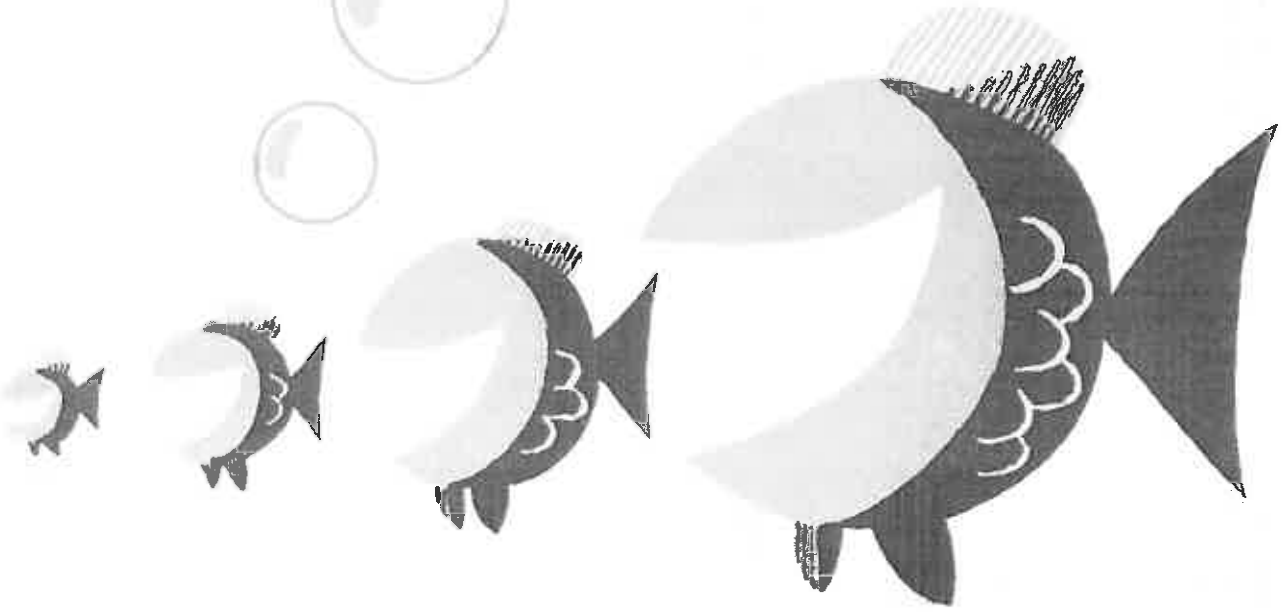
RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

42
1985



RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

Toimittaja: Viljo Nylund. Toimitussihteerit: Petri Suuronen, Eija Valle.

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 fastställes 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".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS, KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

NO 42 1985

LOHENPOIKASTEN VAPAUTUSALLASKOKEET SELKÄMEREN RANNIKOLLA VUOSINA 1983-1984

Markku Pursiainen, Irmeli Asla, Risto Kannel ja Kai Westman

LOHI- JA TAIMENMERKINTÖJEN YHTEYDESSÄ TAPAHTUVASTA KALOJEN KÄSITTELYSTÄ, KULJETUKSESTA JA ISTUTUKSESTA

Matti Naarminen

HELSINKI 1985

ISBN 951-9092-66-8
ISSN 0358-4623

LOHENPOIKASTEN VAPAUTUSALLASKOKEET SELKÄMEREN RANNIKOLLA VUOSINA 1983 - 1984

Markku Pursiainen[1], Irmeli Asla[2], Risto Kannel[1] ja Kai Westman[2]

SISÄLLYS Sivu

1. JOHDANTO 1
2. ALTAIDEN SIJAINTI, RAKENNE JA VESITYS 3
   2.1. Olkiluoto 1983 ja 1984 3
   2.2. Harjavalta 4
   2.3. Merikarvia 4
3. KALOJEN ALKUPERÄ JA KASVATUSALUSTA 8
   3.1. Olkiluodon altaan kalasto 8
   3.2. Harjavallan altaan kalasto 9
   3.3. Merikarvian altaan kalasto 9
4. SEURANTA, KALOJEN HOITO JA TAPAHTUMAT ALTAILLA 11
   4.1. Olkiluoto 1983 ja 1984 11
   4.2. Harjavalta 11
   4.3. Merikarvia 12
5. TULOKSET 13
   5.1. Olkiluoto 1983 13
   5.2. Olkiluoto 1984 13
   5.3. Harjavalta 14
   5.4. Merikarvia 14
6. TARKASTELU 15
   6.1. Yleistä 15
   6.2. Rakenteiden ja virtausolosuhteiden merkitys 20
   6.3. Lämpötilan vaikutus kalojen lähtemiseen 22
   6.4. Muiden ympäristötekijöiden merkitys 24
   6.5. Eri kalaryhmien väliset erot 25
   6.6. Odotettavissa olevan saaliin arviointia 26

KIITOKSET 27

KIRJALLISUUS 27

1) Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos, 16970 Evo

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

1. JOHDANTO

Lohen vaelluspoikasistutuksia tehtiin Selkämeren alueelle ensimmäisen kerran vuonna 1976. Suuremmassa mitassa istutukset käynnistyivät vuonna 1979. Vuosina 1979-1984 istutettiin Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimesta runsaat puoli miljoonaa vaelluskokoista lohen poikasta.

Lohen poikasten istuttaminen Selkämeren rannikolle ja jokisuille kuten muillekin rannikon osille alkaa yleensä toukokuun alkupuolella ja jatkuu aina kesäkuulle asti. Syynä pitkäksi venyvään istutusaikaan on paitsi kevään edistyminen eri tavoin eri alueilla, myös kalojen kuljetuskaluston riittämättömyys sekä kalanviljelylaitosten kasvatustilojen tyhjennysrytmi. Useassa eri yhteydessä on todettu kalojen rasittuvan suuresti käsittelyn ja kuljetuksen aikana (esim. WESTMAN ja SOIVIO 1980, SOIVIO ja VIRTANEN 1983). Rasittuminen aiheuttaa suoranaista kuolleisuutta ja heikkokuntoisten kalojen alttiutta predaatiolle. Kuljetuksia ja istutuksia ei nykyisellään myöskään pystytä ajoittamaan istutusvesistön olosuhteiden mukaiseksi. Esimerkiksi LARSSON ja ERIKSSON (1979) ovat todenneet istutusajankohdan veden lämpötilan vaikuttavan suuresti saatavan saaliin määrään.

Suorassa istutuksessa esiintyvistä monista ongelmista johtuen on viime vuosina ryhdytty harkitsemaan uusien istutusmenetelmien käyttöönottoa ja kehittämistä. Vapautusaltaita, joista vaellusvalmiit poikaset voivat omaehtoisesti lähteä syönnösvaellukselleen haluamanaan ajankohtana, on pidetty eräänä vaihtoehtona. Tällä menettelyllä on istutuksista saatavaa saalista voitu Islannissa suoritettujen tutkimusten mukaan jopa kaksin-, nelinkertaistaa (ISAKSSON et. al. 1978). Vapautusaltaista ulkomailla ja Suomessa tehdyissä kokeissa saatujen lohenpoikasten istutustuloksia parantavien kokemusten perusteella otettiin vapautusaltaita Kemi- ja Iijoen lohivelvoitetyöryhmän (1984) suosituksella käyttöön Kemijoella Isohaarassa (van der MEER 1984, NIKUNEN ym. 1984) ja Isojoella Raasakan kalanviljelylaitoksella (VÄYRYNEN 1984). Toinen menettely, joka niinikään on saamassa runsaasti huomiota osakseen, on ns. viivästetty istutus (esim. NOVOTNY 1980).

Vapautusallastekniikkaa käytettäessä lohen poikaset toimitetaan istutusalueella oleviin altaisiin syksyn ja talven aikana hyvissä ajoin ennen vaellusajankohtaa. Näin kaloille jää aikaa toipua kuljetuksesta riittävästi ja niiden vaellusvalmius voi kehittyä luonnonmukaisesti istutusalueen olosuhteissa. Tällä on ajateltu olevan erityistä merkitystä siksi, että vaellusvalmiuden kehittyessä tapahtuvat hormonaaliset, fysiologiset, morfologiset ja käyttäytymismuutokset nopeassa tahdissa juuri elinympäristön eri tekijöiden toimiessa laukaisevina tekijöinä (esim. POLMAR ja DICKHOFF 1980).

Vaellusvalmiit lohen poikaset irtaantuvat tiukasta pohjanläheisestä elämäntavastaan (POLMAR ja DICKHOFF 1980) ja eivät myöskään ui vastavirtaan niin voimakkaasti kuin jokivaiheessaan (GLOVA ja McINERNEY 1977, THORPE ja MORGAN 1978). YOUNGSON et. al. (1983) esittävätkin, että vaellus alavirtaan on vilkkaampaa tilanteessa, jossa joen virtaama on suurempi kuin vuodenaikaan nähden keskimäärin ja vaelluksen lisääntymistä edeltää yleensä havaittava virtauslisäys.

Veden lämpötilakehityksellä on myös todettu olevan suuri merkitys lohen poikasten vaelluksessa. TOIVONEN ja JUTILA (1982) ovat todenneet vaelluksen alkavan Simojoessa lämpötilan noustessa yli + 10 ^{o}C. Keskimäärin 10 ^{o}C:n lämpötila on useissa muissakin joissa yleinen vaelluksen alkamislämpötila (McCLEAVE 1978). YOUNGSON et. al. (1983) totesivat kuitenkin kevätvaelluksen alkavan pienehkössä skotlantilaisessa joessa useimmiten 3 - 5 ^{o}C:ssa. Kyseisen joen talvilämpötilat alittivat harvoin 3 ^{o}C ja vaellus alkoi välittömästi lämpötilan kääntyessä nousuun keväällä.

Kuun vaiheiden on myös todettu vaikuttavan lohenpoikasten vaellukseen siten, että uuden kuun ja ensimmäisen neljänneksen aikana vaellus on selvästi aktiivisempaa kuin erityisesti täyden kuun aikana (YOUNGSON et. al. 1983). Pilvisyydellä ei tässä suhteessa ollut merkitystä. Kuun vaiheiden vaikutus perustuu ilmeisesti kalan sisäiseen hormonaaliseen säätelyyn, jonka on todettu noudattavan kuun kiertoa (esim. GRAU et. al. 1981, GRAU et. al. 1982). Valoisuudella sinänsä on THORPEn ja MORGANin (1978) mukaan merkitystä lohenpoikasten vaellukseen, sillä joesta lähtö ajoittuu

alkukeväästä selvästi pimeimpään vuorokaudenaikaan, kun taas lyhyen ja valoisan yön vallitessa kesäkuussa poikaset vaeltavat myös päivällä.

Vapautusaltaissa, mikäli ne on rakennettu asianmukaisesti, voidaan useimmat edellä esitetyt lohen luonnonpoikasten vaellukselle lähtöön vaikuttavat tekijät ottaa huomioon. Koska kuitenkin smolttiutuminen ja poikasten vaellus on vuosittain toistuva tapahtuma, on vaikea erottaa vuodenaikaan kuuluvien ympäristötekijöiden muutosten kaloissa aiheuttamia vaikutuksia niiden sisäisten muutosten aiheuttamista vaikutuksista. Tästä johtuen vapautusallastekniikka tarvitsee meidän oloissamme tehtävää tutkimusta ennen laajempaa käyttöönottoa.

Vapautusallaskoetoiminta Selkämerellä käynnistettiin Olkiluodon ydinvoimalan läheisyydessä olevalla kalanviljelylaitoksella keväällä 1983 yhteistyössä Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen ja Pohjolan Voima Oy:n ja Kemijoki Oy:n kanssa. Koetta jatkettiin Olkiluodon lohilaitoksessa edelleen keväällä 1984, jolloin tutkimuslaitoksen toimesta otettiin käyttöön vapautusaltaat myös Kokemäenjoen alajuoksulla Harjavallassa ja Merikarvianjoella noin 5 km jokisuusta Merikarvian kirkonkylän kohdalla. Seuraavassa esitellään kokeista saatuja tuloksia ja tarkastellaan niiden pohjalta lohen poikasten omaehtoiseen vaellukselle lähtöön vaikuttavia tekijöitä.

2. ALTAIDEN SIJAINTI, RAKENNE JA VESITYS

2.1. Olkiluoto 1983 ja 1984

Olkiluodon vapautusaltaana toimi kalanviljelylaitoksen hallirakennuksen vierelle ulos sijoitettu 3 m leveä uoma-allas, jonka alapäästä oli koetta varten väliseinällä erotettu 15 metrin pituinen (45 m^2) osasto. Vesisyvyys kokeen aikana oli n. 30-35 cm. Kalojen poistuminen tapahtui poistoputken kautta sen etupuolelle rakennettujen kynnysten yli. Allas oli peitetty lukuunottamatta poistopään porrasta. Portaiden jälkeen kalat joutuivat noin 3 m:n pituiseen halkaisijaltaan 25 cm:n putkeen ja sen jälkeen puurakenteiseen 18 m pitkään ja 0,5 m leveään tasapohjaiseen kouruun, jonka pohjalla oli metrin välein poikkirimoja matalina pohjapatoina. Kouru oli katettu muoviverkolla. Kourun alapäässä oli muoviverkosta tehty

halkaisijaltaan 80 cm pyöreä katettu keräilysumppu, josta kalat päivittäin laskettiin ja päästettiin noin 120 m pitkää poistokanavaa (avo-oja) pitkin mereen. Rakenne on kaavamaisesti esitetty kuvassa 1.

Olkiluodon vapautusallas vesitettiin kalanviljelylaitoksen pumppaamolta johdetulla murtovedellä vapautusaltaana toimivan uoma-altaan yläpäähän. Virtaama oli noin 12 l/s ja veden vaihtoaika koko altaassa runsas puoli tuntia. Altaan sisäinen virtaus oli varsin tasainen laminaarivirtaus, mutta virtausnopeus vain noin 2 cm sekunnissa. Poistopäässä olevien kynnysaukkojen yli virtausnopeus oli kuitenkin noin 15 - 30 cm/s.

2.2. Harjavalta

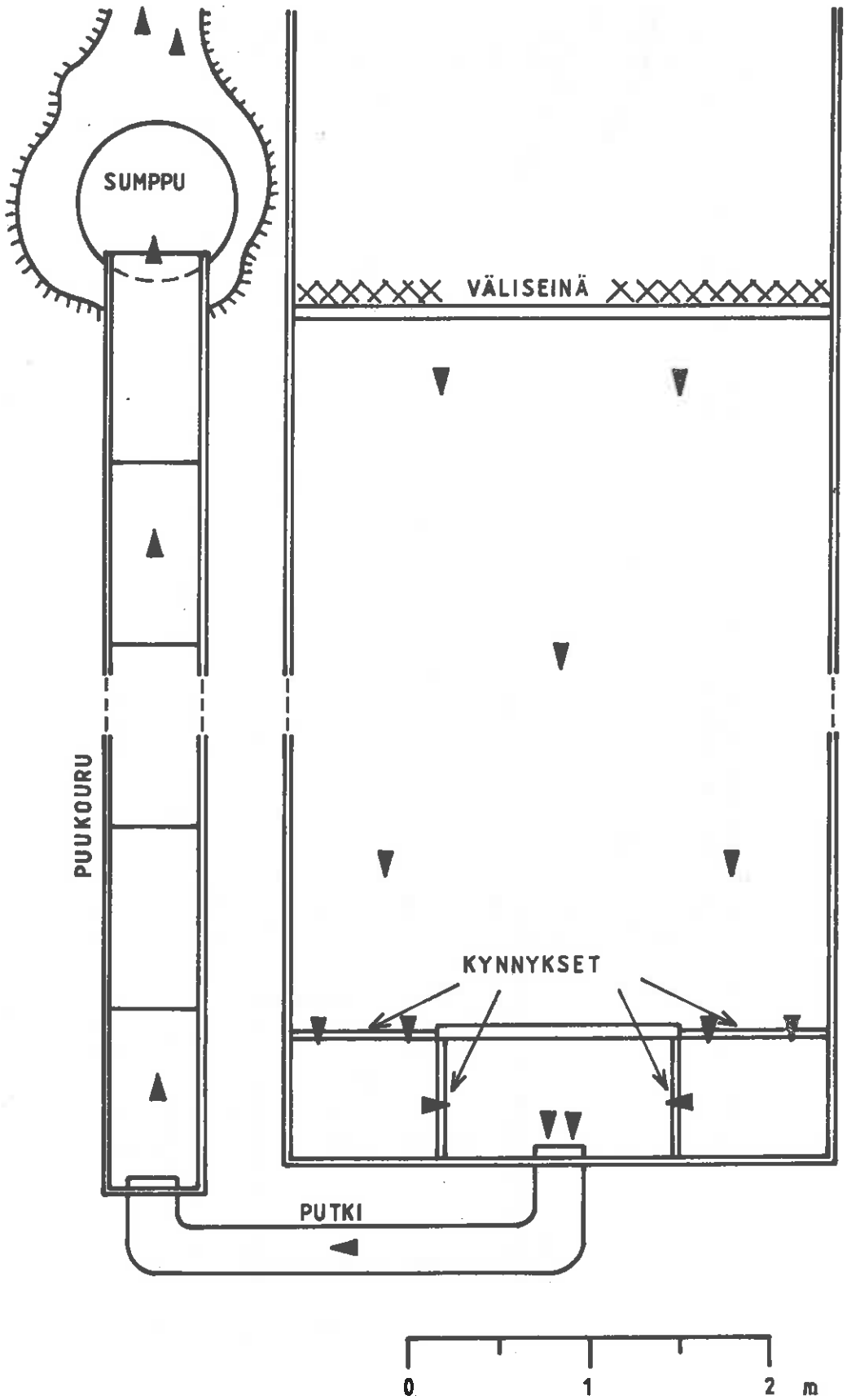
Kokemäenjoella vapautusallaskäyttöön kunnostettiin Harjavallan voimalaitoksen alakanavan sivulla käytöstä poistetun lohihissin rakenteisiin liittyvä betoninen allas. Allas on noin 10 m pitkä, 2,8 m leveä (28 m^2) ja 2,2 m syvä. Kalojen poistumistieksi oli järjestetty altaan päätyreunukseen tehty 80 cm leveä aukko, josta vesi virtasi alaspäin viettävään rakopohjaiseen kouruun. Kourun raoista suurin osa vedestä pääsi valumaan ulos, mutta kalat ohjautuivat verkkoaltaaseen laskentaa varten. Periaate käy ilmi kuvasta 2.

Vesitys oli ratkaistu kahdella voimalaitospadon yli johdetulla 63 mm:n lappoputkella. Ennen kalojen poistumistien avaamista käytössä oli vain yksi putki, mutta samalla kun poistoaukon verkko poistettiin, avattiin toinenkin putki. Tulovirtaama molempien putkien ollessa avoinna oli 8 l/s, eli veden vaihtoaika oli runsaat 2 tuntia. Altaan muodosta ja vesitystavasta johtuen virtauskuvio oli varsin epämääräinen ja vain pintavedessä poistoaukon lähellä oli säännöllinen laminaarivirtauksen alue. Poistoaukossa veden virtausnopeus oli noin 20 cm/s.

2.3. Merikarvia

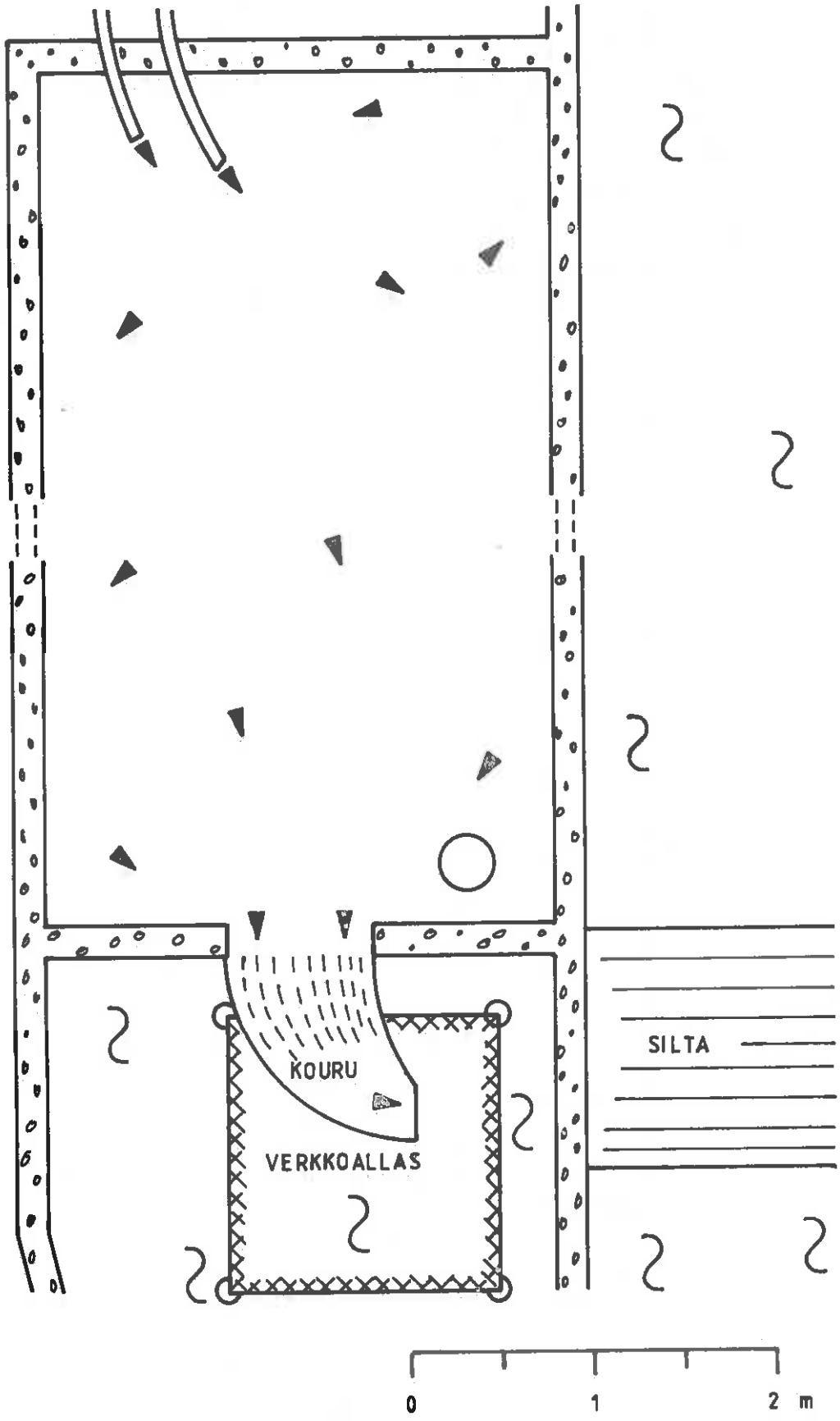
Merikarvianjoella kunnostettiin vapautusaltaaksi käytöstä poistetun sahan betoninen alakanava Merikarvian kirkonkylässä. Altaan pituus oli 11 m ja leveys 2,6 m (28 m^2). Vesisyvyydeksi saatiin

OLKILUOTO

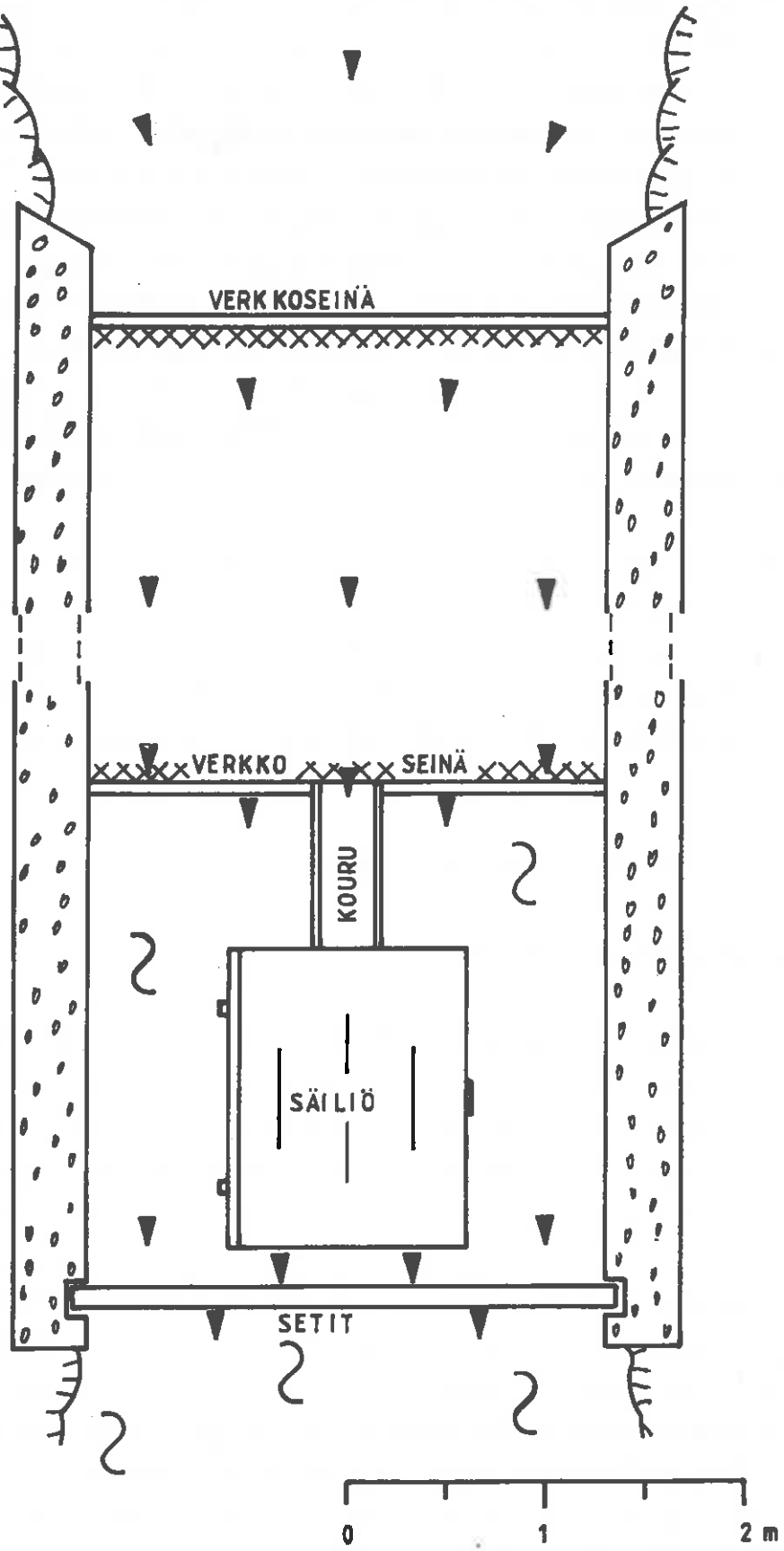


KUVA 1. Olkiluodon lohilaitoksen vapautusallas. Nuolet kuvaavat virtausta.

HARJAVALTA



KUVA 2. Harjavallan vapautusallas. Nuolet kuvaavat virtausta. Oikeassa alanurkassa oleva rengas on poistovesiputki, jota käytettiin ennen kalatien avaamista.



KUVA 3. Merikarvian vapautusallas. Nuolet kuvaavat virtausta.

noin 90 cm. Altaan yläpäässä oli verkkoseinä. Kalojen poistumistieksi oli tarkoitus järjestää samanlainen rakennelma kuin Harjavallassakin altaan alapäähän settilankkujen yli. Kun kaloja oltiin jo viemässä altaaseen, todettiin betonin syöpyneen settilankkujen alta niin, ettei suunniteltua ratkaisua voitu toteuttaa. Tilapäisratkaisuksi oli rakennettava kiireesti metalliverkosta väliseinä altaaseen noin 4 m settilankkujen etupuolelle. Kalojen poistuminen ja keräily järjestettiin tässä tilanteessa siten, että väliseinään tehdystä aukosta poikaset pääsivät kourua pitkin altaan sisään sijoitettuun 0,6 m^3:n kannelliseen säiliöön. Säiliöön tulleet kalat laskettiin ja päästettiin kanavaan, joka yhtyi jokiuomaan noin 60 metrin päässä. Altaan rakenne on esitetty kuvassa 3.

Allas vesitettiin vanhan sahan tulovesikanavasta turbiinikammion kautta. Tulovesimäärää pystyttiin säätelemään, mutta ei mittaamaan. Altaan virtaus oli laminaarinen ja nopeus noin 5 cm sekunnissa, joten vesi vaihtui vajaassa neljässä minuutissa. Veden virtausnopeus kalojen poistumisaukossa oli verkkoväliseinän vuoksi sama kuin koko altaassa.

3. KALOJEN ALKUPERÄ JA KASVATUSTAUSTA

3.1. Olkiluodon altaan kalasto

Olkiluodon vapautusallaskokeessa keväällä 1983 oli 1 000 merkittyä Nevan kantaa olevaa 1-vuotiasta lohen poikasta. Kalat oli tuotu Olkiluodon lohilaitokselle syksyllä 1982 Hanka-Taimen Oy:stä kesänvanhoina ja kasvatettu talvikauden ajan ydinvoimalan lämpimiä jäähdytysvesiä hyväksikäyttäen 8 m^2:n altaissa (ks. taulukko 1).

Keväällä 1984 kokeessa oli kaikkiaan 4 152 niinikään Nevan kantaa olevaa vuoden vanhaa poikasta, joista 994 merkittyjä. Kalat oli tuotu kesänvanhoina Laukaan keskuskalanviljelylaitokselta Olkiluotoon, jossa kasvatustausta oli sama kuin vuoden 1983 kokeessa (ks. taulukko 1). Kaloja siirrettiin vapautusaltaaseen viereisestä kasvatushallista saaveilla kantaen useana eränä laitoksella tapahtuneiden lajittelujen yhteydessä.

3.2. Harjavallan altaan kalasto

Harjavallan vapautusaltaaseen tuotiin Olkiluodon lohilaitokselta 1 000 merkittyä Nevan kantaa olevaa poikasta, joiden tausta oli sama kuin edellä Olkiluodon 1984 kokeessa.

Evon kalanviljelylaitokselta Harjavaltaan tuotiin 3 615 kaksivuotiasta Nevan lohen poikasta, jotka oli kasvatettu ensimmäisen vuoden ajan Porraskosken koekalanviljelylaitoksella ja toinen vuosi Evon kalanviljelylaitoksella 4 m^2:n lasikuitialtaissa. Evon kaloista oli 954 kpl merkittyjä (ks. taulukko 1).

Kalat kuljetettiin Harjavaltaan pakettiautolla 0,4 ja 0,6 m^3:n säiliössä. Kuljetusaika Evolta oli n. 4 tuntia ja Olkiluodosta n. 3 tuntia, johon sisältyi lämpötilojen tasaus.

3.3. Merikarvian altaan kalasto

Merikarvianjoelle tuodut poikaset olivat peräisin Porraskosken koekalanviljelylaitokselta, jossa ne olivat myös kuoriutuneet. Kalat olivat kaksivuotiaita Nevan kantaa olevia lohia. Toisen kasvukauden ajan poikasia oli kasvatettu 7 m^2:n pyöröaltaissa. Yhteensä Porraskoskelta siirrettiin Merikarvian vapautusaltaaseen 5 337 poikasta, joista merkittyjä oli 1 963 kpl (ks. taulukko 1).

Merikarvialle kalat kuljetettiin yhdellä kertaa kuorma-autolla kolmessa 1,5 m^3:n säiliössä. Kuljetusaika Porraskoskelta Merikarvialle oli n. 5 tuntia.

TAULUKKO 1. Tietoja vapautusallaskokeissa käytetyistä kaloista.

VAPAUTUSALLAS ALKUPERÄ 1) / KANTA / IKÄ	MERKINTÄ pvm	MERKKISARJA	KESKI- PITUUS cm 2)	KESKI- PAINO g 2)	MÄÄRÄ kpl	SIIRTO pvm
Olkiluoto 1983						
OL/LN/ 1 v	16.-18.2.83	DH 0000 - 0999	15,1	35	1 000	17.-18.2.83
Olkiluoto 1984						
OL/LN/ 1 v	27.1.-2.2.84	DP 4000 - 4999	13,5	24	994	3.2.84
OL/LN/ 1 v	-	Suojaparvi	-	-	3 158	3.2.-29.3.84
Harjavalta 1984						
OL/LN/ 1 v	13.-15.2.84	DP 5000 - 5999	14,0	26	1 000	10.4.84
EKKVL/LN/ 2 v	21.-23.2.84	DP 6000 - 6999	16,9	46	954	10.-13.4.84
EKKVL/LN/ 2 v	-	Suojaparvi	-	-	2 661	10.-13.4.84
Merikarvia						
PKKVL/LN/ 2 v	24.-28.10.84	DO 7000 - 7000	17,6	59	991	3.4.84
PKKVL/LN/ 2 v	24.-28.10.84	DO 5000 - 5999	17,5	68	972	3.4.84
PKKVL/LN/ 2 v	-	Suojaparvi	-	-	3 374	3.4.84

1) OL = Olkiluodon lohilaitos
EKKVL = Evon kalanviljelylaitos
PKKVL = Porraskosken koekalanviljelylaitos

2) keskipituus ja -paino merkittäessä

LN = lohi, Nevan kantaa

4. SEURANTA, KALOJEN HOITO JA TAPAHTUMAT ALTAILLA

4.1. Olkiluoto 1983 ja 1984

Olkiluodon vapautusallaskoe keväällä 1983 käynnistyi 17.-18. helmikuuta, jolloin kalat siirrettiin altaaseen. Vuoden 1984 koe aloitettiin 3. helmikuuta ensimmäisen kalaerän siirrolla, joskin viimeinen suojaparvierä siirrettiin altaaseen vasta 29. maaliskuuta.

Kaloja ruokittiin kokeen ajan käsin ja havaitut kuolleet poistettiin sekä lämpötilat mitattiin päivittäin. Osa kuolleista jäi todennäköisesti havaitsematta, koska allas oli suurimmaksi osaksi peitetty.

Keväällä 1983 poistoluukkujen verkkosihdit poistettiin 27. huhtikuuta ja keväällä 1984 19. huhtikuuta. Poistokanavan keräyssumppu tyhjennettiin aamuisin ja joskus myös iltaisin. Lähteneiden kalojen lukumäärä, eroteltuna merkityt ja merkitsemättömät kalat, merkittiin muistiin ja kalojen annettiin vapaasti uida kanavaa pitkin mereen.

Koe lopetettiin vuonna 1983 toukokuun 30. päivä ja 1984 kesäkuun 19. päivä. Altaassa jäljellä olleiden kalojen määrä laskettiin ja lisäksi vuonna 1984 otettiin merkkien koodinumerot muistiin. Lopputarkastuksen jälkeen kalat ajettiin poistokanavaan, josta ne saivat uida mereen.

Olkiluodon vapautusaltaalla kalojen keräilysumpun katteena ollut muoviverkko ei ollut täysin tiivis, joten osa sumppuun kertyneistä kaloista saattoi hyppiä siitä ulos ja siten aiheuttaa kontrolloimatonta hävikkiä kalamäärissä.

4.2. Harjavalta

Harjavallan vapautusaltaaseen siirrettiin pääosa kaloista 10. huntikuuta ja loput 13. huhtikuuta. Kalojen ruokinta hoidettiin akkukäyttöisellä ruokinta-automaatilla. Veden lämpötilat mitattiin ja havaitut kuolleet poistettiin päivittäin.

Harjavallan vapautusaltaan poistoaukko avattiin 7. toukokuuta ja kalojen keräilysumppu tyhjennettiin aina aamuisin. Keräilysumppuun tulleista kaloista merkittiin muistiin paitsi kokonaismäärä, myös

merkittyjen kalojen merkkisarja, jotta Olkiluodon ja Evon kalat voitaisiin erotella toisistaan.

Harjavallan koe lopetettiin 18. kesäkuuta, jolloin jäljelle jääneiden kalojen lukumäärä laskettiin ja kalat päästettiin jokeen.

Kokemäenjoessa oli keväällä 1984 huhtikuun lopulla erittäin kova tulva ja jäiden lähdön yhteydessä 30.4. vapautusaltaan reunojen korottamiseksi tehty verkkoreunus murtui, jolloin kaloja saattoi karata tulva-aallon mukana. Kalojen vapautusaukon avaamisen jälkeen oli poistoputken suu (ks. kuva 2) vuorokauden verran avoinna ja kaloja pääsi oletettavasti karkuun myös sitä kautta. Kesäkuun alussa veden pinta Kokemäenjoessa laski niin alas, että keräilysumppu jäi kuiville, jolloin 5.-11.6. poistoluukku oli pidettävä suljettuna. Pääosa kaloista oli tällöin kuitenkin jo lähtenyt. Lisäksi kesäkuussa havaittiin kalojen suorastaan hyppivän altaan reunojen yli jokeen. Näistä tekijöistä johtuen melkoinen osa kaloista poistui omaehtoisesti altaasta laskennan ohitse.

4.3. Merikarvia

Merikarvianjoen vapautusaltaaseen kalat toimitettiin 3. huhtikuuta. Ruokinta hoidettiin akkukäyttöisellä ruokinta-automaatilla. Veden lämpötilat mitattiin ja kuolleet poistettiin päivittäin.

Poistoaukko altaan alaosan verkkoseinässä avattiin 10. toukokuuta ja kalojen tyhjennys keräilyaltaasta tapahtui aamuisin. Lähteneistä kaloista merkittiin muistiin paitsi kokonaismäärä, myös merkittyjen ja merkitsemättömien osuus. Koe lopetettiin 19. kesäkuuta, jolloin allas tyhjennettiin ja loput kalat siirrettiin jokeen.

Merikarvialla vesi koversi vähitellen altaan yläosan verkkoseinän alle aukon, minkä seurauksena kaloja pääsi saharakennuksen alle turbiinikammioon. Kun tämä havaittiin, koko verkkoväliseinä poistettiin, sillä kaloja tarttui merkeistään verkkoon niiden tunkeutuessa kapeasta raosta sahan alle. Pääosa kaloista oleskelikin tämän jälkeen noin kolme metriä syvässä ja laajassa turbiinikammiossa. Tyhjennyksen yhteydessä altaan alapäässä olevassa verkkoseinässä todettiin pieni kalan mentävä aukko, josta osa kaloista on

voinut karata. Lisäksi kaikkia kaloja ei saatu kiinni turbiinikammioita kokeen päätyttyessä tyhjennettäessä.

5. TULOKSET

5.1. Olkiluoto 1983

Vapautusallaskokeessa v. 1983 altaaseen pantiin 1 000 merkittyä poikasta, joista kokeen loppuun mennessä oli omaehtoisesti lähtenyt 841. Kuolleisuutta kokeen aikana ei havaittu ja koska loppuтyhjennyksessä kalamäärää ei tarkoin laskettu, ei kokeen aikaista mahdollista hävikkiä voitu selvittää. Päivittäin lähteneiden kalojen määrät on esitetty kuvassa 4.

5.2. Olkiluoto 1984

Vuoden 1984 kokeessa altaaseen siirrettiin yhteensä 4 152 kalaa, joista omaehtoisesti lähti 3 232 kpl (taulukko 2). Lopputyhjennyksessä oli 491 kalaa eli vajaa 12% altaaseen pannuista poikasista. Kokeen aikainen hävikki oli 429 poikasta, joista ilmeisesti suurin osa oli altaasta lähteneitä, mutta keräyssumpun kannen raosta karkuun hypänneitä kaloja (ks. kohta 4.1.). Päivittäin lähteneiden kalojen määrät käyvät ilmi kuvasta 5.

TAULUKKO 2. Olkiluodon vapautusaltaan kalatase 1984.

KALARYHMÄ	Alkutilanne kpl	Kuollut kpl	Lähtenyt kpl	Hävikki kpl	Lopetus kpl
OL merkityt :	994	6	645	241	108
OL suojap.	3 158	9	2 587	188	383
YHTEENSÄ	4 152	15	3 232	429	491
%	100,0	0,4	77,8	10,3	11,8

5.3. Harjavalta

Harjavallan vapautusaltaaseen siirrettiin yhteensä 4 615 lohen poikasta, joista keräilysumpun kautta lähti omaehtoisesti 2 249 (taulukko 3). Lopputyhjennyksessä poikasia oli jäljellä vain 9 kpl ja havaittu kuolleisuus 19 kalaa. Kokemäenjoen tulviessa ja altaan toimintahäiriöiden takia (ks. kohta 4.2.) lohen poikasia kuitenkin pääsi varmasti karkuun ohi keräyssumpun, joten suhteellisen suuresta hävikistä (runsas 50%) osa voidaan lukea omaehtoisesti lähteneisiin. Näiden karkulaisten on joka tapauksessa pitänyt uida pintavedessä kyetäkseen poistumaan altaasta. Päivittäin lähteneiden kalojen määrät on esitetty kuvassa 6.

TAULUKKO 3. Harjavallan vapautusaltaan kalatase 1984.

KALARYHMÄ	Alkutilanne kpl	Kuollut kpl	Lähtenyt kpl	Hävikki kpl	Lopetus kpl
EKKVL merkityt	954	3	515	434	2
EKKVL suojap.	2 661	12	1 301	1 344	4
OL merkityt	1 000	4	433	560	3
YHTEENSÄ	4 615	19	2 249	2 338	9
%	100,0	0,4	48,7	50,7	0,2

5.4. Merikarvia

Merikarvianjoen vapautusaltaaseen kuljetettiin yhteensä 5 337 lohen poikasta, joista vain 413 kpl siirrettiin vapautusaltaan keräyslaatikosta jokeen (taulukko 4). Kokeen päätyttyä kaloja löydettiin 3 417 kpl sahan tyhjäksi pumpatusta turbiinikammiosta, josta ne siirrettiin jokeen. Kokeen aikainen hävikki oli runsaat 1 300 poikasta, joista suurin osa lienee karannut verkkoseinän reijästä (ks. kohta 4.3.). Muutamia kymmeniä kaloja jäi varmuudella myös turbiinikammion koloihin lopputyhjennyksessä.

Lähteneiden kalojen päivittäiset määrät käyvät ilmi kuvasta 7.

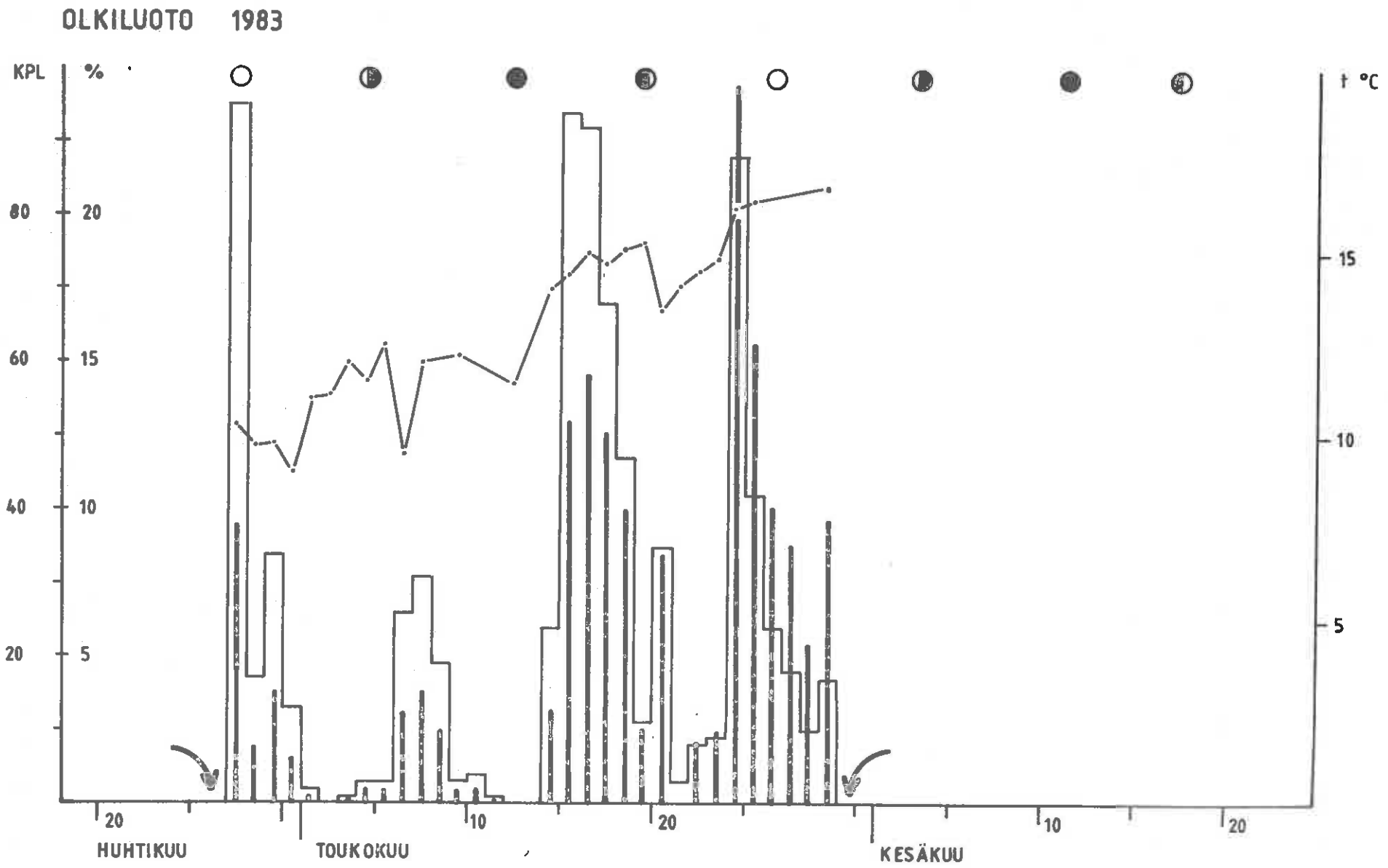
TAULUKKO 4. Merikarvian vapautusaltaan kalatase 1984.

KALARYHMÄ	Alkutilanne kpl	Kuollut kpl	Lähtenyt kpl	Hävikki kpl	Lopetus kpl
PKKVL merkityt	1 963	52	191	-	-
PKKVL suojap.	3 374	108	222	-	-
YHTEENSÄ	5 337	160	413	1 347	3 417
%	100,0	3,0	7,7	25,2	64,0

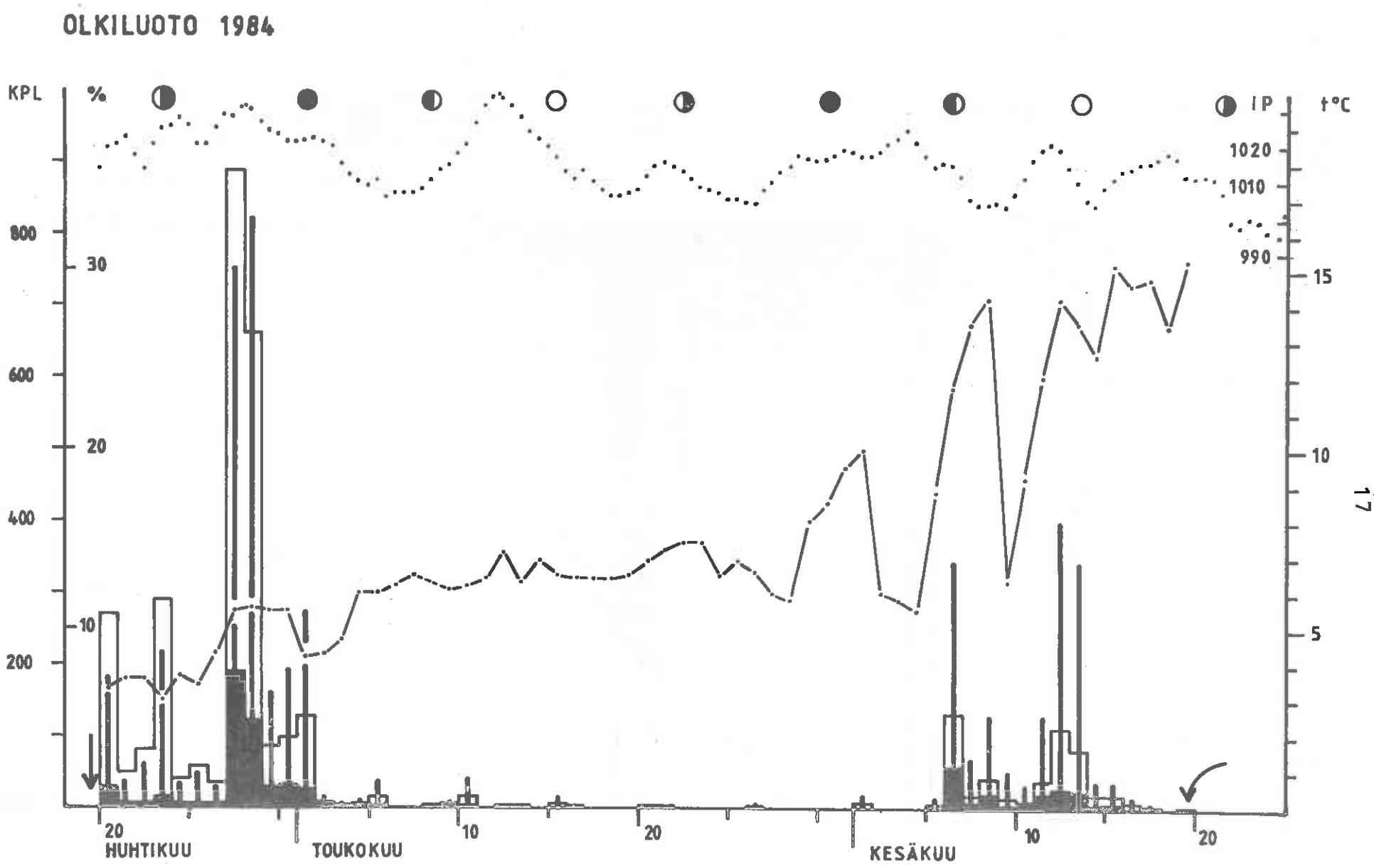
6. TARKASTELU

6.1. Yleistä

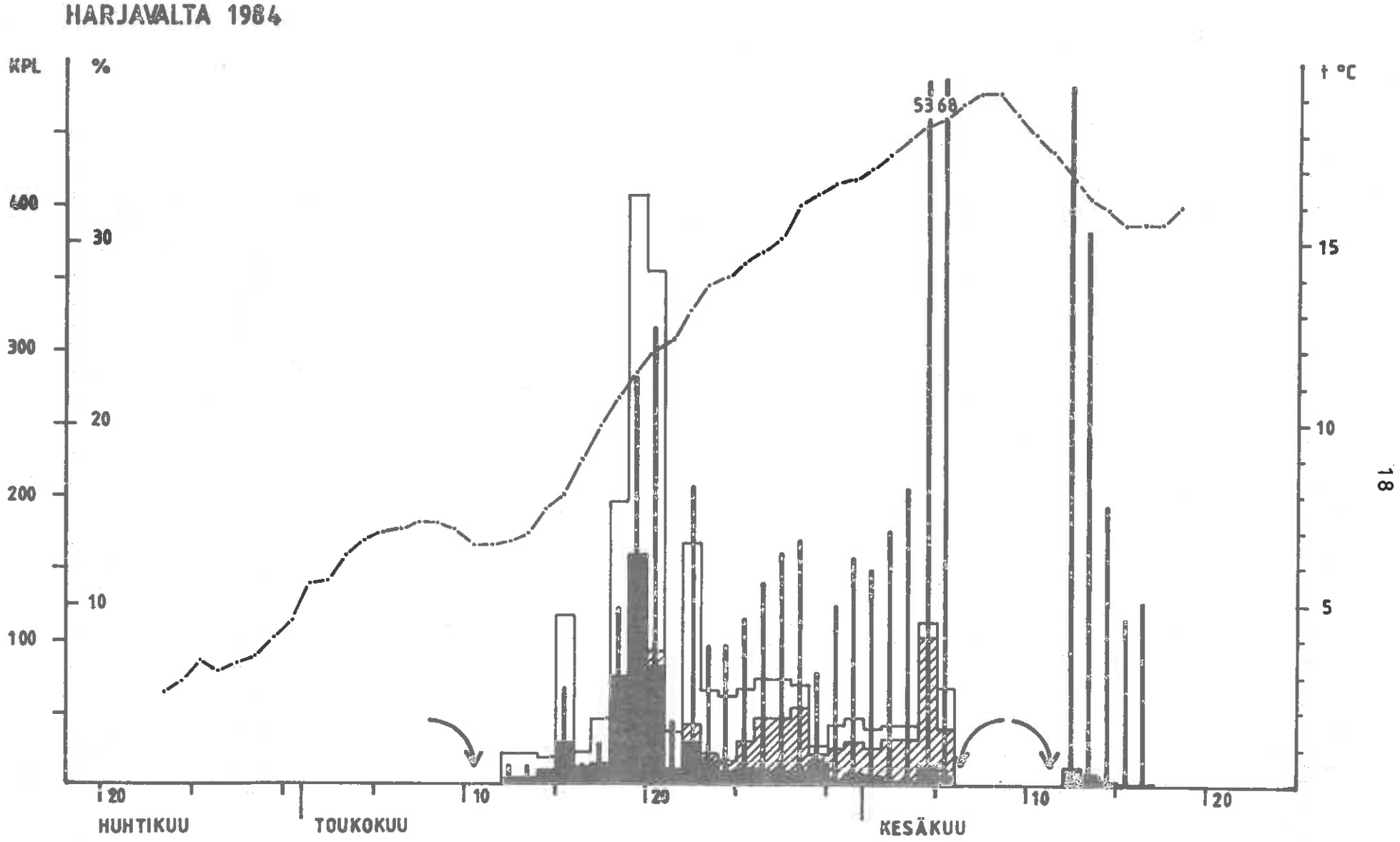
Tarkasteltavina olevissa neljässä vapautusaltaassa oli kokeiden alkaessa kaiken kaikkiaan 15 104 lohen poikasta. Keräilylaitteilla tehdyn seurannan perusteella altaista lähti omaehtoisesti 6 735 yksilöä (44,6%). Kontrolloimaton hävikki koejakson aikana oli yhteensä 4 114 kalaa (27,2%), joista suurin osa on ilmeisesti lähtenyt altaista tulva-aikaan tai karannut muulla tavoin ohi laskennan (ks. luku 4). Näitä kaloja voidaankin ilmeisesti suurelta osin pitää omaehtoisesti altaista lähteneinä, jolloin osuus kaikista kaloista kohoaa 71,8 %:iin (Merikarvian heikosti toiminut allas poisluettuna 93,1 %:iin). Kemijoen Isohaarassa vapautusaltaasta lähti v. 1983 n. 50 % (NIKUNEN ym. 1984) ja v. 1984 51,6 % (van der MEER 1984) siihen siirretyistä kaloista. Raasakassa vastaava osuus vaihteli eri altailla 35,7-80,4 %:n välillä (VÄYRYNEN 1984) keskiarvon ollessa n. 64 %. Altaista siirrettiin istutusalueelleen kokeiden päättyessä 4 076 poikasta (27,0%), joista suurin osa siis Merikarvialta (taulukot 2, 3 ja 4).



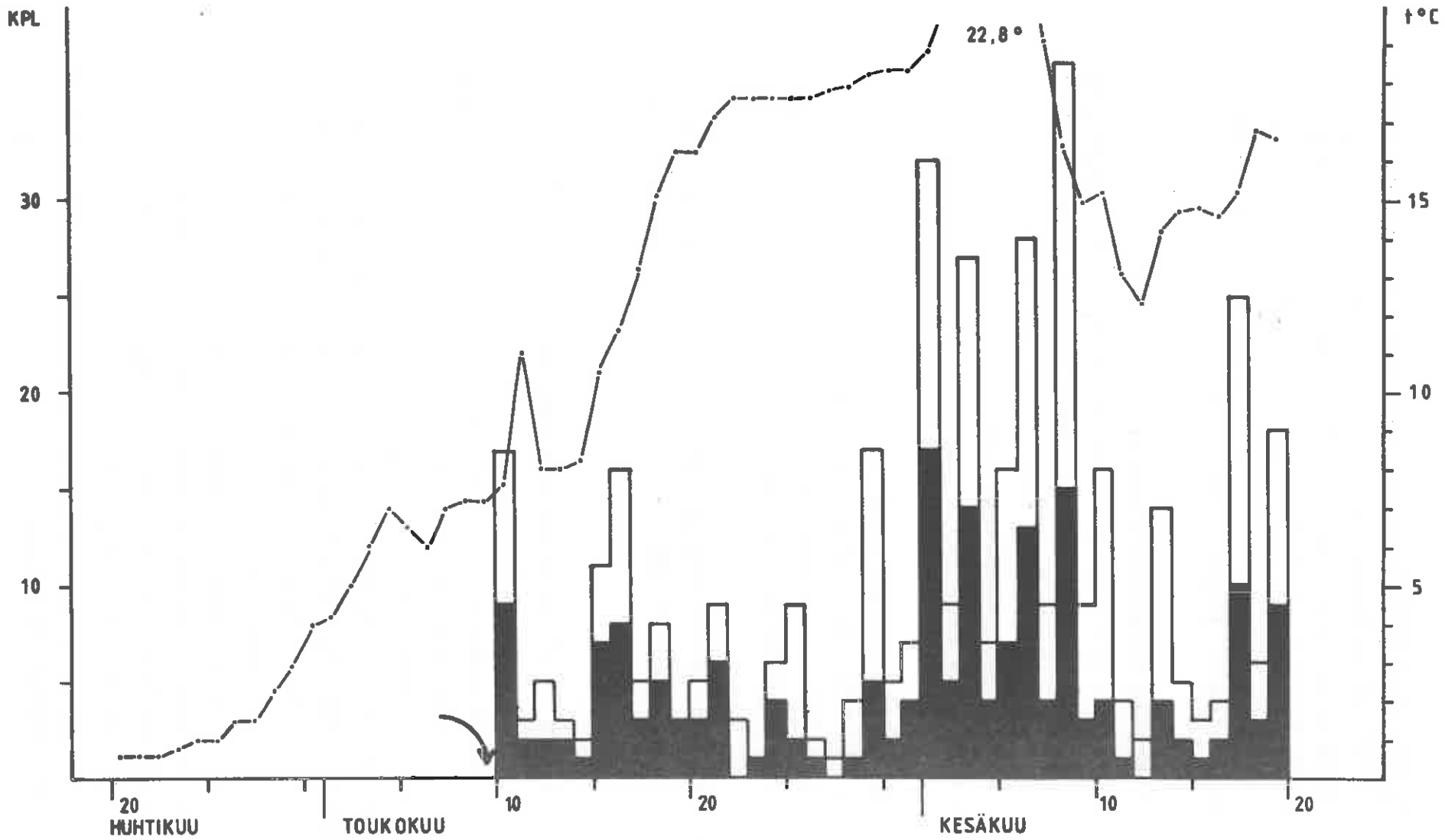
KUVA 4. Olkiluodon vapautusaltaasta v. 1983 päivittäin lähteneet kalat (pylväät) ja lähteneiden kalojen prosenttiosuus jäljellä olevasta kalamäärästä (janat). Viivadiagrammi kuvaa lämpötiloja ja ylälaidassa on esitetty kuun vaiheet.



KUVA 5. Olkiluodon vapautusaltaasta v. 1984 päivittäin lähteneet kalat (pylväät: merkitsemättömät; merkityt). Janadiagrammi kuvaa lähteneiden kalojen prosenttiosuutta jäljellä ilevasta kalamäärästä ja viivadiagrammi lämpötiloja. Kuvan ylälaidassa näkyvät kuun vaiheet ja ilmanpaine Porin lentoasemalla.



KUVA 6. Harjavallan vapautusaltaasta päivittäin lähteneet kalat (pylväät: ☐ EKKVL merkitsemättömät; ■ EKKVL merkityt; ▨ OL merkityt). Janadiagrammi kuvaa lähteneiden kalojen prosenttiosuutta jäljellä olevasta kalamäärästä ja viivadiagrammi lämpötiloja. Kuun vaiheet ja ilmanpaine ks. kuva 5.



KUVA 7. Merikarvian vapautusaltaasta päivittäin lähteneet kalat (pylväät: ☐ PKKVL merkitsemättömät; ▒ PKKVL merkityt). Viivadiagrammi kuvaa lämpötiloja. Kuun vaiheet ja ilmanpaine ks. kuva 5.

Tarkasteltaessa vapautusaltaista päivittäin lähteneiden kalojen määriä on otettava huomioon, että altaassa oleva kalamäärä vähenee koko ajan ja siitä johtuen mahdollisten lähdökkien määrä pienenee. Kuvissa 4, 5 ja 6 onkin esitetty janadiagrammina lähtöinnokkuutta kuvaava lähteneiden kalojen prosenttiosuus jäljellä olevien kalojen määrästä.

Olkiluodon kokeissa kumpanakin vuonna parhaina päivinä altaista lähti kaloja yli 20, jopa yli 30% senhetkisestä kalamäärästä. Vuonna 1983 koe lopetettiin selvästi kesken, sillä kaloja lähti viimeisinä päivinä vielä lähes 10 % jäljellä olevasta määrästä vuorokaudessa. Sensijaan vuonna 1984 kaloista lähti kokeen loppuvaiheessa enää hyvin pieni osuus päivittäin.

Harjavallassa huippulähtöpäivinä toukokuun 20. päivän tienoilla lähtöinto oli noin 20 - 25 %. Suurimman osan kaloista jo lähdettyä toukokuussa altaasta poistui 4. kesäkuuta 53 % ja 5. kesäkuuta 68 % jäljellä olevista kaloista.

Merikarvian altaan osalta vastaavaa tarkastelua ei ole mielekästä tehdä, koska lähteneiden kalojen määrä jäi varsin pieneksi.

6.2. Rakenteiden ja virtausolosuhteiden merkitys

Kaikki koesarjassa mukana olleet altaat olivat periaatteeltaan uoma-altaita, joskin syvyyssuhteissa ja virtausolosuhteissa oli suuria eroja. Olkiluodossa vesisyvyys oli vain 30-35 cm, Harjavallassa n. 2 m ja Merikarvialla 90 cm. Vapautusaltaan vesisyvyydellä ainakaan näissä rajoissa ja olosuhteissa ei näytä olleen merkitystä kalojen lähtemisessä. Matalaan Olkiluodon altaaseen jäi vuonna 1983 15.9 % ja vuonna 1984 11.8 % kaloista. Harjavallan syvässä altaassa vastaava osuus oli vain 0.2 % ja Merikarvialla keskisyvyisessä altaassa jääneitä oli eniten, 64.0 %. Merikarvianjoen altaan yläosan verkkoseinämän poiston jälkeen kaloilla oli mahdollisuus oleskella syvässä turbiinikammiossa (ks. kohta 4.3.), joskin kaloja oli koko ajan myös uoma-allasosassa.

Altaiden virtausolosuhteet poikkesivat toisistaan siten, että Olkiluodossa vallitsi hidas ja Merikarvialla suhteellisen nopea laminaarivirtaus, kun taas Harjavallassa virtauskuvio oli epämääräisempi lukuunottamatta poistoaukon lähialuetta (ks. kuvat 1, 2 ja 3). Näiden kokeiden perusteella voitaisiin siten otaksua, että altaan sisäisillä virtausoloilla on suhteellisen vähäinen merkitys kalojen lähtemisessä (ks. taulukko 5). VÄYRYNEN (1984) toteaa myös tässä tutkimuksessa oleviin altaisiin vertailukelpoisten maauoma-altaiden toimineen vesityksen ja virtaaman osalta hyvin, mutta edellyttää pyöröaltaille nopeaa veden pyörimisnopeutta. Tästä on kuitenkin todettava, että kaksi Raasakan pyöröaltaista toimi hyvin ja kaksi huonosti samoilla virtaamilla, mutta että kalaryhmät poikkesivat toisistaan.

Kalojen poistumisaukon virtausolosuhteet olivat osapuilleen samat Olkiluodossa ja Harjavallassa, eli pinnasta lähtevä nopea kiitovirtaus kapean kynnyksen ylitse. Merikarvialla taas pintaveden ja poistoaukon virtausnopeus ei poikennut alapään verkkoseinän läpi virtaavan veden nopeudesta (vrt. taulukko 5).

TAULUKKO 5. Vapautusaltaiden sisäisten virtausolosuhteiden ja kalojen poistumistien virtausolosuhteiden vertailu suhteessa altaasta lähteneisiin kalamääriin.

	Virtauksen laminaarisuus	Kalojen lähteminen altaasta	Poistumistien houkuttelevuus
Olkiluoto	+ +	+ +	+ +
Harjavalta	+	+ + +	+ + +
Merikarvia	+ + +	+	+

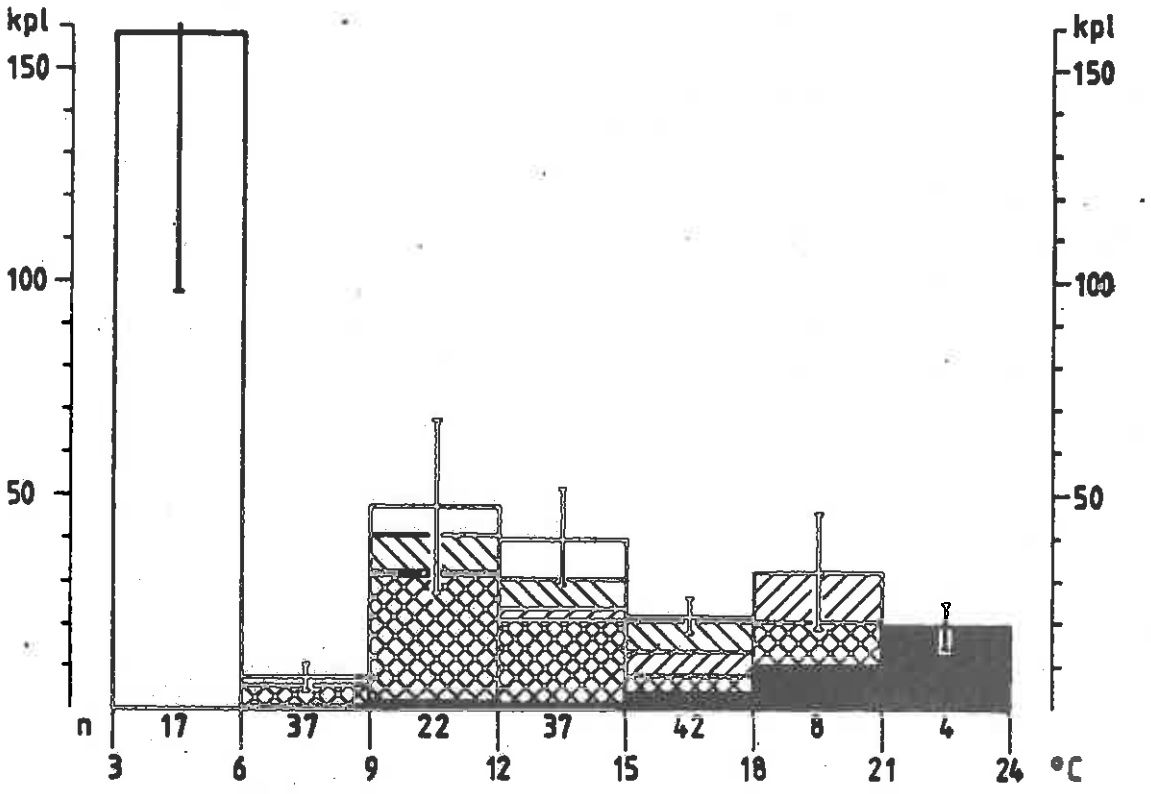
+++ = paras ++ = keskimääräinen + = huonoin

Vaellusvalmiiden poikasten irtaantuminen pohjanläheisestä elämäntavastaan (FOLMAR ja DICKHOFF 1980) näyttää vapautusaltaassa

johtavan siihen, että poikaset lähellä pintaa uidessaan joutuvat joko sattumalta (vrt. Harjavallan virtausolot) tai laminaarivirtauksen mukana vähitellen (Olkiluoto) poistoaukolle, jossa virtaus kiihtyy nopeasti vieden jokipoikasta hitaammin uivat vaelluspoikaset mennessään (vrt. THORPE ja MORGAN 1978). Virtaaman ainakaan merkittävää lisäystä itse altaassa ei siten näyttäisi tarvittavan, vaikka se luonnonvesissä vaellusta lisääkin (YOUNGSON et al. 1983), vaan poistumistien rakenne ja virtausolosuhteet siinä ovat ratkaisevia tekijöitä vaelluspoikasten omaehtoisessa poistumisessa. Tosin VÄYRYNEN (1984) toteaa sekä virtaaman lisäyksen että myös vähentämisen lisänneen seuraavan vuorokauden aikana lähtevien kalojen määrää.

6.3. Lämpötilan vaikutus kalojen lähtemiseen

Kuvassa 8 on tarkasteltu kalojen lähtemistä altaista päivittäiskeskiarvona eri lämpötila-alueilla. Koejaksojen lämpötilat vaihtelivat eri paikoissa seuraavasti: Olkiluoto 1983, 9,0 - 16,8 °C; Olkiluoto 1984, 3,0 - 15,3 °C; Harjavalta 6,7 - 19,1 °C; Merikarvia 7,6 - 22,8 °C.



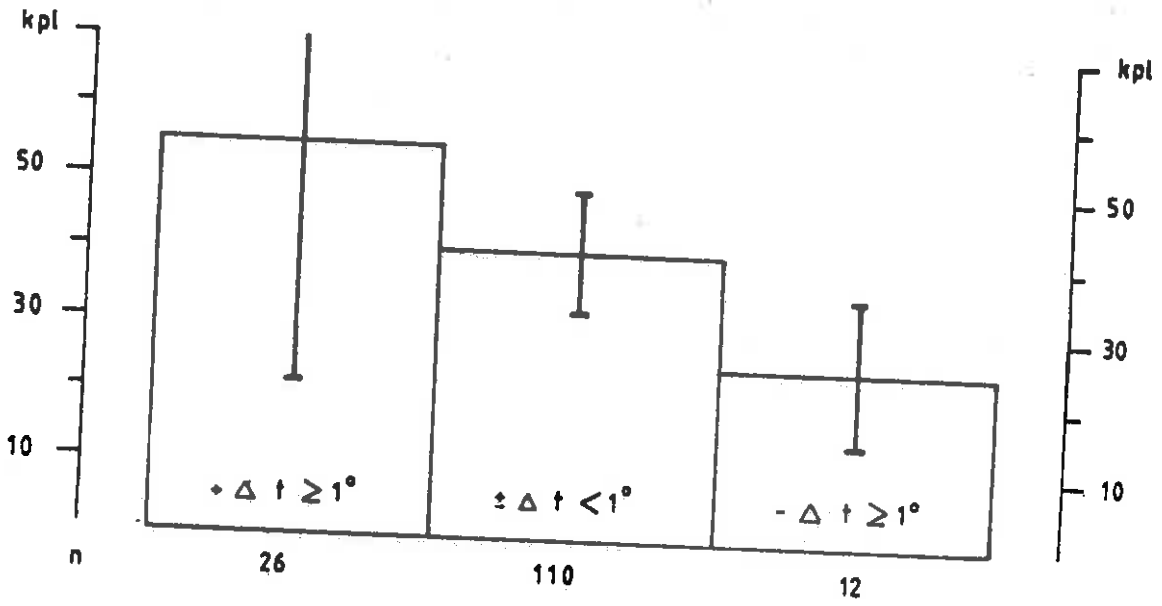
KUVA 8. Kalojen lähteminen altaista päivittäiskeskiarvona eri lämpötila-alueilla. ☐ Olkiluoto 1984, ▨ Olkiluoto 1983, ▨ Harjavalta, Olkiluodosta tuodut kalat, ▩ Harjavalta, Evolta tuodut kalat ja ■ Merikarvia; n=havaintovuorokausien lukumäärä; jana = 2 x keskiarvon keskivirhe.

Huomiota kiinnittää erityisesti lämpötila-alue 3 - 6 °C, jolloin kaloja yksinomaan Olkiluodon altaasta v. 1984 lähti keskimäärin 158,8 kpl/vrk, mikä on kolminkertainen Olkiluodon koejakson keskiarvoon (53,0) nähden. Lämpötila-alueella 6 - 9°C kaloja lähti erittäin vähän (7,5 kpl/vrk), kun taas alueilla 9 - 12 °C ja 12 - 15 °C lähteminen oli vilkasta (47,4 ja 40,0 kpl/vrk). Näillä lämpötila-alueilla lähti kaikkia kokeissa olleita eri kalaryhmiä sunteellisen tasaisesti. Korkeammissa lämpötiloissa lähti Harjavallasta runsaasti Olkiluodosta tuotuja kaloja ja Merikarvialla lähtöaktiivisuus kasvoi koko ajan lämpötilan noustessa. Jälkimmäisten osalta voidaan esittää arveluja kalojen elinolosuhteiden, esimerkiksi happitilanteen, heikkenemisestä, mikä sellaisenaan voi pakottaa kaloja liikkeelle.

Kaloja lähti normaalia kevään lämpötilakehitystä noudattelevasta Harjavallan altaasta runsaiten 9 - 15 °C:n lämpötiloissa, mikä on verrattavissa vaelluspoikasten aktiivisuuteen luonnonolosuhteissa ainakin pohjoisilla leveysasteilla (vrt. McLEAVE 1978, TOIVONEN ja JUTILA 1982). Olkiluodon vapautusaltaassa keväällä 1984 oli havaittavissa ilmiö, että lämpötilan noustessa nopeasti talvisesta 3,0 - 3,5 °C:n lämpötilasta pari astetta, kaloja poistui erittäin vilkkaasti (vrt. kuva 5) aiheuttaen korkean päiväkeskiarvon (kuva 8). Tilanne on verrattavissa YOUNGSONin et. al. (1983) tutkimaan pieneen skotlantilaiseen jokeen, jossa talvilämpötila pysyttelee noin kolmessa asteessa ja vaellus alkaa heti lämpötilan kääntyessä nousuun. Kalat olivat Olkiluodossa toisin sanoen omaksuneet lämpimämmän ilmastovyöhykkeen käyttäytymismallin.

Lämpötilamuutokset sinänsä näyttävät vaikuttavan kalojen vaellukselle lähtemiseen (vrt. SOLOMON 1978). Kuvassa 9 on esitetty kaikkien koeryhmien kalojen keskimääräinen päivittäislähtö suhteessa lämpötilamuutokseen edellisestä päivästä. Lämpötilan noustessa yhdellä asteella tai enemmän vuorokaudessa kaloja lähti keskimäärin 55,4 kpl/vrk, mikä on jokseenkin merkitsevästi suurempi kuin kokonaiskeskiarvo 40,2 kpl/vrk (t-testi, $P < 0,05$). Lämpötilavaihtelun ollessa alle 1 °C vuorokaudessa, ei keskiarvo 40,5 kpl/vrk poikkea kokonaiskeskiarvosta, mutta kun lämpötilan aleneminen edelliseen vuorokauteen nähden on aste tai

enemmän, on päivittäiskeskiarvo 24,7 kpl/vrk jokseenkin merkitsevästi pienempi kuin kokonaiskeskiarvo (t-testi, $P < 0,05$). Lämpötilan suhteellisen nopea nousu lisää siten lohen vaelluspoikasten lähtöhalukkuutta vapautusaltaista riippumatta lämpötila-alueesta ja lasku puolestaan alentaa sitä. Tähän viittaavat myös havainnot Simojoella, jossa vaellus saattaa lähes kokonaan loppua lämpötilojen aletessa (TOIVONEN ja JUTILA 1982).



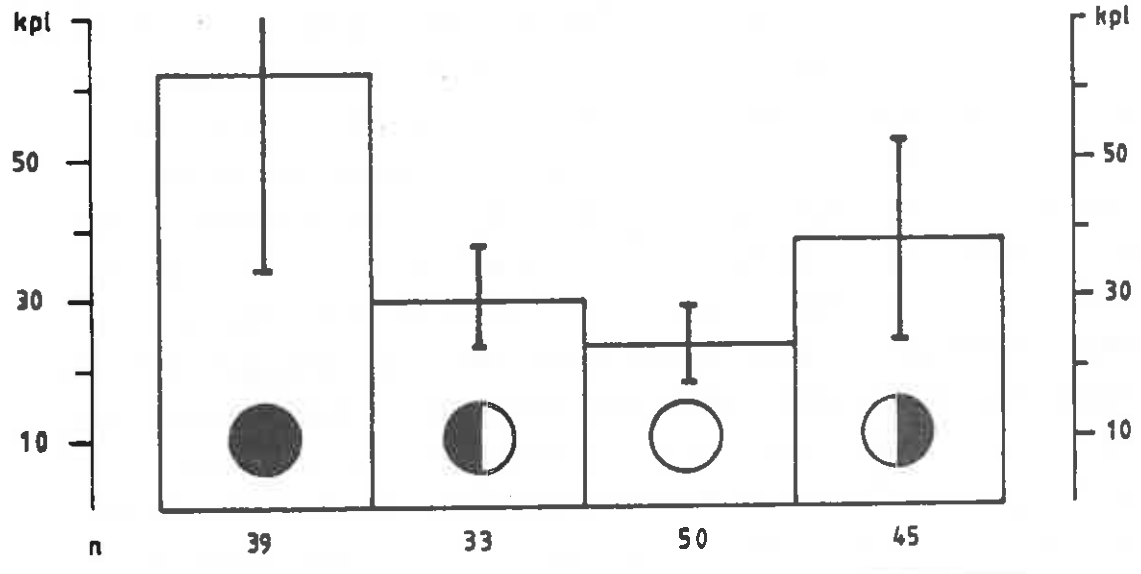
KUVA 9. Kalojen keskimääräinen päivittäislähtöaktiivisuus suhteessa lämpötilamuutokseen. Δ t = lämpötilan muutos edellisestä vuorokaudesta; n = havaintovuorokausien lukumäärä; jana = 2 x keskiarvon keskivirhe.

6.4. Muiden ympäristötekijöiden merkitys

Sääolosuhteita ei koejaksojen aikana erikseen seurattu, mutta kevään 1984 osalta ilmanpainehavainnot Porin lentoasemalla on merkitty näkyviin kuvaan 5. Ilmanpaine pysytteli kaiken aikaa suhteellisen korkeana, eikä eroja ole siitä syystä mielekästä testata. Olkiluodosta lähti kaloja korkeapaineen vallitessa huhtikuun viimeisten päivien aikana erittäin runsaasti, kun taas Harjavallassa vaellushuippu osui toukokuun 18.-20. päiville, jolloin ilmanpaine oli lähes alhaisimmillaan koko koejaksolla.

Kuun vaiheita suhteessa päivittäin lähteneiden kalojen määriin on tarkasteltu kuvassa 10. Kuvassa on esitetty kalojen keskimääräinen päivittäislähtö kunkin kuun vaiheen sattumispäivänä ja

kolmena vuorokautena sen molemmin puolin. Uuden kuun aikana kaloja lähti 62,1 kpl/vrk, mikä oli merkitsevästi enemmän kuin keskiarvo 40,3 kalaa/vrk (t-testi, $P < 0,01$). Täyden kuun vallitessa keskiarvo 23,4 kalaa/vrk puolestaan oli jokseenkin merkitsevästi pienempi kuin kokonaiskeskiarvo (t-testi, $P < 0,05$). Näin ollen kuun vaiheiden vaikutus hormonaalisen säätelymekanismin (vrt. GRAU et al. 1981, GRAU et al. 1982) kautta vaelluspoikasten aktiivisuuteen vapautusaltaissa on samanlainen kuin luonnonvesissäkin (YOUNGSON et al. 1983).



KUVA 10. Kalojen keskimääräinen päivittäislähtöaktiivisuus kuun eri vaiheissa ± 3 vrk. n = havaintovuorokausien lukumäärä; jana = 2 x keskiarvon keskivirhe.

6.5. Eri kalaryhmien väliset erot

Kuvissa 5, 6 ja 7 on merkitty näkyviin päivittäin lähteneiden kalojen erilliset ryhmät. Kuvista voidaan nähdä, että samaa alkuperää olevat niin merkityt kuin merkitsemättömätkin kalat lähtivät vaellukselle osapuilleen samassa rytmissä. Harjavallassa tavanomaisesti kasvatettujen kaksivuotiaiden poikasten rinnalla oli lämminvesikasvatuksessa olleita vuoden vanhoja poikasia, joiden lähtöajankohta painottuu selvästi vilkkaan lähtöjakson jälkipuoliskolle (kuva 6).

Olkiluodon vapautusaltaasta v. 1984 suurin osa kaloista lähti jo huhtikuun lopussa (kuva 5) ja seuraava lähtöhuippu osui kesäkuun 10. päivän tienoille 10 - 15 °C:n lämpötila-alueelle. Harjavallassa samalla tavalla kasvatetut kalat lähtivät pääosin touko-kesäkuun vaihteessa (kuva 6) lämpötilan ollessa jo niinkin korkea kuin 14 - 18 °C.

Olkiluodossa kasvatettujen poikasten lämpötilasummat olivat kalojen Harjavaltaan siirron (10.4-84) jälkeen Olkiluodossa ensimmäisen vaellushuipun aikana 61 päiväastetta ja toisen huipun aikana 396, kun Harjavallassa 27.5. mennessä päiväasteita oli kertynyt 289. Erilaisten lämpötilasummien perusteella vaikuttaisi siltä, että Olkiluodossa vaellusvalmiuden kehitys jatkui yhtenäisenä huhtikuussa vaellusvietin heräämiseen asti laukaisten vaelluksen jo varhain ensimmäisen lämpötilanousun aikana ja loppujen kalojen osalta vasta kun lämpötila uudelleen nopeasti kohosi. Harjavallassa puolestaan Olkiluodossa kasvatettujen kalojen vaellusvalmiuden kehittyminen lähes keskeytyi, kun poikaset siirrettiin murtovedestä ja noin kolmen asteen lämpötilasta kylmään jokiveteen. Tämän kalaryhmän vaellusvalmiuden kehitys joutui siten käynnistymään uudelleen jokiveden lämpenemisen myötä, mutta vaellusvietti saavutti huippunsa muutaman viikon viiveellä vertailtavina oleviin kaksivuotiaisiin poikasiin nähden. Oleellista kuitenkin on, että kalat saavuttivat vaellusvalmiuden ja lähtivät liikkeelle yhtä aktiivisesti kuin vuotta vanhemmat lajikumppaninsa.

6.6. Odotettavissa olevan saaliin arviointia

Vapautusallastekniikkaa käytettäessä on osoitettu istutustulosta voitavan parantaa jopa kaksin- nelinkertaiseksi (ISAKSSON et al. 1978). Tässä käsiteltyjen kokeiden osalta on kuitenkin todettava, että Olkiluodossa ja Harjavallassa vapautusaltaista lähteneet kalat jouduttiin keräilemään verkkosumppuihin ja haavimaan niistä laskentaa varten. Tämä käsittely on todennäköisesti vaurioittanut osaa poikasista, sillä kirkastuneen lohen vaelluspoikasen kaikkinainen käsitteleminen aiheuttaa suomujen irtoamista ja muutenkin rasittaa herkässä elämänvaiheessa olevaa kalaa. Kun lisäksi laskenta toteutettiin aamulla ja vaellus tapahtuu pääosin yöllä, on odotettavissa ylimääräisiä tappioita.

Merikarvialla kalojen keräyslaatikko oli sileäseinäinen, mutta koska pääosa kaloista jäi lähtemättä ja jouduttiin siirtämään jokeen lopputyhjennyksessä varsin lämpimissä olosuhteissa, on saalisennuste näiden istukkaiden osalta suhteellisen alhainen. Kaiken kaikkiaan näissä kokeissa mukana olleista kaloista ei ennalta voi odottaa hyvää istutustulosta käsittelystä johtuen. Jatkotutkimuksissa onkin syytä keskittyä näiden ongelmien poistamiseen koejärjestelyjä kehittämällä.

KIITOKSET

Kirjoittajat haluavat esittää lämpimät kiitoksensa kaikille niille, jotka ovat mukana olleet, mutta erityisesti Olkiluodon lohilaitoksen henkilökunnalle, Länsi-Voiman Kala-Veikot r.y:lle Harjavallassa ja Seppo Setälälle Merikarvialla. Ilman heidän apuaan ja innostustaan työn suorittaminen olisi ollut käytännössä mahdotonta.

KIRJALLISUUS

FOLMAR, L.C. & DICKHOFF, W.W. 1980: The parr - smolt transformation (smoltification) and seawater adaption in salmonids. - Aquaculture 21: 1-37.

GLOVA, G.L. & McINERNEY, J.E. 1977: Critical swimming speeds of coho salmon (Oncorhynchus kisutch) fry to smolt stages in relation to salinity and temperature. - J. Fish. Res. Board Can. 34: 151-154.

GRAU, E.G., DICKHOFF W.W., NISHIOKA, R.S., & BERN,H.A. & FOLMAR, L.C. 1981: Lunar phasing of the thyroxine surge preparatory to seaward migration of salmonid fish. - Science 211: 607-609.

GRAU, E.G., SPECKER, J.L., NISHIOKA, R.S. & BERN, H.A. 1982: Factors determining the occurrence of the surge in thyroid activity in salmon during smoltification. - Aquaculture 28: 49-57.

ISAKSSON, A., RASCH, T.J. & POE, P.H. 1987: An evaluation of smolt releases into a salmon and a non-salmon producing stream using two release methods. - J. Agr. Res. Icel. 10: 100-113.

Kemi- ja Iijoen lohivelvoitetyöryhmän mietintö 1984: Kemi- ja Iijoen lohivelvoitteen hoito. Helsinki, 75ss.

LARSSON, P.-O. & ERIKSSON, C. 1979: Resultat av märkningsförsök med odlade laxungar, Salmo salar L., i relation till vattentemperaturen vid utsättningen. - Laxforskningsinstitutet, Meddelande 3/79: 18 pp.

McCLEAVE, J.D. 1978: Rhytmic aspects of estuarine migration of hatchery-reared Atlantic salmon (Salmo salar) smolts. - J. Fish Biol. 12: 559-570.

NIKUNEN, E., VIRTANEN, E., SOIVIO, A. 1984: Lohen vapautusallaskokeilun fysiologinen seuranta Isohaarassa keväällä 1983: - Helsingin yliopisto, eläintieteen laitos, fysiologian osasto. Moniste, 14 ss.

NOVOTNY, A.J. 1980: Delayed release of salmon. - In : Thorpe, J.E. (ed.) 1980: Salmon Ranching. Academic Press, London and New York, p. 325-369.

SOIVIO, A. & VIRTANEN, E. 1983: Lohi-istukkaiden kuljetusrasituksesta - fysiologista taustaa ja käytännön ohjeita. - Suomen kalankasvattaja 2/83: 28-34.

SOLOMON, D.J. 1978: Some observations on salmon smolt migration in a chalk-stream. - J. Fish Biol. 12: 571-574.

THORPE, J.E. & MORGAN, R.I.G. 1978: Periodicity in Atlantic salmon Salmo salar L. smolt migration. - J. Fish. Biol. 12: 541-548.

TOIVONEN, J. & JUTILA, E. 1982: Report on parr population densities, tagging experiments and river catches of the salmon stock of the river Simojoki in 1972-1980. - ICES Report C.M. 1982/M:40: 16 pp.

Van der MEER, O. 1984: Isohaaran vapautusaltaan seuranta vuonna 1984. - Kemijoki Oy. Moniste, 15 ss.

VÄYRYNEN, T. 1984: Lohen ja meritaimenen vaelluspoikasten seuranta Iijoella keväällä 1984. - Pohjolan Voima Oy. Moniste 30 ss.

WESTMAN, K. & SOIVIO, A. 1980: Kalojen rasittuminen kuljetuksen ja käsittelyn aikana. - Suomen kalastuslehti 87: 108-112.

YOUNGSON, A. F., BUCK, R.J.G., SIMPSON, T.H. & HAY, D.W. 1983: The autumn and spring emigrations of juvenile Atlantic salmon, Salmo salar L., from the Girnock Brun, Aberdeenshire, Scotland: environmental release of migration. - J. Fish. Biol. 23: 625-639.

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS,
KALANTUTKIMUSOSASTO

MONISTETTUJA JULKAISUJA

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-Muonionjoen vesistön kalatalous-tutkimus. Helsinki 1985. 238 s.

No 33. 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, menetelmä ja toteutus. 207—265. Helsinki 1985.

No 34. MUTENIA, A.: Kalastus ja kalansaaliin alueellinen jakautuminen Inarijärvellä vuonna 1979. 1—19.

MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1980 ja kalastuksen ja kalansaaliin kehittyminen. 20—36.

MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1981 ja virkistyskalastuksen taloudellisesta merkityksestä. 37—50.

MUTENIA, A.: Kalastus Inarijärvellä vuonna 1982. 51—58.

MUTENIA, A. ja OKSMAN, H.: Lokan ja Porttipahdan tekojärvien kalavarojen hyödyntäminen. 59—72. Helsinki 1985.

No 35. VIHERVUORI, A.: Jänisjoen vesistön kala- ja rapukannoille aiheutuneet vahingot ja niiden kompensointi. Helsinki 1985. 114 s.

No 36. SEPPONEN, M. ja HILDÉN, M.: Virkistys- ja kotitarvekalastus merenkurkun pohjoisosassa vuonna 1981. 1—32.

KOIVISTO, V. ja PARMANNE, R.: Vedenalaisten räjähdysten aiheuttamista kalakuolemista Lounais-Suomessa Reilan ammunta-alueella. 33—64. Helsinki 1985.

No 37. KOLJONEN, M-L.: Suomen lohikantojen entsyymigeneettinen muuntelu. Helsinki 1985. 94 s.

No 38. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston tutkimus-, palvelu-, tiedotus- ja julkaisutoiminta vuonna 1983. Helsinki 1985. 133 s.

No 39. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1985. Helsinki 1985. 155 s.

No 40. SALOJÄRVI, K., PARTANEN, H., AUVINEN, H., JURVELIUS, J., JÄNTTI-HUHTANEN, N. ja RAJAKALLIO, R.: Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa I: Nykytila. Helsinki 1985. 278 s.

No 41. SALOJÄRVI, K. ja PARTANEN, H.: Oulujärven kalatalouden kehittämissuunnitelma. Osa II: Suunnitelma. Helsinki 1985. 116 s.

SISÄLTÖ

PURSIAINEN, M., ASLA, I., KANNEL, R. ja WESTMAN, K.: Lohenpoikasten vapautusallaskokeet Selkämeren rannikolla vuosina 1983—1984 ..... 1—28
NAARMINEN, M.: Lohi- ja taimenmerkintöjen yhteydessä tapahtuvasta kalojen käsittelystä, kuljetuksesta ja istutuksesta. ..... 29—62

ISBN 951-9092-68-4
ISSN 0358-4623