastuksen muutokset (Transformation of the Blatic herring fishery to a multispecies fishery of the Finnish coast of the Bothnian Sea).** Helsinki 1991. 140 s.
- 31 **Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät. Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot (State fish culture conference, No. XIII. Conservation of valuable and threatened fish species and stocks: objectives and methods) (Statens XIII fishodlings konferens. Bevarande av värfefulla och utrotningshotade fiskarter och fiskstammar: målsättningar och metoder).** 5–6.4.1989, Jyväskylä. U. Eskelinen, M. Pursiainen ja R. Rahkonen (toim.). 74 s. Helsinki 1991.
- 32 **JUNTUNEN, K., MUJE, P. Isokoskeloiden (Mergus merganser) saalistuksen vaikutus Inarin Juutuanjoen taimenistutusten tuloksellisuuteen (Predation by mergansers (Mergus merganser) on planted brown trout smolts in the River Juutuanjoki) (Sammandrag: Predationen av skracken (Mergus merganser) på nytttsatt odlad öring i Älven Juutuanjoki).** 58 s. Helsinki 1991.
- 33 **SALMINIITTY, J. Merialueen kalanviljely-yritysten taloudellisen kehityksen arviointi perinteisen tilinpäätösanalyysin avulla (Economic development of marine fish farms evaluated from analysis of account) (Sammandrag: Utvärdering av den ekonomiska utvecklingen hos havsområdenas fiskodlingsföretag med hjälp av traditionell bokslutsanalys).** 70 s. Helsinki 1991.
- 34 **VALKEAJÄRVI, P., BAGGE, P., HAKKARI, L., JANHONEN, I. ja OLKIO, K. Konneveden nuotta-apajat (Seining sites in Lake Konnevesi) (Sammandrag: Notdragsställen i sjön Konnevesi).** 28 s. + 22 karttaa. Helsinki 1991.
- 35 **Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston toimintakertomus vuodelta 1989 (Report on the activities of the Fisheries Division and Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1989) (Berättelse över fiskeriforskningsavdelningens och fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1989).** s. 1–70.
- Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston toimintakertomus vuodelta 1990 (Report on the activities of the Fisheries Division and Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1990) (Berättelse över fiskeriforskningsavdelningens och fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1990).** s. 71–148. Helsinki 1991.
- 36 **NYLANDER, E., AHVONEN, A. ja PRUUKI, V. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuosilta 1987–1989 (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1987–1989) (Sammandrag: Fiskeristatistik för Torneälvs vattendrag åren 1987–1989).** s. 1–48.
- KARTTUNEN, V., ROMAkkANIEMI, A. ja PRUUKI, V. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuodelta 1990 (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1990) (Sammandrag: Fiskeristatistik för Torneälvs vattendrag åren 1990).** s. 49–78.
- AHVONEN, A. Kalastuskirjanpidon käyttökelpoisuus Tornion-Muonionjoen kalakantojen seurannassa (The value of fishermen's book-keeping data in monitoring fish stocks in the Rivers Tornionjoki and Muonionjoki) (Sammandrag: Fångstbokföringens användbaret vid uppföljningen av Torne-Muonioälvs fiskebestånd).** s. 79–113. Helsinki 1991.
- 37 **MUTENIA, A. ja SALONEN, E. Lokan ja Porttipahdan peled- ja vaellussiikakantojen tila vuosina 1982–1989 (The state of peled (Coregonus peled (Gmelin) and migratory whitefish (Coregonus lavaretus L.) in the Lokka and Porttipahta reservoirs, Northern Finland, in 1982–1989) (Sammandrag: Tillståndet hos stammarna av peled- och vandringsik i de konstgjorda sjöarna Lokka och Porttipahta 1982–1989).**

68 s. Helsinki 1991.

- 38 **AHONEN, M., JÄÄSKÖ, O., HEINIMAA, P., PASANEN, P. ja SIMOLA, O.** Inarijärveen vuosina 1972–1985 tehtyjen harmaaniერიän Carlin-merkintöjen tulokset (Results of Carlin tagging experiments with lake trout (*Salvelinus namaycush* (Walbaum) in Lake Inari in 1972–1985) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkning av kanadaröding i Enare Träsk 1972–1985) (Oohtankeásu: Aanaarjáávrán ivij 1972–1985 tohhum ränisrávdui Carlin-meárkkumij poatuseh). 53 s. Helsinki 1991.
- 39 **LEHTONEN, H.** Suomen ja Japanin välisen elintarvikealan tutkimusyhteistyön ja tutkijavaihdon kehittämisen arviointivaltuuskunnan matka Japaniin (Report of the visit of Finnish group to Japan for evaluating targets for advancement of scientific collaboration and exchange of scientist in food research between Finland and Japan). s. 1–12.
- TUUNAINEN, P., WESTMAN, K. ja PARMANNE, R.** Suomen ja Japanin kalatalouden tieteellisen ja teknisen yhteistyön kehittäminen (Possibilities to develop scientific cooperation in fisheries between Finland and Japan). s. 13–48.
- RUOHONEN, K.** Japanin vesiviljelystä ja sen tutkimuksesta (Aquaculture and its research in Japan). s. 49–104.
- SUURONEN, P.** Pyyntitekniikasta ja sen tutkimuksesta Japanissa (Fishing technology in Japan). s. 105–157. Helsinki 1991.
- 40 **Rapu-Kräft-Symposium** (Symposium on Crayfish). 23.–24.8.1990, Hämeenlinna. Wallin, I. ja Westman, K. (toim.). 116 s. Helsinki 1991.
- 41 **HEIKINHEIMO-SCHMID, O., RAHKONEN, R., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P.** Country report of Finland for the intersessional period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1990–1991 (Suomen kansallinen raportti Euroopan sisävesikalastuskomission (EIFAC) istuntojen väliseltä ajalta 1990–1991) (Finlands nationella rapport gällande perioden mellan Europeiska sötvattensfiskekommissionens (EIFAC) sessioner 1990–1991). 29 p. Helsinki 1992.
- 42 **Valtion kalanviljelyn XI neuvottelupäivät. Kalatantien torjunta. Valtion kalanviljelylaitosten suunnittelun ja rakentamisen nykytila.** (State fish culture conference, No. XI. Prevention of fish diseases. The present situation in the planning and building of the state fish culture stations) (Statens XI fiskodlings konferens. Bekämpning av fisksjukdomar. Nyläge inom planeringen och konstruktionen av statens fiskodlingsanstalter). 31.3–1.4.1987, Polvijärvi. Lavikainen, R. ja Rahkonen, R. (toim.) 68 s. Helsinki 1992.
- 43 **AHONEN, M.** Inarijärveen vuosina 1965–1986 tehtyjen niერიän Carlin-merkintöjen tulokset (Results of Carlin tagging experiments with arctic char (*Salvelinus alpinus* (L.)) in the Lake Inari in 1965–1986) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkning av röding i Enare Träsk åren 1965–1986) (Oohtankeásu: Aanaarjáávrán ivij 1965–1986 tohhum rávdui Carlin-meárkkumij poatuseh). 38 s. Helsinki 1992.
- 44 **SETÄLÄ, J. ja KLEMOLA, O.** Siian kalastajahinnanmuodostus Merenkurkussa (Factors affecting the price in the whitefish fishery in the northern Quark, the Baltic Sea) (Sammandrag: Sikens fiskarprisbildning i Kvarkenområdet). s. 1–46.
- SETÄLÄ, J. ja AHLFORS, A.** Siian fileoinnin kannatavuus (Profitability of filletting whitefish (*Coregonus lavaretus* s.l.L.) (Sammandrag: Sikfileringens lönsamhet). s. 47–77. Helsinki 1992.
- 45 **AHVONEN, A., JUTILA, E., JÄRVENPÄÄ, T., LAPPALAINEN, A., RASK, M. ja VUORINEN, P.** Metsätalouden vaikutukset kaloihin, rapuihin ja kalatalouteen. Kirjallisuusselvitys (Effects of forestry on fish, crayfish and fishery. A review of the literature) (Sammandrag: Litteraturutredning angående skogsbrukets effekter på fisk, kräftor och fiskeri). 69 s. Helsinki 1992.
- 46 **LECKLIN, T.** Nukutusaineiden toissijaiset fysiologiset vaikutukset järvitaimenessa (The secondary physiological effects of some anesthetics on brown trout (*Salmo trutta m. lacustris* (L.)) (Sammandrag: De sekundära fysiologiska effekterna av några bedövningsmedel på insjööring). 38 s. Helsinki 1992.

- 47 **LEHTONEN, H., LAPPALAINEN, J., FORSMAN, L., SOIVIO, A., URHO, L., VUORINEN, P. J. ja TIGERSTEDT, C.** Ilmaston muutosten vaikutukset kaloihin, kalanviljelyyn, kalakantoihin ja kalastukseen. Kirjallisuusselvitys (The effects of climate change on fishes, aquaculture, fish stocks and fishing. A review of the literature) (Sammandrag: Litteraturutredning angående klimatförändringarnas effekter på fisk, fiskodling, fiskbestånd och fiske). 119 s. Helsinki 1992.
- 48 **Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1992** (Plan för fiskeriforskningsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1992) (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992) s. 1–56.
- Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1992** (Plan för fiskodlingsavdelningens verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1992) (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992) s. 57–86. Helsinki 1992.
- 49 **KARTTUNEN, V. ja PRUUKI, V.** Torninjoen lohi ja lohen kalastus. (Status of the salmon stock and fisheries in the River Tornionjoki) (Sammandrag: Laxen och laxfisket i Torneälven). 57 s. Helsinki 1992.
- 50 **SALONEN, E.** Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Nykytila (A plan for the fisheries use and management of Lake Inari. The present stage) (Sammandrag: Bruks- och skötselplan för fiskerihushållningen för Enare träsk. Nutillstånd). 157 s. Helsinki 1992.
- 51 **TOIVONEN, A.-L., HUDD, R. ja SVANBÄCK, G.** Pohjanlahden siikaloukkujen lajivalikoivuuden kehittäminen (Reduction of salmon bycatch in whitefish trap nets in the Gulf of Bothnia (Baltic)) (Sammandrag: Förbättring av artelektivitet hos sikfällor i Bottniska viken). 46 s. Helsinki 1992.
- 52 **SAURA, A., MIKKOLA, J. ja IKONEN, E.** Kymijoen vaelluskalatutkimukset 1989–1991 (Report on the studies of migratory fish species in River Kymijoki in 1989–1991) (Sammandrag: Resultaten av forskningsprojektet om vandrande fiskarter i Kymmene älv åren 1989–1991). s. 1–79.
- LEINONEN, K. ja LEHTONEN, H.** Virkistyskalastuksen motiivit (Motives for recreational fishing) (Sammandrag: Motiven för fritidsfisket). s. 81–101. Helsinki 1992.
- 53 **RUNEBERG, J.** Behandling av spillvattnen på Östra Finlands Centralfiskodlingsanstalt (Summary: Treatment of the effluent on Central Fish Culture and Fisheries Research Station for Eastern Finland) (Tiivistelmä: Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen poistoveden käsittely). 81 s. Helsinki 1992.
- 54 **JÄRVINEN, A., RASK, M., NIEMELÄ, E., RAITANIEMI, J. ja TURUNEN, T.** Yhdennetyn ympäristöseurannan järvien koekalastukset (The results of test fishings in the lakes of integrated monitoring) (Sammandrag: Provfiske i de sjöar som ingår i programmet för integrerad monitoring 1988–1990). s. 1–10.
- ERKINARO, J., NIEMELÄ, E. ja RASK, M.** Lapin happamoitumistutkimus – taimenen poikastutkimukset Lutto- ja Paatsjoen vesistöalueilla (Acidification survey in Lapland – studies on brown trout (*Salmo trutta* L.) juveniles in Luttojoki and Paatsjoki river systems) (Sammandrag: Försurningsundersökning i Lapland – yngelforskning hos öring inom Luttojokis och Pasviksälvs insjösystem). s. 11–34.
- JÄRVINEN, M., RASK, M., KUOPPAMÄKI, K., MAKKONEN, E., RUUHLJÄRVI, J. ja ARVOLLA, L.** Iso Valöjärven kalkituskokeilun vesikemialliset ja biologiset tutkimukset (Hydrochemical and biological studies of the liming experiment in Lake Iso Valkjärvi) (Sammandrag: Vattenkemiska och biologiska undersökningar av kalkningsprov i Iso Valkjärvi). s. 35–60.
- VUORINEN, P., PEURANEN, S., VUORINEN, M. ja RASK, M.** Kalkituksen akuutit vaikutukset ahvenen ja pitkäaikaiset vaikutukset siian elintoimintoihin Isossa Valkjärvessä (The Iso Valkjärvi liming experiment: acute effects on perch (*Perca fluviatilis* L.) and long-term effects on whitefish (*Coregonus lavaretus* L.)) (Sammandrag: Kalkningens akuta effekter på abborrens och långvariga på sikens livsfunktioner i Iso Valkjärvi). s. 61–84.
- RAITANIEMI, J., RASK, M., JÄRVINEN, A. ja NYBERG, K.** Kalakantojen kehitys Etelä-Suomen pienissä happamoituneissa järvissä kalkituksen jälkeisinä vuosina (Observations on the development

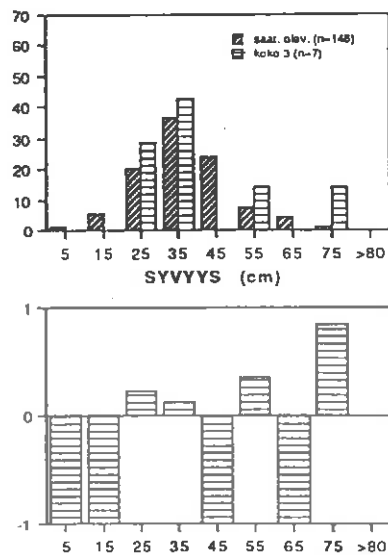
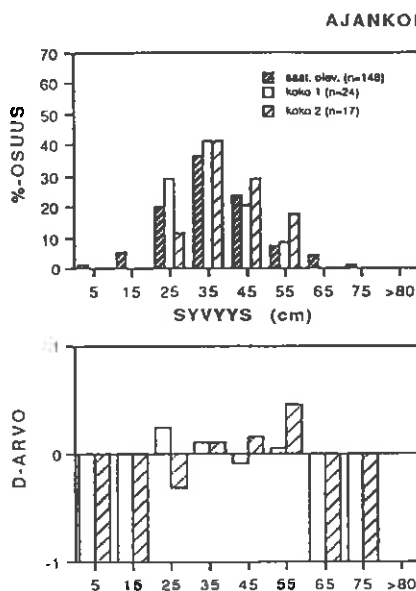
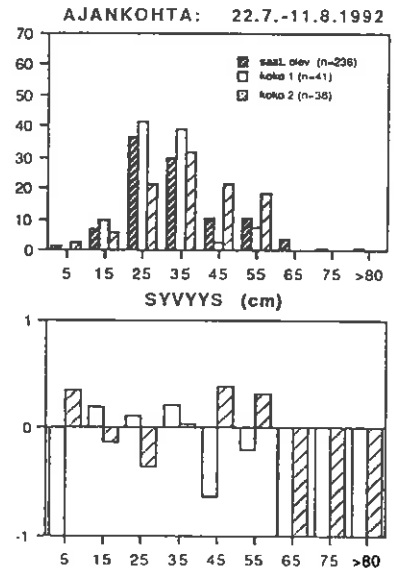
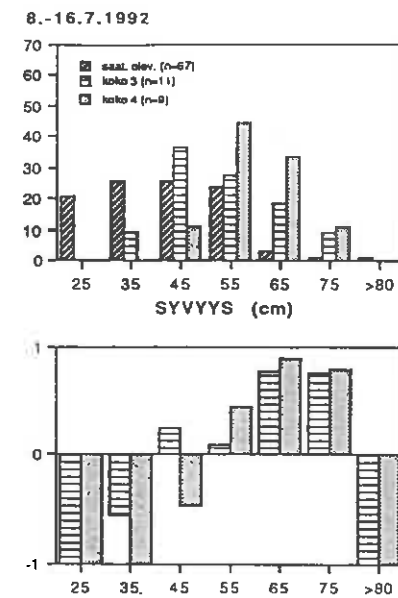
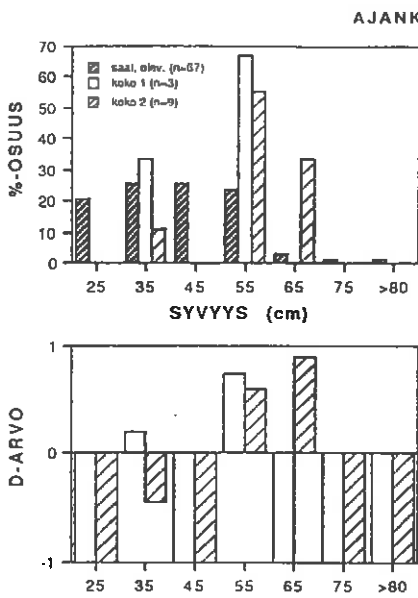
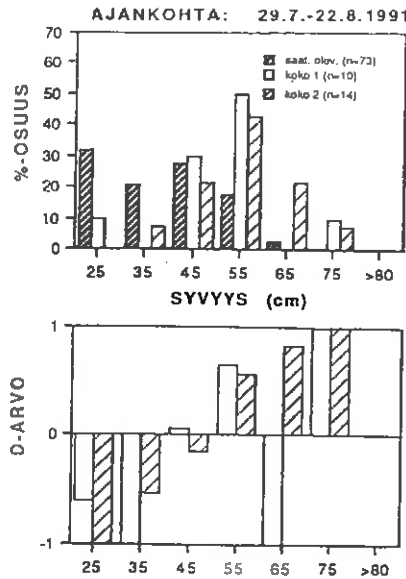
of fish populations in small acidified lakes in southern Finland during a few year's period after liming) (Sammandrag: Fiskebeståndens utveckling i södra Finlands små försurade sjöar under åren efter kalkningen). s. 85–102.

LAPPALAINEN, A. Suomalaisten suhtautuminen vesistöjen happamoitumisen torjuntatoimenpiteisiin (The attitudes towards emission control and liming of the acidified lakes in Finland) (Sammandrag: Finländarnas åsikter angående bekämpningsåtgärder av insjösystemens försurning). s. 103–126. Helsinki 1992.

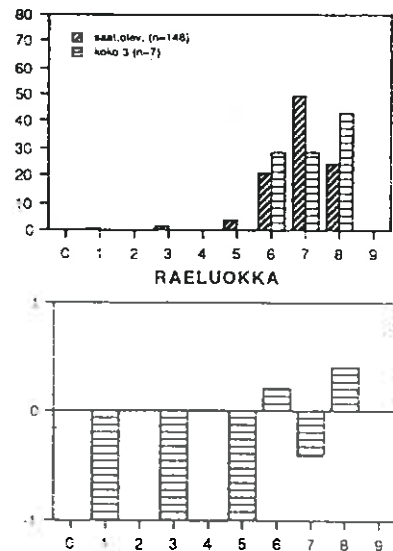
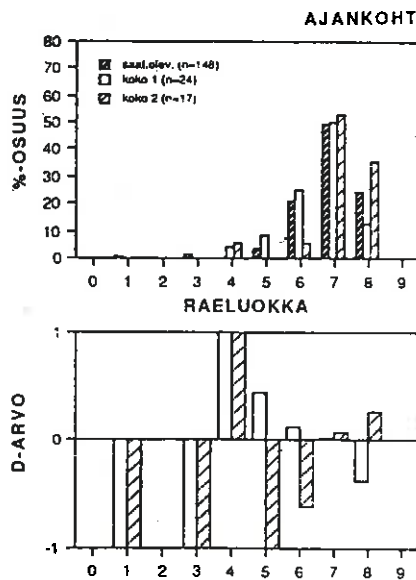
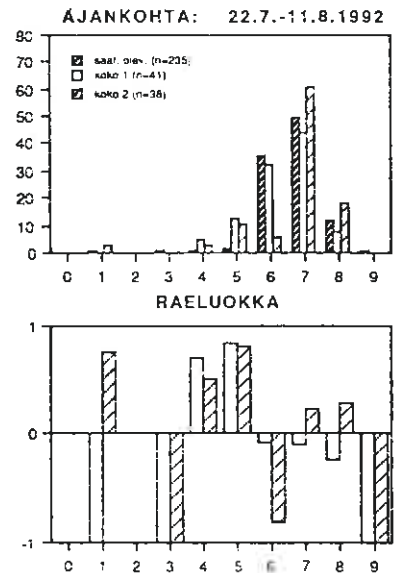
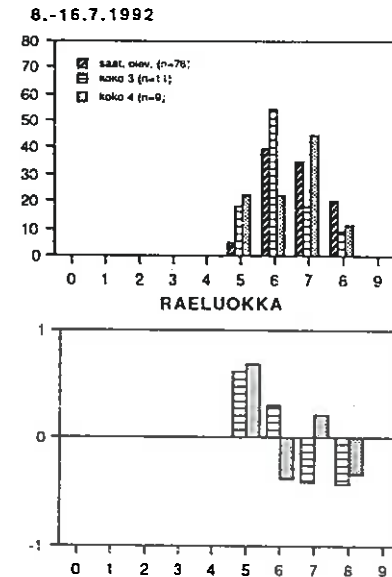
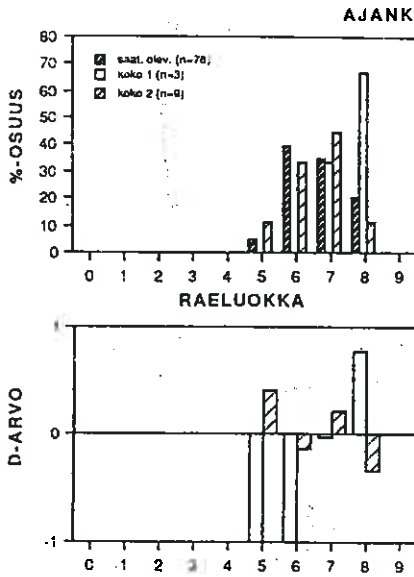
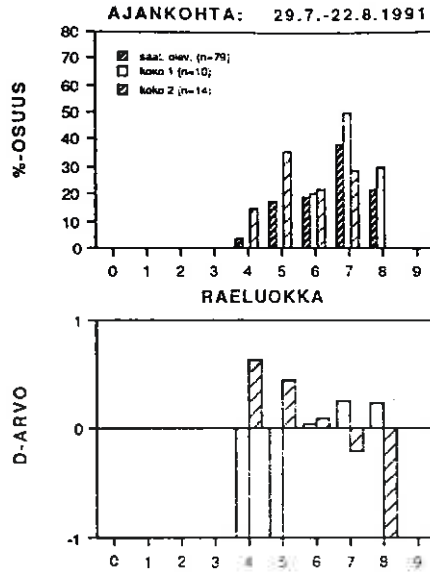
- 55 **Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimintakertomus vuodelta 1991** (Report on the activities of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991) (Berättelse över verksamhet vid Vilt- och fiskeriforskningsinstitut år 1991). 159 s. Helsinki 1992.
- 56 **Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät. Kalanviljely, vesiensuojelu ja valvonta** (State fish culture conference, No. XIV. Fish culture, protection of waters and inspection) (Statens XIV fiskodlings konferens. Fiskodling, vattenskydd och övervakning). 10.–11.4.1990, Sotkamo. Toim. Pursiainen, M. ja Rahkonen, R. 121 s. Helsinki 1992.
- 57 **Valtion kalanviljelyn XV neuvottelupäivät. Tulosjohtaminen ja valtion kalanviljelyn tavoitteet. Kalanviljelyn rakenteet ja tekniikka** (State fish culture conference, No. XV. Result oriented management and objectives of State fish culture. Constructions and technique of fish culture) (Statens XV fiskodlings-konferens. Resultatstyrning och Statens fiskodlings målprogram. Fiskodlingens anläggningar och teknik). 9.–10.4.1991, Pudasjärvi. H. Simola ja R. Rahkonen (toim.). 121 s. Helsinki 1992.
- 58 **RINTAMÄKI, P. Montan, Raasakan, Ossauskosken ja Keminmaan kalanviljelylaitosten kalaloiset ja -taudit vuosina 1984–1991** (Fish parasites and diseases at the fish farms of Montta, Raasakka, Ossauskoski and Keminmaa, Northern Finland in 1984–1991) (Sammandrag: Fiskparasiter och -sjukdomar vid Montta, Raasakka, Ossauskoski och Keminmaa fiskodlingsanstalter åren 1984–1991). 44 s. Helsinki 1993.
- 59 **Valtion kalanviljelyn XVI neuvottelupäivät. Luonnonravintolammikkoviljely, uudet lajit ja rodunjalostus** (State fish culture conference, No. XVI. Natural food pond culture, new fish species and selective breeding) (Statens XVI fiskodlings konferens. Naturfoderdamm odling, nya arter och djursförädling). 1.–2.4.1992, Kuopio. R. Lavikainen ja R. Rahkonen (toim.). 103 s. Helsinki 1993.
- 60 **Valtion kalanviljelyn XVII neuvottelupäivät. Mädituotanto ja emokalojen viljely** (State fish culture conference, No. XVII. Fish egg production and brood fish breeding) (Statens XVII fiskodlings konferens, Romproduktion och avelsfiskodling). 31.3.–1.4.1993, Tampere. K. Ruohonen ja J. Ruuhijärvi (toim.). 109 s. Helsinki 1993.
- 61 **AHONEN, M. Vastakuoriutuneiden ja yksivuotiaiden taimenten istutustulokset Ylä-Menesjoella vuosina 1989–1991.** (Results of newly hatched and one-year-old brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*) stockings on River Ylä-Menesjoki in 1989–1991) (Sammandrag: Utplanteringsresultat för nykläckta och ettåriga öringar i Ylä-Menesjoki under åren 1989–1991). s. 1–30.
- AHONEN, M. Inarijärveen laskevien vesien järvitäminen vuosien 1971–1989 Carlin-merkintöjen tulokset.** (Results of Carlin tagging experiments with brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*) in Lake Inari tributaries in 1971–1989) (Sammandrag: Resultat för Carlin-märkningar gjorda under åren 1971–1989 på öringar i vattendrag som utmynnar i Enare träsk). s. 31–58. Helsinki 1993.
- 62 **VEHANEN, T., PASANEN, P., LEHTINEN, E. ja SIMOLA, O. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen lohi-istutusten (*Salmo salar* L.) Carlin-merkintätulokset vuosilta 1973–1988** (Report on salmon (*Salmo salar* L.) tagging experiments performed by Taivalkoski State Aquaculture in 1973–1988) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkningar av lax (*Salmo salar* L.) som utfördes Norra Finlands centralfiskodlingsanstalt åren 1973–1988). 75 s. Helsinki 1993.
63. **SAURA, A. Polttomerkinän soveltuvuus yksikesäisten kalanpoikasten merkintään** (The use of hot branding in the marking of one-summer-old juvenile fish) (Sammandrag: Brännmärkningsmetoden som gruppmarkeringsmetod för ensomriga fiskyngel). 38 s. Helsinki 1993.

- 64 **JOKIKOKKO, E. ja JUTILA, E. Simojoen ylimmän osan ja sivujokien kalastus selvitys ja koskikartoitukset** (Utredning av fiskbestånd och kartläggning av forsar i Simojokis övre lopp och biflöden) (A Study of the Fish Fauna and Rapid Areas of the Uppermost Reaches and Tributaries of the Simojoki River). s. 1–39.
- KARTTUNEN, V. ja JUTILA, E. Kalastustilatoja Simon ja Ranuan kunnista vuosilta 1986 ja 1990.** (Fiskeristatistik för kommunerna Simo och Ranua åren 1986 och 1990) (Fishery Statistics from the Municipalities of Simo and Ranua in 1986 and 1990). s. 43–77. Helsinki 1993.
- 65 **VUORINEN, P. J., PAASIVIRTA, J., VUORINEN, M., PEURANEN, S. ja HOIKKA, J. Lohen ja meritaimenen ympäristömyrkkypitoisuudet ja lohen alkio- ja poikaskuolleisuus** (Laxens och havsöringens halter utav miljögifter och laxens embryo- och yngeldödlighet) (Organochlorines in Salmon and Sea Trout and the Mortality of the Eggs and Yolk sac Fry of Salmon). 71 s. Helsinki 1993.
- 66 **Lohen ja meritaimenen sopimuskasvatus ja istutukset. Sopimusviljelytyöryhmän muistio.** (Kontraktuppfödning och utplantering av lax och havsöring. Kontraktodlingsarbetsgruppens memorandum.) (State-subsidized Rearing and Releasing of Salmonids. Memorandum of the Working Group on the State-subsidized Rearing and Releasing of Salmonids). 76 s. + 41 liites. Helsinki 1993.
- 67 **SALONEN, E. ja MUTENIA, A. Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Osa 2. Suunnitelma.** (Fiskeriekonomisk användnings- och skötselplan för Enare träsk. Del 2. Plan.) (The Fisheries' Use and Management Plan for Lake Inari. Part 2. Plan.). 73 s. + 7 liites. Helsinki 1993.
- 68 **RAHKONEN, R. Kuhanpoikasten loiset kahdessa erityyppisessä luonnonravintolammikossa.** (Parasiter på gösungen i två naturfoderdammar av olika typ.) (Parasites of Pike-perch Fry Reared in Two Different Types of Natural Food Ponds in Finland). 22 s. Helsinki 1993.
- 69 **Metsätalouden vaikutukset kaloihin ja kalatalouteen. Osahankkeiden raportit vuosien 1990–1992 tuloksista.** (Skogsbrukets effekter på fisk och fiske. Delprojektens rapporter över resultatet 1990–1992.) (Effects of Forestry On Fish and Fisheries. The Sub-project Reports of the Results between 1990–1992.) Toim. A. Lappalainen ja M. Rask. 137 s. Helsinki 1993.
- 70 **KORHONEN, P. ja HEIKINHEIMO-SCHMID, O. Suurten petokalojen ravinto Ontojärnessä ja Lentuassa ja ravinnonkulutuksen arviointi.** (Näring för stora rovfiskar i Ontojärvi och Lentua samt uppskattning av näringsförbrukningen.) (The Food of Large Predator Fishes in Lakes Ontojärvi and Lentua and the Estimation of Food Consumption.). 52 s. Helsinki 1993.
- 71 **RAHIKAINEN, E. Hinnoittelun käyttökelpoisuus virkistyskalastuksen arvioinnissa.** (Användbarheten av prissättning vid uppskattningen av rekreativfiskets värde) (The Appropriateness of Pricing in the Assessment of the Benefits of Recreational Fishing). 20 s. Helsinki 1993.
- 72 **Sisävesi- ja rannikkokalastaja muutospaineiden alla. Arkipäivän ongelmat ammattikalastajien kertomana.** (Förändringstryck imon insjö- och kustfisket. Fiskarna berättar om sina vardagsproblem.) (The Attitudes, Problems and Everyday Life of Professional Fishers: A Report on Fisheries in the Bothnian Sea and Freshwater Trawl Fishing.). Toim. P. Salmi ja J. Salmi. 117 s. Helsinki 1993.
- 73 **SALONEN, E. ja MUTENIA, A. Luontaisen lisääntymisen vaikutukset Lokan ja Porttipahdan siikakantoihin ja kalastukseen.** (Effekterna av naturlig förökning på sikbestånden och fisket i Lokka och Porttipahta) (The Effects of the Natural Reproduction of Whitefishes on Stocks and Fisheries in the Lokka and Porttipahta Reservoirs). 22 s. + liitt. Helsinki 1993.
- 74 **PYLKKÖ, PÄIVI. Ruokinnan ja kasvatustiheyden vaikutus harjuksen ja nieriän ASA-tautiherkkyyteen.** (Effekterna av utfodring och uppfödningstäthet på mottagligheten för ASA-sjuka hos harr och röding.) (The Effect of Feeding and Rearing Density on the Susceptibility to ASA Disease of Grayling (*Thymallus thymallus* L.) and Arctic Char (*Salvelinus alpinus* L.)). 19 s. Helsinki 1993.
- 75 **NYLANDER, E. ja PRUUKI, V. Tornionjoen vesistön kalastustilastot vuosilta 1991 ja 1992.** (Fiskestatistik för Torne älvs vattensystem, åren 1991–1992.) (The Fishery Statistics of the Tornionjoki River Basin in 1991 and 1992). 26 s. + 10 liites. Helsinki 1994.

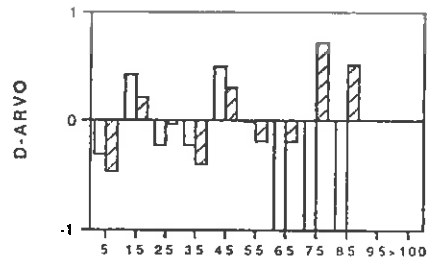
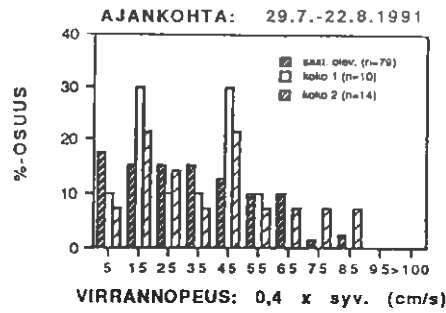
- 76 **AALTO, J. ja RAHKONEN, R.** *Gyrodactylus salaris* -loisen esiintyminen, haitallisuus ja torjunta. (Förekomst, skadlighet och bekämpning av parasiten *Gyrodactylus salaris*.) (The Distribution, Adverse Effects and Prevention of the Parasite *Gyrodactylus salaris*). 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.
- 77 **VEHANEN, T.** **Järvitaimenistutusten tuloksellisuus Pohjois-Suomessa.** (Resultat av utplantering av insjööring i norra Finland.) (Importance of Environment and Stocking Density for the Efficiency of Brown Trout Stocking in Northern Finland.) 50 s. + 2 liitettä. Helsinki 1994.
- 78 **TAMMI, J. ja KUIKKA, S.** **Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana.** (Gäddans näringsanvändning -temporära och spatiella variationer under lektiden) (The Spatial and Temporal Variation in the Food and Food Consumption of Northern Pike (*Esox lucius* L.) during the Spawning Period). 43 s. Helsinki 1994.
- 79 **KEMPPAINEN, S.** **Kiiminkijoen vapakalastuksen kehitys vuosina 1989–1992.** (Utvecklandet av spöfisket i Kimminge älv åren 1989–1992.) (The Development of Rod Fishing in the River Kiiminkijoki from 1989–1992). 39 s. + 7 liitettä. Helsinki 1994.
- 80 **MÄKI-PETÄYS, A., MUOTKA, T., TIKKANEN, P., HUUSKO, A., KREIVI, P. & KUUSELA, K.** **Kokoluokkien väliset erot taimenen poikasten mikrohabitaattien käytössä.** (Forellungens utnyttjande av mikrohabitat: skillnader mellan olika storleksklasser.) (Size-Class Differences in Microhabitat Use by Juvenile Brown Trout.) 38 s. + 6 liitettä. Helsinki 1994.



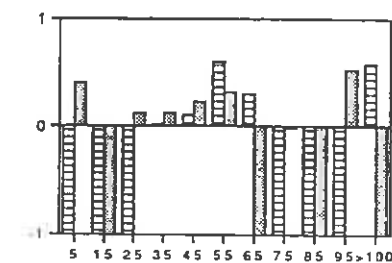
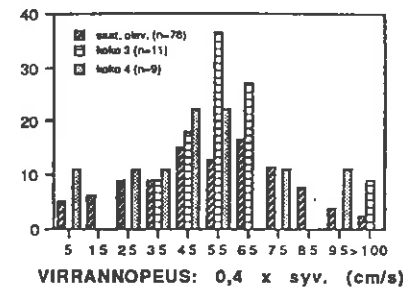
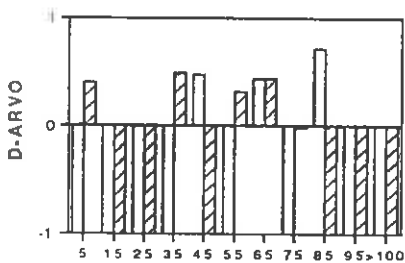
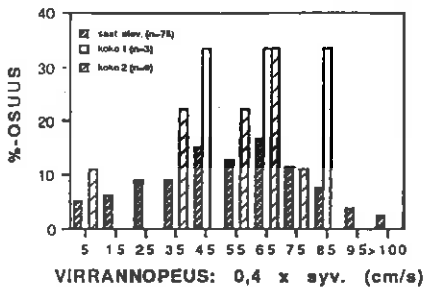
Syvyyden saatavillaolevuus ja käyttö ajankohdittain taimenen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa. Alapuolisissa kuvissa pylväillä on kuvattu vastaaviin resursseihin kohdistunut suosinta (+) ja välttäminen (-).



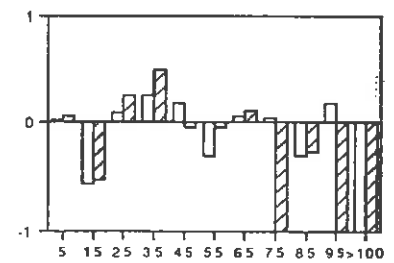
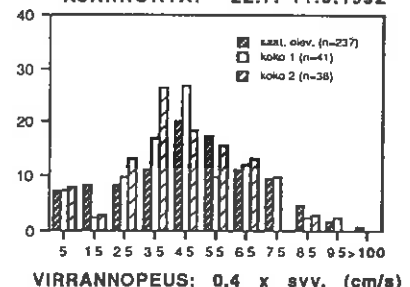
Pohjan raekoon saatavillaolevuus ja käyttö ajankohdittain taimenen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa. Alapuolisissa kuvissa pylvällä on kuvattu vastaaviin resursseihin kohdistunut suosinta (+) ja välttäminen (-).



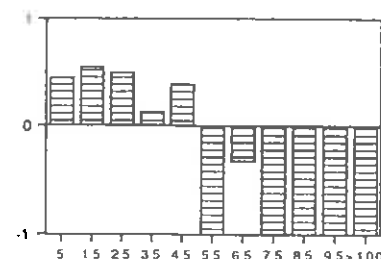
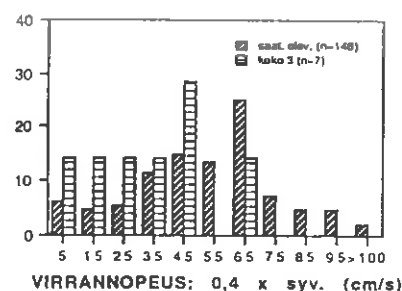
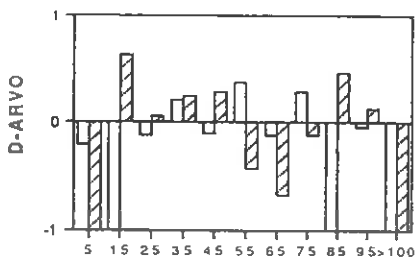
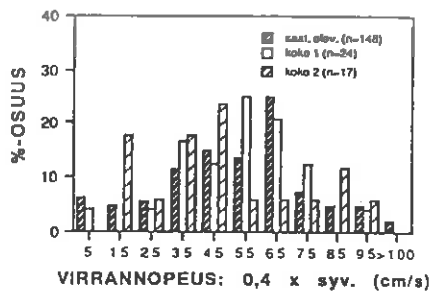
AJANKOHTA: 8.-16.7.1992



AJANKOHTA: 22.7.-11.8.1992

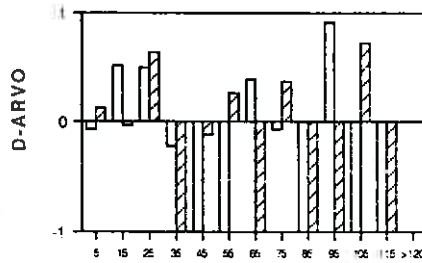
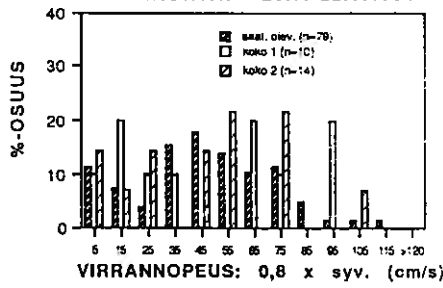


AJANKOHTA: 12.-18.8.1992

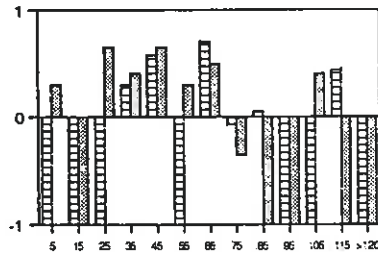
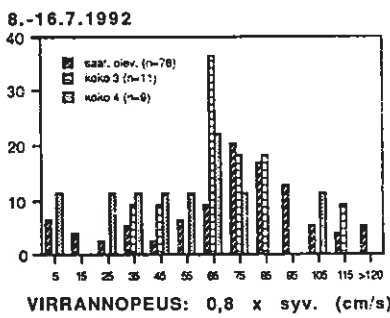
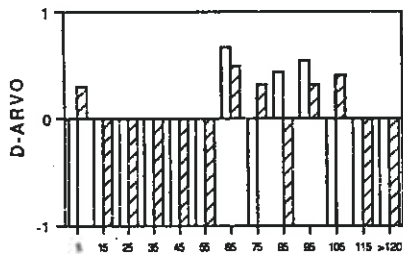
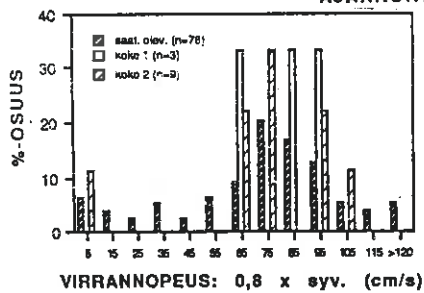


Keskivirrannopeuden saatavillaolevuus ja käyttö ajankohdittain tai-
 menen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa. Alapuolisissa ku-
 vissa pylväillä on kuvattu vastaaviin resursseihin kohdistunut suo-
 sinta (+) ja välttäminen (-).

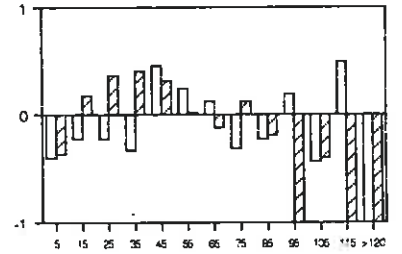
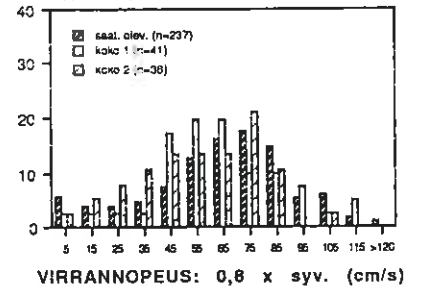
AJANKOHTA: 29.7.-22.8.1991



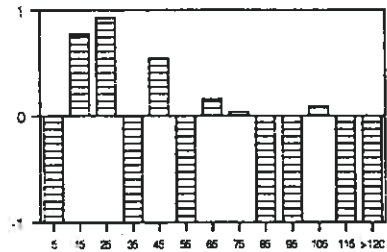
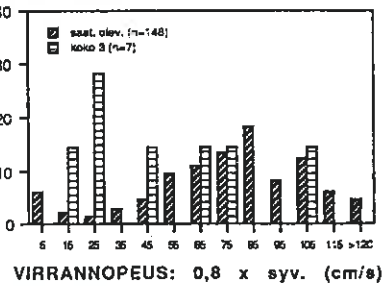
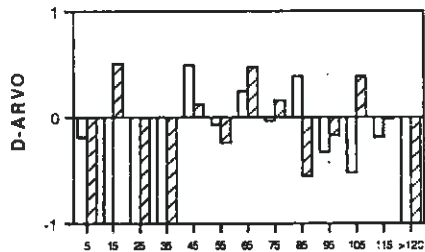
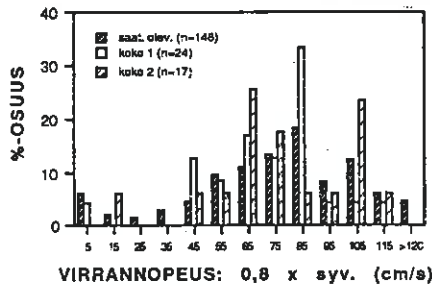
AJANKOHTA: 8.-16.7.1992



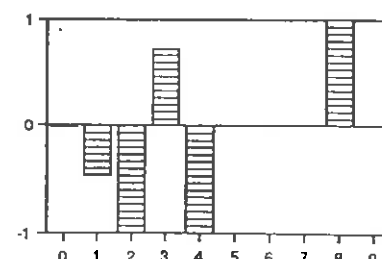
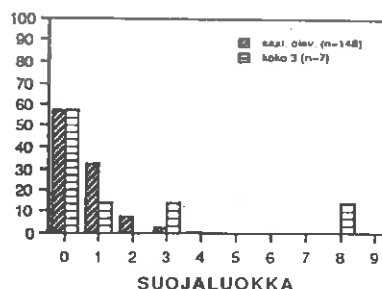
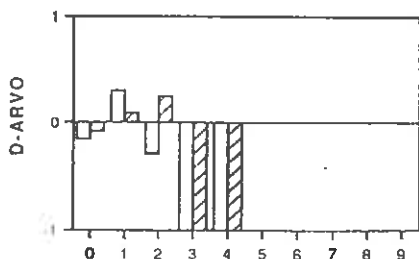
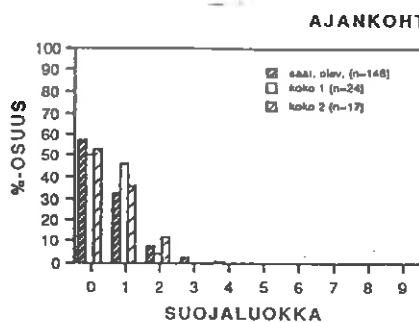
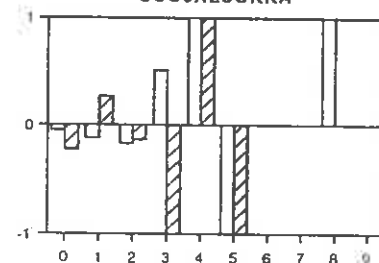
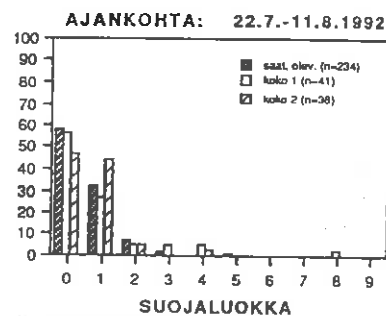
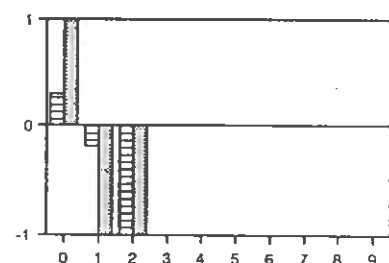
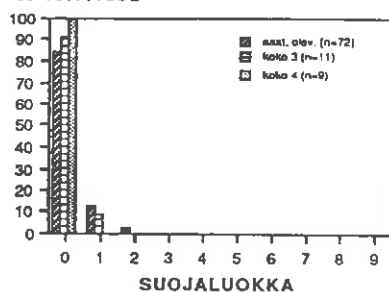
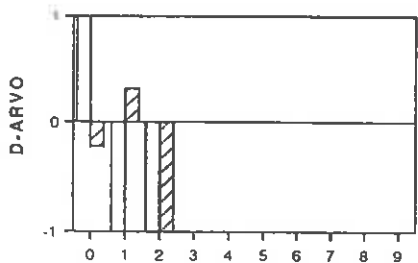
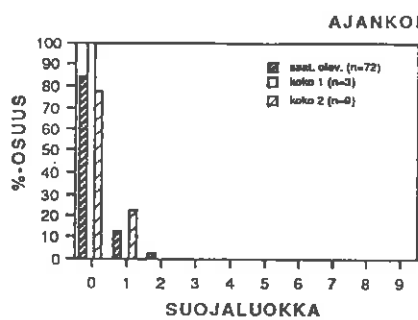
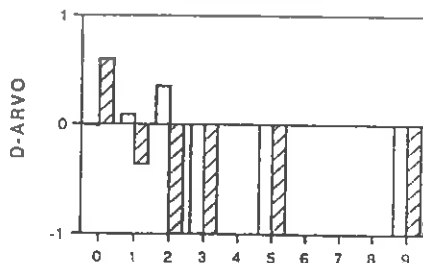
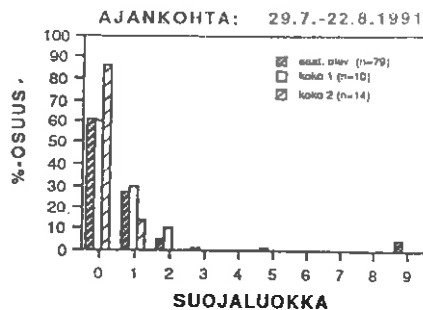
AJANKOHTA: 22.7.-11.8.1992



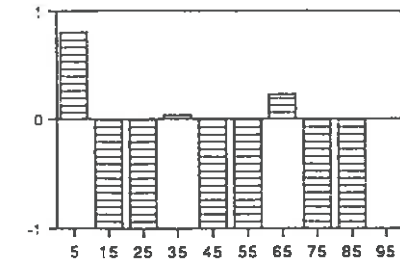
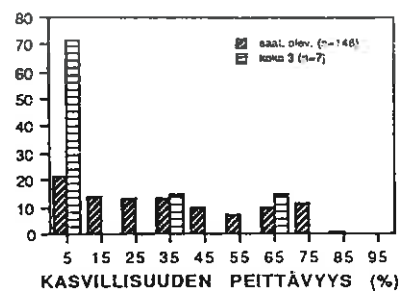
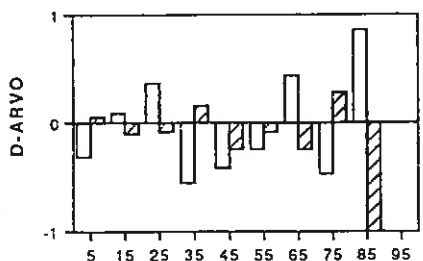
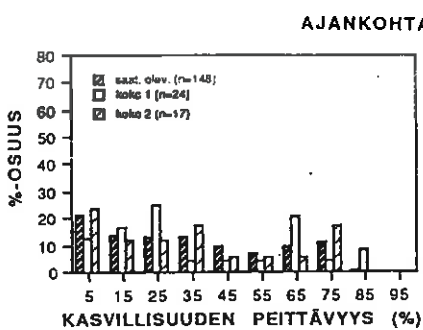
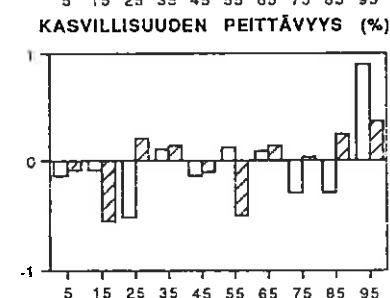
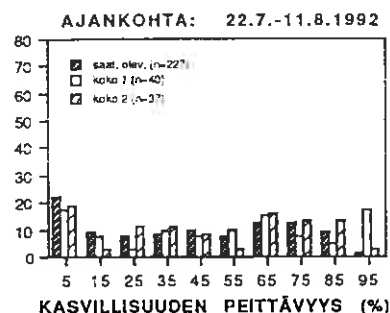
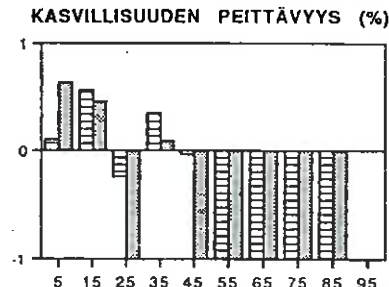
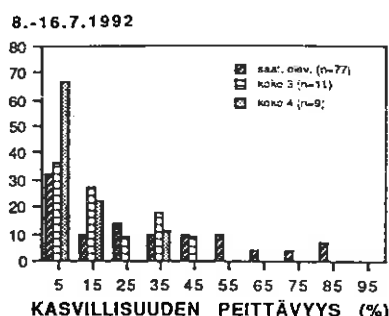
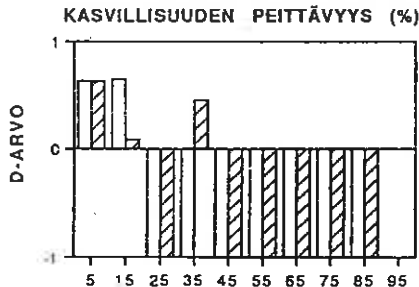
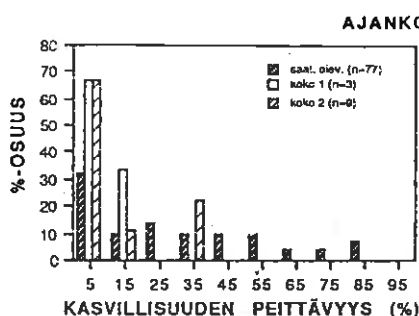
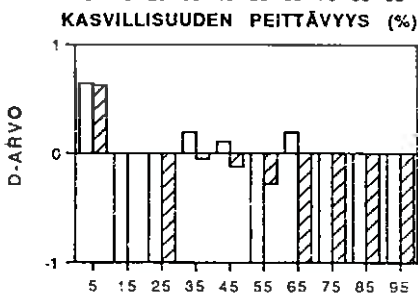
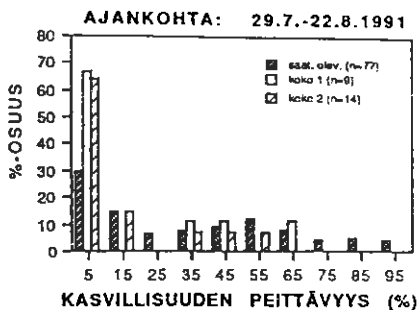
AJANKOHTA: 12.-18.8.1992



Pintavirrannopeuden saatavillaolevuus ja käyttö ajankohdittain tai-
 menen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa. Alapuolisissa ku-
 vissa pylväillä on kuvattu vastaaviin resursseihin kohdistunut suo-
 sinta (+) ja välttäminen (-).



Suojan saatavillaolevuus ja käyttö ajankohdittain taimenen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa. Alapuolisissa kuvissa pylväillä on kuvattu vastaaviin resursseihin kohdistunut suosinta (+) ja välttäminen (-).



Kasvillisuuden peittävyys saatavillaolevuus ja käyttö ajankohdittain taimen eri kokoluokissa ylemmissä histogrammeissa. Alapuolisissa kuvissa pylväillä on kuvattu vastaaviin resursseihin kohdistunut suosinta (+) ja välttäminen (-).

