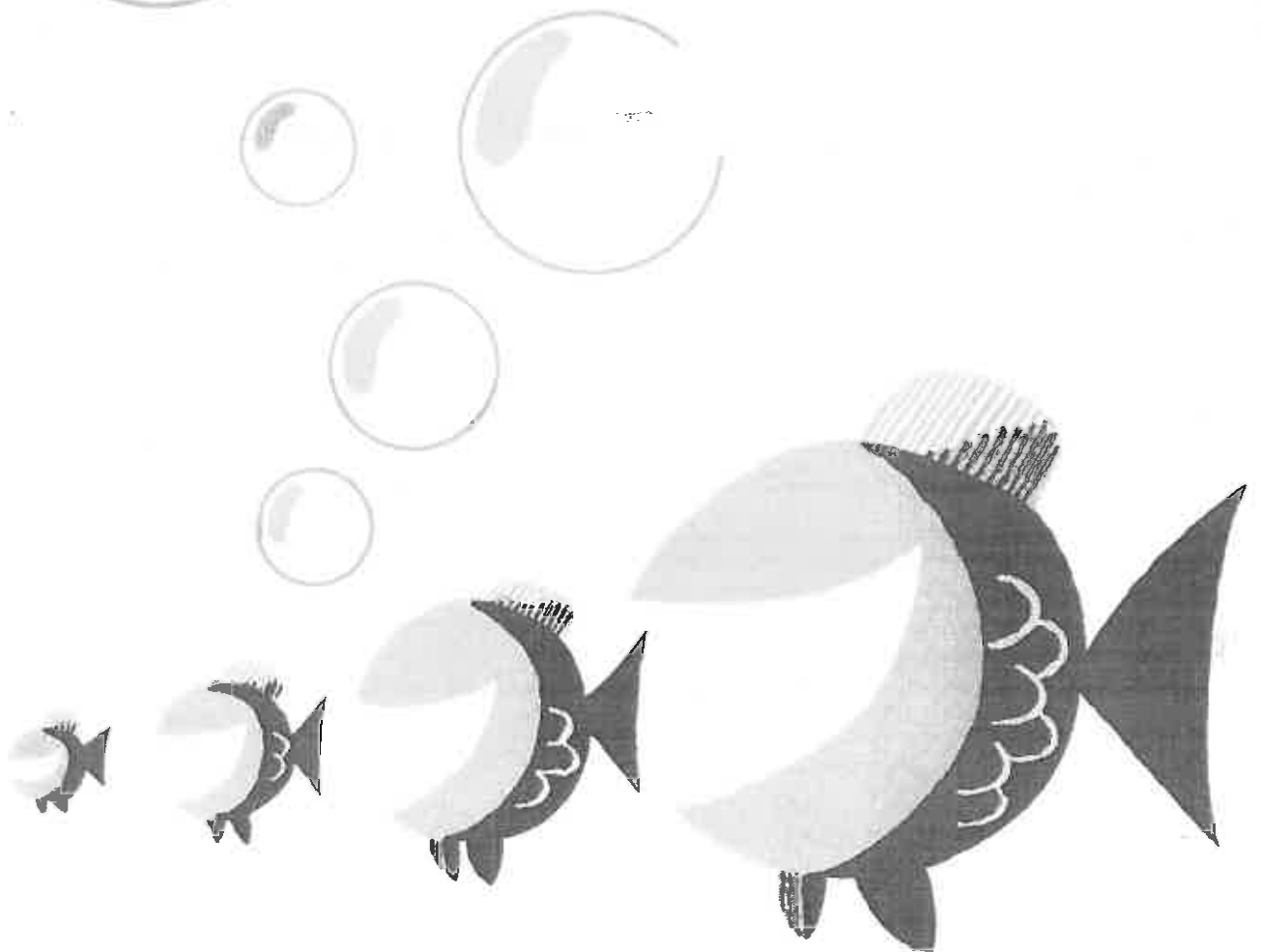


RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS  
KALANTUTKIMUSOSASTO



# MONISTETTUJA JULKAISUJA

33  
1985





RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS  
KALANTUTKIMUSOSASTO

# MONISTETTUA JULKAISUJA

Toimittaja: Viljo Nylund. Toimitussihteerit: Marja-Liisa Koljonen, Petri Suuronen.

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen.

Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston kirjastolle, PL 193, 00131 Helsinki 13.

Monistettuja julkaisuja on jatkoa sarjalle: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Kalantutkimusosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" ja "Meddelanden".

Redaktör: Viljo Nylund. Redaktionssekreterare: Marja-Liisa Koljonen, Petri Suuronen.

Publikationens distribuering fastställs skilt för varje nummer.

Förfrågningar angående tidskriften riktas till bibliotekarien, Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet, fiskeriforskningsavdelningen, PB 193, 00131 Helsingfors 13.

Tidskriften är fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja". Övriga publikationsserier från fiskeriforskningsavdelningen är "Finnish Fisheries Research", "Suomen kalatalous", "Tiedonantoja" och "Meddelanden".

RAPUTALOUDELLISET TARKKAILU- JA VELVOITETUTKIMUKSET  
TAVOITTEET, MENETELMÄT JA TOTEUTUS.

Kai Westman<sup>1</sup>, Markku Pursiainen<sup>2</sup>, Viljo Nylund<sup>1</sup> ja  
Teuvo Järvenpää<sup>1</sup>

Sisällys

	Sivu
1. YMPÄRISTÖMUUTOSTEN RAPUTALOUDELLISET VAIKUTUKSET .....	209
2. RAPUTALOUDELLINEN TARKKAILU .....	212
3. YLEISTÄ RAPUNÄYTTEIDEN OTOSTA TARKKAILU- JA VELVOITETUTKIMUKSISSA .....	213
4. RAPUJEN PYYNTI MERROILLA .....	214
4.1. Yleistä .....	214
4.2. Mertatyypit .....	215
4.3. Rapujen pysyminen merroissa .....	216
4.4. Rapututkimuksissa käytettävältä merralta vaadittavat ominaisuudet .....	216
4.5. Syötit .....	218
4.6. Rapujen aktiivisuuden vaikutus mertapyyntiin .....	218
4.7. Koeravustusten suorittaminen merroilla .....	220
4.8. Mertapyynnin rajoitukset .....	221
5. SÄHKÖRAVUSTUS .....	222
5.1. Sähköravustuksen edut .....	223
5.2. Sähköravustuksen rajoitukset .....	224
5.3. Laitteisto .....	225
5.4. Rapujen käyttäytyminen sähköravustuksessa .....	225
5.5. Sähköravustuksen suorittaminen .....	226

1) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto,  
PL 193, 00131 Helsinki 13

2) Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos, 16970 Evo

6.	MUUT RAPUJEN PYYNTITAVAT .....	228
7.	POIKASTEN PYYNTI .....	229
8.	RAPUJEN MERKINNÄT .....	231
9.	RAPUKANNAN KOON ARVIOINTI .....	231
10.	RAPUJEN KOEISTUTUKSET .....	233
11.	RAPUJEN SUMPUTUKSET .....	234
11.1.	Sumputusten käyttömahdollisuudet .....	234
11.2.	Sumputusmenetelmän rajoitukset .....	235
11.3.	Sumputuskokeiden suorittaminen .....	235
12.	RAPUJEN FYSIOLOGISET TUTKIMUKSET .....	238
12.1.	Hemolymfatutkimukset .....	238
12.1.1.	Näytteenotto .....	239
12.1.2.	Määritettävät suureet .....	240
13.	RAPUJEN TAUTI- JA LOISTUTKIMUKSET .....	241
13.1.	Rapurutto .....	241
13.1.1.	Rapuruton määrittäminen .....	242
13.1.2.	Toimenpiteet rapukuoleman yhteydessä ....	243
13.1.3.	Rapuruton etenemisen seuranta .....	244
13.1.4.	Varotoimenpiteet ja desinfiointi .....	245
13.2.	Valkopyrstötauti .....	247
13.3.	Muut taudit ja loiset .....	248
	KIRJALLISUUS .....	249
	KUVALIITE .....	256
	LIITE .....	264

## 1. YMPÄRISTÖMUUTOKSEN RAPUTALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Rapu on luonnostaan varsin herkkä veden laadun ja muiden ympäristötekijöiden muutoksille. Tämä korostuu vielä sen vuoksi, että rapu elää vesien pohjalla pääasiassa suhteellisen kapealla rantavyöhykkeellä, johon monet toimenpiteet ja niiden haittavai-  
kutukset erityisesti kohdistuvat. Ravulla on hidasliikkeisenä eläimenä myös varsin rajalliset mahdollisuudet hakeutua suotuisammille alueille elinympäristön huonontuessa nopeasti.

Ravulle ja ravun elinympäristölle erityisen vahingollisia toimenpiteitä ja muutoksia ovat mm. jokien perkaukset, ruoppaukset ja pengerrykset, veden korkeuksien ja virtaamien säännöstelyt, uomien muutokset, ojitukset sekä vesien likaantuminen ja pilaantuminen. Nämä voivat vaikuttaa rapukantoihin vahingollisesti monilla eri tavoilla sekä suoranaisesti että välillisesti. Aihepiiriä ovat yleisesti tarkastelleet Westman (1979, 1984), Huttula ym. (1983) ja Pursiainen ja Westman (1984).

Veden laadun muutoksista on ravulle pidetty erityisen haitallisenä happipitoisuuden alenemista, liuenneen raudan pitoisuuden lisääntymistä, veden samentumista sekä kiintoainepitoisuuden ja happamuuden lisääntymistä.

Happea rapu vaatii yhtä paljon kuin lohikalat. Liuenneen hapen määrä vedessä ei saa lämpimänä vuodenaikana laskea pitkäksi ajaksi alle 5 mg/l. Viileässä vedessä (+ 11°C) rapu kykenee sopeutumaan ainakin lyhytaikaisesti ympäristöön, jonka happikylläisyys on 30 % (3,2 mg/l) (Lindroth 1950, Järvenpää ym. 1983, Nikinmaa ym. 1983, Järvenpää 1984).

Eräs varsinkin ojituksiin ja sulfidimaiden ruoppauksiin ja perkauksiin liittyvä haitta on veden happamuuden lisääntyminen. Rapu on veden happamuuden suhteen varsin herkkä ja viihtyy huonosti vesissä, joiden pH-arvo on alle 6,0 (Larsen 1947, Lund 1969, Abrahamsson 1972, Svärdson 1974, Fürst 1978). Koeolosuhteissa sen on tosin todettu lyhytaikaisesti sietävän suurempaa happamuutta, jopa pH 4:ää (Cukerzis 1968, 1970, Appelberg 1979, Järvenpää ym. 1983). Samaan viittaavat myös Pohjanmaan joilla tehdyt havainnot (Sevola ym. 1977).

Veden happamoituminen aiheuttaa ravulle monenlaisia fysiologisia vaikeuksia mm. sen hemolymfan pH-arvo laskee, joka vuoros-

taan vähentää sen hemosyaninin hapen sitomiskykyä (Mangum 1980, Järvenpää ym. 1983, Nikinmaa ym. 1983).

Ravun happamuuden sietokykyä ei voida kuitenkaan yksiselitteisesti kuvata tietyllä pH-arvolla, sillä se riippuu monista tekijöistä, esim. happamuuden muutosnopeudesta ja kestosta, veden lämpötilasta, raudan ja hapen pitoisuuksista sekä rapujen aktiivisuudesta ja elämänvaiheesta (vrt. Alabaster ja Lloyd 1982). Kuoriutuvat poikaset, nuoruusvaiheet sekä kuortaan vaihtavat ravut ovat erityisen herkkiä happamuuden lisääntymiselle. On havaittu, että rapu ei pysty ottamaan vedestä kuorenrakentamiseen tarvittavaa kalkkia, jos vesi on liian hapanta (Appelberg 1979, Malley 1980, France 1983).

Vaikka kovakuorinen rapu näyttää ainakin lyhytaikaisesti sietävän sekä hapen niukkuutta että melkoista happamuutta, se ei kestä samanaikaista veden happamuuden lisääntymistä (pH 4) ja happipitoisuuden vähentymistä (30 % kyllästeisyys 11-12°C) (Järvenpää ym. 1983). Tällä havainnolla on huomattava käytännön merkitys mm. vesien rakentamisesta aiheutuneiden raputuhojen selvittämisessä ja torjunnassa, sillä vesirakentamisen yhteydessä happitilanne heikkenee usein samanaikaisesti veden happamuuden lisääntyessä ja usein vielä muidenkin haittatekijöiden ilmetessä.

Veden happamoitumisen on myös todettu aiheuttavan häiriöitä ravun lisääntymiselle. Francen (1983) Pohjois-Amerikassa tekemien havaintojen mukaan happamassa vedessä (pH 5,35) mätimunat kiinnittyvät heikosti emon pyrstöjalkoihin ja irtoavat tästä johtuen herkästi. Veden happamoitumisen on lisäksi havaittu lisäävän valkopyrstötautiin sairastuneiden rapujen osuutta rapukannassa (France 1983, Pursiainen ym. 1984) ja vaikuttavan mätimunien hapenottoon (Appelberg 1983).

Ravun sietokykyä raudan ja kiintoaineen suhteen ei tarkasti tunneta, mutta ravun erittäin hienojakoisten kidusten on todettu voivan helposti tukkeutua niiden pinnalle saostuvan kiintoaineen ja raudan vaikutuksesta mikä aiheuttaa niissä patologisia muutoksia (Lindqvist 1975, Vey 1977). Haitta-aste riippu kuitenkin moniste tekijöistä mm. kiintoaineen laadusta ja veden happamuudesta. Niinpä esim. pelkästään raudan määrän lisääntyminen ei ilmeisesti ainakaan lyhytaikaisesti näytä olevan kovin suureksi vaaraksi ravulle, sillä Sevola ym. (1977) havaitsivat sumputuskokeissa ravun kestävän rautaa jopa 32 mg/l, kun veden happamuus ei samanaikaisesti lisääntynyt.

Korkeat kiintoainepitoisuudet ovat ravulle haitallisia. Niemmen (1977, 1982) mukaan rapukannat vähenivät Pyhäjoella ruop-  
pausten yhteydessä 50-80 % alueilla, joilla kiintoainepitoisuus  
oli 500-600 mg/l ja rautapitoisuus 16-18 mg/l, mutta eivät taan-  
tuneet alueilla, joilla em. arvot olivat 100 mg/l ja 5 mg/l.

Rapu on arka veden likaantumiselle. Erityisen herkkä se on  
ympäristömyrkyille, sillä siltä puuttuvat lähes kaikki tunnetut  
myrkkujen fysiologiset detoksikaatiomekanismit (Lindqvist 1975,  
Lang ym. 1977).

Rapujen sietokyky veden laadun muutoksiin riippuu paljon vuo-  
denajasta ja ravun elämänvaiheesta. Poikasvaiheessa ja kuoren-  
vaihdon aikana se on erityisen herkkä veden laadun heikkenemisel-  
le (Fürst 1978, Appelberg 1979, 1983, France 1983). Tämän vuoksi  
ovat kesäaikana suoritettut rakentamistoimenpiteet ravulle ilmei-  
sesti haitallisimmat.

Vesien rakentamisen aiheuttamat ravun elinympäristön pitkäai-  
kaiset tai pysyvät muutokset ovat rapukannoille usein vielä tu-  
hoisampia kuin rakentamisaikaiset haitat. Kiintoainesta saattaa  
rakentamisen yhteydessä kertyä pohjalle paikoitellen niin run-  
saasti, että se tukkii ravulle välttämättömät suojapaikat. Per-  
kaukset, ruoppaukset ja pengerrykset muuttavat rapujen elinympä-  
ristöt täydellisesti. Nämä toimenpiteet eivät hävitä pelkästään  
rapujen suojapaikkoja vaan tuhoavat myös ravun ravintolähteet;  
pohjaeläimistön ja kasvillisuuden (Hobbs ja Hall 1974, Westman  
1974, Pursiainen ja Westman 1982, 1984, Huttula ym. 1983).

Jokien rakentaminen voimatalouskäyttöön aiheuttaa merkittäviä  
muutoksia virtaamiin ja voimalaitosten yläpuolisten vesien veden  
korkeuksiin. Veden korkeuksien ja virtaamien säännöstely ja eri-  
tyisesti vesivoimalaitosten toimintaan liittyvä vuorokausisään-  
nöstely kuluttavat pahasti nimenomaan rantavyöhykettä, jossa rapu  
elää ja josta se hankkii myös ravintonsa. Säännöstely karsii  
ranta- ja vesikasvillisuutta, vähentää pohjaeläinten määrää ja  
köyhdyttää lajistoa. Vuorokausisäännöstelystä kärsivät varsinkin  
ravun poikaset, joista valtaosa elää ensimmäisen kesän matalassa  
rantavedessä (Hamrin 1979). Talvisin veden korkeuden vaihtelut ai-  
heuttavat lisäksi erityisesti jokien matalilla koskialueilla jääty-  
misongelmia ja veden alijäähtymistä, jotka ovat ravuille tuhoisia.  
Jokien rakentamisen takia osia vanhoista jokiuomista jää usein täy-  
sin tai osittain kuivaksi tai virtaus vähenee ravuille riittämättö-  
mäksi (Pursiainen ym. 1984, Westman 1984).

Rakennettujen vesien veden laadun on todettu pysyvän usein pitkään huonona erityisesti silloin kun perkaukset, ruoppaukset ja ojitukset ovat paljastaneet happamia alunamaita. Säännöstelyaltaat voivat lisäksi pitkään heikentää alapuolisen vesistön veden laatua, kuten esim. Siikajoella on Uljuan altaan alapuolella todettu (Alasaarela ja Salmela 1980, Pursiainen ja Westman 1984).

Ympäristömuutosten haittavaikutukset voivat ilmetä monin tavoin: rapukuolemina, rapujen karkottumisena, lisääntymisen estymisenä jne. Vahinkojen laatu ja määrä riippuvat yleensä monista seikoista, kuten toimenpiteiden laajuudesta ja työmenetelmistä, maaperästä, vesistön tilasta, veden virtausmääristä, veden lämpötilasta, rapujen elämänvaiheesta, ravulle soveltuvan pohjan laadusta ja määrästä jne. Haitat eivät useinkaan johdu jonkin yksittäisen ympäristötekijän muutoksesta vaan kyse on yleensä usean eri tekijän yhteisvaikutuksesta. Tämä vaikeuttaa vahingon syyn selvittämistä. Lisäksi tiedot erilaisten ympäristömuutosten yhteisvaikutuksista rapukantoihin ovat varsin vähäisiä (Westman 1979, 1984, Huttula ym. 1983).

## 2. RAPUTALOUEDELLINEN TARKKAILU

Vesituomioistuumien päätösten perusteella on toteutettavina raputaloudellisten toimenpide- ja rahavelvoitteiden lisäksi useita tarkkailuvelvoitteita, joissa hakija on määrätty tarkkailemaan jätevesien, rakentamisen ja säännöstelyn vaikutuksia rapukantoihin ja ravustukseen (Westman 1979). Jotta hankkeista rapukannoille mahdollisesti aiheutuvat haitat, niiden laajuus ja luonne voitaisiin luotettavasti todeta, on tarkkailun vertailuaineistona oltava käytettävissä ennen hankkeen toteuttamista tehty raputaloutta koskeva riittävän yksityiskohtainen ennakkoselvitys. Tästä nykytilan kartoittamisesta tulisi käydä ilmi mm. ravustusta ja rapukantoja, erityisesti niiden tiheyttä ja rakennetta sekä rapujen esiintymisalueita koskevat tiedot (lähemmin Westman 1979).

Raputaloudellisia tarkkailu- ja velvoitetutkimuksia valmisteltaessa on:

- tehtävä yksityiskohtainen ennakkoselvitys ennen ympäristöä muuttavan hankkeen toteuttamista,



- tehtävä tutkimussuunnitelma hankkeen raputaloudellisten haittojen selvittämiseksi (ravustukselle ja rapukannoille aiheutuvat suoranaiset ja välilliset haitat, vahinkoalue, hankkeen toteuttamisaikaiset ja pysyvät haitat jne.),
- määritettävä tutkimusten ja näytteenoton tavoitteet (ravustusta ja rapukantoja koskevien tutkimusten lisäksi muut tutkittavat ja seurattavat tekijät ja muuttujat, esim. veden laadun osalta),
- määritettävä rapunäytteille asetettavat vaatimukset (ikä- ja kokoryhmät, eri sukupuolet, mätiä kantavat naaraat jne.),
- valittava tavoitteiden toteuttamisen edellyttämät näytteenotto- ja muut tutkimusmenetelmät (pyyntimenetelmät, pyydykset, näytteenottoajat, pyyntiponnistukset, tutkimusalueet jne.),
- laadittava tarvittavia toistotutkimuksia ja seurantatutkimuksia koskevat ohjelmat.

Backiel (1980) ja Gulland (1980) ovat tarkastelleet kalojen näytteenoton tavoitteita, menetelmiä ja tehtyjä yleisimpiä virheitä. Heidän esittämiänsä näkökohtia voidaan monilta osin soveltaa myös rapujen näytteenottoon.

### 3. YLEISTÄ RAPUNÄYTTEIDEN OTOSTA TARKKAILU- JA VELVOITETUTKIMUKSISSA

Rapujen näytteenotossa on kalojen näytteenottoon verrattuna erityisenä vaikeutena rapujen elämänvaiheista, erityisesti kuorenvaihdoista johtuvat suuret erot niiden liikkumisessa ja pyydettävyydessä. Myöskin rapujen pohjaan ja yleensä kapeahkalle rantavyöhykkeelle rajoittunut elämäntapa, piilottautuminen valoisaksi ajaksi pesäkoloihin ja aktiivisuus hämärissä ja pimeänä aikana, asettaa näytteenotolle erityisvaatimuksia. Raputaloudellisissa tarkkailututkimuksissa muodostaakin edustavien rapunäytteiden saanti erittäin tärkeän ja samalla vaikean tehtävän. Näytteille asetettavat vaatimukset määräytyvät lähinnä tutkimuksen tavoitteiden perusteella. Rapujen elämänkulkua, rapukantojen rakennetta, runsautta, tiheyttä ja tuotantoa koskevissa tut-

kimuksissa edellytetään ainakin tutkimuskohteena olevien ikä- ja kokoryhmien sekä eri sukupuolten olevan näytteissä edustettuina oikeissa suhteissa. Koko rapukantaa koskevissa selvityksissä joudutaankin yleisimmin käytetyn mertapyyntin lisäksi turvautumaan myös muihin näytteenottomenetelmiin, jotta aikuisten rapujen lisäksi saataisiin näytteiksi myös poikasvaiheita (Westman ym. 1979a, 1979b).

Rapunäytteiden edustavuus riippuu ennenkaikkea näytteenottomenetelmistä ja välineistä sekä taidosta käyttää menetelmiä ja välineitä oikein ja soveltaa niitä kulloistenkin olosuhteiden mukaan. Tämä edellyttää sekä rapujen elämäntapojen, käyttäytymisen ja elinympäristöjen että pyyntivälineiden rakenteen, toiminnan ja ominaisuuksien ja erityisesti niiden rajoitusten ja valikoivuuden hyvää tuntemusta. Pyyntimenetelmien ja välineiden ominaisuuksien tunteminen on keskeisen tärkeätä, koska otetut näytteet muodostavat useimmiten vain vähäisen osan koko rapukannasta ja jo pienikin virhe tai vääristymä näytteissä voi tuloksia tulkittaessa ja koko rapukantaan sovellettaessa kasvaa moninkertaiseksi (Westman 1979, Westman ym. 1979a).

#### 4. RAPUJEN PYYNTI MERROILLA

##### 4.1. Yleistä

Rapumerta on passiivinen, paikallaan oleva pyydys, jolla pyynti perustuu rapujen aktiiviseen, omaehtoiseen pyydykseen etsiytymiseen. Mertojen sisäänmenoaukot, nielut, on pyritty tekemään sellaisiksi, että rapujen poispääsy pyydyksestä estyy tai vaikeutuu. Ravut houkutellaan meillä mertoihin syötillä, mutta muualla käytetään myös mertoja ilman syöttiä (Moriarty 1973).

Rapujen pyynti syötityillä merroilla on yleisin, mutta liian usein myös ainut raputaloudellisissa tarkkailu- ja velvoitetutkimuksissa käytetty näytteenottomenetelmä. Merroilla on muihin pyyntivälineisiin ja -menetelmiin kuten esim. rapuhaavilla pyyntiin verrattuna se etu, että niitä ei tarvitse jatkuvasti vahtia tai kokea, koska mertaan syötillä houkutellut ravut eivät osaa nopeasti tulla pyydyksestä pois. Yhdellä henkilöllä voi tämän vuoksi olla pyynnissä samanaikaisesti kymmeniä, jopa satoja mertoja.

Merroilla on monia muitakin etuja. Niitä voidaan käyttää monenlaisissa vesissä ja monenlaisilla pohjilla sekä matalassa että syvässä vedessä. Edellyttäen, että rapujen käsittelyssä noudatetaan varovaisuutta, eivät ravut vahingoitu mertapyynnissä. Tämä on tärkeätä mm. rapukannan kokoa arvioitaessa merkintä-takaisin-pyyntimenetelmän avulla. Mertapyynnin rajoituksia on käsitelty luvussa 4.8. Mertapyynnin rajoitukset.

#### 4.2. Mertatyypit

Mertoja on Suomessa käytössä monia eri tyyppisiä ja niistä lukemattomia muunnelmia (Lehtonen 1975, Vesterinen 1976, Westman 1978). Nielujen sijainnin mukaan voidaan erottaa kaksi päätyyppiä: pystymerrat, joissa nielu on pyydyksen päällä, ja makaavat merrat, joissa on yksi tai kaksi nielua pyydyksen sivussa.

Pystymerrat ovat katkaistun kartion, pyramidin tai puolipallon muotoisia yksinieluisia pyydyksiä, jotka lasketaan pohjaan pystyasentoon nielu ylöspäin. Yleisin käytössä oleva malli on pyöreäpohjainen, sivulta katsoen litteän puolipallon muotoinen, havaksesta tehty nk. kupu- tai kupolimerta. Pohjan halkaisija on tavallisesti n. 35-45 cm ja nielun n. 10-15 cm. Merran korkeus on n. 15-30 cm. Nielu on tehdasvalmisteisissa merroissa yleensä havyasta, mutta paremmin pyytävä merta saadaan, jos suuvanteeseen merran sisäpuolelle kiinnitetään n. 7-10 cm korkuinen pellistä, muovista tai muusta liukkaasta materiaalista tehty pyöreä kaulus. Tällainen nielu sekä edistää rapujen menoa pyydykseen että estää niiden poiskiipeämistä. Nielukaulus voi myös olla irrallinen, jolloin merran tyhjentäminen on nielun poisoton jälkeen helppoa ja nopeata. Myös muita pyyntitulosta parantavia nielumalleja on kehitetty (lähemmin Westman 1978). Kuljetuksen ja säilytyksen helpottamiseksi ovat monet mertamallit kokoonpainuvia.

Makaavat merrat ovat pitkänomaisia, yksi- tai kaksinieluisia, pohjaan makuulle laskettavia pyydyksiä, joissa nielu tai nielut ovat pohjan suuntaisia. Makaavat merrat ovat lieriön muotoisia, halkaistun lieriön muotoisia tai kolmisärmäisiä. Yleisimmät käytössä olevat kaupalliset mallit ovat lieriömuotoisia, tavallisesti 40-50 cm pituisia ja halkaisijaltaan 20-30 cm olevia kaksinieluisia pyydyksiä. Nielut ovat yleensä hapaasta.

Useimmat kaupalliset lieriömertamallit ovat kokoonpainuvia. Niissä tukirakenteen muodostavat tavallisimmin galvanoidusta rau-

talangasta tehdyt vanteet. Nykyisin on saatavana myös muovista tehtyjä mertoja, joissa eräissä malleissa ovat nielutkin samasta materiaalista.

#### 4.3. Rapujen pysyminen merroissa

Varsin yleinen käsitys näyttää olevan, että mertaan mennyt rapu ei pääse sieltä enää pois. Tällä perusteella jätetään pyydysten kokeminen usein vasta aamuun. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suorittamien tutkimusten mukaan (Westman ym. 1979a) näyttävät ravut olevan yllättävän taitavia etsimään tiensä pois merrasta jo iltayöstä ja karkaaminen kiihtyy aamun sarastaessa. Pakenemishalu ei vähene, vaikka merrassa olisi syöttiä vielä jäljellä. Vaikka eri mertamalleissa on rapujen pysyvyyden suhteen huomattaviakin eroavaisuuksia lähinnä nielun rakenteesta johtuen, on pyyntikokeissa todettu jopa 2/3 ravuista voivan karata yön aikana, mikäli merrat koetaan vain aamulla. Saaliin vähentymisen lisäksi rapujen karkaaminen vaikeuttaa eri aikoina suoritettujen pyyntien vertaailua, koska tähän vaikuttavat monet tekijät, mm. vuodenaika, veden lämpötila, valaistus, säätila sekä rapukannan koko ja rakenne. Rapujen pakeneminen lisää myös saaliin valikoitumista.

Mertojen tiheälläkään kokemisella ei pystytä täysin ehkäisemään rapujen karkaamista ja siitä aiheutuvia haittoja. Koentakertojen lisääntymisen ja rapujen hankalan yöllisen käsittelyn vuoksi kasvaa pyynnin vaatima työmäärä lisäksi moninkertaiseksi, mikä vuorostaan pakottaa vähentämään pyynnissä käytettävien mertojen määrää. Rapujen karkaamisen vuoksi on tutkimustoiminnassa tärkeä pyynnin vakioiminen vaikeata toteuttaa kaupallisia mertamalleja käytettäessä. Markkinoilla olevat ammatti- ja kotitarveravustukseen tarkoitettut mertamallit soveltuvatkin huonosti raputaloudellisissa tarkkailu- ja velvoitetutkimuksissa käytettäviksi.

#### 4.4. Rapututkimuksissa käytettävältä merralta vaadittavat ominaisuudet

Rapututkimuksiin käytettäväksi tarkoitettulla merralla tulisi olla mm. seuraavia ominaisuuksia:

- rapujen on helposti päästävä mertaan,
- rapujen on pysyttävä merrassa,
- merran tulee olla riittävän tilava,
- syötti tulee voida kiinnittää siten, etteivät mertaan menneet ravut saa sitä revityksi irti tai syödyksi nopeasti, eikä sitä voida myöskään syödä merran ulkopuolelta,
- merran tulee soveltua pyyntiin erilaisilla pohjilla,
- syötin kiinnityksen ja merran "virittämisen" pyyntiin tulee olla vaivatonta ja nopeaa,
- mertaan menneet ravut tulee voida poistaa pyydyksestä vaittomasti ja rapuja vahingoittamatta,
- merran tulee kestää rapuruton torjunnan edellyttämät käsittelyt,
- merran tulee olla kokoonpainuva tai muuten pieneen tilaan pinottava kuljetuksen ja säilytyksen helpottamiseksi.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen Evon kalastuskoeasemalla ja kalanviljelylaitoksessa on kehitetty tutkimustarkoituksia varten mertamalli, joka täyttää edellä esitetyt vaatimukset. Tämän kaksinieluisen lieriömerran tukirakenteen muodostaa kierteinen teräslanka. "Evo-merraksi" nimetty pyydys on kokoonpainuva ja se viritetään pyyntiin päästämällä jännitteinen teräsjoussi aukenemaan. Merran pituus on 48 cm ja halkaisija 25 cm. Havaksen silmäkoko on 8 mm, jotta pienimmätkin mertaan menevät ravut pysyisivät siellä.

Rapujen karkaaminen nielun kautta on estetty vetämällä nieluaukot kapeaksi raoksi kahdella nielusta toiseen ulottuvalla langalla, jotka on pingotettu erilleen lankojen keskikohtaan asetetulla muovisella tai alumiinisella 15-18 cm pituisella liuskalla. Tämän keskellä on reikä metallikoukku varten, johon syötti kiinnitetään. Merran toisessa päässä on luukku rapujen tyhjentämisestä ja syötin mertaan sijoittamista varten.

"Evo-merran" pyytävyyys on todettu yhtä hyväksi kuin samanmallisen, mutta normaalin pyöreänieluisen merran. Ravut menevät pyydykseen helposti suppilomaisten nielujen kautta, mutta eivät osaa hakeutua ulos 2-3 cm levyisestä ja 8-10 cm pituisesta havasraosta (Westman ym. 1979a).

Koska jo varsin pienetkin merran ja erityisesti nielun rakenteen muutokset voivat vaikuttaa suuresti merran pyyntiominaisuuksiin ja rapujen karkaamiseen, voidaan toisistaan vain vähän eroavilla mertatyypeillä saada kvantitatiivisesti ja usein myös kvalitatiivisesti erilaisia saaliita. Eri mertapyyntien tulosten vertailumahdollisuuksien lisäämiseksi olisi tarkkailu- ja veloitettutkimuksissa käytettävä samaa mertamallia ja samoja mahdollisimman suuressa määrin vakioituja pyyntimenetelmiä. Craig (1980) on yleisesti tarkastellut näytteenottoa merroilla ja vastaavilla pyydyksillä.

#### 4.5. Syötit

Syötin tehtävänä on houkutella ravut pyydykseen. Parhaana ravunsyöttinä pidetään yleensä kalaa, jonka merkittävänä etuna on lisäksi runsas ja helppo saatavuus. Rapu syö mieluummin särkeä, lahnaa, pasuria ym. särkikalaja. Muut kalalajit ovat särkikalaja heikompia syöttejä.

Syötin tulisi kaikissa tapauksissa olla kiinteähkö ja tuore, ja siitä tulisi levitä mahdollisimman runsaasti houkuttelevaa hajua. Hajun muodostumista voidaan lisätä esimerkiksi halkaisemalla syöttikala selkäruotoa myöten ja kääntämällä lihapuoli ulospäin. Tutkimustulosten vertailukelpoisuuden kannalta on tärkeätä, että koko tutkimusjakson aikana käytetään kaikissa pyydyksissä aina samaa syöttiä. Syötin on oltava niin suuri, että se riittää houkuttelemaan rapuja koko pyyntiyön ajan.

Syötti voidaan kiinnittää mertoihin monilla eri tavoilla. Oleellista on, että ravut eivät pääse merran ulkopuolelta, hapaan tai nielun kautta jyrsimään syöttiä menemättä itse mertaan. Syötin on oltava myös niin tiukasti kiinni paikallaan, että ravut eivät saa sitä irrotetuksi.

#### 4.6. Rapujen aktiivisuuden vaikutus mertapyyntiin

Ravun sekä vuorokautisessa että vuodenaikaisessa aktiivisuudessa on suuria vaihteluita, jotka vaikuttavat koeravustusten tuloksiin. Ravun vuorokautinen liikkuminen riippuu ennenkaikkea va-

laistuosolosuhteista. Valoisan ajan rapu pysyttelee piilossaan ja liikkeelle ravinnon hakuun se lähtee hämärissä, pilvisinä päivinä usein jo iltapäivällä. Tummissa vesissä samaten kuin syvillä ja varjoisilla ranta-alueilla ravut tulevat suojapaikoistaan esille aikaisemmin kuin kirkkaissa vesissä ja valoisisilla rannoilla. Runsain saalis saadaankin tummissa vesissä usein illalla, ja rapujen tulo heikkenee jo ennen puolta yötä. Kirkkaissa vesissä rapusaalis paranee tavallisesti keskiyöhön asti ja sen ohikin. Yön pimeimmän ajan jälkeen havaitaan yleensä uusi syöntikausi, joka on kuitenkin heikompi kuin illalla.

Rapujen liikkumiseen vaikuttavat myös sääolot varsin paljon. Parhaat rapusaaliit saadaan usein lämpiminä, pilvisinä öinä. Myös sade lisää yleensä rapujen liikkumista. Huonoimmat pyynti-ilmot ovat kylmät, kirkkaat yöt sekä kuutamo. Ukkonen ja sitä usein edeltävä painostava sää vähentävät rapujen liikkumista ja menemistä pyydyksiin.

Rapujen vuorokautiseen aktiivisuuteen vaikuttavat edelleen monet muutkin seikat mm. rapukannan tiheys ja rakenne sekä ravinnon määrä.

Ravun vuodenaikainen aktiivisuus riippuu ennenkaikkea veden lämpötilasta ja kuorenvaihdosta sekä lisääntymiskierrosta. Ravut ovat eniten liikkeellä loppukesällä ja alkusyksyllä, elokuun puolivälistä syyskuun loppuun. Vesien jäähtyessä vähenee myös rapujen aktiivisuus jyrkästi. Ne menevät kuitenkin talvellakin jossain määrin mertoihin. Rapujen liikkuminen lisääntyy maaliskuusta lähtien, ja toukokuun puolivälin jälkeen ne siirtyvät kesäaikaiseen aktiivisuuteen.

Kuoren vaihdon jälkeen rapu pysyttelee uuden kuoren kovettumisen vaatiman lähes parin viikon ajan paikallaan. Kuorenvaihto voi tapahtua vain lämpimänä vuodenaikana. Kuorenvaihtojen määrä vähenee vuosien mittaan. Aikuiset koiraat vaihtavat kuorensa 1-2 kertaa, mutta sukukypsät naaraat yleensä vain kerran. Levinneisyysalueen pohjoisosissa osa naaraista näyttää vaihtavan kuorensa vain joka toinen vuosi. Vanhimmat yksilöt vaihtavat kuortansa ilmeisesti vain useiden vuosien väliajoin.

Aikuiset koiraat ja naaraat, joilla ei ole mätimunia pyrstönsä alla, vaihtavat kuorensa yleensä kesäkuun loppupuolella, mätiä kantavat naaraat sen sijaan vasta, kun poikaset ovat kuoriutuneet ja irronneet emostansa. Jos alkukesä on viileä, voi kuorenvaihto viivästyä viikoilla tai jopa siirtyä vuodella.

Naaraat ovat varsin vähän liikkeellä sinä aikana, kun niillä on mätiä ja poikasia, ja siksi niitä tavataan pyydyksissä vain harvoin. Ravut parittelevat syyskuun loppupuolella ja lokakuussa. Naaras laskee mätimunat pyrstönsä alle tavallisimmin 3-6 viikon kuluttua parittelusta eli loka-marraskuussa, joskus vasta joulukuussa. Poikaset kuoriutuvat alkukesän lämpötiloista riippuen Etelä-Suomessa tavallisimmin heinäkuun alkupuoliskolla ja Pohjois-Suomessa heinäkuun loppupuolella. Kylminä kesinä voi kuoriutuminen viivästyä jopa kuukaudella.

Koeravustuksen ajankohta määräytyy tutkimusten ja näytteenoton tavoitteiden perusteella. Esimerkiksi rapujen esiintymistä ja rapukantojen rakennetta, runsautta ja tiheyttä koskevissa selvityksissä on pyynti suoritettava elo-syyskuun aikana, jolloin ravut ovat aktiivisimmillaan eivätkä kuorenvaihdot tai mädin ja poikasten esiintyminen vaikuta pyyntituloksiin.

Rapujen lisääntymistä tutkittaessa mädin esiintymisen perusteella on koeravustukset suoritettava alkukesästä ennen poikasten kuoriutumista. Mätiä kantavien naaraiden vähäisen liikkumisaktiiviteetin vuoksi (Lahti ja Lindqvist 1983) on pyynnin oltava varsin tehokasta. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suorittamien tutkimusten mukaan voidaan mätiä kantavien naaraiden saalismääriä merkittävästi lisätä vähentämällä pyynnin avulla muiden rapujen määriä tutkimusalueella. Mätiä kantavien naaraiden pyyntiä ei näiden vähäisen ja sattumanvaraisen saatavuuden vuoksi voida käyttää esim. rapukannan poikastuotannon tutkimisessa.

#### 4.7. Koeravustuksen suorittaminen merroilla

Pyyntialueet on valittava huolellisesti, jotta ne mahdollisimman hyvin edustavat koko tutkimusaluetta. Jos pyyntialue on suuri ja yhtenäinen ja mertoja on paljon käytettävissä, ne kannattaa kiinnittää yhteiseen selkäsiimaan. Tämä helpottaa pyydysten löytämistä ja myös niiden sijaintipaikan määrittämistä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos käyttää rapututkimuksissa 125 m pituisia selkäsiimoja. Merrat kiinnitetään 5 m välein siimassa olevaan lenkkiin. Yhteen selkäsiimaan (jataan) mahtuu siten 25 merrtaa. Mertojen paikat selkäsiimassa on numeroitu. Aloittamalla mertojen lasku kartalla helposti tunnistettavasta maaston kohdas-



ta voidaan selkäsiiimassa tasavälein olevien mertojen paikat määritellä varsin tarkasti (Westman ja Pursiainen 1979, 1982). Selkäsiiiman on syytä olla kelluvaa materiaalia, jotta se ei tarttuisi pohjan epätasaisuuksiin.

Rapu elää ja hankkii ravintonsa pääasiassa litoraalivyöhykkeellä. Merrat on oloissamme syytä sijoittaa pyyntiin yleensä 0,5-3 m syvyyteen, mutta mikäli ravulle soveliaista pohjaa on syvemmilläkin, on koeravustukset ulotettava vastaavasti useidenkin metrien syvyyteen. Pyydyksiä laskettaessa on huolehdittava siitä, ettei mertojen alle jää tyhjää tilaa, josta ravut turhaan yrittävät syötin kimppuun.

#### 4.8. Mertapyynnin rajoitukset

Käyttökelpoisuudestaan ja monista merkittävistä eduistaan huolimatta on mertapyynnillä eräitä huomattavia rajoituksia, jotka on menetelmää tarkkailu- ja velvoitetutkimuksissa käytettäessä otettava huomioon. Näitä ovat:

- merrat ovat valikoivia pyydyksiä, joilla saadaan saaliiksi vain omaehtoisesti niihin hakeutuvia yli 60-70 mm mitaisia aikuisia rapuja, vaikka pyydys olisi tiheäsilmäinenkin. Nuorempia ikäluokkia, mätiä ja poikasia kantavia naaraita samoinkuin tautien ja loisten, kuorenvaihdon tai jonkin muun syyn takia koloissaan pysytteleviä yksilöitä ei saada merroilla pyydettyä,
- rapukannan rakenne vaikuttaa mertapyynnin saaliiseen. Esimerkiksi, jos isoja koiraita on tutkimusalueella runsaasti, nämä tulevat aggressiivisesti pyydyksiin tunkeutuvina ylliedustetuiksi ja naaraiden ja pienikokoisten koiraiden osuudet jäävät vastaavasti todellista vähäisemmiksi (Abrahamsson 1966),
- eri kokoiset ja eri sukupuolta olevat yksilöt ovat aktiivisia eri aikoina. Tämä vaikuttaa saaliin koostumukseen erityisesti lyhytaikaisessa mertapyynnissä (Abrahamsson 1971, Westman ja Pursiainen 1979),

- mertapyynnillä on etenkin virtaavissa vesissä vaikeata saada tarkkaa kuvaa tietyn alueen rapukannasta, koska syötti houkuttelee rapuja alavirrasta päin hyvinkin kaukaa. Järvissä houkuttelee Abrahamssonin (1969) mukaan yksi syötitetty merta rapuja n. 13 m<sup>2</sup> alueelta,
- mertapyynnin tulokseen ja saaliin koostumukseen voivat monet tekijät vaikuttaa, mm. pyyntiajankohdan sää ja pyyntialueen olosuhteet,
- syötitettyillä merroilla ei voida kerätä näytteitä rapujen ravintotutkimuksia varten,
- mertojen rakenne vaikuttaa saaliiseen ja sen koostumukseen.

Brown ja Brewis (1979) havaitsivat, että rapujen mertapyynti merkintä- ja takaisinpyyntimenetelmän yhteydessä johti rapukannan koon aliarviointiin. He suosittelivatkin, että mertapyyntiä käytettäisiin ainoastaan täydentävänä menetelmänä rapukantojen kokoa arvioitaessa.

Monia mertapyynnin rajoituksia voidaan kuitenkin merkittävästi vähentää käyttämällä mertamalla, josta ravut eivät pääse karkaamaan (Evo-merta), vakioimalla pyyntimenetelmät, käsittelemällä rapukantojen kokoa koskevissa merkintä-takaisinpyynti -tutkimuksissa eri sukupuolia ja eri kokoryhmiä koskevat näyteaineistot erikseen ja suorittamalla riittävästi pyyntiponnistuksia ajankohdana, jolloin molemmat sukupuolet ovat mahdollisimman aktiivisia (Westman ja Pursiainen 1982).

Mikäli tarkkailu- ja velvoitetutkimuksissa halutaan tietoja koko rapukannasta, kuten usein on asianlaita, on merroilla tehtäviä koeravustuksia täydennettävä myös nuorempien ikäluokkien ja mertoihin syystä tai toisesta huonosti menevien rapujen näytteenottoon soveltuvilla menetelmillä.

## 5. SÄHKÖRAVUSTUS

Rapujen pyynti sähkökalastuslaitteilla on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suorittamissa tutkimuksissa osoittautunut useissa tapauksissa varsin käyttökelpoiseksi menetelmäksi edusta-

vien näytteiden saamiseksi koko tutkittavasta rapukannasta. Tutkimuslaitoksessa on sähköravustuksen avulla tutkittu lähinnä rapujen esiintymistä, rapukannan rakennetta ja tiheyttä sekä kerätty näytteitä rapujen ravinto- sekä lois- ja tautitutkimuksia varten (Westman ym. 1979b, Westman ja Nylund 1981, Westman 1982, Westman ja Pursiainen 1982, Westman ym. 1984).

### 5.1. Sähköravustuksen edut

Saatujen kokemusten perusteella on sähköravustuksella "pakko-pyyntimenetelmänä" seuraavia etuja lähinnä mertapyyntiin verrattuna:

- sähköpyynnin avulla saadaan kerättyä näytteiksi myös pienikokoisia rapuja (alle 60-70 mm mittaisia), jotka harvoin menevät mertoihin ja joiden yksilömäärät ja osuus koko rapukannasta jäävät yleensä tuntemattomiksi,
- sähköravustuksessa ei rapukannan rakenne, kuten esim. isojen koiraiden esiintyminen, vaikuta näytteiden edustavuuteen,
- sähköpyynnin avulla saadaan pyydettyksi myös tautien tai loisten vaivaamia tai muuten huonokuntoisia tai muista syistä suojapaikoissaan pysytteleviä yksilöitä,
- rapuja saadaan sähköllä pyydettyä myös sellaisina aikoina, jolloin ne eivät ole aktiivisia, kuten esim. viileän veden ja kuorenvaihdon aikana, kun naarailta on mätiä tai poikasia jne.,
- ravintotutkimuksia varten saadaan näytteiksi rapuja, joilla ei ole syötistä peräisin olevaa ravintoa mahassaan,
- sähköravustuksella voidaan saada tarkka kuva tietyn rajoitetun biotoopin rapukannasta,
- menetelmää voidaan valoisana aikana käyttää rapujen olinpaikkojen selvittämiseen,

- samoja sähkökalastuslaitteita ja vakioituja pyyntimene-  
telmiä käyttämällä on mahdollista saada edustavia ja  
keskenään vertailukelpoisia tuloksia eri ajankohtina ja  
eri alueilla suoritetuilla sähköravustuksilla,
- sähköpyynti on menetelmänä varsin nopea ja sitä voidaan  
käyttää sekä päivällä että yöllä.

## 5.2. Sähköravustuksen rajoitukset

Sähköravustuksen rajoituksia ovat mm. seuraavat seikat:

- alle 20-30 mm mittaisia, ensimmäisen kesän ravunpoikasia  
on usein vaikeata saada pyydettyä, mistä johtuen niiden  
osuus rapukannasta aliarvioidaan helposti tälläkin mene-  
telmällä,
- menetelmää ei voida käyttää kirkaissa vesissä 0,5-0,8 m  
syvemmällä. Jyrkkärantaisissa vesissä jää pyyntialue si-  
ten varsin rajoitetuksi. Sameissa vesissä ovat sähköra-  
vustuksen käyttömahdollisuudet vähäiset,
- rapujen käyttäytymisestä sähkökentässä johtuu, että rapu-  
kannan kokoa ei voida arvioida yhden sähköpyynnin perus-  
teella vaikka tämä suoritettaisiin kuinka perusteellises-  
ti tahansa (ks. Hartley 1980),
- sähköravustusta ei voi suorittaa tuulella, sateessa ym.  
olosuhteissa, joissa rapujen havaitseminen vedessä on  
vaikeata,
- syksyllä veden viilentyessä myös sähköravustussaaliit vä-  
henevät. Tämä johtuu luultavasti rapujen hakeutumisesta  
talveksi syvempiin vesiin,
- ravut menettävät pyynnissä usein saksiaan, jolloin nii-  
den todellista painoa ei voida tarkasti määrittää,
- eräillä biotoopeilla voi olla vaikeata saada kaikkia ra-  
puja esille koloistaan ja suojapaikoistaan.

### 5.3. Laitteisto

Rapujen sähköpyynnissä on käytettävä sykkimätöntä tasavirtaa. Sykkivät (40-500 Hz), akkukäyttöiset, kaloille hyviksi osoittautuneet laitteet tehoavat huonosti tai ei lainkaan rapuihin. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on käyttänyt sähköravustukseen saksalaista Herzau As 5000 -mallista laitetta ja ruotsalaista Lugab Ab:n sähkökalastuslaitetta (Ultraplus Elfiskedon L-1000). Molemmissa laitteissa sähkövirta tuotetaan polttomoottorin pyörittämän generaattorin avulla. Suhteellisen pienikokoinen ja rinkan kantolaitteeseen kiinnitettynä selässä kannettava Lugab on osoittautunut kenttäkelpoisemmaksi kuin isokokoinen ja raskas Herzau ja onkin tällä hetkellä eniten käytetty sähköravustuslaite. Jännite on ollut veden johtokyvystä riippuen 500-800 V ja virran voimakkuus 0,15 - 1,5 A.

Anodina toimivassa metallivanteessa on syytä olla havas anodia kohti uivien rapujen kiinniottamiseksi. Anodia käytetään sähköravustuksessa samaan tapaan kuin kaloja pyydetessä.

### 5.4. Rapujen käyttäytyminen sähköravustuksessa

Ravut käyttäytyvät sähkökentässä paljolti samalla tavalla kuin kalatkin. Luonnonoloissa ja Evon kalanviljelylaitoksen maalammi-koissa tehtyjen tutkimusten mukaan (Westman ym. 1979b, Pursiainen ym. 1979) ravut alkavat reagoida anodiin n. 4 m etäisyydeltä. Tämä ilmenee säpsähdyksinä ja tuntosarvienvien sekä raajojen liikutteluna. Noin 2-4 m etäisyydellä anodista on rapuja pääosin karkottava vyöhyke. Rapuja anodia kohti pakonomaisesti ajava kenttä (nk. galvanol. elektrotaksis) on tavallisesti n. 1-3 m etäisyydellä. Lähinnä anodia, n. 1,5 m etäisyydelle saakka, on halvannuttava vyöhyke (nk. galvanol. elektronarkoosi), jossa ravut jäävät liikkumatta makaamaan pohjalle niin kauan kuin virta on kytkettynä. Ne jäykistyvät usein asentoon, jossa pyrstö on taipunut mahan alle ja sakset sekä kävelyraajat ovat koukussa.

On erityisesti syytä korostaa, että vaikka ravut useimmiten reagoivat anodiin eri etäisyyksillä edellä mainituilla tavoilla, ne myös varsin usein käyttäytyvät sähkökentässä täysin arvaamattomasti. Toisinaan ne ponkaisevat pohjasta ylöspäin muutamilla

pyrstöniskuilla nopeasti takaperin uiden, toisinaan ne taas tulevat suojapaikoistaan esille hitaasti ryömien. Jo kolostaan esille tullut yksilö voi myös äkisti kadota piiloon takaisin. Ravut voivat myös yllättäen vaihtaa liikkumistapaansa sähkövirran ollessa kytkettynä.

Sähkövirran aiheuttama ärsytys riippuu ravun pään ja pyrstön välisestä jännite-erosta. Tästä johtuen niiden käyttäytyminen sähkökentässä riippuu mm. niiden koosta, miten päin ne ovat kenttään nähden, miten anodia liikutellaan ja miten sähkökenttä eri etäisyyksillä anodista vaihtelee (ks. Pursiainen ym. 1979, Harley 1980).

Uintipyrähdyksen suorittanut ja/tai sähkönarkoosiin joutunut rapu ei vähään aikaan reagoi uuteen sähköimpulssiin. Tämän vuoksi ei ensimmäisellä yrityksellä pyytämättä jääneitä rapuja kannata yrittää saada sähkösykäyksellä heti uudelleen liikkeelle vaan uusi sähköravustus on syytä suorittaa vasta noin tunnin kuluttua. Oleellista sähköravustuksessa on saada ravut esille ja liikkeelle, koska ainoastaan siten ne on mahdollista havaita ja saada pyydettyksi.

#### 5.5. Sähköravustuksen suorittaminen

Rapujen sähköpyynnissä tarvitaan anodihaavin käyttäjä, vähintään kaksi haaveilla varustettua suojapaikoistaan esiin tulevien rapujen kerääjää ja yksi henkilö pyydettyjen rapujen kokoamista, pyyntikirjanpitoa ym. tehtäviä varten. Keräilyhaavien tulisi olla keveitä ja helposti liikuteltavia. Pikkupoikasten haavissa pysymiseksi ei havaksen silmäkoon tulisi ylittää 3-5 mm. Käytössä tulisi myös olla kapeakärkisiä pieniä haaveja pienten rapujen keräämiseksi kivien väleistä ja muista vastaavista ahtaista paikoista.

Virtaavassa vedessä on pyynti suoritettava vastavirtaan, jotta taintuneet ravut eivät virran mukana ajelehtisi karkuun ja jotta pyytäjät eivät samentaisi vettä edellään. Näissä oloissa on pyyntihaaveja käyttävien henkilöiden syytä kulkea anodin käyttäjän molemmin puolin. Koska varsinkin voimakkaassa virrassa osa ravuista pääsee helposti ajelehtimaan pyytäjien ohi, on anodin takana syytä kuljettaa isokokoista haavia näiden kiinniottamiseksi. Järvien ranta-alueilla suoritettavassa sähköravustuksessa on yhden

pyyntihaavin käyttäjän syytä olla veneessä rannasta ulospäin uivien rapujen tavoittamiseksi.

Kvantitatiivisissa tutkimuksissa on ravustettavat koealat aidattava tiheäsilmaisilla sulkuverkoilla. Nämä painotetaan alapuoleltaan kettingillä tai vastaavalla tai painetaan tiiviisti pohjaa vasten kivien avulla. Pyynnin aikana on sään oltava kirkas ja vedenpinnan tyyni rapujen erottamiseksi. Polaroidlasien on todettu huomattavasti auttavan veteen näkemistä.

Sähköravustuksia voi suorittaa valojen avulla myös yöllä, ja saaliit ovat usein jopa paremmat kuin päivällä. Tämä johtuu mm. siitä, että yöllä on usein tyynempää kuin päivällä, erilaisia puiden ym. aiheuttamia häiritseviä varjoja samoin kuin auringosta tai pilvistä johtuvia heijastuksia ei ole ja ravut erottuvat selvemmin valon heijastuessa niistä. Ravut ovat lisäksi yöllä liikkeellä ja näin ollen suojapaikkoihin pyynnin aikana jäävien yksilöiden määrä on ilmeisesti pienempi kuin päivällä. Tämä onkin samalla yöpyynnin merkittävin haitta, sillä esim. kannan tiheyttä ja rakennetta tietyllä biotoopilla koskevissa tutkimuksissa ei tiedetä mistä pyydettyt ravut ovat lähtöisin. Valaistuslähteiksi soveltuvat sopivalla varjostimella varustetut kaasulamput (esim. Tilley, Petromax ja nestekaasulamput) sekä auton lyhdyt tai loisteputket. Näiden virtalähteenä voidaan käyttää akkua tai kevyen polttomoottorin käyttämää generaattoria.

Valaistun alueen tulisi ulottua ainakin jonkin matkaa rapuja karkottavan sähkökentän ohi eli n. 3-4 m etäisyydelle anodista, jotta myös pakoon pyrkivät ravut näkyisivät ja saataisiin pyydettyä.

Näytealat on valittava siten, että ne antavat edustavan kuvan veden ravuntuotantoalueista. Näyteala on aidattava alueen ulkopuolelta käsin eikä sillä saa liikkua ennen ravustuksen aloittamista. Tehtyjen havaintojen perusteella näyttää siltä, että pohjan laadusta, veden kirkkaudesta, pyyntiolosuhteista ym. tekijöistä riippuen jää ensimmäisellä pyyntikerralla n. 1/4 - 1/2 alueen rapumäärästä saamatta talteen. Tästä johtuen onkin kvantitatiivisissa tutkimuksissa jokainen näyteala ravustettava vähintään kolme kertaa ja pyyntikertojen välillä on pidettävä ainakin tunnin tauko. Runsaasti hyviä suojapaikkoja tarjoavilla ja samalla rapujen havaitsemista vaikeuttavilla kivikko- ja ryteikköpohjilla ja muilla vastaavanlaisilla biotoopeilla on pyyntikertojen määrää li-

sättävä. Tällaisilta alueilta on kuitenkin käytännössä lähes mahdotonta saada kaikkia rapuja pyydettyä.

Näytealalla olevien rapujen lukumäärän selville saamiseksi ei kaikkien rapujen poispyytäminen ole kuitenkaan välttämätöntä. Rapujen yksilömäärä voidaan hyvissä olosuhteissa laskea perättäisten pyyntikertojen saalismäärien vähenemisen perusteella esim. Leslien regression avulla (Ricker 1958). Menetelmän soveltuvuutta rapumäärien arviointiin sähköravustuksessa ovat Pursiainen ym. (1979) tarkastelleet.

Rapukannan koon arvioinnissa voidaan käyttää myös Petersenin merkintä-takaisinpyyntimenetelmää (Robson ja Regier 1971). Sähköravustuksella tietyltä alueelta pyydetyt ravut merkitään ja palautetaan takaisin pyyntialueelle. Takaisinpyynti voidaan suorittaa noin parin viikon kuluttua. Ensimmäisen kesän poikasten runsaudesta on tällä menetelmällä vaikeata saada oikeata kuvaa, koska monet näistä kuolevat tai vahingoittuvat pyynnin yhteydessä.

Sähköravustus edellyttää maa- ja metsätalousministeriön lupaa. Laitteisto on myös hyväksyttävä sähkö tarkastuslaitoksella, jonka antamia turvaohjeita on tapaturmien välttämiseksi tarkoin noudatettava.

## 6. MUUT RAPUJEN PYYNTITAVAT

Rapujen mertapyyntiin verrattava, mutta sitä yksinkertaisempi ravustusmuoto on rapujen pyytäminen rapuhaavilla. Pyydys on pyöreään vanteeseen kiinnitetty havaspussi. Syötti kiinnitetään tavallisimmin havaspussin pohjalle tai vanteen yli kulkevaan syöttilankaan ja pyydys lasketaan nostolangan avulla pohjaan mertojen tavoin. Rapuhaavilla pyynti perustuu siihen, että syötin kimpussa oleva rapu ei pääse haavista pois, kun pyydys varovaisesti nostetaan vedestä. Rapuhaavista on monia eri muunnelmia (lähemmin Lehtonen 1975, Westman 1978). Pyydysten koennassa vaadittavasta suuresta työmäärästä ja rapujen helposta karkaamismahdollisuudesta johtuen soveltuu tämä pyyntimuoto vain harvoissa tapauksissa käytettäväksi rapututkimuksissa.

Rapututkimuksissa toisinaan käytetty pyyntimenetelmä on rapujen kerääminen sukeltamalla käsin tai haavin avulla poimien (esim. Abrahamsson ja Goldman 1970, Capelli ja Magnuson 1974, Flint 1975).



Tehokas sukellustyöskentely edellyttää paineilmalaitteita ja meidän oloissamme yleensä myös sukelluspukua. Menetelmä soveltuu lähinnä käytettäväksi kivikkopohjilla, joissa kiviä voidaan siirtää syrjään ja siten etsiä ravut esille. Rapuja voidaan myös tavoitella koloistaan sopivilla käsineillä suojatuin käsin kovilla savipohjilla ja muilla pohjilla, joissa rapujen kolot eivät ole liian syviä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suorittamissa tutkimuksissa on rapujen kaivamien kolojen havaittu pehmeähköillä pohjilla olevan usein niin syviä, että niihin ei käsin ylety. Menetelmä ei myöskään sovellu käytettäväksi louhikoissa ja sukeltamista estävissä ryteiköissä.

Veden alla voidaan toimia myös yöllä, jolloin pohjalla liikkuvat ravut ovat varsin helposti käsin tai pienen haavin avulla pyydetävissä. Yösukelluksessa tarvitaan veden alla toimiva sukelluslamppu. Ravut voidaan veden alla kerätä esim. verkkokassiin. Sukellustutkimukset soveltuvat useimmiten kvalitatiivisten näytteiden keräämiseen, mutta sopivilla pohjilla on myös mahdollista suorittaa kvantitatiivisia tutkimuksia. Menetelmää voidaan lisäksi käyttää hyväksi mm. rapujen olinpaikkojen kartoittamiseen muita pyyntimenetelmiä silmälläpitäen.

Vaikka sukeltamista suoritettaisiinkin vain matalilla ranta-alueilla, liittyy tähän aina omat vaaransa. Tämän vuoksi tulisi sukellustutkimuksia suorittaa vain tähän koulutuksen saaneiden henkilöiden ja rannalla on aina oltava toinen henkilö valvomassa sukeltajaa.

Pääasiassa ravunpoikasten pyyntiä varten kehitetty imurointimenetelmä (Odelström 1983) on osoittautunut soveltuvan hyvin myös aikuisten rapujen keräilyyn ranta-alueilta, noin 1,5 m syvyyteen asti.

## 7. POIKASTEN PYYNTI

Rapujen poikastutkimusten yleisimmät tavoitteet ovat poikasten runsauden selvittäminen eri alueilla, lisääntymisen onnistumisen ja uuden vuosiluokan vahvuuden arviointi sekä poikasten kasvun ja kuolevuuden tutkiminen. Aikuisten rapujen pyyntiä on tutkittu runsaasti ja tehokkaita menetelmiä, kuten esim. mertapyyntiä, on kehitetty paljolti ravustuksen taloudellisen merkityksen vuoksi. Poi-

kasten pyyntiin ei ole vastaavia tarpeita ja kiinnostusta, ja aivan viime aikoihin asti on poikasten näytteenotosta ollut varsin vähän menetelmällistä tietoutta saatavissa.

Ravunpoikaset kuoriutuvat alkukesän lämpötilasta riippuen Etelä-Suomessa tavallisimmin heinäkuun alkupuoliskolla ja Pohjois-Suomessa heinäkuun loppupuolella. Poikaset pysyttelevät emon pystön alla noin 7-12 päivän ajan, vaihtavat tämän jälkeen ensimmäisen kerran kuortansa ja aloittavat noin 11-12 mm mittaisina itsenäisen elämän. Nämä nk. 2. asteen poikaset ovat pääpiirteissään aikuisten rapujen näköisiä, vikkeläliikkeisiä, ja kykenevät hätyytettäessä pakenemaan pyrston nopeilla lyönneillä taaksepäin kuten aikuiset ravut. Poikaset oleskelevat yleensä matalassa ja lähellä rantaviivaa kivien, lehtien, soran ja oksien suojaissa. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suorittamissa tutkimuksissa on emostansa vasta irtaantuneita poikasia kuitenkin löydetty yli metrinkin syvyydestä.

Ensimmäisen kesän aikana poikasia näkee äärimmäisen harvoin mihinkään vuorokauden aikaan pohjalla liikkumassa. Näiden n. 11-30 mm mittaisten poikasten pyynti onkin osoittautunut vaikeaksi, koska ne eivät mene tiheäsilmäisiinkään mertoihin. Vastaavanlaisia pyydyksiä kuin mitä kalanpoikasten pyynnissä käytetään (Bagenal ja Nellen 1980), ei ole onnistuttu kehittämään ravunpoikasille. Kvalitatiivisia näytteitä saadaan sähköravustuksella ja myös käsin poimimalla: kääntelemällä varovaisesti kiviä, lehtiä, oksia ja muuta pohja-ainesta, joiden alle poikaset ovat kätkeytyneet. Sopivilta, rajatuilta näytealoilta on näiden menetelmien avulla mahdollista saada myös kvantitatiivisia näytteitä. Tällaiset tutkimukset ovat kuitenkin erittäin työläitä ja aikaavieviä. Lisäksi ravunpoikasten sähköpyynti ja käsinpoiminta soveltuvat käytettäväksi vain matalilla ranta-alueilla.

Ravunpoikasten näytteenottoon syvemältä voidaan käyttää erilaisia pohjaeläinnoutimia (Dye ja Jones 1975). Näiden käyttökelteisyydestä meidän oloissamme ei tiettävästi kuitenkaan ole kokemuksia.

Erityisen käyttökelpoiseksi sekä matalilla ranta-alueilla että aina 1,5 m:n syvyyteen asti toimivaksi näytteenottomenetelmäksi on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tutkimuksissa osoittautunut Ruotsissa kehitetty imurointilaitteisto (Odelström 1983). Polttomoottorilla toimivan vesipumpun avulla imetään ravunpoikaset ja

isommatkin ravut sekä muut pohjaeläimet varsin karkeankin irtonaisen pohja-aineksen ja veden mukana erityiseen säkkiin. Sopivan näytealan läpikäymisen jälkeen ravunpoikaset erotellaan muusta pohja-aineksestä seulojen avulla. M. Pursiainen on Evon kalastuskoe-  
 asemalla ja kalanviljelylaitoksella edelleen kehitellyt ko. laitteistoa, ja se on nykyisessä muodossaan osoittautunut erilaisilla pohjilla hyvin toimivaksi menetelmäksi myös pienimpien ravunpoikasten näytteenotossa. Menetelmällä on mahdollisuus saada myös kvantitatiivisia näytteitä rajatuilta alueilta. Pohjaimurin käyttö vaatii harjaannusta, ja se edellyttää lisäksi sukeltajan ohjaamaan imuputkea pohjalla.

## 8. RAPUJEN MERKINNÄT

Rapujen merkintätutkimuksilla voi tarkkailu- ja velvoitetutkimuksissa olla monenlaisia tavoitteita. Tutkimusalueelta pyydettyjä rapuja merkitsemällä voidaan mm. selvittää näiden liikkumista ja vaelluksia ja siten esim. rapujen pysymistä tai karkottumista alueelta, eri populaatioiden rajoja, rapujen kasvua, lisääntymistä ja kuolevuutta sekä merkintä-takaisinpyyntimenetelmän avulla rapukantojen kokoa. Merkittyjä rapuja istuttamalla voidaan lisäksi selvittää esim. rapujen elinmahdollisuuksia haitta-alueella.

Rapujen lyhytaikaisessa merkinnässä voidaan käyttää veteen liukenematonta tussia, jolla piirretään selkakilpeen seuraavaan kuorenvaihtoon asti säilyvä numero tai tunnus. Useamman kuorenvaihdon yli säilyvä merkki on sähkökolvilla kuoreen poltettu piste-koodi (Abrahamsson 1965). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on käyttänyt 12 V akkua ja Weller TCP 12 kolvia (35 W/12 V), jossa kärjen (no. 9) lämpötila pysyy termostaatin avulla n. 470°C:ssa. Tämä lämpötila on riittävä, jotta ravun kuoreen saadaan poltettua piste nopeasti yhdellä painalluksella (Westman ja Pursiainen 1979). Pitkään säilyvä ryhmämerkki on ravun pyrstön kärjen reunimmaisten uimaevien eli uropodien poisleikkaaminen.

## 9. RAPUKANNAN KOON ARVIOINTI

Tarkkailu- ja velvoitetutkimuksissa joudutaan usein selvittämään rapukannan kokoa. Aikuisten, merroilla pyydettyjen yli 70 mm mittaisten rapujen osakannan koon arvioinnissa käytetään

yleisimmin merkintä-takaisinpyyntimenetelmää. Suomessa ovat menetelmää käyttäneet mm. Hoikkala (1977), Niemi (1977) ja Westman ja Pursiainen (1979, 1982). Menetelmässä oletetaan pyydettyjen rapujen olevan suorassa suhteessa pyydettyyn osakantaan. Tämä edellyttää, että jokaisella yksilöllä on yhtäläiset mahdollisuudet tulla pyydettyksi. Mertapyynnin on tämän vuoksi katettava tarkoin rapujen esiintymisaluet ja pyynti on suoritettava siihen vuodenaikaan, jolloin molemmat sukupuolet ovat mahdollisimman aktiivisia ja kuorenvaihdot eivät aiheuta valikoitumista saaliissa. Paras pyynnin ajankohta on loppukesä ja alkusyksy. Koska koiraiden suurempi aggressiivisuus ja erot eri sukupuolten kuorenvaihtosyklissä vaikuttavat mertasaaliisiin, on koiraita ja naaraita ja mieluummin myös eri kokoryhmiä koskevat aineistot käsiteltävä erikseen (Abrahamsson 1966). Pyydetyt ravut on merkittävä heti pyyntipaikalla ja laskettava välittömästi takaisin veteen pyyntialueelle. Takaisinpyynti voidaan suorittaa noin parin viikon kuluttua. Merroilla pyydettyjen koiraiden ja naaraiden lukumäärä voidaan laskea kaavan  $N = \frac{MC}{R}$  avulla, jossa N = kannan koko, M = merkittyjen rapujen lukumäärä, C = takaisin pyydettyjen rapujen kokonaismäärä ja R = takaisin pyydettyjen, merkittyjen yksilöiden määrä (Robson ja Regier 1971).

Koko rapukannan koon arvioinnissa voidaan rapujen pyynti suorittaa sähköpyynnillä tai pohjaimurilla (ks. luvut 5 ja 6).

Tutkimuksissa, joissa pyritään selvittämään lisääntyvän kannan kokoa, on otettava huomioon, että kaikki naaraat eivät lisäännä joka vuosi, vaikka ovat sukukypsiä (Abrahamsson 1972, Westman ja Pursiainen 1982). Rapukoiraat tulevat sukukypsiksi yleensä noin 6-7 cm:n ja naaraat 7-8 cm:n mittaisina. Sukukypsyyden ja lisääntymisvalmiuden voi todeta loppukesällä, kohottamalla varovasti ravun selkäkilpeä. Koiraalla näkyy tällöin selän takaosassa, ohuen "nahan" alla, valkeita, kiemuraisia, maitia täynnä olevia siittiöjoh-timia. Naarailta voi näkyä selkäkilven alla valkeasta oranssiin ja ruskeanpunaiseen vivahtavia mätimunua. Mädin väri riippuu kehitysasteesta. Valkeat mätimunat merkitsevät sitä, että naaras ei lisäännä sinä syksynä.

Sukukypsän, lisääntymään valmistautuvan naaraan voi myös tunnistaa noin kuukautta ennen paritteluaikaa luotettavasti ja nopeasti pyrstön alapuolen kilpien poikki kulkevista vaaleista juosteista. Ne ovat limarauhasia, joiden eritteen avulla mätimunat aikanaan kiinnittyvät uimaraajoihin eli pleopodeihin.

## 10. RAPUJEN KOEISTUTUKSET

Vaikka veden laatu ja muutkin ympäristöolosuhteet osoittaisivat vesistön soveltuvan ravulle, on ilman rapuistutuksia vaikeata luotettavasti arvioida vedenalaisia olosuhteita rapujen elinalueilla, rapujen suojapaikkojen säilymistä, ravinnonsaantia jne. Merkittyjen rapujen istutuksilla voidaan selvittää, soveltuuko vesistö enää ravulle, ts. voiko rapu elää ja lisääntyä muuttuneessa elinympäristössä.

Istutuksissa olisi syytä käyttää 8-9 cm mittaisia, jo sukukypsiä rapuja, jotta mahdollisimman pian saataisiin tietoja rapujen lisääntymismahdollisuuksista haitta-alueella. Rapuja tulisi olla vähintään 400-500 kpl istutusalueetta kohti. Sopiva istutustiheys on 1-5 rapua rantametrille. Suomessa ei toistaiseksi ole riittävästi saatavissa istutuksiin soveltuvia viljeltyjä rapuja, vaan istukkaat on hankittava pyytämällä luonnonvesistä. Jotta ravut sopeutuisivat mahdollisimman hyvin istutusveteen, ne on syytä hankkia saman vesistön muista osista tai samantyyppisestä läheisestä vedestä. Järviin olisi istutettava "järvirapuja" ja jokiin "jokirapuja". Istutuksissa on kuljetus- ja istutustappioiden välttämiseksi käytettävä vain kovakuorisia yksilöitä.

Ennen merkittyjen rapujen istutuksia on istutusalueet valittava huolellisesti eri puolilta vahinkoaluetta, ravulle soveliaiden elinympäristöjen kartoittamiseksi. Paikkojen valinnassa on huomiota kiinnitettävä mm. veden syvyysuhteisiin, pohjan laatuun ja ravun suojapaikkoihin, kasvillisuuteen, rantojen laatuun sekä virtaavissa vesissä veden virtausnopeuteen. Säännöstelyissä vesissä on otettava huomioon säännöstelyn vaikutukset (Pursiainen ja Westman 1982). Istutukset olisi ensi sijassa suunnattava entisille hyvälle ravustusalueille. Rapuja on lisäksi istutettava vertailualueille, joiksi soveltuvat tutkimuksen kohteena olevan vesistön luonnontilaiset alueet tai vastaavat lähialueen vedet.

Istutukset on syytä tehdä elo-syyskuun aikana, jotta ravut ehtivät sopeutua uuteen elinympäristöönsä ennen syksyn paritteluaikaa ja talven tuloa. Istukkaita olisi sumputettava mieluummin muutamia päiviä uudessa ympäristössä ennen vapaaksi päästämistä. Näin menetellen vältytään siltä, että ravut lähtisivät laajasti vaeltamaan istutuspaikalta. Rapujen istuttamista, käsittelyä ja kuljettamista ovat Westman (1978, 1979, 1981) ja Pursiainen ja Westman (1982) lähemmin käsitelleet.

## 11. RAPUJEN SUMPUTUKSET

### 11.1. Sumputuksen käyttömahdollisuudet

Raputuhon syy saadaan harvoin selville riittävän luotettavasti, koska tapahtuman tarkkaa ajankohtaa ei yleensä tunneta. Rapujen katoaminen havaitaan useimmiten vasta ravustuskauden alettua. Tuhon syyksi epäillään useimmiten ensimmäiseksi rapuruttoa, minkä toteen näyttäminen on kuitenkin mahdotonta ilman kuolleista ravuista saatuja näytteitä. Ympäristöä muuttavien hankkeiden yhteydessä olisikin usein välttämätöntä järjestää rapujen sumputuskokeita, joiden avulla saadaan sekä mahdollisen rapukuoleman ajankohta että aiheuttaja selville.

Rapujen sumputuskokeilla on monia käyttömahdollisuuksia. Menetelmällä voidaan tarkkailla kaikkia niitä ravun kokoluokkia, joita on saatavissa ympäristöstä. Järjestämällä sumputukset eri puolille tutkittavaa aluetta voidaan tuhon laajuutta selvittää. Rapujen jatkuva tarkkailu ja näytteenotto sekä elävistä että kuolleista yksilöistä on mahdollista sellaisenakin aikana vuodesta, jolloin esimerkiksi seuranta mertapyyntin avulla on mahdotonta. Sumputuskokeilla voidaan lisäksi havaita ja tutkia sellaisiakin haittavaikutuksia, joita muilla menetelmillä ei ehkä lainkaan todettaisi, kuten esimerkiksi häiriöitä lisääntymisessä tai kuorenvaihdossa. Merkittävin etu on usein kuitenkin siinä, että tarvittaessa on saatavissa rapunäytteitä, joiden avulla rapukuolemien syy voidaan saada selville.

Sumputusmenetelmän käytöstä voi olla hyötyä kaikissa niissä tapauksissa, joissa ravun ympäristötekijöissä tapahtuu muutoksia, niin elinympäristön heiketessä kuin myös parantuessa. Sumputuskokeita tulisi kuitenkin järjestää erityisesti sellaisten vesistöjärjestelytöiden yhteydessä, joissa veden laadussa on odotettavissa muutoksia. Tekojärvien ja säännöstelyaltaiden käyttöönoton jälkeen veden laatu heikkenee alapuolisessa vesistössä usein merkittävästi. Sumputuksin voidaan tällöin tutkia muutosten vaikutuksia rapuihin. Myös jätevesien laskun, valuma-alueella tehtävien ojitusten, turpeennoston ja muun maankaivuun yhteydessä tapahtuu vedenlaadussa huonontumista, jonka vaikutusten selvittämisessä sumputuskokeista on usein korvaamatonta hyötyä.

## 11.2. Sumputusmenetelmän rajoitukset

Sumputusmenetelmän käytön suurimpana vaikeutena on usein riittävän pitkäaikaisten koesarjojen aikaansaaminen. Rapujen ruokinta, kannibalismin torjunta ja sellaista olojen järjestäminen sumpuihin, että menetelmä ei itsessään aiheuta lisäkuolleisuutta on usein vaikeata. Sumputettavien rapujen hankinta voi myös tuottaa ongelmia. Rapujen tulisi olla peräisin samasta vesistöstä, mieluiten sumputusalueelta, jotta olosuhteiden muuttuminen ei häiritسی rapuja. Lisäksi usean eri ikäluokan ja erityisesti poikasten saaminen mukaan kokeeseen on usein työlästä. Myös mätiä kantavien naaraiden pyynti on niiden vähäisen liikkumisaktiiviteetin takia vaikeata.

Sumputuskokeiden seurannassa on erääksi ongelmaksi osoittautunut kuolleiden rapujen havaitseminen, koska ne pysyvät pohjalla ja jäävät usein vielä sumpuissa oleviin suojapaikkoihinsa. Tästä johtuen sumpu on nostettava tarkastuksen yhteydessä ylös vedestä. Lisäksi kannibalismin aiheuttamaa kuolleisuutta on vaikeata erottaa muusta kuolevuudesta, koska ravut voivat syödä myös kuolleita yksilöitä. Näin pelkkä rapujen lukumäärän aleneminen ei aina ole välttämättä ympäristötekijöiden muutosten aiheuttamaa. Seurannan järjestäminen talvella aiheuttaa ongelmia jääolosuhteista ja rapujen jäätymisvaarasta johtuen.

Sumputuskokeita on lisäksi vaikeata järjestää siten, että kaikki ympäristössä tapahtuvat muutokset tulevat huomioonotetuiksi. Veden korkeuden vaihtelun ja lieteytymisen aiheuttamia, ravuille haitallisia muutoksia on lähes mahdotonta selvittää sumputuskokeiden avulla, koska ravut eivät pääse sumpuissa liikkumaan samoin kuin luonnossa.

## 11.3. Sumputuskokeiden suorittaminen

Sumppujen tulee olla rakenteeltaan sellaisia, että olosuhteet niissä mahdollisimman paljon muistuttavat ravun luonnollista elinympäristöä. Sumppujen pohjan tulee tarjota ravuille riittävästi tilaa yksilöä kohden ja toisaalta suojapaikkoja ja mahdollisuuksien mukaan myös ravintoa. Veden vaihdon sumpuissa tulee olla sama kuin ympäristössäkin.

Koska sumpu on tarkastusten yhteydessä nostettava ylös vedestä, on Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen suorittamissa kokeissa (Pursiainen ym. 1984) sopivimmaksi sumpun kooksi käytännössä todettu korkeintaan neliömetrin kokoinen laatikko. Jäykän sumpun kannen ja seinämien on syytä olla mahdollisimman harvasilmäistä metalliverkkoa. Pohjan on oltava tiheästä muovitetusta verkosta, jolloin yhteys koealueen pohjaan säilyy ja toisaalta suojapaikat ja muu sumpun sisälle sijoitettu tai sinne kertyvä aines pysyy tarkastusten yhteydessä mahdollisimman hyvin paikoillaan. Sumpun pohjalle tulee sijoittaa suojapaikkoja rapujen määrää vastaavasti, esimerkiksi reikätiiliä ja salaojaputken pätkiä, vettyneitä puun kappaleita jne.

Rapujen tiheys sumpuissa ei voi olla kannibalismista johtuen kovin suuri. Luonnossa aikuisten yli 7 cm:n rapujen tiheydet ovat suurimmillaan 5-6 yksilöä/m<sup>2</sup>, ja vastaavaa tiheyttä on käytetty myös Evon kalanviljelylaitoksen maalamikoissa emorapujen kasvatuksessa. Tehokkaalla hoidolla ja ruokinnalla voi keinoaltaissa olla 10-20 yksilöä/m<sup>2</sup>. Näin ollen sumpuissa ei voitane pitkäaikaisissa kokeissa pitää suurempaa tiheyttä kuin 5-10 aikuista rapua neliömetrillä. Evon kalanviljelylaitoksessa saatujen kokemusten perusteella voitaneen vastakuoriutuneita ravun poikasia sumputtaa 50 - 100 kpl/m<sup>2</sup> (Pursiainen ym. 1983).

Sumppujen pienen koon vuoksi on sumputuskokeissa käytettävä kulakin koealueella useita sumppuja samanaikaisesti. Eri kokoiset ravut tulee sijoittaa eri sumppuihin kannibalismia vähentämiseksi. Mikäli halutaan selvittää mädin hautoutumisen ja poikastuotannon onnistumista, on emoravut pidettävä varsin harvassa ja erillään muista ravuista, mieluummin jopa yksilöllisissä häkeissä.

Sumpu tulee sijoittaa vesistöön ravun luontaisille esiintymisalueille. Parhaimpia ovat suhteellisen kovapohjaiset ja viettävät pohjat, koska tällöin sumpu eivät vajoa mutaan. Sumputusalueita tulee olla useita, eri etäisyyksillä veden laatua muuttavista kohteista. Sumputusmenetelmän ravuille aiheuttamien vaikutusten tutkimiseksi on järjestettävä vertailusumputusia samoilla menetelmillä sellaisella lähialueella, jossa ympäristömuutoksia ei tapahdu.

Sumputuskokeen tulisi kestää niin kauan kuin vesistön veden laadussa todetaan muutoksia. Koska useat ympäristömuutokset vaikuttavat vain ravun tiettyihin elämänvaiheisiin, on seuranta syytä jatkaa vielä olojen vakiinnuttuakin. Koska sumputusmenetelmä voi



häiritä rapuja ja jopa aiheuttaa kuolleisuutta, voi yhden riittävän pitkän kokeen järjestäminen tuottaa vaikeuksia. Tästä syystä tulisi useilla lyhyemmillä koejaksoilla ja uusilla koe-eläimillä selvittää ravun elämänvaiheista ainakin kuorenvaihdon sekä mädin haudonnan ja poikasten kuoriutumisen onnistuminen. Kokemukset Kyrönjoella osoittavat kuitenkin, että yhtä koetta voidaan jatkaa koko avovesikauden ajan samoilla rapuilla (Pursiainen ym. 1984).

Rapujen näkemiseksi on sumput tarkastusten yhteydessä nostettava ylös vedestä. Tällöin on kuolleet ravut ja/tai niiden osat poistettava sumpuista ja talletettava joko pakastamalla tai johonkin säilöntäaineeseen. Samalla on tehtävä havaintoja mm. rapujen käyttäytymisestä, kuorenvaihdosta jne. Tarkastus on lämpimän veden aikaan tehtävä 2-3 kertaa viikossa ja talvella kerran viikossa. Mikäli veden laadun oletetaan vaihtuvan on tarkastuksia syytä tihentää. Sumpujen nostot ja tarkastukset on tehtävä siten, että ne mahdollisimman vähän häiritsevät rapuja.

Rapujen pitämiseksi hyväkuntoisina ja kannibalismin välttämiseksi on rapuja pitkäaikaisissa sumputuksissa ruokittava. Rapu syö luonnossa sekä kasvi- että eläinravintoa (Westman 1982, Westman ym. 1984). Evon kalanviljelylaitoksessa on havaittu, että pitkäaikainen ruokinta yksinomaan kalaravinnolla lisää rapujen kannibalismia. Tästä johtuen rapuille pitäisi tarjota kasvisravintoa kuten nokkosia tai herneen varsia, ja myös lahoavia jätteitä kuten syksyllä maasta haravoituja lepän lehtiä, yhdessä helposti saatavan kalaravinnon kanssa. Ruokinta ja ravinnon tähteiden poisto on syytä järjestää sumpujen tarkastuksen yhteyteen, jolloin samalla voidaan seurata ravinnon kulumista.

Kokeiden alkaessa sumppuihin sijoitettavat ravut tulisi mitata yksilöllisesti, määrittää sukupuoli ja kuoren kovuus ja mikäli mahdollista, myös merkitä ravut polttomerkillä (luku 8.). Tällöin myös kuorensa vaihtaneet yksilöt voidaan erottaa tarkastuksissa, vaikka vanha kuori olisikin syöty. Sumpujen tarkastuksissa on kuolleet ravut myös mitattava, jotta eri kokoisten yksilöiden kuolevuutta voidaan tutkia. Kuorenvaihdon seuraamiseksi on rapujen kuoren kovuus syytä määrittää sumpujen tarkastusten yhteydessä. Ravun hemolymfanäytteiden avulla voidaan seurata mm. rapujen kuntoa. Kuolleet ravut on tallennettava kuolinsyyn sekä mahdollisten kidus- ym. vaurioiden selvittämiseksi. Sumputuskokeen päättyessä on alussa tehdyt mittaukset ja määritykset toistettava.

Sumputusten tuloksia käsiteltäessä on rapujen kuolleisuutta syytä tarkastella kokoryhmittäin. Eri elämänvaiheessa olevat ravut (kuorenvaihto, lisääntyminen) on syytä käsitellä myös omina ryhminään. Sumppujen tarkastusten yhteydessä tehtyjä rapujen kuorenvaihtoa, aktiivisuutta, käyttäytymistä, kuolleisuutta, ravinnon kulumista jne. koskevia havaintoja on verrattava sekä vertailusumputuksissa tehtyihin havaintoihin että veden laadussa ja muissa ympäristötekijöissä tapahtuneisiin muutoksiin.

Sumputukseen liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi on erityisesti korostettava vertailusumputusten tärkeyttä. Samanaikaisesti sumputuskokeiden kanssa on välttämätöntä seurata koko alueen rapukantaa ja niissä tapahtuvia muutoksia koeravustusten avulla.

## 12. RAPUJEN FYSIOLOGISET TUTKIMUKSET

### 12.1. Hemolymfatutkimukset

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa tehdyissä ravun vedenlaatuvaatimuksia kartoittavissa fysiologisissa tutkimuksissa on toistaiseksi keskitytty hemolymfa-analyysiin. Menetelmää on käytetty mm. selvitettyäessä ravun fysiologista sopeutumista veden pienentyneeseen happipitoisuuteen ja happamoitumiseen akvaarioal-  
tistuksissa (Järvenpää ym. 1983, Nikinmaa ym. 1983, Järvenpää 1984). Vaikka hemolymfanäytteitä on toistaiseksi otettu vähän sellaisista luonnon rapukannoista, jotka ovat alttiita vedenlaadun muutoksille (vrt. Järvenpää ja Railo 1983), näyttää ilmeiseltä, että rapujen hemolymfa-analyysijä voitaisiin käyttää eräänä veden laadun muutoksia heijastelevana indikaattorina. Varsinkin pitkään kestävät krooniset veden laadun muutostilat johtavat hemolymfassa näkyviin sopeutumisilmiöihin.

Ravun elämänkierron voimakkaasta syklisyydestä aiheutuva suuri vuodenaikaismuuntelu on kuitenkin otettava huomioon analyysituloksia tarkasteltaessa. Virheet vältetään parhaiten, mikäli jokaisen näytteenoton yhteydessä näytteenottopaikan läheisyydessä on saatavissa vertailunäyte mahdollisimman häiriintymättömästä ympäristöstä.

Ravun elämää hallitsee sen kasvamiseen liittyvä kuorenvaihtokierto. Meidän leveysasteillamme sukukypsät ravut vaihtavat kuorta tavallisesti vain kerran kesässä, nuoremmat useita kertoja kas-

vukauden kuluessa. Toinen syklinen ilmiö, joka kuorenvaihdon ta-  
voin aiheuttaa suuria muutoksia hemolymfan koostumuksessa on li-  
sääntymiskierto (Andrews 1967). Syklisten ilmiöiden aikataulu riip-  
puu kasvukauden lämpötilakehityksestä ja vaihtelee näin ollen jon-  
kin verran vuodesta toiseen. Eri vesistöjen välillä voi niin ikään  
olla huomattavia eroja alueellisista sääeroista johtuen. Samassa  
vesistössä koko sukukypsä rapupopulaatio vaihtaa kuorta lyhyen ai-  
kavälin sisällä, koiraat 1-2 viikkoa naaraita aikaisemmin.

Hemolymfänäytteenottoa varten ravut tulisi valita mahdollisimman  
tarkoin samassa kuorenvaihdon vaiheessa olevista yksilöistä. Mik-  
roskooppisessa tutkimuksessa vaihe on määriteltävissä hyvin tark-  
kaan (Stevenson 1975, Vranckx ja Durliat 1978). Kentällä sen si-  
jaan on tyydyttävä huomattavasti karkeampaan, lähinnä kuoren ko-  
vuusasteeseen perustuvaan määrittelyyn.

#### 12.1.1. Näytteenotto

Näytteenotto on vakioitava mahdollisimman pitkälle. Eri mene-  
telmiä toisiinsa vertaamalla Riista- ja kalatalouden tutkimuslai-  
toksella on päädytty menettelyyn, jossa rapuja sumputetaan yksit-  
tään pyynnin jälkeen yli yön (Järvenpää ym. 1979). Tarkoituksena  
on käytetty polyeteeniputkisumppuja, joiden toinen pää on suljettu  
kiinteästi metalliverkoilla toisen pään ollessa avattava. Putkissa  
on metalliverkosta tehty välipohja, joka tarjoaa ravulle luonnolli-  
semman liikkuma-alustan kuin sileä putken seinämä.

Putkisumput on tehty siten, että ne voidaan liittää toisiinsa  
4-5 sumpun pattereiksi. Näytteitä voidaan ottaa myös ryhmäsum-  
puissa sumputetuista ravuista (vrt. luku 11.). Vertailuryhmä on  
tällöin syytä sumputtaa samalla tavoin.

Koska ravuilla on selvä vuorokausirytmä, tulisi näytteenotto  
ajoittaa aina samaan vuorokaudenaikaan. Suurista sukupuolierois-  
ta johtuen naaraat ja koiraat tulisi käsitellä omina ryhminään  
(Järvenpää ym. 1979, 1983). Hemolymfänäytteen ottoa varten rapu  
otetaan sumpusta, kääräistään esim. kosteaan paperipyyhkeeseen si-  
ten, että pyrstö ja viimeisten kävelyraajaparien tyvet jäävät pal-  
jaiksi. Eläin saadaan näin liikkumattomaksi ja sitä on helppo kä-  
sitellä. Näyte otetaan injektioruiskuun ventraalisinuksesta työn-  
tämällä neula sisään etuviistoon viimeisen kävelyraajaparin takaa,  
raajan tyven ja keskiviivan puolivälistä.

Näin otettu näyte, jota esim. 20 g:n painoisesta ravusta saadaan helposti 1 ml, on "laskimolymfaa". Se on käsiteltävä edelleen pikaisesti, sillä varsinkin kuorenvaihdon lähestyessä näyte hyytyy nopeasti. Hyytyminen voidaan ehkäistä sentrifugoimalla näyte välittömästi, tai mikäli ao. määrittely sallii, saostamalla siitä valkuaisaineet.

#### 1 2.1.2. Määritettävät suureet

Luonnossa, rapujen pyyntipaikalla tapahtuva näytteenotto edellyttää mahdollisimman yksinkertaisia näytteiden esikäsittelymenetelmiä. Tämä puolestaan vaikuttaa siihen, mitä suureita näytteistä voidaan määrittää. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen rapututkimuksissa maastossa otetuista hemolymfanäytteistä määritetään lymfan kokonaisvalkuaisainepitoisuus suoraan Biuret -reagenssiin pipetoidusta näytteestä. Kuparipitoisuus määritetään näytteestä, joka laimennetaan 1 N HCl:oon suhteessa 1:1. Muiden ionien, kalsiumin, magnesiumin, kaliumin, natriumin ja kloridin pitoisuudet sekä lymfan glukoosi- ja laktaattipitoisuus määritetään näytteestä, josta valkuaisaineet saostetaan lisäämällä siihen näytteeseen verrattuna kolminkertainen määrä 10 % TCA:a (lähemmin Järvenpää ym. 1979, 1983, Järvenpää 1984).

Kuvatulla tavalla käsitellyt näytteet säilyvät hyvin kylmänvaraajilla varustetussa kylmälaukussa 2-3 vuorokautta kestävän näytteenottoretken ajan.

Määritettävistä suureista kokonaisvalkuaisaine- ja kuparipitoisuus ilmentävät hemolymfan hengityspigmentin määrää ja happikapasiteettia (Järvenpää ym. 1983). Glukoosi- ja laktaattipitoisuudet toimivat erilaisina stressi-indikaattoreina ja hemolymfan ionit ilmentävät lymfan osmoottista säätelyä ja ionitasapainoa (vrt. myös Soivio ja Virtanen 1980).

Vastaavanlaisia hemolymfa-analyyskejä on tehty myös rapuruttoa sairastavista ravuista. Vaikka ruttosieni tuhoaakin ravun kuorta, kykenee rapu ylläpitämään osmoottisen säätelynsä ja ionitasapainonsa lähes normaaleina hyvin lähelle kuolemaansa (Järvenpää ym. 1984). Lopullinen kuoleman syy löytyneekin sienen myrkkyyvaikutuksista (Unestam ja Weiss 1970).

### 13. RAPUJEN TAUTI- JA LOISTUTKIMUKSET

#### 13.1. Rapurutto

Rapujen joukkokuolemien ja selittämättömien häviämisten aiheuttajaksi epäillään usein ensimmäiseksi rapuruttoa. Rapukuoleman syyn selvittämiseksi on tärkeä tuntea rapuruton tuntomerkit ja tarvittavat toimenpiteet taudin erottamiseksi erilaisten ympäristömuutosten aiheuttamista kuolemista. Rapuruton lisäksi saattaa myös eräillä muilla taudeilla ja loisilla olla merkitystä rapukannoille tietyissä ympäristöoloissa. Suomessa tavattavia ravun tauteja ja loisia sekä toimenpiteitä rapukuolemista on käsitelty useissa julkaisuissa (mm. Westman ja Nylund 1977, 1978, 1979b).

Rapujen taudeista ja loisista on Suomessa ainoastaan rapuruton todettu aiheuttaneen rapujen joukkokuolemia. Rapurutto johtaa yleensä vesistön koko rapukannan tuhoutumiseen. Joissakin tapauksissa saattaa vesistön joihinkin eristyneisiin osiin, esim. puroihin, lahdenpoukamisiin ym. jäädä rapuja henkiin. Rapuruttoa kestäviä rapukantoja ei ole todettu. Suurissa reittivesissä rapurutto saattaa esiintyä vuosikausia leviten vesistössä vähitellen joko itsenäisesti rapujen mukana, veden virtausten kuljettamien ruttoitiöiden mukana, tai ihmisen toiminnan seurauksena (Westman ja Nylund 1979a).

Rapurutto levisi Suomeen vuonna 1893 Venäjän kautta luultavasti saastuneiden pyydysten välityksellä. Huomattavimmat raputuhot tapahtuivat Suomessa 1900-luvun alkuvuosikymmenillä. Rapuruttoa on ilmeisesti esiintynyt ainakin jossakin vaiheessa useimmissa rapuvesissä. Kirjallisuustiedot rapukuolemista, joissa rapujen kuoleman on todettu tai epäilty aiheutuneen rapurutosta on vuosien 1893-1972 osalta luetteloitu (Westman ym. 1973). Rapukantojen harvennuttua on rapuruton esiintyminen rajoittunut suhteellisen harvoille alueille. Nykyisin tulee vuosittain Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tietoon 8-12 rapuruttotapausta. Taudilla on kuitenkin edelleen huomattava merkitys raputaloudessa.

Rapuruton aiheuttaa Aphanomyces astaci -niminen leväsieni. Rapuruttosieni kasvaa ravun kuoressa, ja sienirihmaa tavataan vain vähän muualla ravussa. Rapu kuolee muutaman viikon kuluessa tartunnasta veden lämpötilasta riippuen. Kuoresta ulos kasvavien sienirihmojen kärjistä kuroutuu kahden siiman avulla uivia parveiluiti-

öitä. Tavoittaessaan uuden ravun itiöt kiinnittyvät sen kuoreen, ja niistä kasvava sienirihma työntyy rapuun.

Ruttoon sairastunut rapu on velto ja se liikkuu usein horjuen, raajat ojennettuina (ns. puujalkakäynti) ja pyrstö usein vatsan alle kääntyneenä. Vedestä ylös nostettu rapu ei pysty pitämään saksiaan koholla vaan riiputtaa niitä veltoasti alaspäin. Ravut tulevat esille koloistaan ja ovat liikkeellä jopa täydessä päivänvalossa. Pako- ja puolustusrefleksejä ei sairailta ravuilla enää ole. Raajojen nivelten ja pyrstön alapuolen ohuessa kuoreessa saattaa näkyä sienitartunnan aiheuttamia kellertäviä läikkiä. Mainitut oireet eivät riitä ruton toteamiseen varmuudella, vaan tähän tarvitaan mikroskooppinen tutkimus tai sienien kasvattaminen elatusalustalla. Luotettava taudinmääritys vaatii pitkällistä kokemusta ja perehtyneisyyttä, koska ravussa saattaa esiintyä useita muitakin vaikeasti erotettavia sieniä ja hiivoja (Unestam 1973).

### 13.1.1. Rapuruton määrittäminen

Rapuruton määrittäminen voidaan tehdä mikroskooppisesti, tutkimalla ravun kuoren ohuita, läpinäkyviä osia. Pyrstökilven alapuolen ohuet jaokkeet leikataan irti, joko kaikki yhdessä tai ohuet osat erikseen. Tutkimukseen voidaan käyttää myös raajojen ohuita nivelkohtia. Kuoren kappaleet on puhdistettava tarkoin molemmin puolin kuoren pinnalla mahdollisesti kasvavista muista sienirihmoista pinsetinkärjillä. Kuoren sisällä kasvava rapuruttosieni ei vahingoitu, mutta tulee helpommin havaittavaksi. Kuorenkappaleet asetetaan objektilasille vesipisaraan. Sopiva suurennus sienirihmojen etsimisessä on noin 100-kertainen. Valaistuksena on normaali Köhler-valaistus useimmiten riittävä, mutta joskus voi vaihesiirtojärjestelmä helpottaa värittömien sienirihmojen havaitsemista.

Rapuruttosieni kasvaa ravun kuorella usein laajana, tiheänä verkostona. Sienirihman paksuus on 5-10 µm, rihma on tasapaksu, väliseinätön ja väritön. Rihmasto haarautuu suorakulmaisesti ja rihmojen kärjet ovat pyöreäpäiset.

Tartunnan alkuvaiheessa sienirihmasto saattaa esiintyä vain hyvin pienellä alueella kuorella, joten kaikki ohuet kuoren osat on syytä käydä tarkoin läpi.

Rapuruton määrittämisessä voidaan käyttää apuna sienien kasvattamista sopivalla elatusalustalla (lähemmin Unestam 1965, 1966).

Tätä määrittäystapaa käytetään mm. valtion eläinlääketieteellisessä laitoksessa.

### 13.1.2. Toimenpiteet rapukuoleman yhteydessä

Rapukuolemasta tulisi ilmoittaa mahdollisimman pian paikalliselle vesipiirin vesitoimistolle, kalastuspiirille, kalatalouspiirille ja Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselle. Myös vähäisistä rapujen kuolemista, rapujen selittämättömistä häviämisistä, ravuissa todetuista poikkeavuuksista ja loisista, sairastumiseen viittaavasta rapujen oudosta käyttäytymisestä jne. on syytä ilmoittaa. Tuhoalueen eri osista tulisi mahdollisimman pian rapukuoleman havaitsemisen jälkeen ottaa vesinäytteitä puhtaisiin pulloihin ja toimittaa ne lähimpään vesitoimistoon tutkittavaksi. Rapunäytteitä tulisi lähettää tutkittavaksi Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosastolle tai valtion eläinlääketieteelliselle laitokselle. Näytteen lähettämisestä on syytä etukäteen ilmoittaa vastaanottajalle. Näyterapuja tulisi kerätä muutamana yksilönä (5-10 kpl) erissä sekä raputuhoalueelta että sen ylä- ja alapuolelta. Näytteeksi pitäisi saada eläviä, kuolemaisillaan olevia sekä erityisesti kuolleita, jopa osin pilaantuneita rapuja. Elävät ravut voidaan lähettää esim. pahvilaatikossa tai kylmälaukussa, joissa on ilmareikiä sekä kostukkeena sammalia, heiniä, vaahtomuovia tai vastaavaa. Kuolleet ravut tulisi kääriä kostutettuun voipaperiin ja runsaaseen sanomalehtipaperiin. Pakkaamiseen ei tulisi käyttää lainkaan muovia, eikä rapunäytteitä tulisi pakastaa ennen lähettämistä. Mikäli näytteitä joudutaan säilyttämään pitkään (yli viikon) ennen lähettämistä, ne voidaan kuitenkin pakastaa. Ravut voidaan säilöä myös formaliiniin (4 %) tai väkiviinaan (70 %).

Rapukuolemaan liittyvät taustatiedot kuten esim. rapujen poikkeava käyttäytyminen, muutokset rapujen ulkonäössä, loisten esiintyminen, rapukuoleman ajankohta ja kesto, rapukuoleman alkukohta ja laajuus, sairaiden ja kuolleiden rapujen määrä, mahdolliset kalakuolemat, muutokset veden laadussa, mahdolliset ruoppaukset, ojitukset tai muut luonnontilaa muuttaneet toimet ym. tulisi kerätä heti rapukuoleman yhteydessä. Tietojen keräämiseen voi käyttää mm. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tiedusteluissa käyttämää kaavaketta (liite). Tuhoalueen laajuuden ja taudin etenemisen sel-

vittämiseksi tulisi suorittaa koeravustuksia, sumputuskokeita ja paikallisten asukkaiden haastatteluja.

### 13.1.3. Rapuruton etenemisen seuranta

Sumputuskokeet ja koeravustukset ovat tarpeen selvitettäessä raputuhon laajuutta, taudin etenemistä vesistöissä sekä tutkittaessa milloin rapukannan elvytystoimet voidaan aloittaa. Tutkimuksia on syytä tehdä varsin laajalla alueella. Rapurutto leviää vesistöä alaspäin usein varsin nopeasti veden virtausten mukana. Luonnostaan ravuttomat alueet saattavat aiheuttaa taudin etenemisen pysähtymisen ja häviämisen, mikäli veden virtaus alueen läpi on suhteellisen hidasta. Rapuruttosienen itiöt säilyvät hengissä ilman rapua korkeintaan pari viikkoa. Rapuruton eteneminen vesistöä ylöspäin on usein hitaampaa ja yleensä mahdollista vain tartunnan saaneiden rapujen itsenäisen liikkumisen tai ihmisen toiminnan seurauksena. Myös eläimillä, esim. kaloilla, minkillä tai linnuilla saattaa joskus olla merkitystä ruton leviämisessä. Sairaat ravut liikkuvat vastavirtaan usein jopa päiväsaikaan ja saattavat nousta hyvin vuolaita koskia ylös. Padot ja laajat ravuttomat alueet saattavat pysäyttää taudin etenemisen ylöspäin. Ravustajien varomattoman tai välinpitämättömän toiminnan seurauksena uusia tautipesäkkeitä saattaa ilmestyä etäällekin alkuperäiseltä raputuoalueelta.

Rapuruttotutkimuksia tehtäessä olisi sumputuskokeiden terveet koeravut hankittava jostakin toisesta vedestä, jotta ei levitetäisi tautia rapuruttoveden omien tartunnan saaneiden, mutta vielä oireettomien rapujen välityksellä.

Sumpuissa mahdollisesti kuoleet ravut tulisi kerätä pois mieluiten päivittäin, jotta muut ravut eivät ehtisi syödä niitä näyterapuja. Kuolleet ravut voidaan pakastaa tai säilöä formaliiiniin myöhempää tutkimusta varten.

Sumputusta tulisi tehdä useassa kohteessa eri puolilla tutkittavaa aluetta, jotta mahdolliset ruttoitiöt varmasti tavoittavat sumputettavat ravut. Tällaisiin sumputuksiin soveltuvat aikaisemmin kuvattujen sumppujen lisäksi tavalliset merrat, katiskat ym., joiden suut ja nielut suljetaan.

Sumputusta tulisi kussakin paikassa jatkaa veden lämpötilasta riippuen vähintään 2-3 viikkoa. Vasta tällöin voidaan varmistua siitä, että sumpun ympäröstössä ja jonkin matkaa sen yläpuolella ei kokeen alkuaikoina ole esiintynyt rapuruttoa. Esim. veden lämpötilan ollessa 10°C alkaa rapujen kuoleminen noin 2 viikon ja 20°C:n lämpötilassa muutaman päivän kuluttua tartunnasta (Järvenpää



ym. 1984). Sumputuskokeiden järjestämistä on käsitelty lähemmin kohdassa 11.

Sumputuskokeiden ohessa tulisi suorittaa koeravustuksia varsin laajalla alueella merroilla tai sähkökalastuslaitteilla. Näin voidaan nopeasti selvittää tuhoalueen rajat ja niiden muutokset. Rapujen, erityisesti kuolleiden esiintyminen voidaan nopeasti selvittää laajallakin alueella yöllä lyhdyn avulla. Tällöin on huomattava, että kuolleet ravut häviävät näkyvistä hyvin nopeasti, parin kolmen päivän kuluessa.

#### 13.1.4. Varotoimenpiteet ja desinfiointi

On ilmeistä, että rapurutto leviää pääasiallisesti ihmisen toimesta saastuneiden mertojen ja muun pyyntikaluston sekä tartunnan saaneiden rapujen siirtojen välityksellä. Koeravustuksissa ja sumputuksissa on siis erityisesti kiinnitettävä huomiota pyyntikaluston desifiointiin aina kun välineitä siirretään vesistöissä tai vesistöistä toiseen. Luotettavia desifiointimenetelmiä ovat Ruotsin kalastushallituksen ohjeiden mukaan mm. seuraavat (Fürst 1977):

1. **K e i t t ä m i n e n.** Välineistö on pidettävä kiehuvaassa vedessä vähintään 5 minuutin ajan. Menetelmä ei sovellu tekokuitulangasta tehtyjen pyydysten desifiointiin, sillä nämä eivät kestä keittämistä.
2. **F o r m a l i i n i k ä s i t t e l y.** Käsiteltävä välineistö on pidettävä vähintään 20 minuutin ajan noin 4 %:n formaliiniliuoksessa. Liuos valmistetaan apteekkeista saatavasta noin 36-38 %:n formaliinista vedellä laimentamalla (1 osa väkevää formaliinia ja 9 osaa vettä). Väkevää formaliiniliuosta käsiteltäessä on noudatettava suurta varovaisuutta. Se kuuluu myrkkylain tarkoittamiin I-luokan myrkkyyhin. Siten sen säilyttämisessä, käsittelyssä ja kuljetuksessa on noudatettava myrkkylain ja -asetuksen määräyksiä. Väkevän formaliinin ostamiseen tarvitaan poliisin myöntämä ostotodistus, mutta valmiiksi laimennettuna (alle 30 -prosenttiseksi) apteekki voi myydä formaliiniliuosta vapaasti. Formaliini edistää ruostumista ja se vaikuttaa hyvin ärsyttävästi nenän ja silmien limakalvoihin sekä ihoon.

3. V ä k i v i i n a (sprii, esim. Lasol tai Sinol). Paras desinfiioiva vaikutus saadaan liuoksella, jossa on 3 osaa väkiviinaa ja 1 osa vettä. Liuosta voidaan käyttää mm. muovista ja kumista valmistettujen tarvikkeiden, saappaiden, muoviastioiden ym. pesuun, samoin veneiden pohjien, pumppujen ja vastaavien käsittelyyn. Pyyntivälineitä desinfiioitaessa niitä on pidettävä väkiviinaliuoksessa vähintään 20 minuutin ajan.
4. P a k a s t a m i n e n. Välineistö on pidettävä vähintään 1 vuorokauden ajan alle  $-10^{\circ}\text{C}$ :n lämpötilassa. Pakastaminen soveltuu erityisesti sellaisten esineiden puhdistukseen, joita on vaikeata desinfioida liuoksilla, esim. isoille sumpuille, kuljetuslaatikoille jne. Pyydysten ja muun pyyntikaluston varastoiminen talveksi lämmittämättömiin ulkotiloihin on oloissamme näin ollen tehokas menetelmä mahdollisten rapuruttoitoiden hävittämiseen.
5. K u i v a a m i n e n. Välineistön täydellinen kuivaaminen on myös tehokas desinfiointimenetelmä. Kuivaaminen tulee suorittaa seuraavasti:
  - a) Saunassa  $60-80^{\circ}\text{C}$  vähintään 5 tunnin ajan isojen esineiden ollessa kyseessä (esim. sumput, kuljetuslaatikot jne).
  - b) Saunassa  $60-80^{\circ}\text{C}$  vähintään 1 tunnin ajan pienkaluston osalta.
  - c) Kuivatus auringossa. Soveltuu esim. kumipatjojen, kumiveneiden, uimapukujen, erilaisten kalastusvälineiden esim. rullien, siimojen, vappojen, perhojen ym. puhdistukseen.

Kalastuksessa käytetyt siimat olisi syytä koko pituudeltaan kuivata esim. vetämällä niitä sopivan kangaspalan läpi. Luotettava desinfiointimenetelmä on myös välineistön käsittely kuumalla painehöyryllä esim. meijereiden desinfiointilaitteistoilla. Menetelmä soveltuu erityisesti isokokoisten esineiden puhdistukseen.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on pitkään käyttänyt formallinia pyyntivälineiden desinfiointiin, koska se on tehokas ja nopea menetelmä. Formaliinin haittavaikutusten ja kalleuden vuoksi on ryhdytty tutkimaan mm. kloramiinin soveltuvuutta pyyntivälineiden desinfiointiin.

### 13.2. Valkopyrstötauti

Ravun valkopyrstötaudin aiheuttaa itiöeläin Thelohania contejeani. Loinen todettiin Suomessa ensimmäisen kerran vuonna 1965 (Sumari ja Westman 1970). Tautia on Suomessa todettu varmuudella vuoteen 1978 mennessä 21 vedessä (Nylund ja Westman 1976, 1978). Vuoteen 1983 mennessä tautitapauksia on todettu yhteensä 28 kpl. Lisäksi tunnetaan muutamia epävarmoja tapauksia, joissa valkopyrstötautia on epäilty pyrstön valkean värin vuoksi. Tehdyt havainnot osoittavat taudin levinneen varsin laajalle Suomessa. Löytöpaikkojen sijainti maan eri osissa viittaa siihen, että valkopyrstötauti ei olisi uusi tulokas, vaan se on saattanut esiintyä meillä jo pitkään.

Sairastuneilla ravuilla on tartunnan myöhäisvaiheessa posliinivalkoinen pyrstön alapuoli. Valkea väri johtuu pyrstölihassa massoittain esiintyvistä mikroskooppisen pienistä itiöistä. Varma taudinmääritys edellyttää aina mikroskooppisen tutkimuksen. Pырstölihasta otetusta pienestä näytteestä tehdään objektilasille siivelyvalmiste. Tutkimuksessa tarvittava suurennus on n. 600-kermainen. Soikeat itiöt ovat kooltaan keskimäärin 1,8 x 3,4 µm. Alustavissa elektronimikroskooppisissa tutkimuksissa on todettu, että Suomessa esiintyvä Thelohania-laji on ilmeisesti sama muoto kuin Keski-Euroopassa.

Taudin kulku on hyvin pitkälinen, useita kuukausia, jopa yli vuoden. Tartunta johtaa lopulta ravun kuolemaan. Tauti leviää ilmeisesti rapujen syödessä valkopyrstötautiin kuolleita rapuja.

Valkopyrstötaudin ei ole todettu Suomessa aiheuttaneen rapujen joukkokuolemia. Taudin aiheuttama kuolleisuus on piilevää, ravut kuolevat yksittäin taudin pitkälinisyydestä ja tartunnan saaneiden rapujen vähäisestä määrästä johtuen. Tutkituissa tapauksissa on sairastuneiden rapujen osuus saaliissa ollut yleensä alle 2 %, mutta yhdessä tapauksessa tartunnan saaneita rapuja on saaliissa ollut 11,4 %. Keski-Euroopassa taudin on todettu aiheuttaneen suurta tuhoa rapukannoissa. Eräissä tapauksissa jopa yli 30 % pyydetyistä ravuista on ollut sairaita. Syytä Suomessa todettuun tartunnan saaneiden rapujen suhteellisen vähäiseen määrään saaliissa ei ole voitu selvittää. Mahdollisesti tämä johtuu veden laadusta tai ilmasto-oloista. Kanadassa suoritetun tutkimusten yhteydessä on esitetty, että veden happamoitumi-

nen saattaa lisätä valkopyrstötaudin esiintymistä (France 1983). Näin ollen on syytä ympäristömuutosten vaikutuksia tutkittaessa myös tarkkailla valkopyrstötaudin esiintymistä.

Vesistä, joissa on joskus todettu valkopyrstötautia, ei rapuja tulisi siirtää toisiin vesiin. Tauti ei tartunnan alkuvaiheessa aiheuta ulkoisia muutoksia ravussa, joten tautia voidaan levittää vahingossa. Taudin ainoa tunnettu torjuntakeino on hävittää sairaksi epäillyt ravut esim. polttamalla tai maahan kaivamalla.

### 13.3. Muut taudit ja loiset

Ravun Psorospermium haeckeli -loista on toistaiseksi todettu viiden järven rapukannassa. Loinen ei yleensä aiheuta silminnähtäviä ulkoisia muutoksia ravussa. Joskus loistartunta voi aiheuttaa reikiä tai syöpymiä ravun kuoreen. Loinen on kooltaan noin  $60 \times 100 \mu\text{m}$  ja sitä on yleensä massoittain kaikkialla tartunnan saaneessa ravussa. P. haeckeli voidaan määrittää mikroskooppisesti raaputtamalla esim. selkäkilven sisäpinnan kudosta objektilasille vesipisaraan (Nylund ja Westman 1977, 1979, Nylund ym. 1983). Sopiva suurennus on noin 100-kertainen. Loisen taksonominen asema ja monet muut seikat ovat vielä selvittämättä. Äskettäin on saatu viitteitä siitä, että loinen saattaisi olla sieni tai levä ja että P. haeckeli voi olla haitallinen rapukannoille (Nylund 1984).

Ravun palovammataudin aiheuttaa sieni Ramularia astaci (Mann ja Pieplow 1938, Westman ja Nylund 1978). Tautia on toistaiseksi tavattu vain yhden järven ravuissa. Sairastuneen ravun kuoreessa on pyöreähköjä, mustanruskeita, usein punareunaisia laikkuja halkaisijaltaan yleensä noin 10 mm. Joskus kuoreen syöpy reikä. Usein rapujen saamat vauriot kuorenvaihdon, tappelujen ja parittelun yhteydessä muistuttavat palovammataudin aiheuttamia läikkiä ja reikiä. Tauti voidaan määrittää mikroskooppisesti samaan tapaan kuin rapurutto.

## KIRJALLISUUS:

- ABRAHAMSSON, S. 1965: A methods of marking crayfish *Astacus astacus* L. in population studies. - *Oikos* 16: 228 - 231.
- 1966: Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* L. - *Oikos* 17: 96-107.
- 1969: Signalkräftan - erfarenheter från USA och aspekter på dess inplantering i Sverige. - *Fauna och Flora* 64: 109-116.
- 1971: Density, growth, and reproduction in populations of *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus* in an isolated pond. - *Oikos* 22: 373-380.
- 1972: Fecundity and growth of some populations of *Astacus astacus* L. in Sweden. - *Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm* 52: 23-37.
- ABRAHAMSSON, S. & GOLDMAN, C. R. 1970: Distribution, density, and production of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana in Lake Tahoe, California-Nevada. - *Oikos* 21: 83-91.
- ALABASTER, J. S. & LLOYD, R. 1982: Water quality criteria for freshwater fish. - London, Butterworths. 361 s.
- ALASAARELA, E. & SALMELA, K. 1980: Siikajoen yhteistarkkailu. Siikajoen vesistö tarkkailun tulokset v. 1979 ja vesistön veden laadun kehittyminen v. 1969-1979. - Pohjois-Suomen vesitutkimustoimisto. (Moniste). 33 s.
- ANDREWS, P. 1967: Über den Blutchemismus des Flusskrebsses *Orconectes limosus* und seine Veränderungen im Laufe des Jahres. - *Z. vergl. Physiol.* 57: 7-43.
- APPELBERG, M. 1979: The effect of low pH on *Astacus astacus* L. during moult. - The Second Scandinavian Symposium on Freshwater Crayfish, Lammi, Finland 1979. (Käsikirjoitus).
- APPELBERG, M.P.A. 1983: Responce of acid stress upon the oxygen uptake in eggs of the crayfish *Astacus astacus* L. Teoksessa: Goldman, C.R. (toim.), Freshwater crayfish V: 59-69.
- BACKIEL, T. 1980: Introduction. - Teoksessa: Backiel, T. & Welcomme, R.L. (toim.), Guidelines for sampling fish in inland waters. EIFAC Tech. Pap. (33): 1-5.
- BAGENAL, T.B. & NELLEN, W. 1980: Sampling eggs, larvae and juvenile fish. - Teoksessa: Backiel, T. & Welcomme, R.L. (toim.), Guidelines for sampling fish in inland waters. EIFAC Tech. Pap. (33): 13-36.
- BROWN, D. J. & BREWIS, J. M. 1979: A critical look at trapping as a method of sampling a population of *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) in a mark and recapture study. - Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.), Freshwater Crayfish IV: 159-164.

- CAPELLI, G.M. & MAGNUSON, J.J. 1975: Reproduction, molting, and distribution of *Orconectes propinquus* (Girard) in relation to temperature in a northern mesotrophic lake. - Teoksessa: Avault, J.W. (toim.), *Freshwater Crayfish II*: 415-427.
- CRAIG, J.F. 1980: Sampling with traps. - Teoksessa: Backiel, T. & Welcomme, R.L. (toim.), *Guidelines for sampling fish in inland waters*. EIFAC Tech. Pap. (33): 55-70.
- CUKERZIS, J. 1968: Interspecific relations between *Astacus astacus* L. and *A. leptodactylus* ESCH. - *Ekologia Polska Seria A* 16 (31): 629-636.
- 1970: *Placiaznyplio vezio biologija (Astacus astacus L.)*. (Summary: The biology of crayfish (*Astacus astacus* L.)). Vilnius. 204 p.
- DYE, L. & JONES, P. 1975: The influence of density and invertebrate predation on the survival of young-of-the-year *Orconectes virilis*. - Teoksessa: Avault, J.W. Jr. (toim.), *Freshwater Crayfish II*: 529-538.
- FLINT, R.W. 1975: Growth in a population of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* from a subalpine lacustrine environment. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 32: 2433-2440.
- FRANCE, R.L. 1983: Response of the crayfish *Orconectes virilis* to experimental acidification of a lake with special reference to the importance of calcium. - Teoksessa: Goldman, C.R. (toim.), *Freshwater Crayfish V*: 98-111.
- FÜRST, M. 1977: *Flodkräftan och signalkräftan i Sverige 1976*. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10): 1-32.
- 1978: *Försurningens inverkan på flodkräftan, Astacus astacus L.* - Teoksessa: Fürst, M. (toim.), *Nordiskt kräftsymposium 1977*. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (14): 89-94.
- GULLAND, J.A. 1980: General concepts of sampling fish. - Teoksessa: Backiel, T. & Welcomme, R.L. (toim.), *Guidelines for sampling fish in inland waters*. EIFAC Tech. Pap. (33): 7-12.
- HAMRIN, S.F. 1979. The vertical distribution of young crayfish (*Astacus astacus*) in the littoral zone of lake Ivösjön (South Sweden). - The Second Scandinavian Symposium on Freshwater Crayfish, Lammi, Finland 1979. (Käsikirjoitus). 5 s.
- HARTLEY, W.G. 1980: The use of electrical fishing for estimating stocks of freshwater fish. - Teoksessa: Backiel, T. & Welcomme, R.L. (toim.), *Guidelines for sampling fish in inland waters*. EIFAC Tech. Pap. (33): 91-95.
- HOIKKALA, M. 1977: *Ravun (Astacus astacus L.) populaatiorakenteesta Temmesjoessa vuosina 1972-1976*. - Käsikirjoitus, 45 s. Oulun yliopisto, eläintieteen laitos. Oulu.
- HUTTULA, E., LINDQVIST, O.V. & MÖLSÄ, H. 1983: *Vääräjoen rapukantojen elvytys sekä tuotannon lisäämisen biologiset mahdollisuudet*. Väiliraportti. - Kuopion korkeakoulu, soveltavan eläintieteen laitos, 36 s. Kuopio.
- JÄPPINEN, R. 1974: *Varisjoki rapujokena*. - Käsikirjoitus, 83 s. Suomen Kalastusyhdistys. Helsinki.

- JÄRVENPÄÄ, T. 1984: Veden vähähappisuuden ja happamuuden vasteet ravun, *Astacus astacus* L., hemolymfassa kuorenvaihtokierron lepovaiheen aikana. - RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja. (Painossa).
- JÄRVENPÄÄ, T. & RAILO, E. 1983: Kyrönjoessa vuosina 1981 ja 1982 sumputettujen rapujen fysiologisesta tilasta. - Vesihallitus, tiedotus. (Painossa).
- JÄRVENPÄÄ, T., WESTMAN, K. & SOIVIO, A. 1979: Sampling and analysing of the haemolymph of the freshwater crayfish *Astacus astacus* (L.). - The Second Scandinavian Symposium on Freshwater Crayfish, Lammi, Finland 1979. (Käsikirjoitus).
- JÄRVENPÄÄ, T., NIKINMAA, M., WESTMAN, K. & SOIVIO, A. 1983: Effects of hypoxia on the haemolymph of freshwater crayfish *Astacus astacus* L. in neutral and acid water during the intermoult period. - Teoksessa: Goldman, C.R. (toim.), Freshwater Crayfish V: 86-97.
- JÄRVENPÄÄ, T., NYLUND, V., RAILO, E. & WESTMAN, K. 1984: The effects of the crayfish plague *Aphanomyces astaci* on the haemolymph of *Astacus astacus* L. and *Pacifastacus leniusculus* Dana. - Teoksessa: Freshwater Crayfish VI. (Painossa).
- LAHTI, E. & LINDQVIST, O.V. 1983: On the reproductive cycle of the crayfish *Astacus astacus* L. in Finland. - Teoksessa: Goldman, C.R. (toim.), Freshwater Crayfish V: 18-26.
- LANG, M., VALKAMA, E.-L. & LINDQVIST, O.V. 1977: On the detoxification of foreign compounds by the crayfish *Astacus astacus* L. - Teoksessa: Lindqvist, O.V. (toim.), Freshwater Crayfish III: 343-348.
- LARSEN, K. 1947: Krebsbogen, krebsens naturhistoria, krebse-avel og krebsefiskeri. Copenhagen. 65 s.
- LEHTONEN, J.U.E. 1975: Kansanomainen ravustus ja rapujen hyväksikäyttö Suomessa. - Kansatieteellinen arkisto 27: 1-159.
- LINDQVIST, O. 1975: Vesiemme tila ja ravustus. - Ympäristö ja Terveys 6: 658-660.
- LINDROTH, A. 1950: Reactions of crayfish on low oxygen pressure. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm 31: 110-112.
- LUND, H. M-K. 1969: Krepsern i Norge, dens miljøkrav og økonomiske verdi. - Fauna 22: 177-188.
- MALLEY, D.F. 1980: Decreased survival and calcium uptake by the crayfish *Orconectes virilis* in low pH. - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 346-372.
- MANGUM, C.P. 1980: Respiratory function of the hemocyanins. - Amer. Zool. 20: 19-38.
- MANN, H. & PIEPLOW, U. 1938: Die Brandfleckenkrankheit bei Krebsen und ihre Erreger. - Zeitschr. Fischerei 36: 225-240.

- MORIARTY, C. 1973: A study of *Austropotamobius pallipes* in Ireland. - Teoksessa: Abrahamsson, S. (toim.), *Freshwater Crayfish I*: 57-67.
- NIEMI, A. 1977: Population studies on the crayfish *Astacus astacus* L. in the River Pyhäjoki, Finland. - Teoksessa: Lindqvist, O.V. (toim.), *Freshwater Crayfish III*: 81-94.
- 1982: Pohjanmaan jokien rapukannoista ja ravustuksesta. - Limnologisymposion 1976 ja 1977: 52-63. Helsinki.
- NIKINMAA, M., JÄRVENPÄÄ, T., WESTMAN, K. & SOIVIO, A. 1983: Effects of hypoxia and acidification on the haemolymph pH values and ion concentrations in the freshwater crayfish, (*Astacus astacus* L.). - *Finn. Fish. Res.* 5: 17-22.
- NYLUND, V. 1984: Ravun loisen, *Psorospermium haeckeli* Hilgendorf, rakenne, haittavaikutukset ja taksonominen asema. - RKTl kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja. (Painossa).
- NYLUND, V. & WESTMAN, K. 1976: Ravun valkopystötaudin (*Thelohania contejeani* Henneguy) esiintyminen Suomessa. - *Suomen Kalatalous* 48: 21-24.
- NYLUND, V. & WESTMAN, K. 1977: *Psorospermium haeckeli* - ravun loistauti löydetty Suomesta. - *Suomen Kalastuslehti* 7: 162-165.
- NYLUND, V. & WESTMAN, K. 1978: *Thelohania contejeani* och *Psorospermium haeckeli* - två kräftparasiter. - *Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm* 14: 72-81.
- NYLUND, V. & WESTMAN, K. 1979: *Psorospermium haeckeli*, a parasite on the European crayfish, *Astacus astacus*, found in Finland. - Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.), *Freshwater Crayfish IV*: 385-390.
- NYLUND, V., WESTMAN, K. & LOUNATMAA, K. 1983: Ultrastructure and taxonomic position of the crayfish parasite *Psorospermium haeckeli* Hilgendorf. - Teoksessa: Goldman, C. (toim.), *Freshwater Crayfish V*: 307-314.
- ODELSTRÖM, T. 1983: A portable hydraulic diver-operated dredge-sieve for sampling juvenile crayfish. Description and experiences. - Teoksessa: Goldman, C.R. (toim.), *Freshwater Crayfish V*: 270-274.
- PURSIAINEN, M. & WESTMAN, K. 1982: Rakennettujen jokien raputaloudellinen hyödyntäminen. - Teoksessa: Jutila, E. & Hildén, M. (toim.), *Vesistöjen rakentaminen ja kalatalous*. - Vesi- ja kalatalousalan ammattijärjestö VKA RY:n koulutuspäivät, Espoo 1981: 135-145. Helsinki.
- PURSIAINEN, M. & WESTMAN, K. 1984: The restoration of the crayfish (*Astacus astacus*) stock in River Siikajoki, Finland. - FAO European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC), Symposium on Stock Enhancement in the Management of Freshwater Fisheries, Budapest 1982. EIFAC Tech. Pap. (42) Suppl. vol. 2: 412-421.



- PURSIAINEN, M., WESTMAN, K. & LOUHIMO, J. 1979: The reactions and catchability of crayfish in electric fishing. - The Second Scandinavian Symposium on Freshwater Crayfish, Lammi, 1979. (Käsikirjoitus).
- PURSIAINEN, M., JÄRVENPÄÄ, T. & WESTMAN, K. 1983: A comparative study on the production of crayfish (*Astacus astacus* L.) juveniles in natural food ponds and by feeding in plastic basins. - Teoksessa: Goldman, C. (toim.), Freshwater Crayfish V: 392-402.
- PURSIAINEN, M., JÄRVENPÄÄ, T., WESTMAN, K., TIKKA, J., KUITTINEN, E. & LOUHIMO, J. 1984: Kyrönjoen vesistöalueen rapukantojen tila ja nykyiset ravuntuotantoedellytykset. - Vesihallitus, tiedotus. (Painossa).
- RICKER, W.E. 1958: Handbook of computations for biological statistics of fish populations. - Fish. Res. Bd. Canada Bull. 119. 300 s.
- ROBSON, D.S. & REGIER, H.A. 1971: Estimation of population number and mortality rates. - Teoksessa: Ricker, W.E. (toim.), Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters. 131-165. IBP Handbook No 3.2 p. 348 s. London.
- SEVOLA, P., GUSTAFSSON, E., SVARVAR, P.-O. & UUSIKYLÄ, T. 1977: Kala- ja rapututkimukset Vaasan vesipiirin alueella 1977. Väliraportti. - Vesihallitus, Vaasan vesipiirin vesitoimisto. (Moniste). 31 s.
- SOIVIO, A. & VIRTANEN, E. 1980: Methods for physiological experiments on fish. - Nordforsk. Ekotoxikologiska metoder för akvatisk miljö. Rapport 16. 34 s. Helsinki.
- STEVENSON, J.R. 1975: The molting cycle in the crayfish: Recognizing the molting stages, effects of ecdysone and changes during the cycle. - Teoksessa: Avault; J.W. (toim.), Freshwater crayfish II: 255-269.
- SUMARI, O. & WESTMAN, K. 1970: The crayfish parasite, *Thelohanania contejeani* Henneguy (Sporozoa, Microsporidia) found in Finland. - Ann. Zool. Fennici 7: 193-194.
- SVÄRDSON, G. 1974: Översikt av laboratoriets verksamhet med plan för år 1974. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, 1. 27 s.
- UNESTAM, T. 1965: Studies on the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci*. I. Some factors affecting growth in vitro. - Physiol. Plant. 18: 483-505.
- 1966: Studies on the crayfish plague fungus *Aphanomyces astaci*. II. Factors affecting zoospores and zoospore production. - Physiol. Plant. 19: 1110-1119.
- 1973: Fungal diseases of crustacea. - Rev. Med. Vet. Mycol. 8 (1): 1-20.
- UNESTAM, T. & WEISS, D.W. 1970: The host-parasite relationship between freshwater crayfish and the crayfish disease fungus *Aphanomyces astaci*: Responses to infection by a susceptible and resistant species. - J. Gen. Microbiol. 60: 77-90.
- VESTERINEN, I. 1976: Ravustus Suomessa. - Veden viljaa. Kalevala-seuran vuosikirja 56: 7-55.

- WESTMAN, K. 1974: Uljuan tekoaltaan rakentamisen vaikutukset alapuolisen Siikajoen rapukantoihin v. 1969. - RKTL kalantutkimusosasto. Tiedonantoja 1: 37-55.
- 1978: Rapu ja ravustus. - Teoksessa: AULIO, O. (toim.), Vapaa-ajan kalastaja: 297-326. Jyväskylä.
- 1979: Raputaloudellisen vahingon kompensointi. - Teoksessa: Auvinen, H. & Muhonen, J. (toim.) Kalatalousvahinkojen arviointi, kompensointi ja korvaaminen: 97-105. Vesi- ja kalatalousmiehet r.y. Helsinki.
- 1981: Rapuvesien hoito. - Teoksessa: Rinne, V. & Jahnukainen, J. (toim.), Tapiola, suuri suomalainen eräkirja 4: 316-321. Espoo.
- 1982: Rapukannan rakenteesta ja ravinnosta jokiympäristössä. - Limnologisymposion 1976 ja 1977: 64-78. Helsinki.
- 1984: Effects of habitat modification on freshwater crayfish. - EIFAC Symposium on Habitat Modification and Freshwater Fisheries, Århus 1984. (Painossa).
- WESTMAN, K. & NYLUND, V. 1977: Rapukuolemien syiden tutkimisesta. - Suomen Kalastuslehti 6: 136-138.
- WESTMAN, K. & NYLUND, V. 1978: Suomessa tavatut rapujen loiset ja taudit. - RKTL kalantutkimusosasto. Tiedonantoja 11: 49-69.
- WESTMAN, K. & NYLUND, V. 1979a: Crayfish plaque, *Aphanomyces astaci*, observed in the European crayfish, *Astacus astacus*, in Pihlajavesi waterway in Finland. A case study on the spread of the plaque fungus. - Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.), Freshwater Crayfish IV: 419-426.
- WESTMAN, K. & NYLUND, V. 1979b: Rapuruton leviämisen estäminen. - Suomen Kalastuslehti 6: 134-136.
- WESTMAN, K. & PURSIAINEN, M. 1979: Development of the European crayfish *Astacus astacus* (L.) and the American crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Dana) populations in a small Finnish lake. - Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.), Freshwater Crayfish IV: 243-250.
- WESTMAN, K. & PURSIAINEN, M. 1982: Size and structure of crayfish (*Astacus astacus*) populations of different habitats in Finland. - Teoksessa: Ilmavirta, V., Jones, R.J. & Persson, P-E. (toim.), Lakes and Water Management. Proc. 30 Years Jub. Symp. Finn. Limnol. Soc. Helsinki 1980, Developments in Hydrobiology 7, Hydrobiologia 86: 67-72. The Hague. Dr. W. Junk Publishers.
- WESTMAN, K., PURSIAINEN, M. & WILKMAN, R. 1979a: A new folding trap model which prevents crayfish from escaping. - Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.), Freshwater Crayfish IV: 235-242.
- WESTMAN, K., SUMARI, O. & PURSIAINEN, M. 1979b: Electric fishing in sampling crayfish. - Teoksessa: Laurent, P.J. (toim.), Freshwater Crayfish IV: 251-256.

- WESTMAN, K., SUTELA, J., KITTI, J. & SUMARI, O. 1973: Rapuruton esiintymisalueet Suomessa vuosina 1893-1972. - RKTL kalan-  
tutkimusosasto. Tiedonantoja 2: 1-54.
- WESTMAN, K., SÄRKKÄ, J., PURSIAINEN, M. & SUMARI, O. 1984:  
Structure and food of crayfish *Astacus astacus* populations  
in two Finnish rivers. - Teoksessa: Freshwater Crayfish VI  
(painossa).
- VEY, A. 1977: Studies on the pathology of crayfish under rear-  
ing conditions. - Teoksessa: Lindqvist, O.V. (toim.),  
Freshwater Crayfish III: 311-319.
- VRANCKX, R. & DURLIAT, M. 1978: Comparison of the gradient of  
setal development of uropods and of scaphognathites in  
*Astacus leptodactylus*. - Biol. Bull. 155: 627-639.



Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos käyttää rapututkimuksissa tiheäsilmäisiä, kokoonmeneviä ns. Evo-mertoja, joiden kapeaksi raoksi vedetystä nieluaukosta ravut eivät osaa ulos. Merrassa on rapujen poistamista varten avattava tilava luukku, josta myös syöttisärjen asettaminen merran keskellä olevaan lukkolaitteeseen käy nopeasti ja vaivattomasti. (Kuva: V. Nylynd)



Tutkimusmertojen löytämisen, kokemisen ja paikallistamisen helpottamiseksi ne kiinnitetään tyhjennysluukun lukosta viiden metrin välein 125 metrin pituisten kelluvien selkäsiimojen lenkkeihin. (Kuva: I. Asla)



Sähköravustuksella voidaan saada edustava näyte koko tutkittavasta rapukannasta. Kvantitatiivisissa tutkimuksissa ravustettavat koealat aidataan tiheäsilmaisillä sulkuverkoilla. Näytealat ravustetaan kolmeen kertaan noin tunnin väliajoin. (Kuva: M. Pursiainen)



Koska tiheäsilmaisilläkään merroilla ei saada pyydettyä kuin aikuisia, yli 6-7 cm:n pituisia rapuja, joudutaan poikasia pyydystämään mm. pohjaimurilla. Sukeltajan käyttämällä laitteella imetään tutkimusalueelta kaikki irtonainen pohja-aines, josta poikaset seulotaan erilleen. (Kuva V. Nylund)

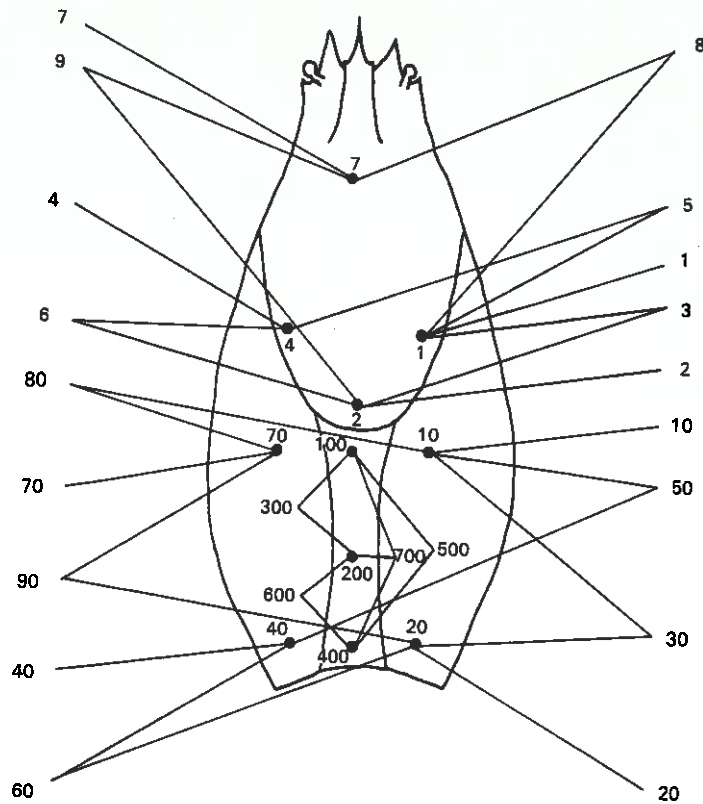




Paras tapa merkitä rapuja yksilöllisesti on polttaa sähkökolvilla kuoreen pistekoodi.  
(Kuva: J. Louhimo)



Rapun kuoreen poltattu merkki säilyy usean kuorenvaihdon yli. Lyhytaikaiseen merkin-  
tään voidaan käyttää veteen liukenematonta tussia. (Kuva: J. Louhimo)



Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksessa on rapujen polttomerkintään käytetty Abrahamssonin (1965) kehittämää pistekoodi järjestelmää. Koodilla voidaan merkitä yksilöllisesti 799 rapua. Merkitsemällä eri sukupuolia ja leikkaamalla lovi uimaevään voidaan merkittyjen rapujen määrä moninkertaistaa.



Sukukypsän naaraan lisääntymisvalmiuden voi tunnistaa 1-2 kuukautta ennen paritteluaikaa helpoimmin pyrstön alapuolen kilpien reunoilla ja uimaraajoissa näkyvistä valkeista limarauhasista. Kuvan naaras on jo paritellut. Vatsakilvellä, viimeisten kävelyjalkojen tyvellä ja uimaevien (uropodien) alapinnalla näkyvä valkea, kipsimäinen massa on koiraan spermaa. (Kuva: V. Nylund)



Hemolymfanäytteen ottoa varten rapuja pidetään pyynti- ja käsittelystressin vaikutusten vähentämiseksi yksittäin yli yön esimerkiksi polyeteeniputkista tehdyissä sumpuissa. (Kuva: I. Asla)

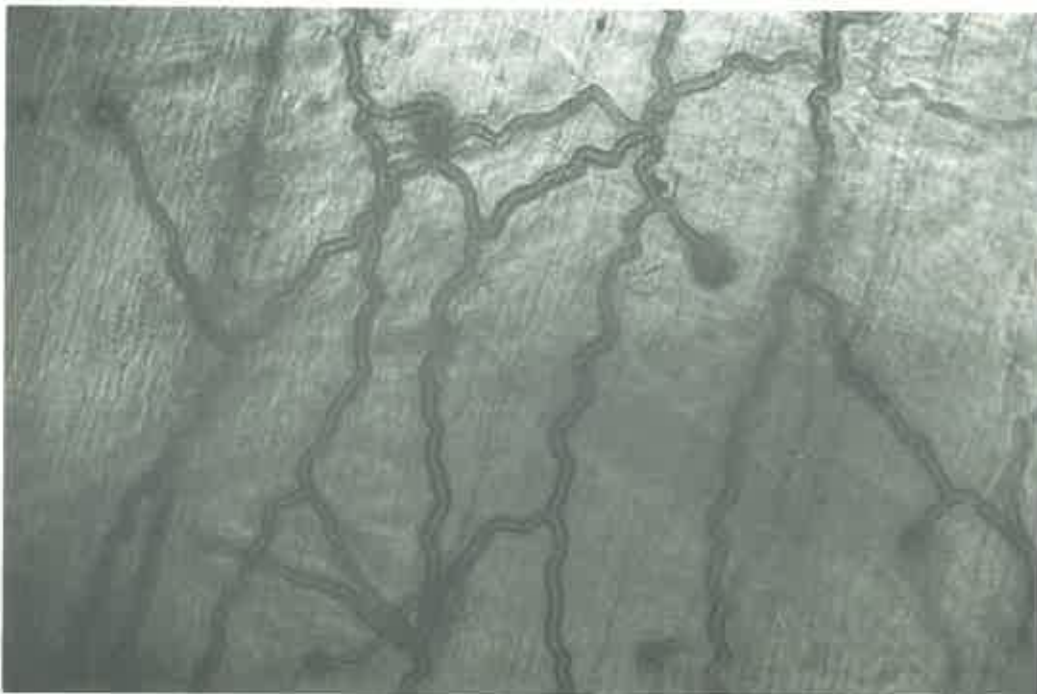


Hemolymfanäyte otetaan injektioruiskuun ravun ventraalisinuksesta. Yli 20 g:n painoisesta ravusta saadaan helposti 1 ml:n näyte rapua vahingoittamatta. (Kuva: J. Louhimo)

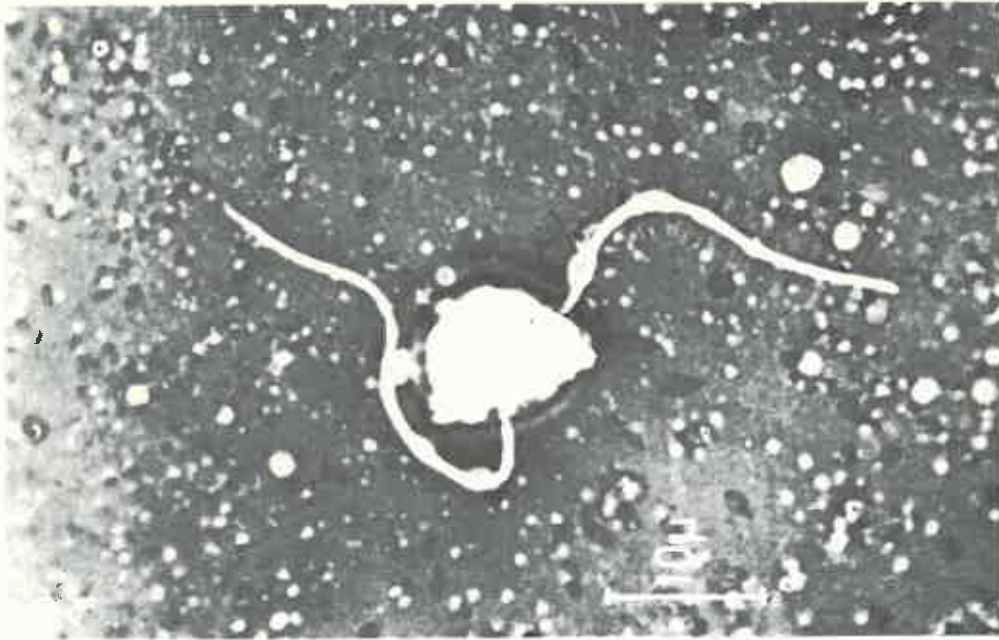




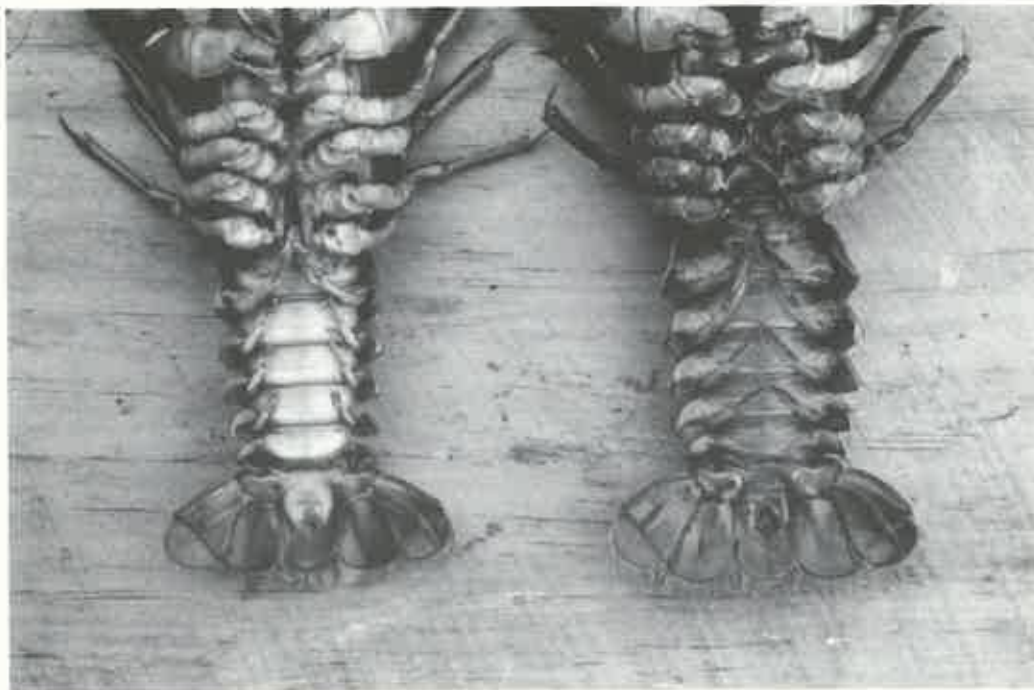
Rapuruttoon sairastunut rapu liikkuu usein horjuen, jalat ojennettuina, ns. puujalkakäyntiä pyrstö vatsapuolelle käännettynä. Rapu rapsuttaa itseään jatkuvasti ja on liikkeellä myös päiväsaikaan. Häiriintynyt käyttäytyminen johtuu ravun vatsahermoja pitkin aivoja kohti kasvavan sienirihman vaikutuksesta. Ravun kuolinsyynä pidetään ruttosienen vaikutusta hermostossa. (Kuva: V. Nylund)



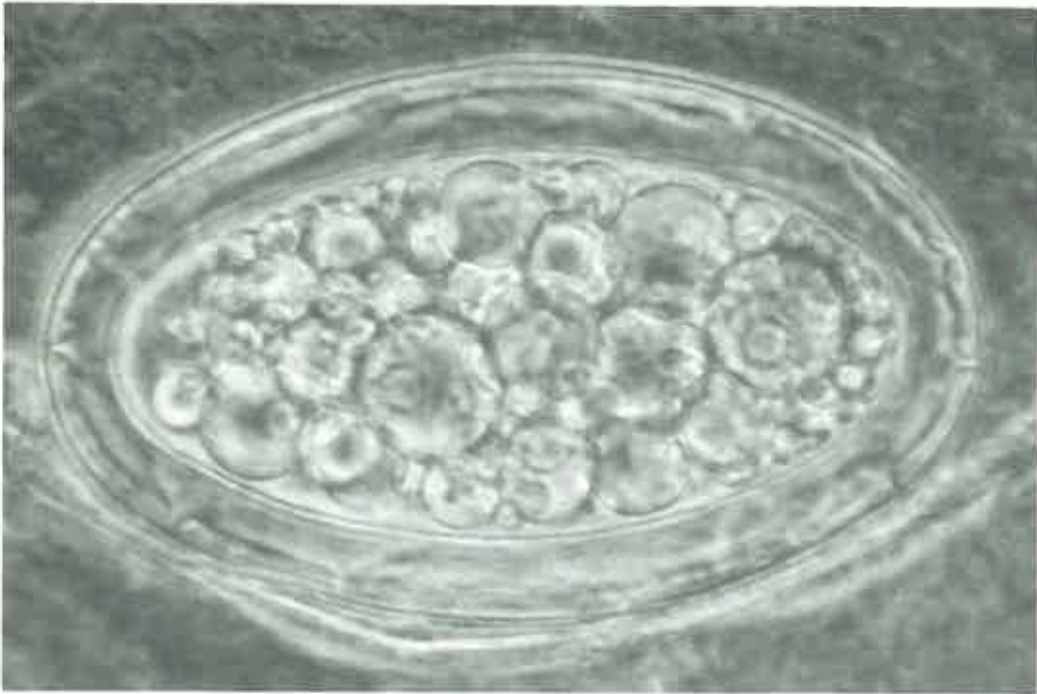
Rapuruttosieni (*Abhanomyces astaci*) kasvaa ravun kuoressa tiheänä verkostona. Sienirihma on tasapaksu, suorakulmaisesti haaroittuva yleensä väritön ja paksuudeltaan 5-10/1000 mm. (Kuva: V. Nylund)



Rapuruttoon kuolevan ravun kuoresta uloskasvavien sienirihmojen kärjistä kuroutuu massoittain parveilutiöitä. Kahden siiman avulla uivat 1/100 mm:n kokoiset itiöt voivat säilyä vedessä elossa muutamasta päivästä pariin viikkoon lämpötilasta riippuen. Taivoittaessaan uuden ravun, itiöistä kasvaa sienirihma rapuun useimmiten kitiinipanssarin ohuiden kohtien kautta. Itiöiden itsenäisesti suorittamat uintimatkat ovat hyvin vähäisiä, joten ne leviävät vesivirtausten ja eläinten ja ihmisten toiminnan avulla.  
(Kuva: T. Unestam)



Valkopyrstötauti aiheuttaa sairastuneilla ravuilla valkean pyrstön alapuolen. Väri johtuu lihaksistossa massoittain esiintyvistä itiöistä. Yksisoluisen itiöeläimen (*Thelchania contejeani*) itiöstä. Soikeat itiöt ovat pituudeltaan noin 3/1000 mm. Ne elävät ravun lihaksistossa ja hajoittavat lihassyitä, jolloin ravun liikkuminen vaikeutuu. Tauti etenee hitaasti, mutta aiheuttaa lopulta ravun kuoleman.  
(Kuva: V. Nylund)



Ravun *Psorospermium haeckeli* -loinen on paksukuorinen, noin 1/10 mm:n pituinen soikea eliö, jonka sisällä on erikokoisia ilmeisesti rasvasta koostuvia rakkuloita. Loisia on runsaasti sairastuneen ravun kaikissa kudoksissa. *P. haeckeli* ei yleensä aiheuta ulkoisia silminnähtäviä muutoksia ravussa. (Kuva: V. Nylund)



Palovammatautiin sairastuneen ravun kuoressa on pyöreähköjä, punaisenruskeita, valkeareunaisia, palovammaa muistuttavia noin 1 cm:n läpimittaisia laikkuja. Taudin aiheuttaja on sieni, *Ramularia astaci*. Ulkoisesti samannäköisiä laikkuja voi aiheutua ravulle myös vahingoittumisen seurauksena. Palovammatauti on toistaiseksi Suomessa tavattu vain yhdessä järvessä. (Kuva: V. Nylund)

TIEDOT RAPUKUOLEMASTA

1. Veden nimi .....	2. Kunta .....
3. Vesistö .....	4. Vesistötunnus .....
5. Kalastuskunta (t. muut omistajat) .....	6. Pinta-ala .....
7. Yläpuoliset vedet ja niiden rapukantojen tila .....	
8. Alapuoliset vedet ja niiden rapukantojen tila .....	
9. Ravustajien määrä ko. vedessä .....	
10. Keskimääräinen vuotuinen rapusaalis ko. vedessä .....	
11. Milloin rapukuolema ensimmäiseksi todettiin ja kauanko rapuja kuoli .....	
12. Missä rapujen kuoleminen ensimmäiseksi todettiin sekä miten laajalla alueella rapuja kuoli (mikäli mahdollista myös karttapiirroksena) .....	
13. Rapujen käyttäytyminen (kouristukset, poikkeava esiintyminen ja liik- kuminen jne) .....	
14. Rapujen ulkonäkö (syöpymät ja haavautumat, kasvaimet, valkoinen pyrs- tön alapuoli) ja loisten esiintyminen (kuoressa, kiduksissa ja sisä- elimissä) .....	
15. Sairaiden rapujen määrä (esim. osuus rapusaaliista) ja arvio havaittu- jen kuolleiden rapujen määrästä .....	



16. Havaittiinko rapukuoleman yhteydessä, sitä ennen tai sen jälkeen myös kalojen kuolemista? Kalakuoleman ajankohta, alue ja alueen laajuus sekä mahdollinen syy .....

17. Rapukuoleman yhteydessä tai sitä ennen havaitut muutokset veden laadussa (väri, samennus, haju jne) .....

18. Onko vesialueella tai sen läheisyydessä suoritettu rapukuoleman aikana tai sitä ennen perkauksia, ruoppauksia, vedenpinnan laskuja, maa- ja metsätaloudellisia toimenpiteitä tai muita vesistön luonnontilaa muuttaneita toimenpiteitä .....

19. Otaksuttu syy rapukuolemaan (rapurutto, muut taudit ja loiset, veden tai muun elinympäristön muutokset esim. likeantuminen, myrkyttyminen, happikato, rakentaminen jnc) .....

20. Onko vesialueella aikaisemmin todettu rapukuolemia (ajankohta, alue ja alueen laajuus sekä mahdollinen syy) ja onko rapukanta elpynyt uudelleen .....

21. Henkilö (-t), jolta saa asiassa lisätietoja (osoite ja puhelin) .....

22. Lisätietoja (esim. kalatalousneuvojan ja vesipiirin lausunto) .....

Vastaajan nimi .....

Osoite .....

Puhelin .....

**RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS,  
KALANTUTKIMUSOSASTO**

**MONISTETTUJA JULKAISUJA**

- No 15. TOIVONEN, J., IKONEN, E., LINDSTRÖM, A., ALAPASSI, T. ja KOKKO, U.: Järvitaimenen merkittyjen poikasten istutukset Suomessa vuosina 1959—1969. Helsinki 1983. 226 s.
- No 16. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1983. Helsinki 1983. 143 s.
- No 17. VIHERVUORI, A. (toim.): Valtion kalanviljelyn V neuvottelupäivät 2.—3.4.1981 Laukaan Pitkäniemessä. Helsinki 1984. 67 s.
- No 18. KOLJONEN, M—L.: Ihmisen toiminnan vaikutus lohen perinnölliseen rakenteeseen. Helsinki 1984. 39 s.
- No 19. KEINÄNEN, A.; Konneveden kalasto ja kalastus vuosina 1969—1970. Helsinki 1984. 55 s.
- No 20. PRUUKI, V.; Peledsiian (*Coregonus peled* (Gmelin)) ja planktonsiian (*Coregonus muksun* (Pallas)) kantojen arviointi ja istutusten kannattavuus kahdessa eteläsuomalaisessa pienjärvessä. Helsinki 1984. 55 s.
- No 21. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1984. Helsinki 1984. 150 s.
- No 22. NIEMELÄ, E. ja NIEMELÄ, M.: Ulkopaikkakuntalaisten virkistyskalastus Tenojoen kalastusalueella Suomen puolella vuosina 1981 ja 1982. Helsinki 1984. 70 s.
- No 23. VUORINEN, P.J., VUORINEN, M., NYHOLM, K., SOIVIO, A. ja OIKARI, A.: Fysiologisten menetelmien soveltaminen kalataloudellisten vahinkojen ja haittojen määrittämiseen. 1—34.  
VUORINEN, P.J., VUORINEN, M. ja NYHOLM, K.: Vesistöihin joutuvien aineiden haitallisista vaikutuksista kaloihin ja vaikutusten tutkimusmenetelmistä. 35—118.  
OIKARI, A., SOIVIO, A., VUORINEN, M., VUORINEN, P.J. ja NYHOLM, K.: Metsäteollisuuden jätevesistä ja jätevesikomponenteista sekä niiden vaikutuksista kaloihin. 119—192.  
VUORINEN, P.J.: Rautaruukki Oy:n Rautavaaran kaivoksen jätevesien vaikutuksesta taimenen alkionkehitykseen ja poikasiin. 193—206. Helsinki 1984.
- No 24. MUTENIA, A.: Kaamasjoen kalatalousselvitys kalastuksen ja kalakantojen hoidon suunnittelua varten. Helsinki 1984. 62 s.
- No 25. TUUNAINEN, P., NYLANDER, E., ALAPASSI, T. ja AIKIO, V.: Kalastus ja kalakannat Tornionjoen vesistössä. Helsinki 1984. 86 s.
- No 26. PARTANEN, H.: Kotitalouksien kalankäyttö Kainuussa. 1—94.  
PARTANEN, H.: Suurtaloudet kalanmarkkinointijärjestelmässä. 95—151. Helsinki 1984.
- No 27. TUUNAINEN, P., NYLANDER, E., KITTI, J. ja VALKEAPÄÄ, L.: Kalastus Inarissa, Utsjoella ja Enontekiöllä. 1—101.  
SIPPONEN, M.: Sevettijärven kolttien kalastusolot vuonna 1974. 103—184.  
MUTENIA, A. ja TUUNAINEN, P.: Virkistyskalastusselvitys metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnassa vuonna 1979. 185—220.  
SARJAMO, H.: Enontekiön vesien kalastus ja kalakannat. 221—256. Helsinki 1984.
- No 28. HEIKINHEIMO-SCHMID, O., PURSIAINEN, M., WESTMAN, K. and TUUNAINEN, P.: Country Report of Finland for the Intersessional Period of the European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) 1982—1984. Helsinki 1984. 51 pp.
- No 29. VIITANEN, M., NIEMINEN, M. ja ROSBERG, T.: Ammattimaisesti kalastetun kalan käyttö teollisuudessa. Helsinki 1984. 90 s.
- No 30. SUMARI, O., SIITONEN, L. ja LINDER, D.: Valtakunnallinen kirjolohen rodunjalostusohjelma. Helsinki 1984. 82 s.
- No 31. Valtion kalanviljelyn VI neuvottelupäivät 30.—31.3.1982 Kuopiossa. Toim. A. Vihervuori. Helsinki 1985. 120 s.
- No 32. PRUUKI, V., ANTTINEN, P. ja AHVONEN, A.: Tornion-Muoniojoen vesistön kalataloustutkimus. Helsinki 1985. 238 s.

## SISÄLTÖ

HILDÉN, M., LEHTONEN, H., IKONEN, E. ja SALOJÄRVI, K.: Tutkimusmenetelmät kalataloudellisessa velvoitetarkkailussa .....	1—187
PERSSON, P.-E.: Kalojen aistinvarainen arviointi. Suositukset kalojen haju- ja makuvirheiden tutkimiseksi .....	189—206
WESTMAN, K., PURSIAINEN, M., NYLUND, V. ja JÄRVENPÄÄ, T.: Raputaloudelliset tarkkailu- ja velvoitetutkimukset. Tavoitteet, menetelmät ja toteutus .....	207—265