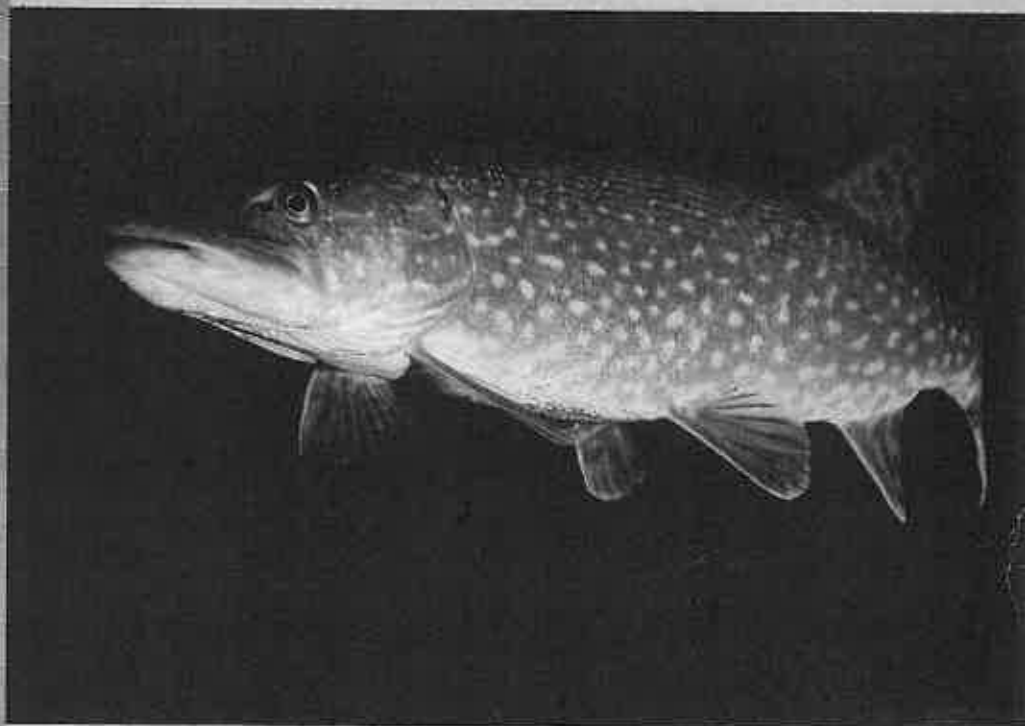


Jouni Tammi Sakari Kutkka

Hauen ravinnonkäytön ajallinen
ja alueellinen vaihtelu kutuaikana.



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA-FISKUNDERSÖKNINGAR

No 78

1994

Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana

Jouni Tammi ja Sakari Kuikka

Helsinki 1994

Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Kannen valokuva: Hauki (valokuva: H. Lehtonen)

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

ISBN 951-8914-54-0

ISSN 0787-8478

Painatuskeskus Oy

Helsinki 1994

Tammi, Jouni ja Kuikka, Sakari

Hauen ravinnonkäytön ajallinen ja alueellinen vaihtelu kutuaikana

Tutkimusraportti

Hauki-istutusten kannattavuus (G 2144)

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää hauen ravinnonkäytön ajallisen ja alueellisen vaihtelun voimakkuutta sekä vaihtelun vaikutusta näytteenoton luotettavuuteen petokalojen ravintotutkimuksissa. Samalla tarkasteltiin hauen ravinnonkulutusta silakan tarjonnan ja veden lämpötilan muutosten perusteella sekä yleisesti hauen ravinnonkäytössä kutuaikana tapahtuvia muutoksia. Lisäksi vertailtiin pyydyksen vaikutusta ravinnonkulutuksesta saataviin arvioihin.

Aineisto kerättiin Loviisan-Pernajan saaristosta kahdelta koealueelta vuosina 1986-1990. Koealueiden haukikannat todettiin merkintäkokein erillisiksi. Hauen ravinnonkulutusta arvioitiin mahanäytteisiin ja mahan tyhjenemisnopeuteen perustuvalla menetelmällä.

Hauen tärkeimmät saalisajit sekä yksilömäärältään, että biomassaltaan olivat silakka, kivinilikka, ahven ja särki. Saalisajikoostumuksen vaihtelu kevään aikana, vuosien sekä alueiden välillä oli huomattavan suurta. Haukipopulaation ravinnonkulutuksen erot alueiden sekä vuosien välillä olivat kuitenkin vähäisiä.

Molempien sukupuolten ravinnonkulutus ennen kutua oli melko suuri (koiraat 1.2-3.7 g/kg/vrk, naaraat 1.4-4.0 g/kg/vrk) verrattuna kirjallisuudessa esiintyviin tietoihin. Ravinnonkulutus kudun jälkeen kasvoi naarailla voimakkaammin kuin koirilla (koiraat 6.1 g/kg/vrk, naaraat 14.5 g/kg/vrk).

Silakan runsas tarjonta keväällä kasvatti haukipopulaation ravinnonkulutuksen arvoja huomattavasti. Kun silakan tarjonta väheni myös haukipopulaation ravinnon kokonaiskulutus laski.

Verkoilla pyydettyjen haukien ravinnonkulutuksen arvot olivat pääasiassa pienempiä kuin uistin- ja rysäkalojen vastaavat arvot. Verkkokalojen pieniin ravinnonkulutuksen arvoihin vaikutti etenkin tyhjien mahalaukkujen suurempi osuus otoksissa verrattuna muilla pyydyksillä pyydettyihin haukiin.

Hauki, ravinto, ravinnonkulutus, ajallinen ja alueellinen vaihtelu, kutuaika, pyyntimenetelmä

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 78

951-8914-54-0

0787-8478

43 s.

Suomi

75 mk

Julkinen

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

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

Utgivare

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

Utgivningsdatum

Mars 1994

Författare

Tammi, Jouni och Kuikka, Sakari

Publikationens namn

Gäddans näringsanvändning –temporära och spatiella variationer under lektiden

Typ av publikation

Forskningsrapport

Uppdragsgivare

Datum för uppdragsgivandet

Projektnamn och -nummer

Gäddutplanterings lönsamhet (G 2144)

Referat

Projektets ändamål var att utreda hur mycket gäddans näringskonsumtion varierar i tid och rum, samt variationens inverkan på provtagningspålitligheten vid näringsundersökningar gällande rovfisk. Samtidigt undersöktes gäddans näringskonsumtion vid varierande vattentemperatur och strömmingstillgång, samt allmänna förändringar i gäddans näringsanvändning under lektiden. Fångstredskapens inverkan på uppskattningarna av näringskonsumtionen jämfördes också.

Materialet insamlades i två provområden i Lovisa-Pernå skärgård åren 1986-90. Märkningsförsök visade att områdena hade separata gäddbestånd. Gäddans näringskonsumtion uppskattades med hjälp av en metod som bygger på maginnehållsprov och magens tömningshastighet.

De både till individantal och biomassa viktigaste bytesarterna var strömming, tånglake, abborre och mört. Artsammansättningen varierade påfallande kraftigt under våren, från år till år och mellan olika områden. Själva näringskonsumtionen varierade däremot obetydligt mellan gäddpopulationerna i olika områden och under olika år.

Före leken var båda könens näringskonsumtion rätt stor (hanarna 1.2 - 3.7 g/kg/dygn, honorna 1.4-4.4 g/kg/dygn) jämfört med litteraturuppgifter. Efter leken ökade näringskonsumtionen hos honorna kraftigare än hos hanarna (hanarna 6.1 g/kg/dygn, honorna 14.5 g/kg/dygn).

Den rikliga tillgången på strömming under våren höjde värdena för gäddpopulationens näringskonsumtion avsevärt. Då tillgången minskade sjönk också populationens totala näringskonsumtion.

Näringskonsumtionsvärdena för gäddor som fångades med nät var huvudsak mindre än för gäddor som tagits med drag eller ryssja. De låga värdena påverkades främst av att andelen tomma magsäckar var större i dessa sampel än i de gäddor som fångats med andra redskap.

Nyckelord

Gädda, näring, näringskonsumtion, spatiell och tidsmässig variation, lekperiod, fångstmetod

Seriens namn och nummer

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 78

ISBN

951-8914-54-0

ISSN

0787-8478

Sidoantal

43 s.

Språk

Finska

Pris

75 FMk

Sekretessgrad

Offentlig

Försäljning

Tryckericentralen Ab

Valtikka

Annegatan 44

00100 Helsingfors

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

Förlag

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet

PB 202

00151 Helsinki

Tel. 90 228 811 Fax. 90 631 513

Published by

Finnish Game and Fisheries Research Institute

Date of Publication

March 1994

Author(s)

Tammi, Jouni and Kuikka, Sakari

Title of Publication

The Spatial and Temporal Variation in the Food and Food Consumption of Northern Pike (*Esox lucius* L.) during the Spawning Period

Type of Publication

Research Report

Commissioned by

Date of Research Contract

Title and Number of Project

Profitability of Pike Stocking (G 2144)

Abstract

The food composition and food consumption of northern pike (*Esox lucius*) during the spawning period was studied at Loviisa, in the eastern part of the Gulf of Finland. The significance of the spatial and temporal variation in the feeding habits of northern pike was estimated for different habitats and years. At the same time, the influence of water temperature and an abundance of baltic herring on food consumption was studied. The influence of the catching method on the estimation of food consumption was also compared.

Samples were taken from two areas from 1986-1990. The northern pike populations of the areas were tested for separateness by the capture-recapture method. Food consumption was estimated using the method based on stomach samples and gastric evacuation rates.

The most important fish species of prey both in number and in weight were baltic herring (*Clupea harengus*), eelpout (*Zoarcas viviparus*), perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*). The composition of the species of prey varied greatly in the spring and between years and areas. However, the differences in the food consumption estimates between years and areas were quite small.

The food consumption of both sexes before spawning was relatively high (males 1.2-3.7 g/kg/day, females 1.4-4.0 g/kg/day) compared with many studies in which northern pike were observed to have spawning fast. After spawning, the food consumption of females increased more than did the food consumption of males (males 6.1 g/kg/day, females 14.5 g/kg/day).

The maximum consumption of food for the northern pike population occurred when there were plenty of spawning baltic herring available. When the amount of baltic herring in the area decreased, the food consumption rate of the northern pike population also dropped.

The estimates for food consumption were generally lower for pike caught with gill nets compared to those caught by angling or with fyke nets. Lower food consumption estimates in gill netted pike were due to a higher proportion of empty stomachs in samples compared to those taken by other catching methods.

Key words

Northern pike, food, food consumption, spatial and temporal variation, spawning period, catching method

Series (key title and no.)

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar 78

ISBN

951-8914-54-0

ISSN

0787-8478

Pages

43 p.

Language

Finnish

Price

75 FIM

Confidentiality

Public

Distributed by

Painatuskeskus

Valtikka

Annankatu 18

FIN-00101 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

Yhteenveto

Sammandrag

1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	2
2.1. Tutkimusalue	2
2.2. Veden lämpötila	3
2.3. Merkinnät tutkimusalueella	4
2.4. Koekalastukset ja näytteiden käsittely	4
2.5. Saalislajien pituus-paino -suhde	6
2.6. Ravinnonkulutuksen arviointimenetelmät	6
2.7. Aineiston jako eri tarkasteluissa	8
2.8. Tilastolliset menetelmät	9
3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	10
3.1. Veden lämpötila ja kudun kehitys	10
3.2. Merkintätulokset	10
3.3. Saalislajit ja saaliin valinta	14
3.3.1. Saalislajit	14
3.3.2. Hauen koon ja kudun vaiheen vaikutus ravinnon valintaan ...	16
3.3.3. Silakan tarjonta ja osuus hauen ravinnossa	19
3.3.4. Ravinnon lajikoostumuksen vaihtelu kevään aikana	21
3.3.5. Ravinnon lajikoostumuksen vuosien välinen vaihtelu ...	23
3.3.6. Ravinnon lajikoostumuksen alueellinen vaihtelu	24
3.4. Ravinnonkulutus	25
3.4.1. Ravinnonkulutus kudun eri vaiheissa	25
3.4.2. Lämpötilan vaikutus ravinnonkulutukseen	27
3.4.3. Saalislajikohtainen ravinnonkulutus kevään aikana	29
3.4.4. Ravinnonkulutuksen vuosien välinen vaihtelu ...	29
3.4.5. Ravinnonkulutuksen alueellinen vaihtelu	32
3.4.6. Pyydyksen vaikutus ravinnonkulutuksesta saatuihin arvioihin ..	33
4. JOHTOPÄÄTÖKSET	35
Kiitokset	36
Kirjallisuus	37
LIITTEET.	42

YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää onko petokalapopulaatiosta mahanäytteiden perusteella saatavissa arvioissa saalislajien suhteista ja ravinnonkulutuksesta niin suurta ajallista ja alueellista vaihtelua, että se voisi olla oleellinen virhelähde ravintotutkimuksissa. Lisäksi tarkasteltiin hauen ravinnonkäytössä tapahtuvia muutoksia kutuaikana ja silakan tarjonnan merkitystä ravinnonkäytössä sekä pyydyksen vaikutusta ravinnonkulutuksesta saataviin arvioihin.

Ajallinen ja alueellinen vaihtelu

Hauen tärkeimmät saalislajit sekä yksilömäärältään, että biomassaltaan olivat silakka, kivinilkkä, ahven ja särki. Vuosien välinen vaihtelu saalislajikoostumuksessa oli huomattavan suurta eikä yksi vuosi olisi kuvannut kovinkaan hyvin hauen kutuaikaista saalislajien käyttöä. Keväällä veden lämpötilan nousu aiheuttaa nopeita muutoksia saalislajien esiintymisessä, mikä heijastui hauen käyttämien saalislajien suhteista saataviin tuloksiin eri vuosina. Saalislajikoostumuksen vuosien väliset suuret erot eivät kuitenkaan vaikuttaneet populaatiosta saatuihin ravinnonkulutuksen arvioihin, vaan eri vuosien ravinnonkulutuksen arvot edustivat melko hyvin koko tutkimuksen keskiarvoja.

Alueelliset erot saalislajistossa olivat suuria. Luonteeltaan erilaisilta näytteenottopaikoilta saatiin hyvinkin erilaisia tuloksia saalislajien suhteista mahanäytteissä. Alueellisten erojen ei kuitenkaan havaittu olevan merkittävä virhelähde haukipopulaation ravinnonkulutusta tarkasteltaessa. Saalislajikoostumuksen alueelliset erot eivät vaikuttaneet merkittävästi ravinnonkulutuksen arvioihin, vaan eri alueilta saadut tulokset vastasivat melko hyvin koko tutkimusalueelta saatuja ravinnonkulutuksen keskiarvoja.

Kutuaikainen ravinnonkäyttö

Kutemattomien ja kuteneiden haukien saalislajien ja saaliin koon valinnassa ei havaittu merkittäviä eroja. Molemmilla ryhmillä sekä biomassaltaan, että yksilömäärältään tärkeimmät lajit olivat samat.

Ravinnonkulutus kasvoi kudun jälkeen sekä koiraille että naarailla. Molempien sukupuolten ravinnonkulutus ennen kutua oli kuitenkin suhteellisen suuri ($\sigma\sigma$ 1,2-3,7 g/kg/vrk, ♀♀ 1,4-4,0 g/kg/vrk) verrattuna kirjallisuudessa esiintyviin tietoihin. Koiraille ravinnonkulutus kasvoi kutukypsyysasteilla 1-4 ennen kutua päinvastoin kuin naarailla, joilla ravinnonkulutus oli pienimmillään juuri ennen kutua. Koiraille ravinnonkulutuksen lisääntyminen kudun jälkeen ei ollut niin voimakasta kuin naarailla ($\sigma\sigma$ 6,1 g/kg/vrk, ♀♀ 14,5 g/kg/vrk).

Veden lämpötila ja saaliin tarjonta

Hauen ravinnonkulutusta kutuaikana säätelä kutukypsyys ja veden lämpötila. Ravinnonkulutus kasvoi sekä kutemattomilla että kuteneilla kaloilla veden lämpötilan noustessa. Koiraan ravinnonkulutus oli enemmän riippuvainen veden lämpötilasta kuin naaraan, jolla ravinnonottoaktiivisuutta ennen kutua säätelä veden lämpötilaa voimakkaammin kutukypsyysaste.

Silakan tarjonnan muutoksilla havaittiin olevan merkittävä vaikutus haukipopulaation ravinnonkulutuksen tasoon. Ravinnonkulutuksen huippu oli ajankohtana, jolloin silakan runsas tarjonta mahdollisti ravinnonkulutuksen kasvun. Silakan esiintymistä rantavesissä hauen elinalueella taas sääтели veden lämpötila. Kun silakan tarjonta väheni myös haukipopulaation ravinnon kokonaiskulutus laski.

Pyydysten väliset erot

Verkoilla saatujen haukien ravinnonkulutuksen arvot olivat pääasiassa pienempiä kuin uistin- ja rysäkalojen vastaavat arvot. Verkkokalojen pieniin ravinnonkulutuksen arvoihin vaikutti etenkin tyhjiin mahalaukkujen suurempi osuus näytteissä verrattuna muihin pyydyksiin. Verkko saattaa pyytää erityisesti tyhjämahaisia haukia ja hauet voivat myös oksentaa verkoissa, jolloin tutkittavan populaation ravinnonkulutus saatetaan aliarvioida verkoilla pyydytyistä näytteistä.

SAMMANDRAG

Undersökningens målsättning var att utreda om det i uppskattningar av bytesartsammansättning och näringskonsumtion som bygger på magsäcksprov från rovfiskar förekommer en så stor tidsmässig och spatiell variation att den kunde vara en väsentlig felkälla i näringsundersökningar. Dessutom granskades förändringar i gäddans näringskonsumtion under lekperioden, strömmingstillgångens betydelse för näringsanvändningen samt fångstredskapets inverkan på uppskattningarna av näringskonsumtion.

Spatuell och tidsmässig variation

Strömming, tånglake, abborre och mört är såväl till individantal som till biomassa gäddans viktigaste bytesarter. Bytesartsammansättningen varierade påfallande mycket från år till år och en undersökning under endast ett år skulle inte ha beskrivit gäddans konsumtion av bytesarter under lekperioden särskilt väl. På våren förorsakar den stigande vattentemperaturen snabba förändringar i förekomsten av bytesarter, vilket avspeglade sig i de varierande resultaten för bytessammansättningen under olika år. De stora skillnaderna i bytessammansättning under olika år påverkade dock inte uppskattningarna av populationens näringskonsumtion. Värdena för näringskonsumtion under olika år låga alla rätt nära medelvärdena för hela undersökningen.

Bytesarterna varierade kraftigt från plats till plats. Sammansättningen av bytesarter i maginnehållet var mycket olika på provytor av olika karaktär. De spatiella skillnaderna konstaterades dock inte utgöra någon väsentlig felkälla för uppskattningen av gäddpopulationens näringskonsumtion. De skillnader som berodde på provtagningsplatsen hade ingen betydande inverkan på uppskattningarna av näringskonsumtionen. Resultat från olika områden motsvarade rätt bra medeltalen för näringskonsumtion i hela undersökningsområdet.

Näringsanvändning under lektiden

Beträffande bytesarter och bytesstorlek konstaterades inga skillnader mellan gäddor som lekt och gäddor som inte lekt. De viktigaste bytesarterna var både beträffande biomassa och individantal de samma för båda grupperna.

Efter leken ökade näringskonsumtionen hos både hanar och honor. Båda könen hade dock redan före leken uppvisat en relativt stor näringskonsumtion jämfört med litteraturuppgifter (♂♂ 1,2-3,7 g/kg/dygn, ♀♀ 1,4-4,0 g/kg/dygn). Hos hanarna ökade näringskonsumtionen under lekmogenhetsstadierna 1-4 före leken. Hos honorna var näringskonsumtionen tvärtom minst just före leken. Hanarna ökade inte sin näringskonsumtion lika kraftigt efter leken som honorna (♂♂ 6,1 g/kg/dygn, ♀♀ 14,5 g/kg/dygn).

Vattentemperatur och bytestillgång

Gäddans näringskonsumtion under lektiden reglerades av dess lekmogenhet och av vattnets temperatur. Både gäddor som lekt och gäddor som inte lekt ökade sin näringskonsumtion vid stigande vattentemperatur. Hanens näringskonsumtion var mera beroende av vattentemperaturen än honans. Hos honorna var lekmogenhetsstadiet före leken en viktigare regleringsfaktor än vattentemperaturen.

Variationer i tillgången på strömming konstaterades ha en betydande effekt på gäddpopulationens näringskonsumtionsnivå. Näringskonsumtionen var maximal under en period då strömmingstillgången var riklig och möjliggjorde en konsumtionsökning. Tillgången på strömming i gäddans levnadsområden i strandvattnen berodde i sin tur på vattentemperaturen. Då strömmingstillgången minskade sjönk också gäddpopulationens totala näringskonsumtion.

Skillnader mellan fångstredskap

För gäddor som fångats med nät var värdena för näringskonsumtionen i huvudsak lägre än motsvarande värden för gäddor fångade med drag och ryssja. Nätfiskens låga värden påverkades främst av att andelen tomma magsäckar var större än i fiskar fångade med andra redskap. Det är möjligt att fiskar med tom mage lättare går i nät, och gäddorna kan också spy i nätet, varvid den undersökta populationens näringskonsumtion lätt undervärderas.

. JOHDANTO

Hauki on ahvenen ohella sisävesiemme yleisin kala (Koli 1990) ja myös merialueellamme se on yhä suhteellisen runsas vaikka sen kannat ovatkin taantuneet erityisesti Lounais-Suomen merialueella 1970-luvun lopun ja 1980-luvun aikana (Lehtonen 1986).

Petokaloilla on tärkeä merkitys vesiekosysteemeissä. Ne vaikuttavat suoraan saaliskalapopulaatioihin ja epäsuorasti alempien trofiatasojen ravinnekiertoon ja energiavirtaan (Christie ym. 1987, Jude ym. 1987, Lyons ja Magnuson 1987). Petokalojen ravinnonkäytössä keskeisiä tekijöitä ovat saaliin valinta ja ravinnonkulutus. Näihin vaikuttavat saaliin tarjonta, ympäristöolojen vuodenaikaisvaihtelu sekä kalan fysiologinen tila (Diana 1979, Orlova ja Popova 1986). Yhdessä petokalakan-
nan tiheyden kanssa nämä tekijät aiheuttavat ajallista ja alueittaista vaihtelua saaliskalapopulaatioihin kohdistuvassa saalistuspaineessa.

Tutkittaessa kalojen ravinnonkäyttöä luonnonoloissa ajallisen ja alueellisen vaihtelun huomioon ottaminen näytteenotossa on tärkeää tietojen yleistettävyyden kannalta. Ravinnonkäytön ajalliseen vaihteluun vaikuttavia tekijöitä ovat ympäristötekijöiden vuodenaikaisvaihtelu ja sen vaikutukset kalan fysiologiseen tilaan sekä saaliin tarjontaan. Ravinnonkäytön alueelliseen vaihteluun vaikuttavat myös ympäristötekijöiden aiheuttamat pedon ja saaliin käyttäytymisen muutokset ja niistä johtuva elinympäristön valinta. Ajallisesti tai alueellisesti liian suppealla näytteenotolla saatetaan tehdä virheellisiä johtopäätöksiä petokalapopulaation käyttämistä saalislajeista, niiden suhteista sekä ravinnonkulutuksesta.

Useimmat petokalojen ravinnonkäytöstä Suomessa tehdyt tutkimukset ovat sisävesistä. Korhonen ja Heikinheimo-Schmid (1993) ovat selvittäneet Ontojärven ja Lentuan hauen, mateen ja taimenen ravintoa sekä mahanäytteisiin ja bioenergeettisiin malleihin perustuvaa ravinnonkulutusta. Heikinheimo-Schmid ja Kolari (1991) ovat tutkineet kuhan ja taimenen ravinnonkulutusta Lohjanjärvessä mahanäytteiden perusteella. Laadullisia tutkimuksia hauen ravinnosta sisävesissä on tehnyt Ratala (1988) ja merialueella Hellström (1978). Merialueella tehtyjä petokalojen ravinnonkulutusta arvioivia tutkimuksia ei ole toistaiseksi julkaistu. Vuorimies (1989) on koonnut petokalojen, erityisesti hauen, ravinnonkäytöstä kirjallisuuskatsauksen.

Pääasiallisesti tämän tutkimuksen tavoite on metodinen, eli tarkastella petokalapopulaatiosta saatavien ravintohavaintojen yleistä luotettavuutta. On huomattava, että ravintoaineisto koostuu vain lyhyehköstä vuodenaikaisjaksosta. Näin ollen tuloksia ei voi sellaisenaan laajentaa kuvaamaan hauen koko vuodenaikaista ravinnonkäyttöä. Aineisto on kerätty osana Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen hauki-istutusten kannattavuutta ja haukikantojen hyödyntämistä selvittävää tutkimusta. Tutkimuksen ravinnonkäyttöä koskevan osan tavoitteina oli selvittää seuraavia asioita:

- 1) Saalislajien, niiden suhteiden ja ravinnonkulutuksen alueellisen ja ajallisen vaihtelun voimakkuutta sekä vaihtelun vaikutusta ravintotutkimusten luotettavuuteen
- 2) Silakan tarjonnan ja veden lämpötilan vaikutusta eri saalislajien käyttöön ja ravinnonkulutukseen
- 3) Hauen ravinnonkäytössä tapahtuvia muutoksia kutuaikana
- 4) Pyydyksen vaikutusta ravinnonkulutuksesta saataviin arvioihin.

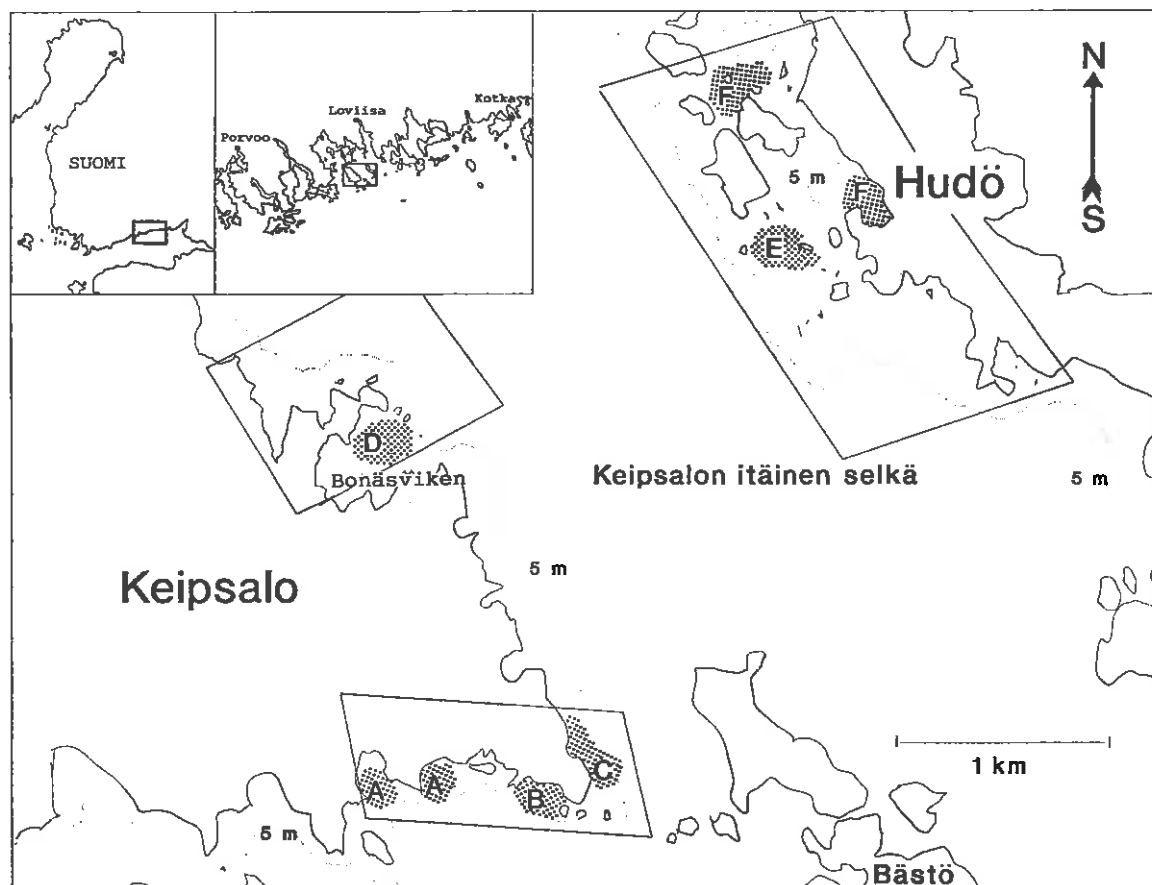
2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Tutkimusalue

Tutkimusalue koostuu kahdesta rinnakkaisesta alueesta Loviisan edustan merialueella Pernajan-Loviisan saaristossa (kuva 1). Loviisan Hudö on tyypiltään rikkonainen pienten saarten, niemekkeiden ja kivikoiden muodostama saariryhmä. Pohjan topografia vesialueella on erittäin vaihteleva ja keskisyyvyys on alle 5 m. Pernajan Keipsalossa matalan, kivikkoisen ja kasvillisuutta kasvavan vesialueen osuus on vähäisempi kuin Hudön puolella ja haulle tärkeän litoraaliveyhykkeen pinta-alaa lisäävät saaret puuttuvat Keipsalon koekalastusalueilta lähes kokonaan. Alueet erottaa toisistaan noin kolmen kilometrin levyinen Keipsalon itäinen selkä, jonka syvyys vaihtelee 15-20 m:n välillä. Tarkempaa alueellista tarkastelua varten Keipsalon puolelta erotettiin neljä (A-D) ja Hudön puolelta kaksi (E ja F) elinympäristönä erilaista osa-aluetta (kuva 1).

Osa-alue A koostuu kahdesta samantyyppisestä lahdesta, jotka ovat tasaisesti syveneviä, liejupohjaisia ja kaislikkorantaisia. Osa-alue B on n. 150 metriä pitkä, erittäin kivikkoinen matalikko, joka ulottuu n. 50-100 metriä rannasta. Osa-alue C on suhteellisen nopeasti syvenevä kivikkoranta ja osa-alue D suuri, ruovikkorantainen, suojainen ja matala kutulahti. Hudön puolella osa-alue E on laaja kivikkoinen ulkomatalikko kun taas osa-alue F on suojaista ruovikkorantaista aluetta.

Haulle sopivia kutualueita on tutkimusalueella vähän verrattuna sisempään saaristoon. Hudössä haulat kutevat useassa pienessä ruovikkoisessa lahdessa ja Keipsalossa kutu tapahtuu lähinnä Bonäsvikenissä sekä ilmeisesti osa-alueella A. Bonäsviken on laaja, ruovikkorantainen ja matala lahti, joka soveltuu hyvin hauen kutualueeksi. Merkintöjen perusteella (ks. s. 10) syönnös- ja kutualueiden väliset etäisyydet Hudössä eivät ole kovin pitkiä. Keipsalossa syönnösalueet jakautuvat pitkän saaren litoraaliveyhykettä ja etäisyydet syönnösalueiden ja pääkutualueen (Bonäsviken) välillä ovat pitempiä.



Kuva 1. Tutkimusalue. Koekalastus- ja merkintäpyyntialueet on rajattu viivoin ja osa-alueet on merkitty kirjaimin A-F.

Veden suolapitoisuus Hudofjärdenillä (tutkimusalueen itäpuolella) on säteilyturvakeskuksen mittausten mukaan vaihdellut 4,9-5,2 ‰:n välillä (Ilus 1986). Veden suolapitoisuuden perusteella alue sopii hauelle, sillä sen lisääntyminen onnistuu vielä vedessä, jonka suolapitoisuus on n. 7 ‰ ja aikuiset yksilöt tulevat toimeen 10-20 ‰:n pitoisuuksissa (Alm 1957, Koli 1990). Tutkimusalueella on runsas haukikanta ja yksikkösaaliit koekalastuksissa ovat olleet suuria (Autio 1991). Toteutettu koekalastus on tosin pienentänyt populaatiota (Autio 1991).

2.2. Veden lämpötila

Veden lämpötila mitattiin päivittäin pyydystyspaikoilla veden pintakerroksesta (1 m) ja pohjan läheltä (2-5 m). Eri verkkopaikoilta mitatuista arvoista laskettiin kullekin päivälle pinta- sekä pohjalämpötilojen keskiarvo. Kaikilta päiviltä ei kuitenkaan ole tutkimusalueelta mitattuja lämpötiloja ja puuttuvat arvot on täydennetty Kotkan edustalla sijaitsevan Santion sääaseman veden lämpötilatietojen mukaan. Sääaseman veden lämpötiedot vastasivat melko tarkasti tutkimusalueen arvoja.

Veden pintakerroksen lämpötilatietoja käytettiin veden lämpötilan ja kudun kehityksen vertailussa (kuva 2). Tarkoituksena oli selvittää eri vuosien näytejaksojen välistä vertailukelpoisuutta. Veden pintalämpötila on tärkein hauen kudun kehitystä säätelevä tekijä. Veden pohjalämpötilatietoja (liite 2) käytettiin ravinnon sulamismopeuden arvioinnissa. Koska pohjalämpötila on mitattu samalta syvyydeltä, jossa verkot ovat olleet pyynnissä, se kuvaa parhaiten niitä lämpöolosuhteita, joissa näytteeksi saadut hauet ovat liikkuneet ja missä ravinnon sulaminen on tapahtunut.

2.3. Merkinnät tutkimusalueella

Merkintöjen tarkoituksena oli selvittää ovatko Keipsalon ja Hudön haukikannat erillisiä vai voivatko kalat vaeltaa Keipsalon itäisen selän yli. Merkintöjä tehtiin keväällä ja syksyllä vuosina 1987-1989 kummallakin tutkimusalueella. Haukia pyydettiin merkintöjä varten keväällä rysillä ja syksyllä uistimella. Keväällä merkityt hauet olivat kutualueilleen vaeltaneita yksilöitä kun taas syksyllä merkityt olivat syönnösalueillaan. Merkkilöytöjen perusteella voitiin arvioida kalojen vaellusmatkoja kutu- ja syönnösalueiden välillä.

Rysillä pyydettyt kalat ovat hyväkuntoisia, joten ne soveltuvat hyvin merkittäviksi. Riemensin (1977) mukaan uistimella pyydettyjen ja suusta kiinni olleiden haukien kuolleisuus kuuden kuukauden kuluessa oli ainoastaan 2 %. Weithmanin ja Andersonin (1976) mukaan uistimella pyydystäminen ja takaisin laskeminen eivät vaikuttaneet haukien kuolevuuteen. Tässä tutkimuksessa uistinhauista merkittiin vain leuoistaan kiinni olleet yksilöt. Verta valuvia yksilöitä ei merkitty. Hauet merkittiin Carlinin merkillä, joka kiinnitettiin kalan selkävän tyveen selkälihakseen. Merkintä tapahtui kalastuspaikalla ja merkinnän jälkeen kalat laskettiin takaisin samalla paikalla. Haukia merkittiin yhteensä 257 yksilöä.

2.4. Koekalastukset ja näytteiden käsittely

Aineisto kerättiin huhti-kesäkuun välisenä aikana vuosina 1986-90 yhteensä 25-30 vrk:n aikana vuosittain. Koekalastukset tehtiin mahdollisimman kontrolloidusti vakioimalla pyyntipaikat ja pyynnissäoloaika. Pyyntipaikkoja oli sekä Keipsalossa että Hudössä 15, eli kaikkiaan 30. Pyynti tapahtui verkoilla, rysillä sekä uistimella. Suurin osa hauista pyydettiin verkoilla, jotka olivat pyynnissä illasta (n. klo 19-20) aamupäivään (klo 9-12). Verkot laskettiin pyyntiin kohtisuoraan rantaan nähden kahden verkon jatana. Verkkopaikkojen syvyys vaihteli 2-5 metrin välillä ja verkkojen solmuvälit olivat 40-80 mm. Rysät koettiin 1-2 vrk:n välein. Uistimella haukia pyydettiin satunnaisesti.

Koekalastuksilla pyrittiin kattamaan koko kutuaika. Kutuaikana hauen yksikkösaaliit ovat selvästi suurempia kuin muina vuodenaikoina (Yrjänä 1988), mikä mahdollistaa mittavan aineiston hankinnan suhteellisen lyhytaikaisella kalastusponnistuksella. Lisäksi keväällä on mahdollista saada immatuureja haukia lukuun ottamatta lähes kaikkia kokoluokkia aineistoon, koska kaikki sukukypsät ikäryhmät hakeutuvat kutualueille. Muina vuodenaikoina eri ikäryhmien esiintymisalueet ja

pyydystettävyys vaihtelevat huomattavasti. Pienten (alle 40 cm) haukien puuttuminen aineistosta johtui lähinnä verkkojen solmuvälien melko suuresta koosta. Immatuurien haukien pyydystettävyys on myös huonompi kuin sukukypsien yksilöiden, jotka liikkuvat kutuaikana paljon.

Hauet punnittiin 25 gramman tarkkuudella ja mitattiin sentin tarkkuudella sekä määritettiin haukien sukupuoli ja kutukypsyys. Gonadien kypsyyden perusteella hauet jaettiin kuuteen luokkaan:

- 1) sukutuotteet eivät tule ulos kovaa puristamalla
- 2) sukutuotteet tulevat ulos kovaa puristamalla
- 3) sukutuotteet tulevat ulos kevyesti painamalla
- 4) sukutuotteet valuvat (kutukypsä kala)
- 5) kutuneet kalat
- 6) immatuurit.

Edellä esitetty luokitus kuvaa ainoastaan kutukypsyyttä kevään aikana eikä näin ollen ole vertailukelpoinen esim. Nikolskyn (1963) esittämän sukukypsyysluokituksen kanssa.

Hauet avattiin mahdollisimman nopeasti pyydyksistä saannin jälkeen ja mahalaukussa sekä ruokatorvessa olleen ravinnon lajinmääritys tehtiin heti. Kalalajeja ei määritetty luuosien perusteella, mikä esti niiden kalojen määrityksen, jotka olivat lähes kokonaan sulaneita. Saaliskalat mitattiin ja mikäli yksilön alkuperäistä pituutta ei voitu mitata voimakkaan pituussuunnassa tapahtuneen sulamisen vuoksi, kalan pituus arvioitiin silmämääräisesti. Määrittelyskelvotonta ravintoa sisältäneet hauet (taulukko 1) laskettiin tyhjämahaisiin kaloihin.

Taulukko 1. Keipsalosta ja Hudöstä vuosina 1986-1990 pyydettyjen haukien kokonaismäärät, ravintoa sisältäneiden haukien prosenttiosuudet ja määrityskelvotonta ravintoa sisältäneiden haukien määrät.

	1986	1987	1988	1989	1990	Yht.
Haukien kokonaismäärä (kpl)						
Keipsalo	429	282	264	168	148	1291
Hudö	52	174	229	108	162	725
Yht.	481	456	493	276	310	2016
Ravintoa sisältäneet (%)						
Keipsalo	25,2	23,0	29,2	25,0	37,2	26,9
Hudö	19,2	24,1	22,3	36,1	39,5	28,4
Keskim.	24,5	23,5	26,0	29,3	38,4	27,4
Määrittelyskelvoton mahalaukun sisältö (kpl)						
Yht.	7	13	16	7	3	46

2.5. Saalislajien pituus-paino -suhde

Sulamisprosessissa luuosat sulavat hitaimmin ja hyvinkin pitkälle sulaneen saaliskalan pituus voidaan mitata tai arvioida suhteellisen tarkasti jäljellä olevista luista. Saaliskalan pituuden ja lajikohtaisen pituus-paino -suhteen avulla voidaan takautuvasti laskea saaliskalan paino hetkellä, jolloin petokala on sen syönyt. Kalalajin pituus-paino -suhdetta kuvaava yhtälö on yleisessä muodossaan:

$$(1) \quad W = a \cdot L^b$$

jossa W = paino, L = pituus, a ja b ovat vakioita ja eksponentti b on yleensä arvojen 2,5 ja 4,0 välillä (Le Cren 1951). Jos $b = 3$, kala säilyttää saman ruumiinmuodon koko kasvun ajan eli kasvu on isometristä. Yleensä kuitenkin ruumiin suhteet muuttuvat kasvun aikana, jolloin eksponentti b poikkeaa arvosta 3. Olettaessa yhtälöstä (1) logaritmit, se saa lineaarisen muodon:

$$(2) \quad \log(W) = \log(a) + b \cdot \log(L)$$

Yhtälö kuvaa pituus-painosuhteen regressiosuoraa ja arvot a ja b saadaan ratkaisemalla suoran yhtälö normaalilla regressiotekniikalla (Ranta ym. 1989).

Tärkeimpien saalislajien pituus-paino -suhde saatiin kirjallisuudesta (liite 1). Tokoille suhde laskettiin Eläinmuseon näytteistä ($n=20$). Sorvalle, kivisimpulle, salakalle, siialle ja pikkutuulenkalalle suhde laskettiin kirjallisuudessa esitetyistä pituus-paino -suhdekuvaajista saatujen arvojen perusteella. Pasurin paino arvioitiin lahnan yhtälön ja kilohailin paino silakan yhtälön perusteella.

Mikäli saaliskalat pystytään mittaamaan ja laji määrittämään, lajien pituus-paino -suhteet mahdollistavat syötyjen kalojen alkuperäisen painon arvioinnin suhteellisen tarkasti. Virhelähteinä kalan alkuperäisen painon määrittämisessä ovat epätarkkuudet voimakkaasti sulaneen saaliskalan mittauksessa sekä yksilöiden painojen poikkeamat lajin keskimääräisestä pituus-paino -suhteesta.

2.6. Ravinnonkulutuksen arviointimenetelmät

Petokalojen ravinnonkulutuksen arvioinnissa voidaan käyttää kahta erilaista menetelmää. Bioenergeettiset mallit (Kitchell ym. 1977, Diana 1983, Hewett ja Johnson 1992) perustuvat tietoihin kalan kasvusta, veden lämpötilasta ja lajikohtaisista, energiatalouteen liittyvistä fysiologisista parametreista. Mahanäytteisiin perustuvissa menetelmissä käytetään tietoina mahan sisällön biomassaa ja arviota mahan tyhjenemisnopeudesta (Swenson ja Smith 1973, Diana 1979). Tässä tutkimuksessa käytettiin mahanäytteisiin perustuvaa menetelmää. Se antaa todennäköisesti tarkimman arvion kutuaikana nopeasti tapahtuvista ravinnonottoaktiivisuuden muutoksista. Hauen kutuaikainen ravinnonkulutus ei kuvaa vuodenai-kaista keskikulutusta, sillä kutuaikana hauen ravinnonkulutusta säätelee ympäristö-tekijöiden lisäksi merkittävästi kudun vaihe. Bioenergeettisten menetelmien käyttö ei sen vuoksi ole tässä tutkimuksessa tarkoituksenmukaista.

Useimmissa mahanäytteisiin perustuvissa ravinnonkulutusta arvioivissa malleissa oletetaan kalojen syövän jatkuvasti tai että ravinnonoton kesto on pitkä verrattuna sulamisaikaan (Bajkov 1935, Darnell ja Meierotto 1962, Eggers 1977). Tällöin ravinnon sulamista tapahtuu ravinnonoton aikana. Dianan (1979) mukaan tällaiset mallit eivät sovellu varsinaisille petokaloille kuten hauelle. Niillä ravinnon pyydystämiseen ja käsittelyyn kuluva aika on lyhyt verrattuna sulatus- ja lepoaikaan ennen seuraavaa ravinnonottoa. Tyhjien mahalaukkujen esiintyminen satunnaisnäytteessä osoittaa myös, että haukipopulaation syönti on asynkronista eikä keskity esimerkiksi tiettyyn vuorokaudenaikaan tai tiettyihin päiviin (Diana 1979).

Mahanäytteisiin perustuvissa menetelmissä tarvitaan arvio mahalaukun tyhjenemiseen kuluva ajasta (gastric evacuation rate). Suuria ja suhteellisen vaikeasti sulavia, paljon energiaa sisältäviä ravintokohteita syövien kalojen ravinnon sulaminen^{*} on prosessin alkuvaiheessa lineaarista, eli mahalaukusta poistuvan ravinnon määrä on vakio tietyssä ajassa ja lämpötilassa (Swenson ja Smith 1973, Jobling 1987). Saaliskalan sulaminen yleensä kuitenkin hidastuu sulamisprosessin loppuvaiheessa, jolloin jäljellä on enää kovia osia. Niiden sulaminen aiheuttaa suurta vaihtelua kokonaissulamisajan pituudessa. Eliminoidakseen kovien osien aiheuttaman sulamisajan pitenemisen Swenson ja Smith (1973) käyttivät mallissaan sulamisaikaa, joka kuluu ravinnon sulamiseen 90-prosenttisesti. Diana (1979) kehitti Swensonin ja Smithin esittämän yhtälön pohjalta varsinaisille petokaloille soveltuvan mallin, jossa hän käytti sulamisaikaa B', eli aikaa, jonka kuluessa ravintokohde sulaa kelvottomaksi lajinmäärittystä ja alkuperäisen painon arviointia varten. Dianan (1979) mukaan B' on noin 2/3 kokonaissulamisajasta B. Mallissa edellytetään, että määrityskelvotonta ravintoa sisältävät kalat lasketaan tyhjämahaisiin kaloihin.

Tässä tutkimuksessa käytettiin Dianan (1979) kehittämää mallia hauen päivittäisen ravinnonkulutuksen (ravinto grammoina hauen painokiloa kohti vuorokaudessa, g/kg/vrk) laskemiseksi satunnaisotoksesta:

- 1) Haukinäytteestä (kokonaismäärä, N) lasketaan ravintoa sisältäneiden kalojen määrä (S). Hauet, joiden ravinto on sulanut määrityskelvottomaksi, luetaan tyhjämahaisiin kaloihin.
- 2) Saalislajien pituus-painosuhteen [yhtälö (1)] avulla lasketaan jokaiselle ravintoa sisältäneelle hauelle (S) sen syömän aterian paino (g). Aterian paino suhteutetaan hauen painoon, eli aterian paino (g) hauen painokiloa (kg) kohti.
- 3) Ravintoa sisältäneille hauille (S) lasketaan aterian keskipaino (M, g/kg).

^{*}) Termin "sulaminen" käyttö ravinnon mahalaukusta poistumisesta on harhaanjohtava, sillä sulamista tapahtuu edelleen suolessa. Tässä yhteydessä sulamisella kuitenkin tarkoitetaan mahalaukun tyhjenemistä.

Kun tiedetään ravinnon sulamisaika (B') sekä ravintoa ottaneiden haukien määrä näytteessä saadaan aterioiden välinen aika (F) yhtälöstä:

$$(a) \quad F = (B' \cdot N) / S .$$

Lisäämällä aterian keskipaino (M) yhtälöön, saadaan otoksen haulle päivittäinen ravinnonkulutus (R , g/kg/vrk):

$$(b) \quad R = (M \cdot S) / (B' \cdot N) .$$

Ravinnon sulaminopeus riippuu veden lämpötilasta. Lämpötilan nousun ja sulamisnopeuden kasvun suhde on yleensä eksponentiaalinen (Elliot ja Persson 1978, Windell 1978). Sulamisnopeuteen vaikuttaa myös ravintokohteiden ja aterian koko sekä laatu (Popova 1978). Saaliskalalajien laadun (suomut, nahka, luukilvet) vaikutusten arviointi sulamisnopeuteen on kuitenkin vaikeaa ja se jätetään yleensä huomiotta. Aterian koon kasvun myötä sulamisaika pitenee, mutta muutokset ovat kuitenkin vähäisiä (Swenson ja Smith 1973, Steigenberger ja Larkin 1974). Mahalaukusta poistuvan ravinnon määrä aikayksikköä kohti kasvaa kun aterian koko kasvaa (Windell 1978).

Tässä tutkimuksessa käytettiin sulamisajasta eri lämpötiloissa arvioita, jotka perustuivat Dianan (1979) ja Popovan (1978) esittämiin arvoihin (taulukko 2). Diana (1979) on arvioinut ravinnon sulamisajan eri lämpötiloissa laboratoriokokein ja Popova (1978) on esittänyt sulamisajat yhteenvetona kirjallisuudesta.

Taulukko 2. Ravinnon sulamisnopeus hauella eri lämpötiloissa. Sulamisaika B (vrk) kuluu ravinnon täydelliseen poistumiseen mahalaukusta ja B' on aika (vrk), jossa saalisyksilöt sulavat keltomiksi lajin ja alkuperäisen painon määrittystä varten. Arvioidut, tässä tutkimuksessa käytetyt B' :n arvot on alleviivattu.

Lähde	Veden lämpötila °C	Sulamisaika B (vrk)	Sulamisaika B' (vrk)
Diana (1979)	2	12	8
	16	2	1,25
Popova (1978)	2-4	7	<u>5</u>
	4-8	4	<u>3</u>
	8-18	3	<u>2</u>

2.7. Aineiston jako eri tarkasteluissa

Hauen ravinnonottoaktiivisuus kohoaa merkittävästi kudun jälkeen ja naaraat kuluttavat keskimäärin enemmän ravintoa kuin koiraat (Diana 1979, Orlova ja Azhigaliyeva 1984). Ravinnonkulutuksen eroista johtuen tässä tutkimuksessa kutemattomat ja kuteneet hauet eroteltiin sukupuolittain. Näin pyrittiin luomaan

mahdollisimman homogeeniset ryhmät, jotta alueittaisten, vuosittaisten ja pyydyskohtaisten vertailujen tekeminen olisi luotettavampaa.

Aineiston alueittaisessa vertailussa pääasiallisina yksikköinä olivat Keipsalon ja Hudön alueet. Jakamalla alueet pienempiin osa-alueisiin pyrittiin selvittämään tarkemmin alueellisen vaihtelun merkitystä ravintotutkimusten virhelähteenä. Kaikille aineiston hauille ei ollut tiedossa tarkkaa pyyntipaikkaa. Noin puolet Hudön hauista oli osa-alueilta E ja F. Lopuista Hudön kaloista ei tiedetty tarkkaa pyyntipaikkaa, mutta niitä ja niiden ravintohavaintoja voitiin kuitenkin käyttää Keipsalon ja Hudön vertailussa. Tieto tarkasta pyyntipaikasta puuttui myös pieneltä osalta Keipsalon hauista.

Vuosien 1986-1990 välisellä vertailulla pyrittiin selvittämään onko ravinnon lajikoostumuksessa ja ravinnonkulutuksessa merkittäviä eroja vuosien välillä vai voidaanko yhden vuoden tulokset yleistää koskemaan muitakin vuosia. Kevään aikana tapahtuvaa vaihtelua saalislajikoostumuksessa sekä päivittäisessä ravinnonkulutuksessa tarkasteltiin lisäksi kunkin vuoden osalta erikseen.

Ajallisessa vertailussa käytettiin kaikkien alueiden yhdistettyä aineistoa ja alueellisessa vertailussa kaikkien vuosien yhdistettyä aineistoa. Näin saatiin mahdollisimman laaja aineisto tarkasteluihin. Mahdollisimman vakioidusti suoritettut koekalastukset päivittäisen pyyntiponnistuksen ja verkkopaikkojen suhteen sekä vuosien välinen melko hyvä vertailukelpoisuus (ks. s. 10) näytejaksojen ajankohdassa olivat perusteena menettelylle.

8. Tilastolliset menetelmät

Ravinnonottoaktiivisuuden vaihtelun voimakkuutta vuosien, alueiden ja pyydysten välillä tarkasteltiin vertailemalla tyhjien mahalaukkujen määriä ja aterian kokojakaumia otoksissa. Aterian koko (g) laskettiin hauen painokiloa (kg) kohti. Tyhjien mahalaukkujen määrien vertailussa käytettiin χ^2 -testiä. Aterian kokojakaumien vertailuissa käytettiin Kruskalin-Wallisn yksisuuntaista varianssi-analyysiä sekä kahden otoksen vertailussa Mannin-Whitneyn U-testiä (ks. esim. Ranta ym. 1989). Ei-parametriset testit valittiin, koska aterian kokojakaumat eivät olleet normaalijakautuneita. Kruskalin-Wallisn testin jälkeisten erojen paikallistamiseksi käytettiin Tukeyn testiä. Aineiston tilastollinen käsittely tehtiin SAS-tilasto-ohjelman mikrotietokoneversiolla (SAS 1985).

3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

3.1. Veden lämpötila ja kudun kehitys

Kevään etenemistä koekalastusjaksojen aikana seurattiin vertailemalla veden pintalämpötilan kehitystä sekä kuteneiden haukien osuuksia päivän saaliista. Kuteneiden haukien osuus saaliista laskettiin kolmen päivän liukuvana keskiarvona, jotta päivien välinen vaihtelu saataisiin pienemmäksi ja suuntaukset paremmin esiin (kuva 2).

Kudun alkaminen ja sen eteneminen seurasivat melko hyvin veden pintalämpötilan kohoamista. Ensimmäiset kuteneet kalat saatiin kun veden lämpötila oli n. 6-8 °C. Kirjallisuuden mukaan hauen kutu merialueella alkaa kutulahtien veden lämpötilan noustua n. 7-9 °C:een (Kaukoranta ja Lind 1975, Leinikki 1988). Lähes jokaisena vuotena kuteneiden osuus nousi 50 %:iin lämpötilan kohottua 10 °C:een. Vuosien 1986-89 näytejaksojen ajoittuminen kevään suhteen oli melko samanlainen. Näinä vuosina lämpötilan nousu oli tasaista. Näytejaksojen alussa ei kuteneita haukia saatu lainkaan ja loppupuoolella niiden osuus kasvoi yli 60 %:n.

Vuosi 1990 poikkeaa muista vuosista, sillä silloin kevät oli hyvin aikainen ja näytteenotto aloitettiin siihen nähden myöhemmin kuin aiempina vuosina. Tällöin myös koekalastusjakso jäi muuta vuosia lyhyemmäksi eikä lämpötila ehtinyt nousta juuri yli 10 °C:n. Lämpötila jopa laski jakson puolivälissä, mikä näkyy myös kuteneiden kalojen osuuden vähenemisenä. Veden lämpötilan lasku kesken kutuajan saattaa viivästyttää tai jopa keskeyttää kudun (Raatt 1988).

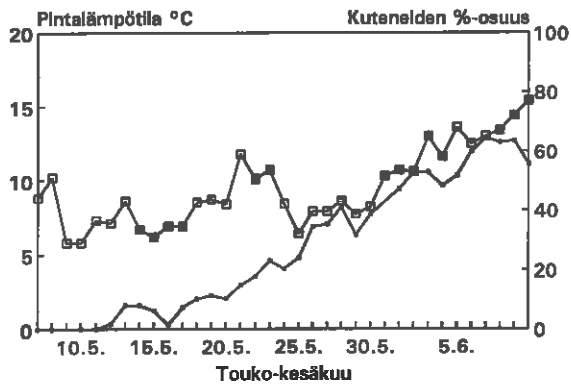
3.2. Merkintätulokset

Haukia merkittiin 257 yksilöä, joista saatiin merkintäpalautuksia keväisten koekalastusten sekä syksyisten merkintäpyyntien yhteydessä 47, eli n. 18 % (taulukot 3 ja 4). Eri haukia aineistossa oli yhteensä 36 yksilöä, sillä viisi haukea saatiin takaisin useammin kuin yhden kerran.

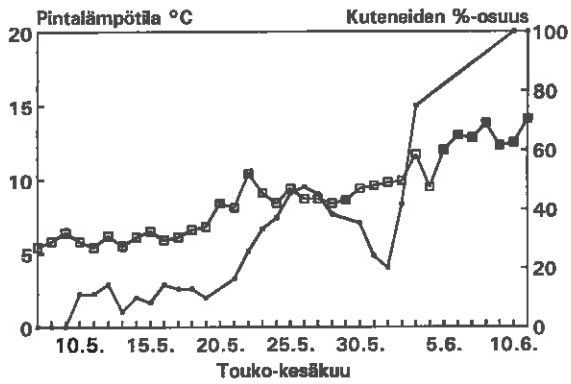
Aika merkinnän ja takaisinpyynnin välillä vaihteli kahdesta viikosta kolmeen vuoteen (taulukko 4). Alle kaksi viikkoa merkinnän jälkeen pyydettyjä haukia ei laskettu mukaan. Merkkipalautukset ovat suurelta osin keväältä, koska syksyllä haukia pyydettiin vain merkintöjä varten ja yksilömäärät olivat suhteellisen pieniä verrattuna kevään koekalastuksiin.

Kevät- ja syysmerkintöjen merkkilöytöjen perusteella haukien vaellukset kutu- ja syönnösalueiden välillä olivat suhteellisen lyhyitä. Noin 80 % hauista oli vaeltanut alle 500 m (taulukko 3, kuva 3). Sekä Keipsalossa, että Hudössä kannat ovat melko paikallisia, koska molemmat alueet tarjoavat haulle sopivia kutu- ja syönnösalueita.

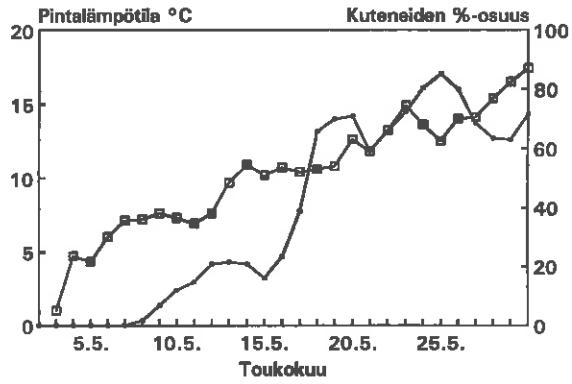
1986



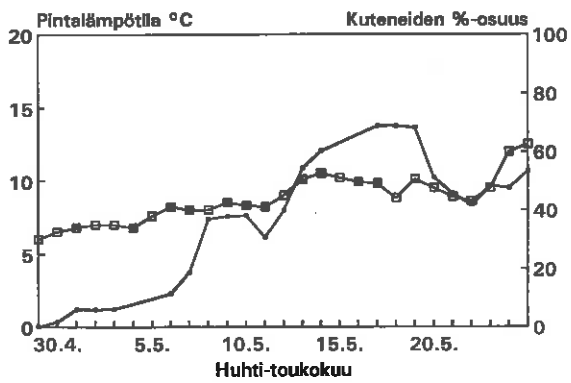
1987



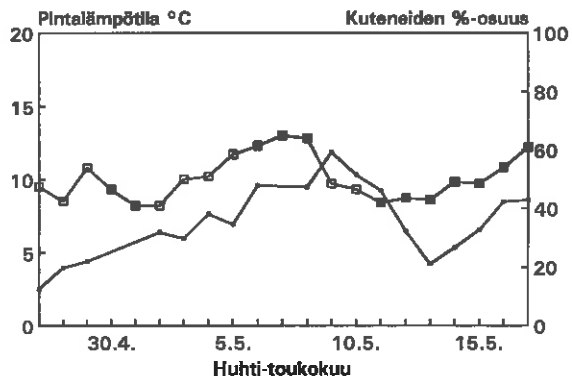
1988



1989



1990



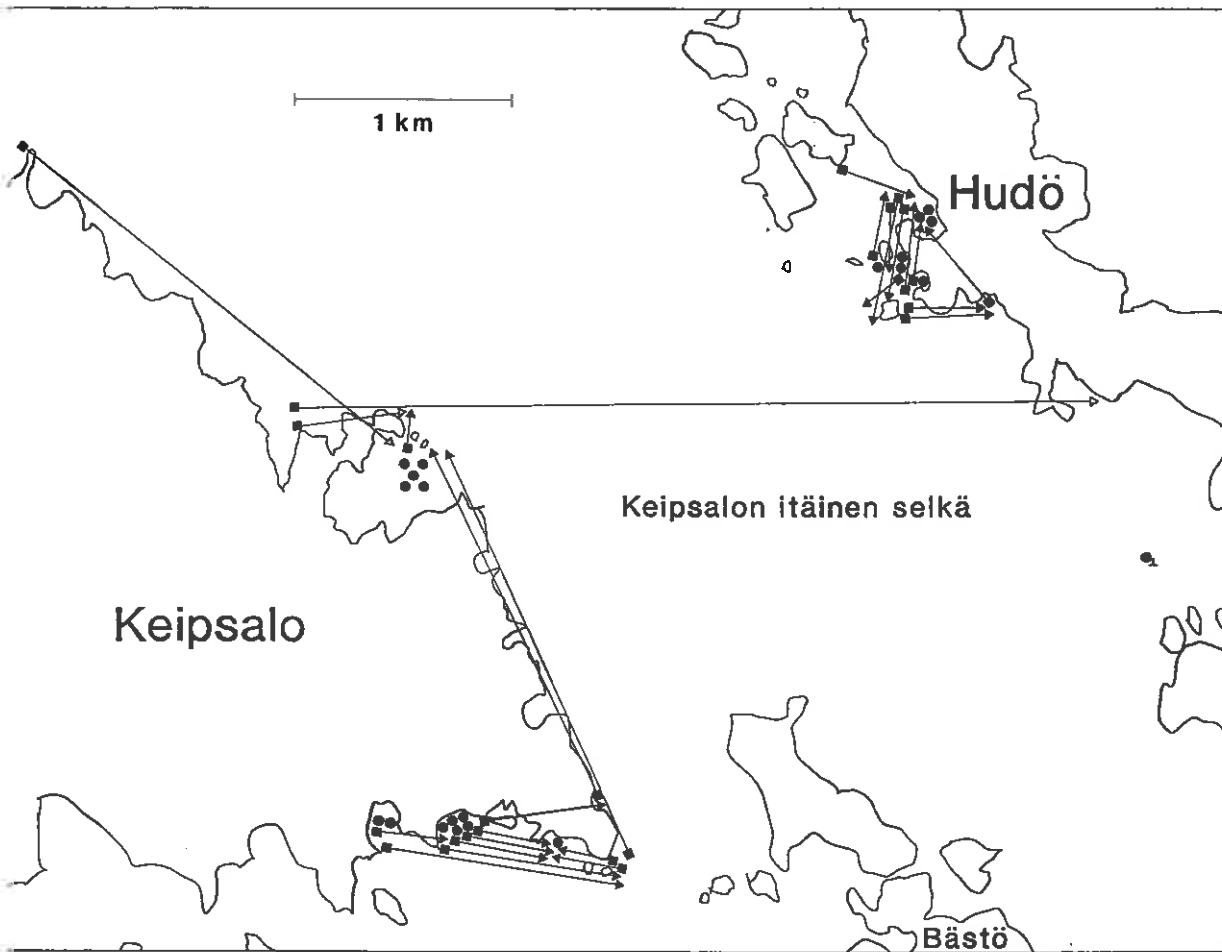
Kuva 2. Veden pintalämpötila ja kuteneiden haukien prosenttiosuus saaliista. Huomaa erilainen aika-akseli eri vuosina.

Taulukko 3. Keväällä ja syksyllä merkittyjen ja palautuksina saatujen haukien lukumäärät sekä vaellusmatkat alueittain jaoteltuna.

		Palautukset				
		Vaellusmatkat (m)				
	Merkityt (yks.)	0	0-500	500-1000	>1000	Yht.
KEVÄTMERKINNÄT						
Keipsalo	83	9	6	2	2	19
Hudö	54	6	7	2	0	15
Yht.	137	15	13	4	2	34
SYYSMERKINNÄT						
Keipsalo	54	4	2	0	3	9
Hudö	66	2	2	0	0	4
Yht.	120	6	4	0	3	13

Taulukko 4. Merkintäpalautusten ajallinen jakautuminen syys- ja kevätmerkintöjen osalta. Kevät- ja syyspalautusten ajankohta on eritelty merkintöjä seuraavien vuosien pyyntiajankohtiin (keväiset koekalastukset ja syksyiset merkintäpyynnit).

KEVÄTMERKINNÄT								
Alue	Kevätpalautus				Syyspalautus			Yht.
	Sama kevät	+1v.	+2v.	+3v.	Seuraava syksy	+1½v.	+2½v.	
Keipsalo	7	9	2	0	0	0	1	19
Hudö	7	7	1	0	0	0	0	15
Yht.	14	16	3	0	0	0	1	34
SYYSMERKINNÄT								
Alue	Syyspalautus				Kevätpalautus			Yht.
	Sama syksy	+1v.	+2v.	+3v.	Seuraava kevät	+1½v.	+2½v.	
Keipsalo	1	2	0	1	2	2	1	9
Hudö	0	1	0	0	2	1	0	4
Yht.	1	3	0	1	4	3	1	13



Kuva 3. Haukien vaellukset Keipsalossa ja Hudössä. Hauki on merkitty ja pyydetty samassa paikassa (●); merkintäpaikka (■) ja pyydystyspaikka (▲) jos hauki on siirtynyt.

Hauki on varsin paikallinen kala. Itämerellä tehdyissä merkintäkokeissa havaitut vaellusmatkat ovat olleet yleensä lyhyitä (Lehtonen 1973, Kaukoranta ja Lind 1975). Vaellukset tapahtuvat lähinnä kutuaikana siirtymisenä syönnösalueilta kutualueille. Karäs ja Lehtosen (1990) yhteenvedossa Itämeren haukimerkinnöistä todetaan, että 90 % merkintäpalautuksista saadaan 3 km:n säteellä merkintäpaikasta.

Haukimerkinnöissä palautusprosentit ovat vaihdelleet yleensä 5-20 %:n välillä, mutta jopa 55 %:n palautusmääriä on raportoitu (Karäs ja Lehtonen 1990). Tämän tutkimuksen merkintöjen palautusprosentti (18 %) on siis hyvin samanlainen kuin muissakin merkintäkokeissa. Syys- ja kevätmerkintöjen välillä on kuitenkin eroja, sillä kevätmerkinnöistä on tullut enemmän palautuksia (χ^2 -testi, $P < 0,05$) (taulukko 4). Vaikka saman kevään palautukset jätetään huomiotta, oli kevätmerkintöjen palautusprosentti (14,6 %) suurempi kuin syysmerkinnöistä saadut palautukset (10,8 %). Eri merkintäajankohta voi siis vaikuttaa merkintäpalautusten määrään. Ilmiö

saattaa johtua siitä, että syksyllä merkittyjen kalojen kutualueet eivät ole samoja kuin keväiset koekalastusalueet. Vaelluksia tarkasteltaessa on huomattava, että niistä saadut tiedot ovat täysin pyyntiponnistuksen jakautumisen määriä.

Merkintätulokset osoittavat tutkimusalueiden haukikannat melko erillisiksi. Ainoastaan yksi merkitty hauki oli vaeltanut Keipsalon itäisen selän yli (kuva 3). Vaellukset ovat niin vähäisiä, että alueellisista eroja Keipsalon ja Hudön haukikantojen välillä voidaan perustellusti katsoa syntyvän.

3.3. Saalislajit ja saaliin valinta

3.3.1. Saalislajit

Määrittyskelpoista ravintoa sisältäneitä haukia aineistossa oli kaikkiaan 553 kpl (27,4 %). Kaloja ravintohavainnoista oli 99,1 % ja selkärangattomia 0,9 % (taulukko 5). Kasviainesta ym. ei laskettu varsinaisiin ravintohavaintoihin, sillä ne olivat todennäköisesti joutuneet vahingossa mahaan ravinnon mukana saalistuksen yhteydessä. Selkärangattomien vähäisen osuuden vuoksi ne on jätetty pois aineiston jatkokäsittelystä.

Silakka, kivinilkkä, ahven ja särki olivat tärkeimmät saalislajit sekä yksilömäärältään, että biomassaltaan (taulukko 5). Yksilömäärältään toiseksi runsain oli kolmipiikki, mutta sen osuus ravinnon kokonaisbiomassasta oli kuitenkin huomattavan vähäinen. Vaikka lahna oli harvalukuinen, sen osuus ravinnon kokonaisbiomassasta oli toiseksi suurin. Muut lajit olivat selvästi edellä mainittuja harvalukuisempia tai biomassaltaan merkityksettömiä. Kirjallisuudessa yleisesti esitettyä hauen kannibalismia ei havaittu lainkaan.

Ravintokohteiden sulavuudessa on eroja riippuen kalan suomujen ja nahan paksuudesta (Popova 1978). Kolmipiikillä on ulkoinen luukilvistä muodostunut panssari ruumiinsa suojana, minkä vuoksi se saattaa sulaa hitaammin kuin esim. pehmeä silakka. Sulavuuserot voivat aiheuttaa virheitä mahalaukuista löytyvien saalislajien runsaussuhteissa ja esimerkiksi kolmipiikin osuus todennäköisesti arvioidaan nopeammin sulavia lajeja suuremmaksi.

Myös muissa Suomenlahdella tehdyissä hauen ravintotutkimuksissa on silakan, kolmipiikin, kivinilkan, särjen ja ahvenen havaittu olevan yksilömäärältään tärkeimmät saalislajit (Hellström 1978, Salmi 1982). Hellströmin (1978) mukaan silakka oli keväällä hauen tärkein saalislaji Hankoniemellä silakkaparvien saavuttua kutemaan saaristoon.

Selkärangattomien osuus hauen ravintoyksilöistä eri tutkimuksissa on vaihdellut 1-10 %:n välillä (Frost 1954, Hellström 1978, Lawler 1965, Salmi 1982). Pienet hauet syövät yleensä selkärangattomia eniten (Frost 1954). Tämän tutkimuksen kaikki hauet olivat melko kookkaita (yli 40 cm), joten pienten kokoluokkien puuttaminen aineistosta on todennäköisesti syynä selkärangattomien pieneen osuuteen.

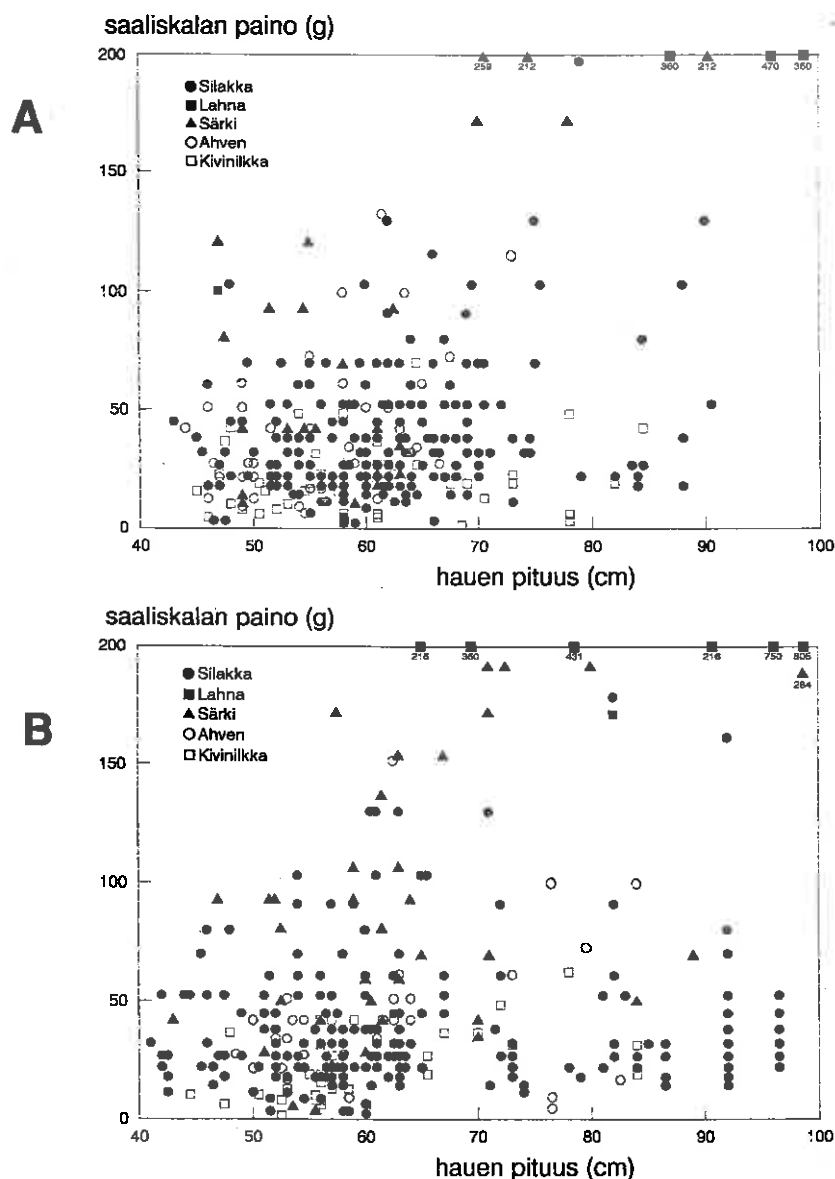
Kokeellisissa tutkimuksissa hauen on todettu suosivan pehmeäeväisiä kaloja (Hoogland ym. 1956, Beyerle ja Williams 1968, Mauck ja Coble 1971). Yleisesti luonnonoloissa hauen tiedetään kuitenkin syövän valikoimatta saalislajejaan (Frost 1954, Lawler 1965, Beyerle ja Williams 1968). Ravinnon lajikoostumus riippuu yleensä saalislajien suhteellisesta runsaudesta hauen elinalueella sekä lajien alttiudesta saalistukselle (Frost 1954, Lawler 1965, Mann 1982).

Taulukko 5. Hauen saalislajien osuudet ravintohavainnoista prosentteina yksilömäärästä ja kokonaispainosta. Selkärangattomille ei määritetty painoa niiden vähäisen merkityksen vuoksi kokonaisbiomassaan nähden. Kasviainesta ym. ei laskettu varsinaisiin ravintohavaintoihin.

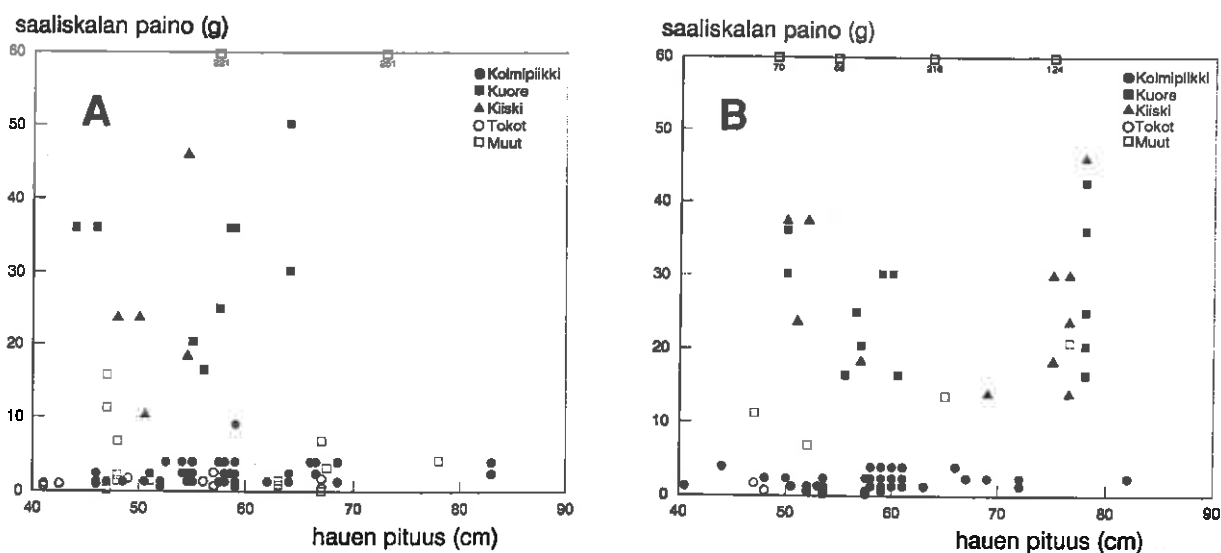
Laji		Yksilömäärä		Kokonaispaino	
		%	n	%	g
<u>Kalat</u>					
Silakka	<i>Clupea harengus</i> L.	50,1	(537)	45,5	(18373)
Kolmipiikki	<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	14,7	(158)	1,2	(477)
Kivinielkka	<i>Zoarces viviparus</i> L.	8,5	(91)	4,6	(1870)
Ahven	<i>Perca fluviatilis</i> L.	8,3	(89)	8,5	(3439)
Särki	<i>Rutilus rutilus</i> (L.)	6,4	(69)	14,0	(5665)
Kuore	<i>Osmerus eperlanus</i> (L.)	2,9	(31)	2,1	(842)
Kiiski	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (L.)	1,8	(23)	1,5	(612)
Lahna	<i>Abramis brama</i> (L.)	1,9	(20)	19,8	(7979)
Pokot	<i>Pomatoschistus</i> spp.	1,8	(19)	0,06	(23)
Kymmenpiikki	<i>Pungitius pungitius</i> (L.)	0,7	(8)	0,02	(9)
Kivisimppu	<i>Cottus gobio</i> L.	0,4	(4)	0,06	(25)
Sorva	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	0,3	(3)	1,4	(547)
Salakka	<i>Alburnus alburnus</i> (L.)	0,3	(3)	0,1	(57)
Kilohaili	<i>Sprattus sprattus</i> (L.)	0,2	(2)	0,06	(22)
Pikkutuulenkala	<i>Ammodytes tobianus</i> L.	0,2	(2)	0,04	(17)
Pasuri	<i>Blicca bjoerkna</i> (L.)	0,1	(1)	0,5	(216)
Purska	<i>Gadus morhua</i> L.	0,1	(1)	0,3	(124)
Siika	<i>Coregonus lavaretus</i> (L.) s.l.	0,1	(1)	0,2	(70)
				100,0	(40365)
<u>Selkärangattomat</u>					
Kilikki	<i>Saduria entomon</i>	0,4	(4)		
Katkat	<i>Amphipoda</i>	0,3	(3)		
Katkarapu	<i>Palaemon adspersus</i>	0,1	(1)		
Kotilo	<i>Gastropoda</i>	0,1	(1)		
Vesiperhosen toukka	<i>Trichoptera</i>	0,1	(1)		
				100,0	(1072)
<u>Kasviaines ym.</u>					
Rakkolevä			(2)		
Kuoko			(2)		
Kivi			(1)		
Käpy			(1)		
Iskukoukku			(1)		

3.3.2. Hauen koon ja kudun vaiheen vaikutus ravinnon valintaan

Kaikissa hauen kokoluokissa saaliskalan koon vaihtelu oli suurta (kuvat 4 ja 5). Hauen koon kasvaessa saaliskalojen keskikoko kasvoi suurimpien saalisryhmien koon kasvaessa. Yli 80 cm:n haukien saalisryhmät koostuivat lähes yksinomaan biomassaltaan tärkeimmistä lajeista ja noin 70 % yli 90 cm:n haukien ravinnon biomassasta oli lahnoja (taulukko 6). Tyhjiä mahalaukkujen osuus oli kookkailla hauilla suurempi kuin pienillä (χ^2 -testi, $P < 0,01$) (taulukko 6).



Kuva 4. Hauen pituuden ja tärkeimpien saaliskalojen painon suhde. A=kutemattomat hauet, B=kuteneet hauet. Yli 200 g:n saalishavaintojen kohdalle on merkitty paino grammoina.



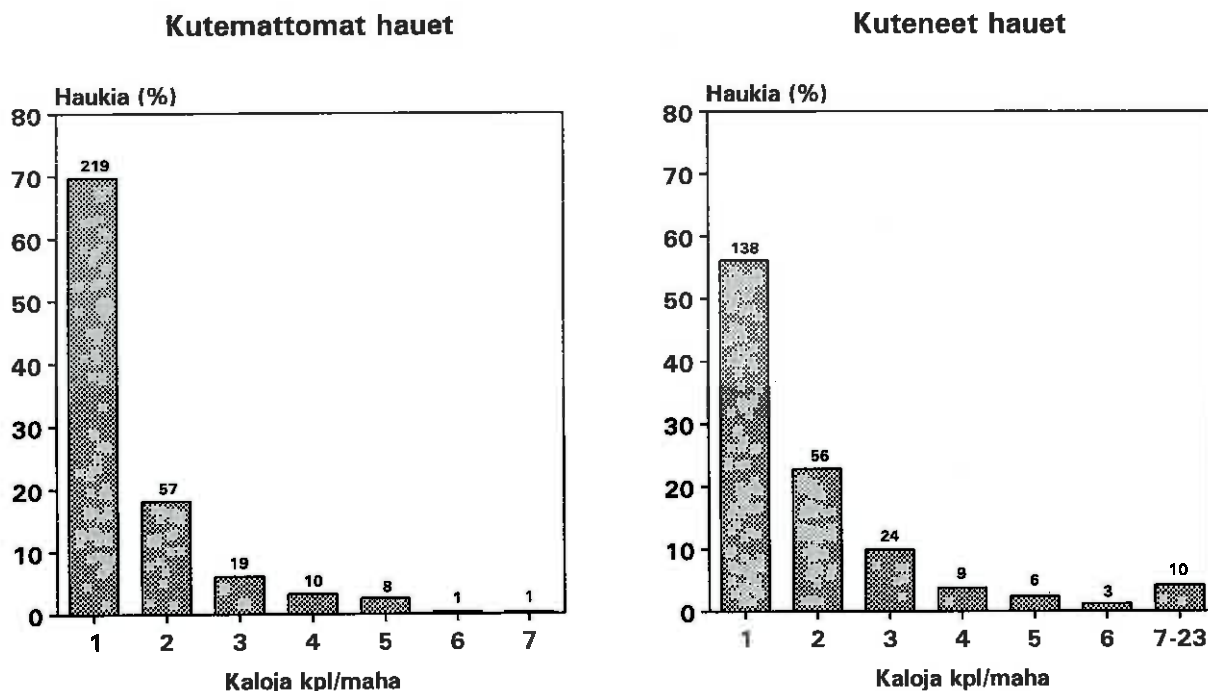
Kuva 5. Hauen pituuden ja kolmipiikin, kuoreen, kiisken, tokkojen ja muiden saaliskalojen painon suhde. A=kutemattomat hauet, B=kuteneet hauet. Yli 60 g:n saalishavaintojen kohdalle on merkitty paino grammoina.

Taulukko 6. Saalislajien prosenttiosuudet ravinnon biomassasta ja tyhjien mahalaukkujen prosenttiosuus hauen eri kokoluokissa (suluissa haukien yksilömäärä kussakin kokoluokassa).

Laji	Hauen kokoluokka (cm)					
	40-50 (343)	50-60 (810)	60-70 (508)	70-80 (166)	80-90 (86)	> 90 (78)
Silakka	52,6	58,5	56,4	30,9	51,7	26,7
Lahna	2,8	-	6,1	8,4	22,0	69,2
Särki	11,1	13,9	15,4	29,7	13,7	4,1
Ahven	17,8	10,4	11,7	7,1	5,5	-
Kivinielkka	5,4	7,9	4,2	5,4	6,7	-
Kuore	3,8	2,6	1,0	6,8	-	-
Kiiski	2,3	1,8	0,1	3,6	-	-
Kolmipiikki	0,6	2,0	2,4	0,1	0,4	-
Muut	3,6	2,9	2,7	8,0	-	-
Tyhjien mahalaukku- jen %-osuus	67,1	66,6	73,2	72,3	76,8	83,3

Kutemattomien ja kuteneiden haukien saaliskalan koon ja lajin valinnassa ei havaittu merkittäviä eroja (kuvat 4 ja 5). Molemmilla ryhmillä sekä biomassaltaan että yksilömäärältään tärkeimmät lajit olivat samat. Vaihtelu saaliskalan koossa oli kuitenkin kuteneilla hauilla suurempi kuin kutemattomilla, sillä suurimmat kuteneiden syömät saalisyksilöt olivat huomattavan kookkaita. Kuteneiden haukien ateria sisälsi enemmän kuin yhden kalan useammin kuin kutemattomien ateria (kuva 6). Tyhjien mahalaukkujen osuus oli kutemattomilla hauilla suurempi (77,7 %) kuin kuteneilla hauilla (60,4 %) (χ^2 -testi, $P < 0,001$).

Kiinteää suhdetta hauen koon ja saaliskalan koon välillä ei ole havaittavissa. Suurten haukien on mahdollista syödä suuria ravintokohteita pienten lisäksi, mistä lähinnä johtuu saaliskalojen keskikoon kasvu hauen koon kasvun myötä. Suurten haukien ei kuitenkaan ole energettisesti kannattavaa syödä aivan pieniä kaloja. Mitä pitempi aika kuluu jokaisen ravintogramman pyydystämiseen ja käsittelyyn, sitä huonompi on ravinnosta saatavan energian hyötysuhde (Hart ja Connellan 1984). Tyhjien mahalaukkujen prosentiosuuden on todettu kasvavan hauen koon kasvaessa (Frost 1954). Tämä tukee teoriaa, jonka mukaan aterioiden välillä on sitä pitempiä ajanjaksoja mitä suurempia ravintokohteita kala voi syödä (Allen 1939, Diana 1979).

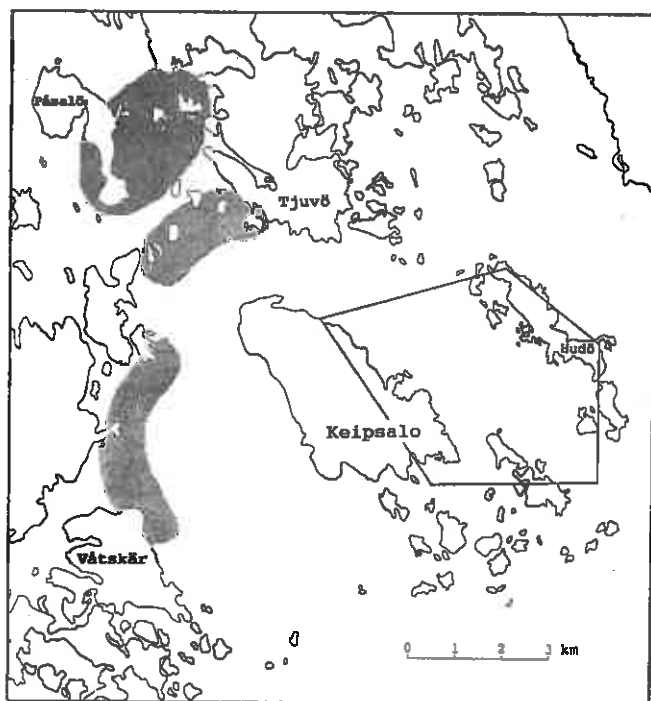


Kuva 6. Saaliskalojen lukumäärät ravintoa ottaneiden haukien mahalaukuissa (pylväiden yläpuolella haukien yksilömäärät).

Tässä tutkimuksessa erittäin suuret (> 90 cm) hauet olivat syöneet suuria lahnoja. Dianan (1979) mukaan suurilla, mutta harvalukuisilla ravintokohteilla saattaa olla merkittävä vaikutus hauen kasvuun. Yksilö, joka pystyy säännöllisesti käyttämään suuria ravintokohteita hyväkseen voi kuluttaa ravintoa huomattavasti enemmän, kuin pienempää saalista syövä hauki. Erilainen saaliin koko ja saatavuus eri elinalueilla voi oletettavasti johtaa yksilöiden kulutuksen ja kasvunopeuksien eroihin (Diana 1979).

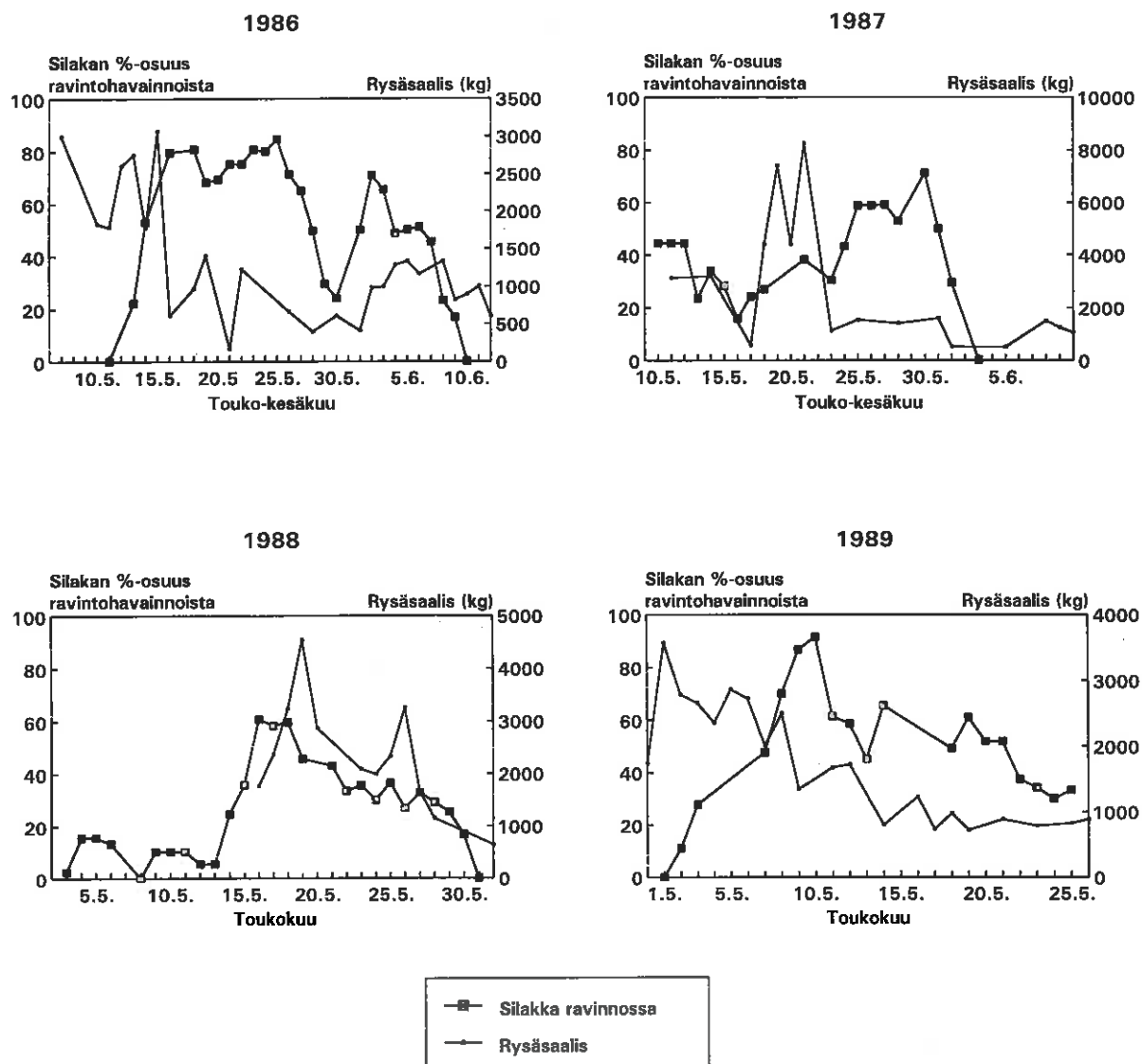
1.3.3. Silakan tarjonta ja osuus hauen ravinnossa

Silakan esiintymistä hauen ravinnossa verrattiin tutkimusalueen lähivesien silakkarysien saaliisiin (kuvat 7 ja 8). Vuodelta 1990 ei ollut saatavilla rysäsaalistietoja. Silakan osuus ravintohavainnoista on laskettu kolmen päivän liukuvana keskiarvona ja rysäsaalis on pyynnissä olleiden rysien keskimääräinen päivittäinen saalis rysää kohti (kuva 8).



Kuva 7. Tutkimusalue (viivoin rajattu) ja silakkarysien pyyntialueet (varjostettu).

Silakan rysäkalastuksen saaliskehitys kuvaa silakan runsautta tutkimusalueen lähivesillä kun silakkaparvet saapuivat keväällä kutemaan saaristoon. Silakan prosenttiosuuden kasvu saalislajien yksilömääristä hauen ravinnossa tapahtui samaan aikaan keväällä, jolloin silakan rysäkalastus aloitettiin ja suurimmat rysäsaaliit saatiin (kuva 8). Silakan äkillisestä runsaasta esiintymisestä johtuen siitä tuli joksikin aikaa selvästi merkittävin hauen saalislaji, vaikka silakan osuus ravintohavaintojen yksilömääristä koekalastusjaksojen alussa oli pieni.



Kuva 8. Silakan prosenttiosuus hauen ravinnossa (yksilömääristä laskettuna) ja keskimääräinen silakan rysäsaalis.

Silakoiden siirtyessä takaisin avomerelle rysäsaaliit pienenivät ja silakan osuus myös hauen ravinnossa pieneni. Vuosina 1986-88 silakkaa ei ollut lainkaan ravinnossa koekalastusjakson lopussa. Rysäsaaliit kuitenkin osoittavat, että silakkaa oli yhä alueella, mutta se oli todennäköisesti veden pintakerroksen lämmitettyä siirtynyt littoraalivyöhykkeeltä syvemmälle hauen tavoittamattomiin. Silakkaparvet suosivat rannikolle tullessaan aluksi lämpimimpiä veden pintakerroksia (5-8 °C)

ja karttavat kylmimpiä pohjan läheisiä vesiä, mutta veden lämmitessä parvet esiintyvät n. 8-11 asteisessa vedessä pohjan lähellä ja karttavat lämpimpiä (11-13 °C) pintakerroksia (Sjöblom 1961).

Tärkein syy siihen, että hauki käyttää keväällä runsaasti silakkaa ravinnokseen on silakan runsas esiintyminen hauen elinalueilla kutuvaelluksensa aikana. Silakka voi kuitenkin olla vaelluksellaan myös erityisen altis saalistukselle, mikä osaltaan saattaa lisätä sen osuutta hauen ravinnossa.

3.4. Ravinnon lajikoostumuksen vaihtelu kevään aikana

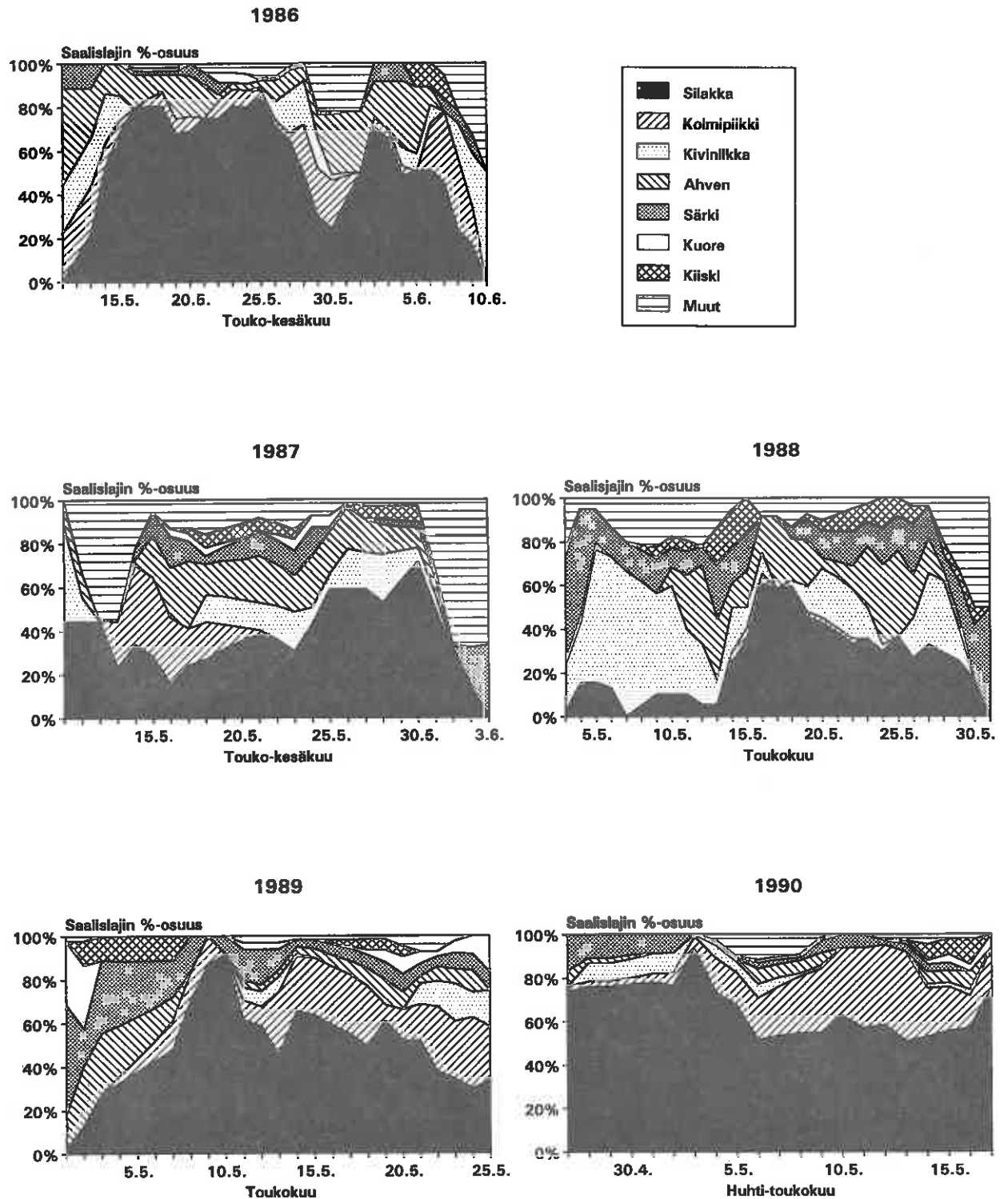
Saalislajikoostumuksen vaihtelua kevään aikana tarkasteltiin saalislajien prosenttiosuuksina ravintohavaintojen yksilömääristä. Kunkin lajin prosenttiosuus on laskettu kolmen päivän liukuvana keskiarvona, jotta päivien välinen vaihtelu saataisiin pienemmäksi ja mahdolliset suuntaukset selkeämmiksi (kuva 9).

Koekalastusjaksojen alussa ja lopussa silakan osuus oli yleensä hyvin vähäinen tai silakkaa ei esiintynyt lainkaan (kuva 9). Koekalastusjaksojen aikana sen osuus kuitenkin saattoi nousta jopa 80-90 prosenttiin päivittäisistä ravintohavainnoista. Vuonna 1990 silakan osuus oli erittäin suuri koko koekalastusjakson ajan. Tällöin silakka oli saapunut rantavesiin aikaisen kevään johdosta jo ennen koekalastusjakson alkamista ja toisaalta kalastus lopetettiin normaalia aikaisemmin.

Myös kolmipiikin ja kivinilkan esiintymisessä havaittiin suurta vaihtelua. Vuonna 1987 ja 1988 kolmipiikkiä havaittiin vain osassa näytejaksoa kun taas vuosina 1986, 1989 ja 1990 sitä esiintyi runsaasti koko näytejaksojen ajan (kuva 9). Kivinilkkää esiintyi vuonna 1988 erityisen runsaasti jakson alkupuoliskolla, mutta sen esiintyminen ja osuus ravintohavainnoista väheni etenkin ahvenen ja silakan runsastuttua ravinnossa.

Ahvenen ja särjen esiintyminen oli suhteellisen tasaista jaksojen aikana eikä varsinaisia huippuja havaittu. Vuosina 1986-88 "muiden" lajien suuri osuus etenkin jaksojen lopussa johtui lähinnä ravintohavaintojen pienestä kokonaismäärästä (kuva 9). Tärkeimmät "muut" lajit olivat lahna, tokot, kymmenpiikki ja kivisimppu.

Tuloksia tukevat useat tutkimukset, joissa on todettu, että hauen elinalueille kutemaan tulevat kalalajit ovat runsaan esiintymisensä aikaan tärkeimmät lajit hauen ravinnossa (Wagner 1972, Orlova ja Azhigaliyeva 1984). Silakka ja kolmipiikki yleistyvät hauen elinympäristössä juuri keväällä vaeltaessaan kutemaan saaristoon, silakka varhain keväällä ja kolmipiikki myöhemmin alkukesästä. Kun tarjonta vaihtelee vuodenaikojen mukaan myös eri lajeja käytetään eri vuodenaikoina (Mann 1982).



Kuva 9. Hauen saalislajien prosentiosuuksien muutos kevään aikana yksilömääristä laskettuna.

3.3.5. Ravinnon lajikoostumuksen vuosien välinen vaihtelu

Kaikkien tärkeimpien saalislajien osuudet sekä yksilömääristä, että biomassoista laskettuna vaihtelivat hauen ravinnossa vuosien välillä merkittävästi (taulukot 7 ja 8). Silakan, kolmipiikin ja kivinilkan osuudet yksilömääristä vaihtelivat eniten, mutta myös ahvenen, särjen ja lahnan osuuksissa oli huomattavaa vaihtelua.

Vuonna 1988 silakkaa oli suhteellisen vähän ravinnossa. Tällöin silakan rysäsaaliit olivat kuitenkin samaa suuruusluokkaa kuin muina vuosina (kuva 8), mutta veden lämpötila nousi nopeammin (kuva 2, liite 2). Silakkaa saapui saaristoon runsaasti, mutta veden nopean lämpenemisen vuoksi sen esiintyminen rantavesissä, hauen elinalueella, saattoi olla vähäisempää (ks. s. 20). Veden lämpötilan poikkeuksellisen nopea nousu vuonna 1988 on voinut vaikuttaa myös kolmipiikin vähäiseen esiintymiseen, sillä esimerkiksi vuonna 1989 veden lämpötilan noustua hitaammin kolmipiikin osuus oli suuri ja vuonna 1990 kun lämpötila ei noussut juuri lainkaan koejakson aikana sekä kolmipiikkiä että silakkaa esiintyi erityisen paljon.

Vuonna 1988 kivinilkan, särjen ja ahvenen osuudet olivat suuret ja myös yleensä vähälukuisia lajeja esiintyi enemmän kuin muina vuosina, mitkä seikat saattoivat johtua silakan vähäisemmästä tarjonnasta. Jonkin lajin runsas tarjonta vähentää muihin lajeihin kohdistuvaa saalistusta ja valtalajin puuttuessa ravinnon koostumus on vaihtelevampaa (Wagner 1972, Mann 1982).

Taulukko 7. Hauen saalislajien prosenttiosuudet yksilömääristä laskettuna vuosina 1986-1990 (yksilömäärät suluissa).

Laji	1986	1987	1988	1989	1990
Silakka	58,4 (129)	49,7 (83)	26,6 (50)	49,5 (105)	62,0 (170)
Kolmipiikki	17,6 (39)	9,6 (16)	1,1 (2)	19,8 (42)	21,5 (59)
Kivinilka	4,5 (10)	8,4 (14)	26,1 (49)	4,7 (10)	2,9 (8)
Ahven	10,0 (22)	14,4 (24)	11,7 (22)	5,2 (11)	3,7 (10)
Särki	2,7 (6)	4,8 (8)	14,9 (28)	7,5 (16)	4,0 (11)
Kuore	2,3 (5)	1,2 (2)	0,5 (1)	9,4 (20)	1,1 (3)
Kiiski	0,9 (2)	3,0 (5)	4,8 (9)	1,4 (3)	1,5 (4)
Lahna	1,4 (3)	2,4 (4)	4,3 (8)	-	1,8 (5)
Tokot	1,4 (3)	6,0 (10)	3,2 (6)	-	-
Kymmenpiikki	-	-	2,7 (5)	0,5 (1)	0,7 (2)
Kivisimppu	-	-	2,1 (4)	-	-
Sorva	-	-	-	1,0 (2)	0,4 (1)
Salakka	-	-	1,1 (2)	-	0,4 (1)
Kilohaili	-	0,6 (1)	0,5 (1)	-	-
Pikkutuulenkala	0,5 (1)	-	-	0,5 (1)	-
Pasuri	-	-	-	0,5 (1)	-
Turska	0,5 (1)	-	-	-	-
Siika	-	-	0,5 (1)	-	-
Yht.	(221)	(167)	(188)	(212)	(274)

Taulukko 8. Hauen saalislajien prosenttiosuudet ravinnon kokonaisbiomassasta vuosina 1986-1990 (suluissa grammoina).

Laji	1986	1987	1988	1989	1990
Silakka	57,1 (4117)	36,8 (3234)	26,6 (2350)	49,4 (3361)	60,8 (5310)
Lahna	18,1 (1305)	32,9 (2892)	28,4 (2503)	-	14,7 (1279)
Särki	5,7 (412)	11,8 (1038)	23,0 (2029)	20,9 (1426)	8,7 (760)
Ahven	10,1 (726)	11,0 (963)	8,3 (732)	9,2 (626)	4,5 (392)
Kivinilikka	2,8 (205)	4,5 (395)	9,2 (812)	3,3 (223)	2,7 (236)
Kuore	1,9 (139)	0,7 (61)	0,3 (25)	7,9 (535)	0,9 (81)
Kiiski	1,2 (83)	1,7 (148)	2,5 (218)	1,1 (72)	1,0 (91)
Sorva	-	-	-	4,2 (286)	3,0 (261)
Kolmipiikki	1,3 (96)	0,3 (30)	0,1 (5)	0,7 (49)	3,4 (297)
Pasuri	-	-	-	3,2 (216)	-
Turska	1,7 (124)	-	-	-	-
Siika	-	-	0,8 (70)	-	-
Salakka	-	-	0,4 (37)	-	0,2 (21)
Kivisimppu	-	-	0,3 (25)	-	-
Tokot	0,1 (4)	0,1 (12)	0,1 (7)	-	-
Kilohaili	-	0,1 (11)	0,1 (11)	-	-
Pikkutuulenkala	0,1 (3)	-	-	0,2 (14)	-
Kymmenpiikki	-	-	0,1 (4)	0,1 (1)	0,1 (4)
Yht.	(7214)	(8784)	(8828)	(6809)	(8732)

Eri vuosien lajikohtaisia biomassoja tarkasteltaessa pienetkin vaihtelut suurikokoisten saalislajien yksilömäärissä aiheuttivat luonnollisesti merkittävää vaihtelua vuosien välillä (taulukko 8). Saalislajien biomassoja tarkasteltaessa koekalastuksissa saatujen haukien kokojakauma vaikuttaa todennäköisesti saataviin tuloksiin. Suuria, eniten lahnoja syöviä haukia aineistossa oli melko vähän, jolloin satunnaisvaihtelu lahnojen lukumäärissä ravinnossa oli myös suurta. Vuosina 1989 ja 1990 suuria haukia (> 80 cm) oli aineistossa vähemmän kuin aikaisempina vuosina ja tällöin myös lahnan osuudet olivat pienemmät.

3.3.6. Ravinnon lajikoostumuksen alueellinen vaihtelu

Ravintohavaintojen alueellisessa tarkastelussa keskityttiin vain runsaimpien lajien esiintymiseen. Suurimmat erot alueiden välillä havaittiin silakan, kivinilkan ja särjen esiintymisessä ja erot olivat osa-alueiden A-F välillä merkittävämpiä kuin Keipsalon ja Hudön väliset erot kokonaisuutena (taulukko 9).

Silakan osuus ravintohavainnoista oli Keipsalon puolella kaikilla osa-alueilla suurempi kuin Hudössä. Hudössä silakka ei alueen mataluuden ja rikkonaisuuden vuoksi todennäköisesti esiinny yhtä runsaana kuin Keipsalon suhteellisen nopeasti syvenevän yhtenäisen rantaviivan tuntumassa. Kivinilkalle Hudön laaja ja kivikoinen ulkomatalikko leväkasvustoineen tarjoaa suojaisamman elinympäristön kuin Keipsalon rannat, jonka vuoksi sitä esiintyy Hudössä runsaammin myös ravintohavainnoissa. Myös särkien esiintymisessä on havaittavissa selvä yhteys särjen suosiman elinympäristön ja ravintohavaintojen välillä. Hudön suojaisista, liejupoh-

jaisista ja runsaasti kasvillisuutta kasvavista sisälahdistä särkihavaintoja tehtiin eniten.

Taulukko 9. Hauen saalislajien prosenttiosuudet yksilömääristä laskettuna osa-alueilla A-F sekä koko Keipsalon ja Hudön alueilla (suluissa ravintohavaintojen kokonaismäärä kullakin alueella).

Laji	Keipsalo				Hudö		Keipsalo (580)	Hudö (454)
	A (194)	B (163)	C (116)	D (70)	E (108)	F (93)		
Silakka	57,2	56,4	72,4	42,9	34,3	28,0	57,1	42,7
Kolmipiikki	13,9	18,4	10,3	12,9	19,4	12,9	13,5	16,7
Kivinielkä	3,1	7,4	6,9	10,0	18,5	14,0	6,7	11,0
Ahven	13,4	6,8	5,2	8,6	10,2	4,3	8,6	7,9
Särki	7,2	3,7	0,9	10,0	10,2	15,1	5,0	8,4
Kuore	0,5	1,2	1,7	4,3	1,9	16,1	1,9	4,4
Lahna	—	0,6	0,9	5,7	—	1,1	1,4	2,4
Muut	4,7	5,5	1,7	5,6	5,5	8,5	5,8	6,5

Saalislajien alttius saalistukselle ja niiden suhteellinen runsaus hauen elinympäristössä yleensä peittää hauen muut saaliinvalintaperusteet (Frost 1954, Mauck ja Coble 1971). Tällöin luonteeltaan erilaisilta näytteenottopaikoilta saadaan hyvinkin erilaisia tuloksia saalislajien suhteista. Virhelähteenä ravintohavaintojen alueellisessa tarkastelussa on haukien liikkuvuus kutuaikana. Pyydystyspaikalta tehtyt ravintohavainnot eivät ole täysin luotettavia, sillä voimakkaasti sulaneet saalisalat on voitu syödä muualla. Sulatelllessaan ravintoa hauki kuitenkin lepää ja liikkuu vähän (Diana 1979), joten mahalaukusta löydetty ravinto edustaa todennäköisesti pyyntialueen saalislajistoa melko hyvin.

1.4. Ravinnonkulutus

1.4.1. Ravinnonkulutus kudun eri vaiheissa

Koirailta ravinnonkulutus kasvoi kutukypsyysasteilla 1-4 ennen kutua päinvastoin kuin naarailla, joilla kulutus oli pienimmillään juuri ennen kutua (taulukko 10). Koirailta ravinnonkulutuksen lisääntyminen kudun jälkeen ei ollut niin voimakasta kuin naarailla, joilla kulutus kymmenkertistui heti kudun jälkeen. Immatuureilla hauilla ravinnonkulutus oli suhteellisen korkea kevään aikana.

Ravinnonkulutuksen kasvu kudun jälkeen johtui aterian koon kasvusta sekä ateriodien välisen ajan lyhenemisestä. Jälkimmäinen ilmeni ravintoa ottaneiden suurempana osuutena otoksessa. Sekä koirailta että naarailla ero tyhjien mahalaukkujen määrissä ennen kutua ja kudun jälkeen oli merkitsevä (χ^2 -testi, $P < 0,001$), mutta aterian koossa ennen kutua ja kudun jälkeen ainoastaan naarailla havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero (Mannin-Whitney U-testi, $P < 0,001$).

Taulukko 10. Hauen päivittäinen ravinnonkulutus ja aterian keskikoko kudun eri vaiheissa huhti-kesäkuussa.

Kutukypsyysaste	Sukupuoli	n	Aterian keskikoko g/kg	Päivittäinen ravinnonkulutus g/kg/vrk
1	Koiras	(14)	26,8	1,2
	Naaras	(62)	35,4	3,6
2	Koiras	(153)	34,6	2,4
	Naaras	(87)	34,4	4,0
3	Koiras	(440)	37,4	2,6
	Naaras	(131)	38,0	2,6
4	Koiras	(330)	32,7	3,7
	Naaras	(131)	35,9	1,4
Kuteneet	Koiras	(393)	41,3	6,1
	Naaras	(193)	68,3	14,5
Immatuurit		(30)	59,3	9,3

Aterioiden välinen aika lyheni veden lämpenemisen myötä (taulukko 11). Kutemattomien koiraiden ja naaraiden aterioiden välisen ajan suuri ero lämpötilassa 2-4 °C saattoi johtua molempien ryhmien melko pienestä aineistosta (n=39 ja n=26). Lämpötilassa 2-4 °C ei tavattu lainkaan kuteneita haukia.

Taulukko 11. Aterioiden välinen aika (F, vrk) eri lämpötiloissa kutemattomilla ja kuteneilla hauilla (eri lämpötiloista pyydettyjen haukien yksilömäärät suluissa).

Kudun vaihe	Sukupuoli	2-4 °C		4-8 °C		8-15 °C	
		F	n	F	n	F	n
Kutemattomat	Koiras	65	(39)	14,2	(585)	7,1	(313)
	Naaras	13	(26)	18,5	(222)	8,4	(163)
Kuteneet	Koiras	-		9,3	(112)	5,7	(280)
	Naaras	-		6,8	(73)	3,6	(119)

Hauen kutuajan ravinnonkäyttöä käsittelevissä tutkimuksissa on haukien todettu paastoavan ennen kutua (Bruyenko 1976, Diana 1979, Orlova ja Azhigaliyeva 1984). Diana (1979) on laskenut hauen päivittäiseksi ravinnonkulutukseksi huhtikuussa ($B' = 8$ vrk) sekä koiraille että naaraille vain 0,3 kcal/kg/vrk. Dianan (1979) käyttämä kilokalori voidaan Petersenin (1984) mukaan muuntaa ilman suurta

virhettä suoraan tuorepainoksi (1 g tuoretta kalaa = 1 kcal). Korhonen ja Heikinheimo-Schmid (1993) laskivat Dianan (1979) menetelmällä hauen ravinnonkulutukseksi kevätkuukausina ($B' = 5$ vrk) keskimäärin 0,1 % hauen omasta painosta vuorokaudta kohti (eli 1 g/kg/vrk). Tämän tutkimuksen ravinnonkulutuksen arvot ennen kutua olivat selvästi suurempia. Edellä mainituissa tutkimuksissa sulamisaika B' oli kuitenkin molemmissa tapauksissa veden kylmyydestä (1,0-2,5 °C) johtuen huomattavan pitkä, mikä pienentää ravinnonkulutuksesta saatavaa arviota. Dianan (1979) mukaan hauen ravinnonkulutus toukokuussa ($B' = 1,25$ vrk) oli koirailta 9,6 kcal/kg/vrk ja naarailla 14,0 kcal/kg/vrk, joten tämän tutkimuksen ravinnonkulutuksen arvot kudun jälkeen vastaavat melko hyvin Dianan (1979) tuloksia.

Koiraiden ravinnonkulutuksen nousu kutukypsyysasteiden mukaan oli seurausta samanaikaisesta veden lämpötilan noususta (kuva 10 A). Koirailta gonadien koko ei mahdollisesti haittaa ravinnonottoa niin paljon kuin naarailla, joiden ravinnonkulutus laski mitä kutuvalmiimpia kalat olivat (taulukko 10). Tuloksia tukevat Bruyenkon (1976) sekä Orlovan ja Azhigaliyevan (1984) tutkimukset, joissa naaraiden ravinnonkulutuksen todettiin kutuaikana olevan pienimmillään viimeisellä gonadien kypsyysasteella ennen kutua. Orlovan ja Azhigaliyevan (1984) mukaan koirailta muutokset ravinnonottoaktiivisuudessa ennen kutua ja kudun jälkeen eivät olleet yhtä voimakkaita kuin naarailla.

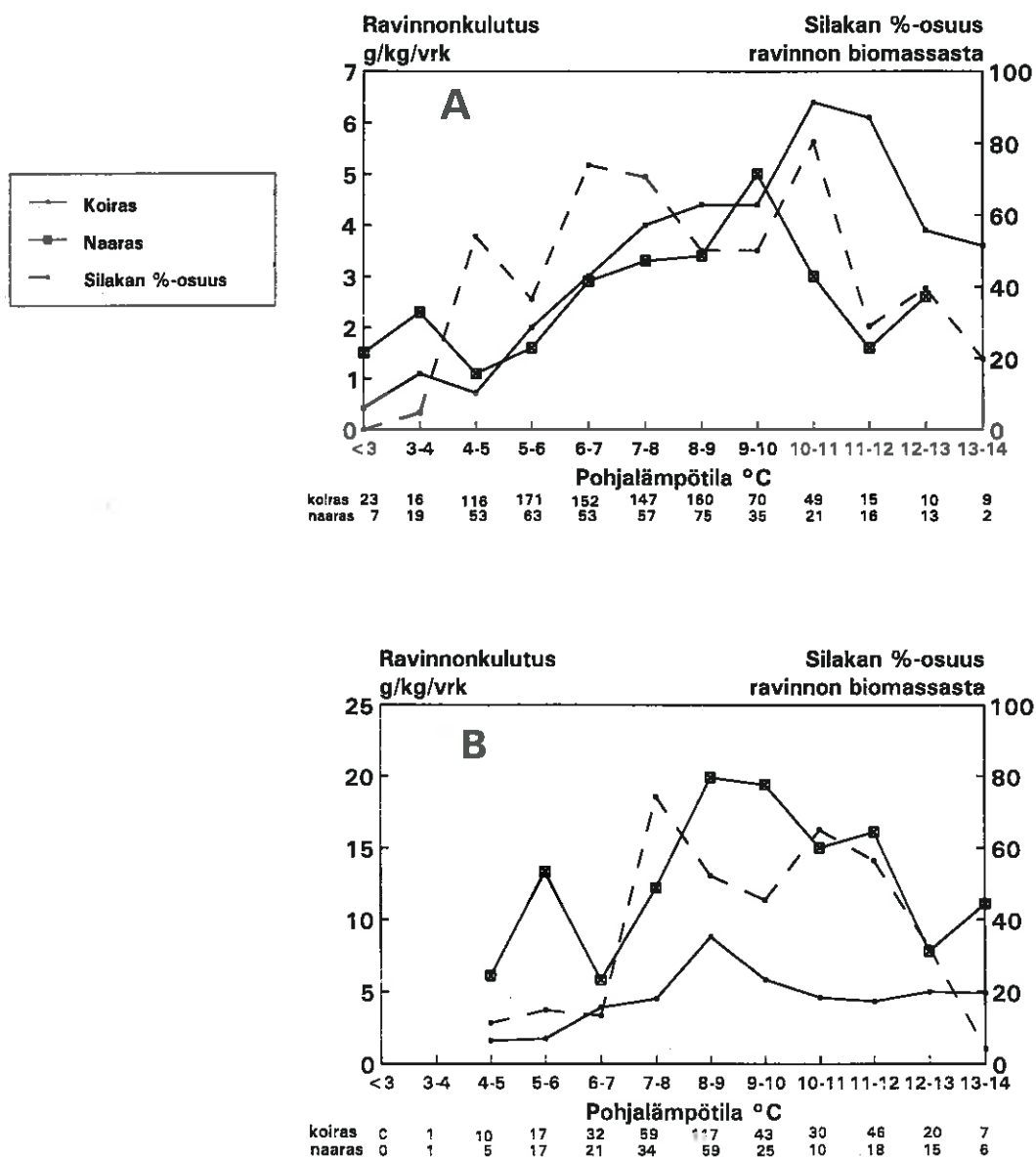
Dianan ja Mackayn (1979) mukaan immatuurit hauet kasvavat ennen sukukypsyyden saavuttamista nopeasti, koska ne käyttävät kaiken energian somaattiseen kasvuun. Kutupaaston puuttuessa ravinnonkulutus on melko suuri koko kevään ajan.

4.2. Lämpötilan vaikutus ravinnonkulutukseen

Veden lämpötilan vaikutusta ravinnonkulutuksen määrään tarkasteltiin eri lämpötiloissa pyydettyjen haukien perusteella. Ravinnon sulamisnopeuden (B') muutos lämpötiloissa 2-14 °C arvioitiin liukuvasti Dianan (1979) ja Popovan (1978) esittämien sulamisnopeuksien mukaan. Myös silakan osuuden muutosta hauen ravinnon biomassasta eri lämpötiloissa verrattiin ravinnon kokonaiskulutuksen muutoksiin.

Sekä kutemattomien että kuteneiden haukien ravinnonkulutus kasvoi veden pohjalämpötilan kohotessa alhaisimmista lukemista noin 9-11 °C:een (kuva 10). Kutemattomien koiraiden korkeimmat ravinnonkulutuksen arvot lämpötilassa 10-12 °C vastasivat kuteneiden koiraiden keskimääräistä kulutusta (6,1 g/kg/vrk, taulukko 10). Kutemattomilla naarailla lämpötilan nousun aiheuttama ravinnonkulutuksen lisääntyminen oli vähäisempi kuin koirailta (kuva 10), sillä naaraiden ravinnonkulutukseen vaikuttaa lämpötilan lisäksi kutuvalmius (gonadien kypsyysaste) enemmän kuin koirailta (taulukko 10). Kuteneiden naaraiden ravinnonkulutus oli kaikissa lämpötiloissa huomattavasti koiraiden kulutusta suurempi.

Silakan runsastuminen tutkimusalueella ja myös hauen ravinnossa tapahtui samanaikaisesti lämpötilan nousun myötä. Alhaisissa lämpötiloissa silakan osuus ravinnon biomassasta oli suhteellisen vähäinen ja lämpötilan noustessa sen osuus kasvoi jopa 50-80 %:iin. Tällöin myös ravinnonkulutus oli huipussaan. Kuitenkin veden lämpötilan noustua noin 10-12 °C:een silakan osuus ravinnosta alkoi laskea ja tällöin myös haukien päivittäinen ravinnonkulutus laski.



Kuva 10. Hauen ravinnonkulutus (g/kg/vrk) sukupuolittain ja silakan prosenttiosuus molempien sukupuolten ravinnon biomassasta eri lämpötiloissa. A=kutemattomat hauet, B=kuteneet hauet (eri lämpötiloista pyydettyjen haukien yksilömäärät kuvien alla). Huomaa erilainen pysty akseli kuvissa.

Ravinnonkulutuksen lasku noin 11-14 °C:n lämpötilassa todennäköisesti johtui silakan tarjonnan merkittävästä vähenemisestä (ks. s. 20). Hauen optimaalinen kasvu tapahtuu lämpötilassa 19-21 °C (Casselman 1978) ja mikäli saaliin tarjonta ei toimisi rajoittavana tekijänä, pitäisi ravinnonkulutuksen nousta veden lämpötilan noustessa kohti optimia. Orlovan ja Azhigaliyevan (1984) mukaan hauen päivittäisen ravinnonkulutuksen huippu oli keväällä ajankohtana, jolloin hauki söi alueella runsaasti esiintyvää kudulle tullutta särkeä. Kun suosittuja lajeja ei ole saatavilla vaadittua määrää, ravinnon kokonaiskulutus kaloilla yleensä laskee (Mann 1978).

4.3. Saalislajikohtainen ravinnonkulutus kevään aikana

Haukipopulaation ravinnonkulutusta kevään aikana tarkasteltiin tärkeimpien saalislajien osalta erikseen. Ravinnon kokonaiskulutus ja saalislajikohtaiset kulutukset laskettiin kolmen päivän liukuvana keskiarvona (kuva 11).

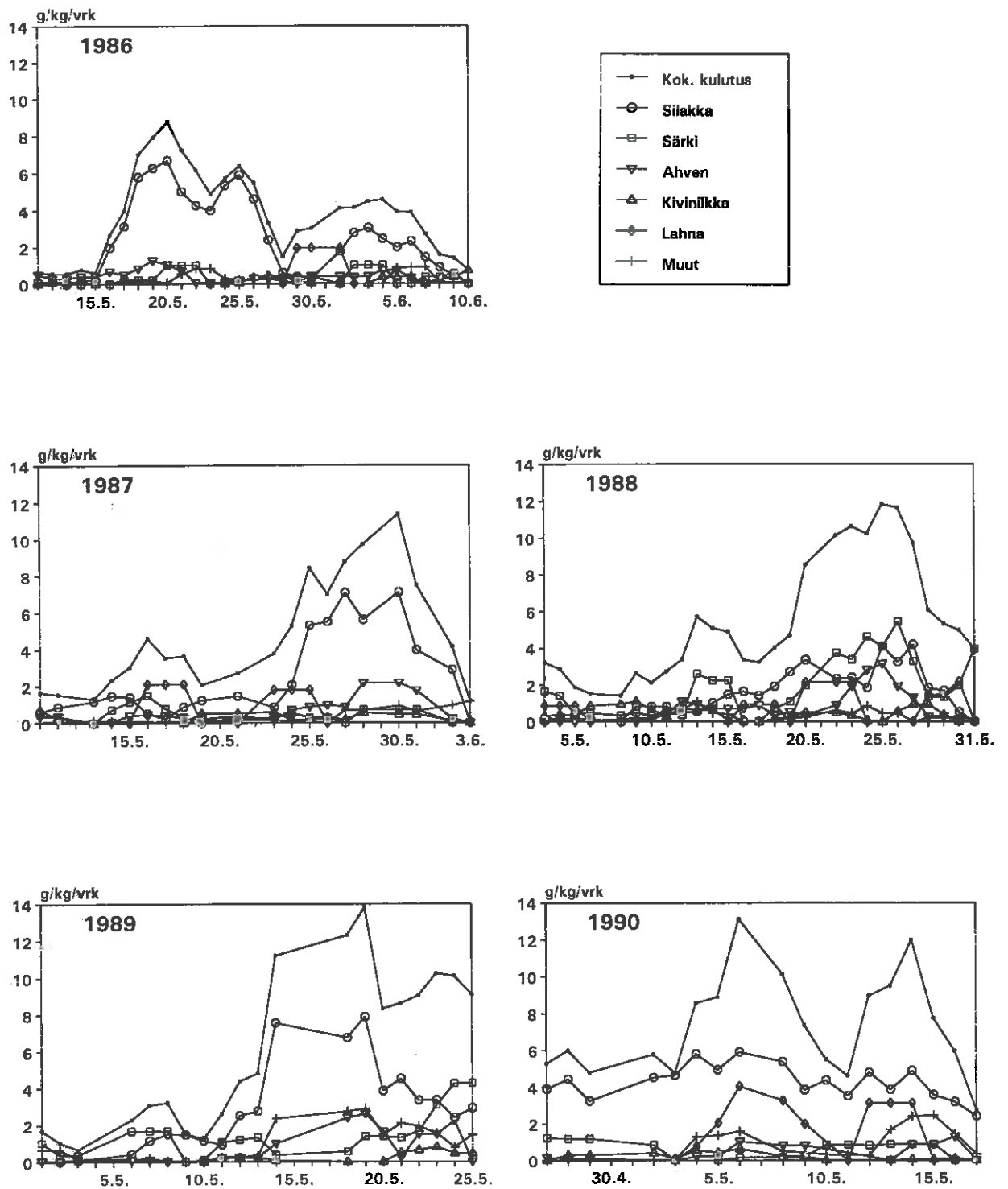
Voimakkaaseen ravinnon kokonaiskulutuksen nousuun ja toisaalta myös laskuun jaksojen loppupuolella vaikuttivat erityisesti muutokset silakan kulutuksessa (kuva 11). Vuonna 1988 silakan osuus kokonaiskulutuksesta oli huomattavan vähäinen, mutta tällöin särjen, ahvenen ja lahnan kulutukset olivat vastaavasti suuremmat. Vuonna 1990 silakan suuri osuus piti kokonaiskulutuksen suurena koko jakson ajan. Vuosien välisiin eroihin ravinnon kokonaiskulutuksen huippuarvoissa vaikuttivat enemmän ravintoa kuluttavien kuteneiden kalojen erilaiset osuudet otoksissa eri vuosina (1986 27 %, 1987 26 %, 1988 36 %, 1989 37 % ja 1990 35 %).

Tietyn lajin korvautumista jollain muulla tai joillakin muilla lajeilla kevään aikana ei ollut selvästi havaittavissa. Voimakkaisiin ravinnon kokonaiskulutuksen muutoksiin vaikutti lähinnä silakan ja lahnan kulutuksien voimakas vaihtelu, kun taas muiden lajien kulutus pysyi suhteellisen tasaisena kevään aikana. Kuitenkin silakan ilmeinen vähäinen tarjonta ja kulutus vuonna 1988 korvautui muiden lajien suuremmalla kulutuksella, jolloin kokonaiskulutus kohosi muiden vuosien tasolle.

4.4. Ravinnonkulutuksen vuosien välinen vaihtelu

Vuonna 1990 päivittäisen ravinnonkulutuksen arvot poikkesivat merkittävästi muista vuosista (taulukko 12 ja 13) sekä kuteneilla että kutemattomilla hauilla. Muiden vuosien osalta ravinnon kulutuksen erot etenkin kutemattomilla hauilla olivat vähäisiä. Kuteneiden kalojen suuremmat erot voivat johtua vertailussa käytettyjen vuosittaisten otosten pienuudesta verrattuna kutemattomien otoksiin (vain n. 30 % koko aineistosta oli kuteneita kaloja).

Vuoden 1986 kuteneiden kalojen pienet arvot johtuivat koiraiden osalta aterian keskikoon pienuudesta (ks. s. 31) ja naaraiden osalta todennäköisesti pienestä otoskoosta, jolloin kumpikaan ryhmä ei erottunut tyhjien mahalaukkujen määrien tilastollisessa vertailussa. Merkitseviä eroja vertailussa havaittiin kutemattomien koiraiden ja kuteneiden naaraiden ryhmissä (taulukko 13). Vuosi 1990 poikkesi



Kuva 11. Ravinnon kokonaiskulutus (g/kg/vrk) ja saalislajeikohtainen kulutus tärkeimpien saalislajien osalta kevään aikana.

selvästi muista vuosista. Havaittuja eroja ei voida kuitenkaan pitää merkittävinä, sillä eroja esiintyi vain kahdessa ryhmässä ja vuosi 1990 oli vertailukelpoisuudeltaan melko heikko.

Taulukko 12. Hauen päivittäinen ravinnonkulutus (g/kg/vrk) vuosina 1986-1990 (suluissa haukien yksilömäärät).

	Päivittäinen ravinnonkulutus (g/kg/vrk)									
	1986	n	1987	n	1988	n	1989	n	1990	n
Kutemattomat										
Koiras	3,4	(256)	2,3	(251)	2,3	(199)	1,8	(108)	4,7	(145)
Naaras	2,0	(98)	2,9	(86)	2,3	(114)	2,2	(69)	5,5	(53)
Kuteneet										
Koiras	3,5	(102)	7,1	(78)	7,6	(112)	5,7	(57)	6,3	(64)
Naaras	9,0	(28)	15,2	(41)	11,5	(61)	15,0	(45)	19,9	(41)

Taulukko 13. Tyhjen mahalaukkujen määrien vuosien välinen vertailu (χ^2 -testi). Mikäli vuodet 1986-90 erosivat tilastollisesti merkitsevästi, niitä verrattiin keskenään erojen paikallistamiseksi. Tilastollisesti merkitsevät erot ($P < 0,05$) vuosien välillä on merkitty tähdellä ja mikäli eroa ei havaittu merkinä on -.

	Kutemattomat koiraat	Kutemattomat naaraat	Kuteneet koiraat	Kuteneet koiraat
	P=0,013	P=0,090	P=0,068	P=0,028
1986				86
87	*			87
88	-			88
89	-			89
90	-	*	*	*
	86 87 88 89			86 87 88 89

Aterian kokojakaumien tilastollisessa tarkastelussa havaittiin eroja vuosien välillä ainoastaan kuteneiden koiraiden ryhmässä (Kruskalin-Wallis testi, $P < 0,05$). Vuosi 1987 poikkesi kuteneiden koiraiden osalta vuosista 1986 ja 1990 (Tukeyn testi, $P < 0,05$). Ainoastaan yhdessä ryhmässä esiintyvien erojen perusteella ei kuitenkaan aterian kokojakaumien vaihtelua vuosien välillä voida pitää merkittävänä.

Vuoden 1990 muita vuosia korkeammat päivittäisen ravinnonkulutuksen arvot johtuivat silakan runsaammasta kulutuksesta koekalastusjakson aikana verrattuna muihin vuosiin. Vuonna 1990 silakan osuus kevään ravinnonkulutuksesta pysyi suhteellisen korkeana koko koekalastusjakson ajan (kuva 11), jolloin myös koko kevään otoksesta laskettu ravinnonkulutus oli suuri. Muina vuosina silakan vähäinen tarjonta koejaksojen alussa ja lopussa on alentanut näiden vuosien ravinnon kokonaiskulutusta. Orlovan ja Popovan (1986) mukaan ravinnonkulutus on korkeimmillaan niinä vuosina, jolloin tärkeimpien saalislajien saatavuus on suurimmillaan.

Ravinnonkulutuksen erot vuosien välillä olivat vähäisiä ja vuoden 1990 ero muihin vuosiin nähden johtui pääasiassa näytteenottojakson erilaisesta ajoittumisesta kevään suhteen. Vaikka saalislajikoostumuksissa havaittiin suuriakin eroja vuosien välillä, eivät erot heijastuneet ravinnonkulutuksesta saatuihin arvioihin vaan eri vuosien ravinnonkulutuksen arvot edustavat melko luotettavasti koko tutkimuksen keskiarvoja.

3.4.5. Ravinnonkulutuksen alueellinen vaihtelu

Erot päivittäisen ravinnonkulutuksen arvoissa Keipsalon ja Hudön välillä olivat pienet (taulukko 14). Osa-alueiden A-F välillä erot olivat merkittävämpiä, mutta pienet otoskoot selittävät osan vaihtelusta (3/4:ssa kuteneiden haukien otoksista oli alle 30 yksilöä).

Taulukko 14. Hauen päivittäinen ravinnonkulutus (g/kg/vrk) osa-alueilla A-F sekä koko Keipsalon ja Hudön alueilla (suluissa haukien kokonaismäärät).

	Keipsalo				Hudö		Keipsalo (1229)	Hudö (691)
	A (448)	B (421)	C (219)	D (104)	E (178)	F (175)		
Kutemattomat								
Koiras	3,0	2,6	3,9	2,5	3,0	2,4	3,0	2,6
Naaras	1,5	2,0	1,7	3,2	4,4	1,8	2,1	3,8
Kuteneet								
Koiras	7,7	4,8	3,3	12,9	6,4	6,8	6,3	5,9
Naaras	13,4	11,3	16,7	21,2	12,1	14,8	13,0	15,2

Tilastollisessa tarkastelussa Keipsalon ja Hudön välillä havaittiin merkitsevä ero tyhjien mahalaukkujen määrissä vain kutemattomien naaraiden otoksissa (χ^2 -testi, $P < 0,05$). Ero johtui osittain siitä, että vähemmän ravintoa kuluttavien kutukypsytydeltään 3- ja 4-vaiheen kalojen määrä kutemattomista naarashauista oli Keipsalossa suurempi (Keipsalo 66,3 %, Hudö 57,0 %). Aterian kokojakaumissa ei havaittu merkitseviä eroja alueiden välillä (Mannin-Whitney U-testi).

Tilastollisessa tarkastelussa osa-alueiden A-F välillä havaittiin eroja tyhjen mahalaukkujen määrissä kutemattomien naaraiden ryhmässä (taulukko 15). Ainoastaan yhdessä ryhmässä esiintyvien erojen perusteella ei kuitenkaan vaihtelua osa-alueiden välillä voida pitää merkittävänä. Aterian kokojakaumissa ei osa-alueiden A-F välillä havaittu merkitseviä eroja (Kruskalin-Wallis test).

Taulukko 15. Tyhjen mahalaukkujen määrien alueittainen vertailu (χ^2 -testi). Mikäli osa-alueet A-F erosivat tilastollisesti merkitsevästi, niitä verrattiin keskenään erojen paikallistamiseksi. Tilastollisesti merkitsevät erot ($P < 0,05$) osa-alueiden välillä on merkitty tähdellä ja mikäli eroa ei havaittu merkinä on -.

Kutemattomat koiraat	Kutemattomat naaraat	Kuteneet koiraat	Kuteneet naaraat
P=0,222	P=0,032	P=0,158	P=0,342
	A		
	B -		
	C - -		
	D - - -		
	E * - * -		
	F - - - - -		
	A B C D E		

Osa-alueelta D (Bonäsviken) saatiin huomattavasti suuremmat kuteneiden kalojen ravinnonkulutuksen arvot kuin muilta osa-alueilta. Bonäsvikenissä lahnan osuus ravintohavainnoista oli myös muita osa-alueita suurempi (taulukko 9). Biomassaltaan erityisen suurten ravintokohteiden sisältyminen ravintoon nosti osa-alueen D ravinnonkulutuksen arvoja huomattavasti. Aterian koon tilastollisissa vertailuissa osa-alueen D erot eivät kuitenkaan erotu otoksien pienuuden vuoksi (kuteneet koiraat 17 yks., kuteneet naaraat 15 yks.).

Merkintäkokeissa Keipsalon ja Hudön haukikannat todettiin erillisiksi, mikä mahdollisti oletuksen, että kantojen välillä olisi havaittavissa eroja ravinnonkulutuksessa ja myös kasvussa. Alueiden kannat eivät kuitenkaan eronneet ravinnonkulutuksen suhteen ja Autio (1991) on osoittanut, etteivät myöskään kyseisten haukikantojen kasvunopeudet poikkea toisistaan.

4.6. Pyydyksen vaikutus ravinnonkulutuksesta saatuihin arvioihin

Verkoilla pyydettyjen haukien päivittäisen ravinnonkulutuksen arvot olivat pääasiassa pienempiä kuin uistin- ja rysäkalojen vastaavat arvot (taulukko 16). Aterian keskikoko oli verkkokaloilla kuitenkin suhteellisen suuri verrattuna muiden pyydysten kaloihin. Pienemmät ravinnonkulutuksen arvot verkkokaloilla johtuivatkin pääosin tyhjen mahalaukkujen suuremmasta osuudesta otoksissa verrattuna uistinkaloihin ja kuteneisiin rysäkaloihin.

Taulukko 16. Hauen päivittäinen ravinnonkulutus (g/kg/vrk), aterian keskikoko (g/kg) ja tyhjien mahalaukkujen prosenttiosuus verkolla, uistimella ja rysällä pyydyillä hauilla.

	Verkko				Uistin				Rysä			
	g/kg/ vrk	g/kg	%	n	g/kg/ vrk	g/kg	%	n	g/kg/ vrk	g/kg	%	n
Kutemattomat												
Koiras	2,8	35,2	77,7	(879)	6,1	27,3	50,0	(22)	2,1	31,8	84,4	(32)
Naaras	2,4	34,9	80,5	(344)	3,7	29,7	72,1	(43)	4,5	63,6	82,1	(28)
Kuteneet												
Koiras	5,8	42,8	68,7	(351)	7,3	38,3	58,8	(34)	7,5	28,7	38,9	(18)
Naaras	14,0	72,3	52,9	(136)	13,5	49,5	39,3	(56)	16,8	89,4	55,0	(20)

Ongelmana pyydysten välisessä vertailussa oli uistin ja rysäkalojen suhteellisen pienet näytemäärät. Tilastollisen tarkastelun erot pyydysten välillä olivat kuitenkin suuntaa antavia siten, että verkkokaloista saatavat tulokset poikkeavat muilla pyydyksillä saatujen kalojen vastaavista arvoista (taulukko 17).

Taulukko 17. Verkolla, uistimella ja rysällä pyydettyjen haukien aterian kokojakaumien (Mannin-Whitneyn U-testi) ja tyhjien mahalaukkujen määrien tilastollinen vertailu (χ^2 -testi). Tilastollisesti merkitsevien erojen ($P < 0,05$) osalta on annettu P-arvo. Muussa tapauksessa merkinä on -.

	Aterian koko g/kg		Tyhjien mahalaukkujen määrä	
	Verkko-Uistin	Verkko-Rysä	Verkko-Uistin	Verkko-Rysä
Kutemattomat				
Koiras	-	-	P=0,002	-
Naaras	-	-	-	-
Kuteneet				
Koiras	-	-	-	P=0,009
Naaras	P=0,041	-	-	-

Rysäkalojen vaihtelevat arvot päivittäisessä ravinnonkulutuksessa, aterian keskikossa ja tyhjien mahalaukkujen määrissä (taulukko 16) johtuivat todennäköisesti aineiston pienuuden lisäksi rysien vaihtelevasta pyynnissäoloajasta (1-2 vrk), jolloin ravinnon sulamista ehti tapahtua enemmän kuin muissa pyydyksissä. Hauet saattavat myös syödä muita rysässä olevia kaloja.

Uistimella saatujen kalojen aterian keskikoko oli pääasiassa pienempi kuin verkko- ja rysäkalojen (taulukko 16.). Uistin todennäköisesti pyytää kylläisiä, kookkaan aterian sisältäviä haukia vähemmän kuin verkko ja rysä, jolloin aterian keskikoko uistinkaloilla saattaa jäädä pienemmäksi. Tyhjien mahalaukkujen osuus uistinkaloil-

la oli selvästi pienempi kuin verkkokaloilla. Uistimen pitäisi kuitenkin houkutella tyhjämahaisia haukia vähintään yhtä paljon, kuin ravintoa sisältäviä kaloja. Erot uistin- ja verkkokalojen tyhjien mahalaukkujen määrissä viittaisivat siihen, että verkko pyytää erityisesti tyhjämahaisia haukia tai osa verkkokaloista oksentaa verkossa. Nälkäiset hauet todennäköisesti liikkuvat kylläisiä haukia enemmän, jolloin seisovat pyydykset valikoivat nälkäisiä yksilöitä. Dianan (1979) mukaan verkkoon tarttuneet saalisajit saattavat houkutella tyhjämahaisia haukia verkon läheisyyteen.

Petokalojen ravinnonkulutusta mahanäytteiden perusteella arvioivissa tutkimuksissa kalojen syömän aterian koko helposti aliarvioidaan. Pyyntitavasta riippumatta näyte haukipopulaatiosta koostuu syöti-lepojaksen eri vaiheessa olevista kaloista. Pyydykseen joutuminen voi keskeyttää kalan syöntijaksen, jolloin syödyn ravinnon määrä mitataan liian pieneksi (Diana 1979). Ravinnon sulaminen pyydyksessä saattaa myös olla virhelähde. Jos kalalla on voimakkaasti sulaneita ravintokohteita mahalaukussaan ennen pyydykseen joutumista, ne voivat verkossa tai rysässä sulaa määrityskelvottomiksi, jolloin aterian koko arvioidaan todellista pienemmäksi. Aika, jonka kala joutuu olemaan pyydyksessä on kuitenkin suhteellisen lyhyt ravinnon sulamisaikaan verrattuna (tässä tutkimuksessa n. 2/16 - 5/16), joten pyydyksessä sulaminen ei todennäköisesti aiheuta suurta virhettä.

Useimmissa hauen ravintoa käsittelevissä tutkimuksissa haukia on pyydetty verkoilla. Healy (1956) esitti, että suurin ongelma hauen ravintonäytteiden otossa on haukien oksentaminen verkoissa. Treasurer'in (1988) mukaan oksentaneiden haukien prosenttiosuus näytteestä on lineaarisesti riippuvainen lämpötilasta siten, että korkeissa lämpötiloissa oksentaneiden kalojen osuus on suurempi. Oksentamista tapahtuu myös erityisesti silloin, kun kala nostetaan syvästä vedestä pyydystä koettaessa (Korhonen ja Heikinheimo-Schmid 1993). Oksentaneet kalat on periaatteessa mahdollista tunnistaa mahan ohutseinäisyyden ja velttouden perusteella (Treasurer 1988). Tässä tutkimuksessa ei tätä pyritty havainnoimaan. Tutkimuksen tulokset kuitenkin viittaavat siihen, että haukipopulaation ravinnonkulutus saatetaan aliarvioida jos näytteenottomenetelmänä käytetään ainoastaan verkkokalastusta.

1. JOHTOPÄÄTÖKSET

Bioenergeettisten mallien käyttö on nykyisin yleistynyt kalojen ravinnonkulutustutkimuksissa. Menetelmissä ei tarvita mahanäytteitä muuhun kuin saalisajikoostumuksen selville saamiseen. Mahanäytteisiin perustuvat menetelmät kuvaavat kuitenkin parhaiten nopeita muutoksia petokalapopulaation ravinnonkäytössä esimerkiksi saaliin tarjonnan vaihdellessa tai kun tutkittavan lajin ravinnonkulutusta säätelee jokin muu tekijä kuin veden lämpötila (esim. kutu).

Luotettavien tulosten saamiseksi hauen kaltaisten petokalojen käyttämistä saalislajeista ja niiden osuuksista ravinnossa näytteenoton tulisi kattaa mahdollisimman monipuolisesti luonteeltaan toisistaan eroavat elinympäristöt. Nopeasti

muuttuvissa ympäristöolosuhteissa näytteenoton tulisi olla ajallisesti kattava, sillä veden lämpötilan ja saaliin tarjonnan muutokset säätelevät petokalapopulaation ravinnonkäyttöä voimakkaasti lyhyelläkin aikavälillä. Ravinnonkulutuksen arvioinnissa veden lämpötila ja sen muutokset pitäisi aina ottaa huomioon ja raportoida, jotta tulokset eri tutkimusten välillä olisivat vertailukelpoisia. Veden lämpötila tulisi myös aina mitata sieltä, missä näytteeksi saadut kalat liikkuvat ja ravinnon sulaminen todellisuudessa tapahtuu. Sukupuolet olisi käsiteltävä erillään, sillä koiraan ja naaraan väliset erot ravinnonkulutuksessa voivat olla merkittäviä.

Verkkokalastus on yleensä ollut käytetyin näytteenottomenetelmä ravintotutkimuksissa, mutta tämän tutkimuksen perusteella tutkittavan populaation ravinnonkulutus saatetaan aliarvioida verkoilla pyydetyistä näytteistä. Tietoa pyydystyyppien eroista ja niiden aiheuttamista virhelähteistä näytteenotossa olisi saatava mahanäytteisiin perustuvien ravinnonkulutustutkimusten tulosten luotettavuuden selvittämiseksi.

Kiitokset

Vuotuiset koekalastukset teki Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen henkilökunta Sakari Kuikan johdolla. Kenttämestarina kaikkina tutkimusvuosina toimi Jaakko Autio ja apureina töissä vierailivat Ali Lindahl, Vesa Karttunen, Mika Rahikainen, Kalle Sundman, Riku Lumiaro, Pekka Salminen sekä monet muut henkilöt. Haluamme kiittää kaikkia koekalastuksiin osallistuneita. Kiitokset myös Outi Heikinheimo-Schmidille, Matti Salmiselle, Lauri Urholle ja Oili Vuorimiehelle käsikirjoituksen kommentteista ja parannusehdotuksista.

IRJALLISUUS

Allen, K. R. 1939. A note on the food of pike (*Esox lucius* L.) in Windermere. *J. Anim. Ecol.* 8: 72-75.

Alm, G. 1957. Avkastningen av gädd- och abborrfisket vid Sveriges östersjökust under åren 1914-1955. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 38: 6-69.

Autio, J. 1991. Loviisan haukitutkimus - kantojen paikallisuus, yksikkösaaliiden muutokset ja verkkojen selektiivisyys. *Kalatalouden tutkielma. Helsingin yliopisto, Limnologian laitos.* 51 s.

Bajkov, A. 1935. How to estimate the daily food consumption of fish under natural conditions. *Trans. Am. Fish. Soc.* 65: 288-289.

Behnke, H., Winkler, H. M. & Debus, L. 1986. Untersuchungen zum Bestand und zur Nahrungsökologie der Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus* und *Pungitius pungitius*) im Freiwasser des Barther Bodden. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock - 35. Jahrgang 1986. Naturwissenschaftliche Reihe, Heft 5.*

Beyerle, G. B. & Williams, J. E. 1968. Some observations of food selectivity by northern pike in aquaria. *Trans. Am. Fish. Soc.* 97: 28-31.

Bruyenko, V. P. 1976. Feeding habits of pike (*Esox lucius* L.) in the Kremenchug reservoir during the spawning period. *Hydrobiol. J.* 12(1): 103-106.

Casselman, J. M. 1978. Effects of environmental factors on growth, survival, activity, and exploitation of northern pike. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ.* 11: 114-128.

Christie, W. J., Scott, K. A., Sly, P. G. & Strus, R. H. 1987. Recent changes in the aquatic food web of eastern Lake Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44(Suppl. 2): 37-52.

Darnell, R. M. & Meierotto, R. R. 1962. Determination of feeding chronology in fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 91: 313-320.

Diana, J. S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Zool.* 57: 2121-2127.

Diana, J. S. 1983. An energy budget for northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Zool.* 61: 1968-1975.

Diana, J. S. & Mackay, W. C. 1979. Timing and magnitude of energy deposition and loss in the body, liver, and gonads of northern pike (*Esox lucius*). *J. Fish. Res. Bd. Can.* 36: 481-487.

- Eggers, D. M. 1977. Factors in interpreting data obtained by diet sampling of fish stomachs. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 34: 290-294.
- Elliot, J. M. & Persson, L. 1978. The estimation of daily rates of food consumption for fish. *J. Anim. Ecol.* 47: 977-991.
- Frost, W. E. 1954. The food of pike, *Esox lucius* L., in Windermere. *J. Anim. Ecol.* 23: 339-360.
- Hart, P. J. B. & Connellan, B. 1984. Cost of prey capture, growth rate and ration size in pike, *Esox lucius* L., as functions of prey weight. *J. Fish Biol.* 25: 279-292.
- Healy, A. 1956. Pike (*Esox lucius* L.) in three Irish lakes. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.* 27: 51-67.
- Heikinheimo-Schmid, O. & Kolari, I. 1991. Kuhan ja taimenen talviaikainen ravinto ja ravinnokulutus Lohjanjärvessä. Helsinki. RKTL, Kalantutkimusosasto. (Moniste).
- Hellström, N. 1978. Hauen kasvusta ja ravinnosta Tvärminnessä. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, Eläintieteen laitos. 67 s.
- Hewett, S. W. & Johnson, B. L. 1992. Fish Bioenergetics Model 2. University of Wisconsin-Madison. UW Sea Grant Technical Report No. WIS-SG-92-250. 79 p.
- Hoogland, R., Morris, D. & Tinbergen, N. 1956. The spines of sticklebacks (*Gasterosteus* and *Pygosteus*) as means of defence against predators (*Perca* and *Esox*). *Behaviour* 10: 205-236.
- Hudd, R. 1985. Assessment of the smelt (*Osmerus eperlanus* (L.)) stock in the Northern Quark, Gulf of Bothnia. *Finnish Fish. Res.* 5: 55-68.
- Ilus, E. (toim.) 1986. Loviisan ydinvoimalaitosta ympäröivän merialueen biologinen tarkkailu vuonna 1982. Säteilyturvakeskus, valvontaosasto. STUK-B62. 82 s.
- Jobling, M. 1987. Influences of food particle size and dietary energy content on patterns of gastric evacuation in fish: test of a physiological model of gastric emptying. *J. Fish Biol.* 30: 299-314.
- Jude, D. J., Tesar, F. J., Deboe, S. F. & Miller, T. J. 1987. Diet and selection of major prey species by Lake Michigan salmonides, 1973-1982. *Trans. Am. Fish. Soc.* 116: 677-691.
- Karås, P. & Lehtonen, H. 1990. Gäddans (*Esox lucius* L.) utbredning och förflyttningar i Östersjön. Naturvårdsverk Drottningholm. 30 s. (Moniste).
- Kaukoranta, E. & Lind, E. A. 1975. The pike, *Esox lucius* L., in the estuary of the Oulujoki river. I. Ecology. *Ichthyol. Fenn. Borealis* 1975 (1-2): 1-40.

Kitchell, J. F., Stewart, D. J. & Weininger, D. 1977. Applications of a bioenergetics model to yellow perch (*Perca flavescens*) and walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). J. Fish. Res. Bd. Can. 34: 1922-1935.

Koli, L. 1990. Suomen kalat. WSOY, Porvoo. 357 s.

Korhonen, P. & Heikinheimo-Schmid, O. 1993. Suurten petokalojen ravinto Ontojärvessä ja Lentuassa ja ravinnonkulutuksen arviointi. Helsinki. RKTL, Kalantutkimusosasto. Kalatutkimuksia 70: 1-52.

Kristoffersson, R. & Oikari, A. 1975. Notes on the biology of the eel-pout, *Zoarces viviparus* (L.), in the brackish water of Tvärminne, Gulf of Finland. Ann. Zool. Fennici 12: 143-147.

Lawler, G. H. 1965. The food of pike, *Esox lucius*, in Heming Lake, Manitoba. J. Fish. Res. Bd. Can. 22: 1357-1377.

Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol. 20: 201-219.

Lehtonen, H. 1973. Haukien liikkeistä Suomen rannikkovesissä. Suomen kalastuslehti 17(3): 53-57.

Lehtonen, H. 1981. Biology and stock assessments of Coregonids by the Baltic coast of Finland. Finnish Fish. Res. 3: 31-83.

Lehtonen, H. 1986. Fluctuations and long-term trends in the pike, *Esox lucius* (L.) population in Nothamn, Western Gulf of Finland. Aqua Fennica 16,1: 3-9.

Lehtonen, H., Böhling, P., & Hildén, M. 1983. Saaristomeren pohjoisosan kalavarat. Helsinki. RKTL, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 9: 86-140.

Leinikki, J. 1988. Hauen kutupaikan valinta Tvärminnen ulkosaaristossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, Hydrobiologian laboratorio. 49 s.

Lyons, J. & Magnuson, J. J. 1987. Effects of walleye predation on the population dynamics of small littoral-zone fishes in a Northern Wisconsin Lake. Trans. Am. Fish. Soc. 116: 29-39.

Mann, K. H. 1978. Estimating the food consumption of fish in nature. In: Ecology of freshwater fish production. Ed. S. D. Gerking. Oxford, Blackwell Scientific Publications. p. 250-273.

Mann, R. H. K. 1982. The annual food consumption and prey preferences of pike (*Esox lucius*) in the river Frome, Dorset. J. Anim. Ecol. 51: 81-95.

Mauck, W. L. & Coble, D. W. 1971. Vulnerability of some fishes to northern pike (*Esox lucius*) predation. J. Fish. Res. Bd. Can. 28: 957-969.

Nikolsky, G. W. 1963. The ecology of fishes. London and New York, Academic Press. 352 p.

Orlova, E. L. & Azhigaliyeva, G. K. 1984. Food availability and growth of pike in the Volga delta. *Hydrobiol. J.* 20: 26-31.

Orlova, E. L. & Popova O. A. 1986. Feeding of predatory fishes in relation to concentration of prey organisms. *J. Ichthyol.* 26: 72-79.

Orpana, T. 1991. Pohjanpitäjänlahden kiisken (*Gymnocephalus cernuus* (L.)) biologiala. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, Eläintieteen laitos. 46 s.

Parmanne, R. 1990. Growth, morphological variation and migrations of herring (*Clupea harengus* L.) in the northern Baltic Sea. *Finnish Fish. Res.* 10: 1-48.

Petersen, G. H. 1984. Energy flow in comparable aquatic ecosystems from different climatic zones. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer.* 183: 119-125.

Pihu, E. 1987. Matk kalariiki. Tallinn Valgus. 360 s.

Popova, O. A. 1978. The role of predaceous fish in ecosystems. In: Ecology of freshwater fish production. Ed. S. D. Gerking. Oxford, Blackwell Scientific Publications. p. 215-249.

Raat, A. J. P. 1988. Synopsis of biological data on the northern pike, *Esox lucius*, Linnaeus 1758. *FAO Fish. Synop.* 30, Rev. 2. 178 s.

Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. Biometria. Tilastotiedettä ekologeille. Yliopistopaino, Helsinki. 569 s.

Ratala, V. 1988. Hauen (*Esox lucius* L.) kasvusta, kunnosta ja ravinnosta Kuhmossa v. 1984-85. Pro gradu -tutkielma. Oulun Yliopisto, Eläintieteen laitos. Oulu. 46 s.

Riemens, R. G. 1977. Overleving van snoek die met de hengel is gevangen en meteen daarna is teruggezet (Survival of northern pike captured by angling and released immediately after capture). *Annu. Rep. Org. Verbetering Binnenviss.* 1975/1976: 67-83. (Kieli: hollanti, englanninkielinen tiivistelmä).

Salmi, J. 1982. Hauen, ahvenen, kuhan ja mateen ravinnosta rannikkovesissämme. Sivulaudatur-tutkielma. Helsingin yliopisto, Eläintieteen laitos. 97 s.

SAS User's Guide: Basics, Version 5 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1985.

Sjöblom, V. 1961. Wanderungen des Strömlings (*Clupea harengus* L.) in einigen Schären- und Hochseegebieten der nördlichen Ostsee. *Ann. Zool. Soc. "Vanamo"* 23: 1-190.

Steigenberger, L. W. & Larkin, P. A. 1974. Feeding activity and rates of digestion of northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*). J. Fish. Res. Bd. Can. 31(4): 411-420.

Swenson, W. A. & Smith, L. L. 1973. Gastric digestion, food consumption, feeding periodicity, and food conversion efficiency in walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*). J. Fish. Res. Bd. Can. 30: 1327-1336.

Treasurer, J. W. 1988. Measurement of regurgitation in feeding studies of predatory fishes. J. Fish Biol. 33: 267-271.

Vuorimies, O. 1984. Turskan (*Gadus morhua callarias* L.) kasvusta, lisääntymisestä ja ravinnosta Tvärminnessä. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, Eläintieteen laitos. 59 s.

Vuorimies, O. 1989. Petokalojen, erityisesti hauen, ravinnon käyttö. Kirjallisuuskatsaus. Helsinki. RKTL, Kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 90: 1-69.

Wagner, W. C. 1972. Utilization of alewives by inshore piscivorous fishes in lake Michigan. Trans. Am. Fish. Soc. 101(1): 35-63.

Weithman, A. S. & Anderson, R. O. 1976. Angling vulnerability of Esocidae. Proc. Annu. Conf. Southeast. Assoc. Game Fish Comm. 30: 99-102.

Windell, J. T. 1978. Digestion and the daily ration of fishes. In: Ecology of freshwater fish production. Ed. S. D. Gerking. Oxford, Blackwell Scientific Publications. p. 159-183.

Yrjänä, T. 1988. Eräiden hauen ja mateen kalastusmenetelmien käyttökelpoisuudesta neljällä kuhmolaisella järvellä. Suomen kalastuslehti 95: 234-238.

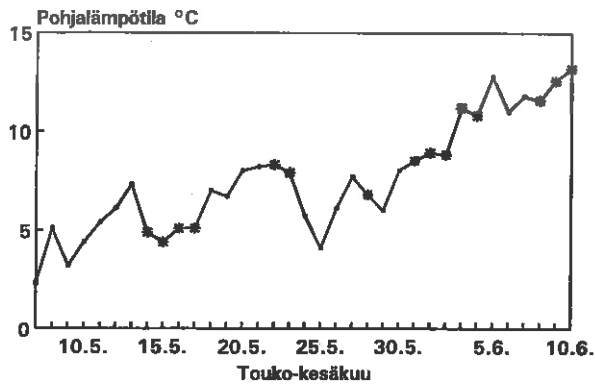
Taulukko 1. Saaliskalojen pituus(L, millimetreinä)-paino(W, grammoina) -suhteen yhtälöiden ($W=a \cdot L^b$) parametrit.

Laji	a	b	Lähde
Silakka*	6,2 $\cdot 10^{-3}$	3,019	Parmanne 1990
Kolmipiikki	4,37 $\cdot 10^{-6}$	3,23	Behnke ym. 1986
Kivinielkä*	1,014 $\cdot 10^{-2}$	2,7826	Kristoffersson & Oikari 1975
Ahven	1,302 $\cdot 10^{-5}$	2,9916	Lehtonen ym. 1983
Särki	3,951 $\cdot 10^{-5}$	2,7681	Lehtonen ym. 1983
Kuore	3,2203 $\cdot 10^{-6}$	3,126	Hudd 1985
Kiiski*	7,4539 $\cdot 10^{-3}$	3,1325	Orpana 1991
Lahna	4,221 $\cdot 10^{-5}$	2,79801	Lehtonen ym. 1983
Tokot	2,031 $\cdot 10^{-3}$	1,587	(Eläinmuseo, n=20)
Kymmenpiikki	2,09 $\cdot 10^{-5}$	2,72	Behnke ym. 1986
Kivisimppu	9,34 $\cdot 10^{-6}$	3,1785	Pihu 1987
Sorva*	3,869 $\cdot 10^{-3}$	3,597	Pihu 1987
Salakka*	6,934 $\cdot 10^{-3}$	3,222	Pihu 1987
Kilohaili	-	-	(Silakan yhtälö)
Pikkutuulenkala*	8,53 $\cdot 10^{-4}$	3,571	Pihu 1987
Pasuri	-	-	(Lahnan yhtälö)
Turska	1,0 $\cdot 10^{-5}$	3,0037	Vuorimies 1984
Siika*	1,313 $\cdot 10^{-2}$	2,863	Lehtonen 1981

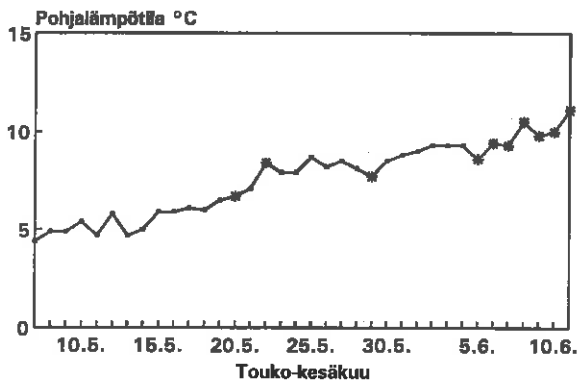
* Pituus senttimetreinä (cm)

Liite 2.

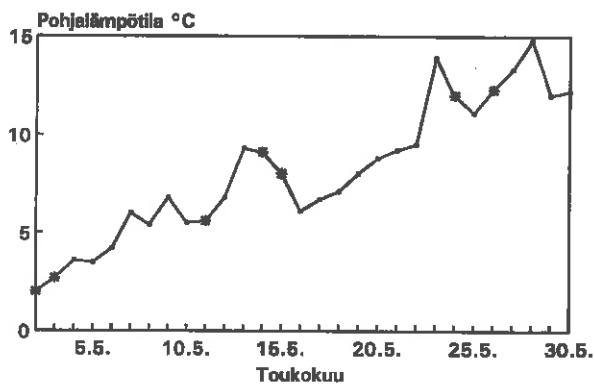
1986



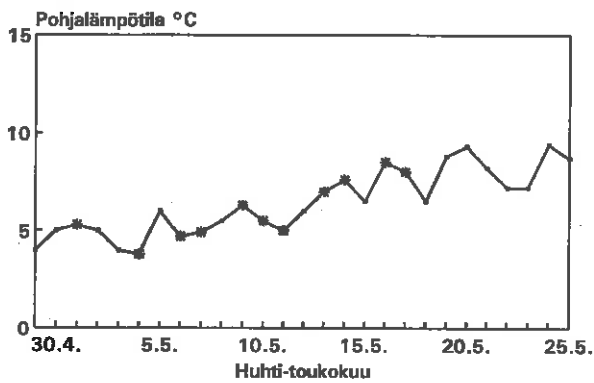
1987



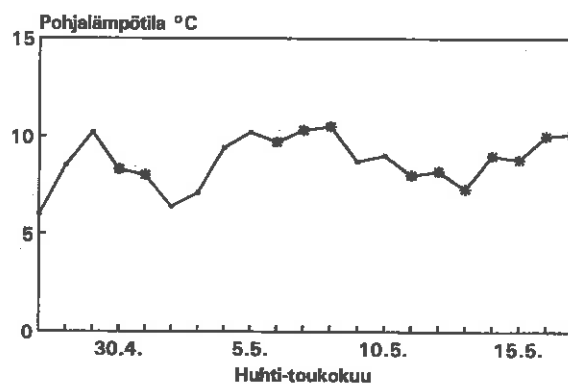
1988



1989



1990



Kuva 1. Veden pohjalämpötilojen keskiarvo tutkimusalueella päivittäin. Tutkimusalueen puuttuvat lämpötiedot on täydennetty Santion sääaseman veden lämpötilatietojen mukaan.

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 siianpoikasten 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 metsäjärvenissä.** (Sammandrag: Kräften (*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 troolipyyntin kehittyminen Porin edustan merialueella syksyllä 1976–1985 ja silakoiden kasvu, kuntokerroin ja polkasten 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 sumpputuskokeet Porin edustalla 1985. (Sumpfförsök 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.** (Fiskeritutredning 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 mät- 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 vesistössä Nokian alapuolella.** (Fiskebeståndsskador och kompenstationen 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 Inarijärven 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*) saalituksen vaikutus Inarin Juutuanjoen taimenistutusten tuloksellisuuteen (Predation by mergansers (*Mergus merganser*) on planted brown trout smolts in the River Juutuanjoki) (Sammandrag: Predationen av skräken (*Mergus merganser*) på nyttigsatt odlad öring i Älven Juutuanjoki). 58 s. Helsinki 1991.
- 33 **SALMINIITY, 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 Torneälvsvattendrag åren 1987–1989). s. 1–48.

KARTTUNEN, V., ROMA-KANIEMI, A. ja PRUUKI, V. Kalastustilastoja Tornionjoen vesistöstä vuodelta 1990 (Statistics on fishing in the Tornionjoki River basin in 1990) (Sammandrag: Fiskeristatistik för Torneälvsvattendrag 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 användbarhet vid uppföljningen av Torne-Muonioälvsvälskebestånd). 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 harmaanierian 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) (Oohtankeäsu: Aanaarjáávran ivij 1972–1985 tohhum ränisrávdui Carlin-meárrkkumij 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. Kalatautien 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 nieriän 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) (Oohtankeäsu: Aanaarjáávran ivij 1965–1986 tohhum rávdui Carlin-meárrkkumij 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 kannattavuus (Profitability of filleting whitefish (*Coregonus lavaretus* s.l.)) (Sammandrag: Sikfilingens 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 Torneälv). 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 poikas- tutkimukset 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., RUUHIJÄRVI, J. ja ARVO- LA, L. Iso Valökjärven kalkituskokellun 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 Valkjärvestä (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 kalkning). 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 rodunjalous** (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 järvitaimenen vuosien 1971–1989 Carlin-merkkintöjen tulokset. (Results of Carlin tagging experiments with brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris*) in Lake Inari tributaries in 1971–1989) (Sammandrag: Resultat för Carlin-märkningarna 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-merkkintätulokset vuosilta 1973–1988 (Report on salmon (*Salmo salar* L.) tagging experiments performed by Taivalkoski State Aquaculture in 1973–1988) (Sammandrag: Resultat av Carlin-märkningarna av lax (*Salmo salar* L.) som utfördes Norra Finlands centralfiskodlingsanstalt åren 1973–1988). 75 s. Helsinki 1993.
63. **SAURA, A.** Polttomerkinnän soveltuvuus yksikesäisten kalanpoikasten merkintään (The use of hot branding in the marking of one-summer-old juvenile fish) (Sammandrag: Brännmärkningsmetoden som gruppmarkningsmetod 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 hoitosuunitelma. 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 resultaten 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 Ontojärvessä 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 rekreationsfiskets 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-tautiherkyyteen.** (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. Järvitalmenistutusten 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.

ISBN 951-8914-54-0
ISSN 0787-8478