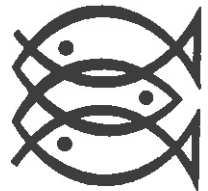
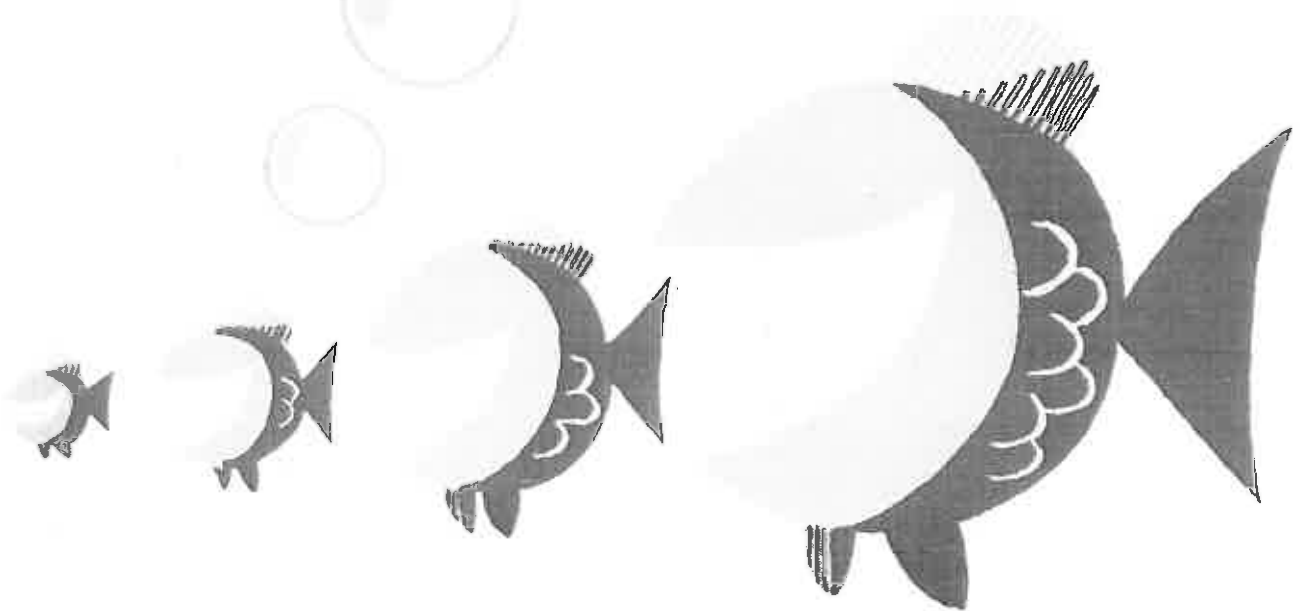


RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA-
FISKUNDERSÖKNINGAR**



**56
1992**



RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

KALATUTKIMUKSIA - FISKUNDERSÖKNINGAR



Vastaava toimittaja: Lauri Urho

Toimittajat: Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Antti Lappalainen, Riitta Rahkonen, Atso Romakkaniemi, Matti Salminen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti ja Aune Vihervuori

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
Kalantutkimusosasto
Kalanviljelyosasto
PL 202
00151 Helsinki

puh. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar sarjassa julkaistaan kalatalouteen liittyviä tutkimuksia, suunnitelmia, raportteja, selvityksiä, lausuntoja, esitelmiä sekä tutkimusten aineistoja tai muita vastaavia kirjoituksia. Julkaisukielinä ovat pääsääntöisesti suomi ja ruotsi. Kirjoitusohjeita on saatavilla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tietopalvelussa (PL 202, 00151 Helsinki).

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen. Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan tietopalveluun.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar on jatkoa sarjoille: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–98), "Tiedonantoja" (no:t 1–24) ja "Meddelanden" (no:t 1–21).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research" ja "Suomen Kalatalous".

Ansvarig redaktör: Lauri Urho

Redaktörer: Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Antti Lappalainen, Riitta Rahkonen, Atso Romakkaniemi, Matti Salminen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti och Aune Vihervuori

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet
Fiskeriforskningsavdelningen
Fiskodlingsavdelningen
PB 202
00151 Helsingfors

tel. 90 - 624 211
telex 19101236 vdx sf
telefax 90 - 631 513
telebox tbx668

I serien Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar publiceras undersökningar, planer, rapporter, utredningar, utlåtanden, föredrag samt forskningsmaterial eller motsvarande artiklar som behandlar fiskerihushållningen. Publikationsspråket är i huvudsak finska och svenska. Skrivinstruktioner kan erhållas från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets informationstjänst (PB 202, 00151 Helsingfors).

Publikationens distribuering fastställs skilt för varje nummer. Förfrågningar angående tidskriften bör riktas till informationstjänsten.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar är en fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–98), "Tiedonantoja" (nr 1–24) och "Meddelanden" (nr 1–21).

Övriga publikationsserier från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets fiskeriforskningsavdelning och fiskodlingsavdelning är "Finnish Fisheries Research" och "Suomen Kalatalous".

RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS
KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR

No 56

1992

Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät

Kalanviljely, vesiensuojelu ja valvonta

Toimittajat Markku Pursiainen ja Riitta Rahkonen

Helsinki 1992

ISSN 0787-8478
Helsinki 1992
Yliopistopaino

SISÄLLYS

KALANVILJELY, VESIENSUOJELU JA VALVONTA VALTION KALANVILJELYN XIV NEUVOTTELUPÄIVIEN AVAUS <i>Kai Westman</i>	1
KALANVILJELY, VESIENSUOJELU JA VALVONTA Kalastuspiirin näkökulma <i>Jukka Nyrönen</i>	3
KALANVILJELYN KUORMITUS JA VESIEMME LUONNONTALOUS <i>Pertti Eloranta</i>	7
VESIENSUOJELU SUOMESSA <i>Into Kekkonen</i>	14
KALANVILJELYN KUORMITUS SUOMESSA <i>Timo Mäkinen</i>	19
KALANVILJELYN VESIOIKEUDELLISET EDELLYTYKSET Uusi vesilaki, -asetus ja kalanviljely <i>Seppo Räisänen</i>	25
SUOMEN KALANVILJELYLAITOSTEN LUPAEHTOJEN PERUSTEET <i>Erkki J. Hollo</i>	31
LUONNONRAVINTOVILJELYN KUORMITUS JA VALVONTA <i>Esa Solismaa</i>	39
VALVONTAMÄÄRÄYSTEN VAIKUTUKSET LAITOKSEN TOIMINNASSA <i>Raimo Jäppinen</i>	56
AUTOMAATION MAHDOLLISUUDET VESITYKSEN JA KUORMITUKSEN VALVONNASSA <i>Seppo Tossavainen</i>	59
POHJOIS-SUOMEN KESKUSKALANVILJELYLAITOKSEN VEDENLAATUSEURANTA <i>Petri Heinimaa</i>	74
ITÄ-SUOMEN KESKUSKALANVILJELYLAITOKSEN KÄYTTÖVEDEN TARKKAILUOHJELMA <i>Jorma Piironen</i>	81
REHUN JA RUOKINNAN OPTIMOINTI <i>Timo Mäkinen ja Kari Ruohonen</i>	84
KALANVILJELYLAITOSTEN POISTOVESIEN KÄSITTELYN KÄYTÄNNÖN MAHDOLLISUUDET <i>Yrjö Aarnipuro</i>	98
KALANVILJELYLAITOKSEN POISTOVEDEN KÄSITTELYN KUSTANNUKSET <i>Ari Strandman</i>	108

NEUVOTTELUPÄIVIEN OHJELMA	116
OSALLISTUJAT	117
VALTION KALANVILJELYN NEUVOTTELUPÄIVÄT 1977-1992	120
KIITOKSET	121

KALANVILJELY, VESIENSUOJELU JA VALVONTA VALTION KALANVILJELYN XIV NEUVOTTELUPÄIVIEN AVAUS

KAI WESTMAN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalanviljelyosasto

Valtion kalanviljelyn neuvottelupäivät ovat vakiinnuttaneet asemansa laitosemme keskeisenä kalanviljelyn tiedonsaannin, kokemusten vaihdon ja koulutuksen forumina. Viranomaisten, tutkijoiden, sidosryhmien ja tärkeimpiä asiakkaita edustavien tahojen mukanaolo laajentaa näkökenttäämme, lisää välttämätöntä eri tahojen vuoropuhelua ja päivien esitelmien julkaiseminen levittää tiedon niidenkin ulottuville, jotka eivät voi osallistua näille päiville. Uuden tiedon ja kokemuksen hankinta, sen kriittinen arviointi ja levittäminen ovat RKTL:n perustehtäviä ja valtion kalanviljelyn neuvottelupäivät palvelevat osaltaan tätä tavoitetta.

Neuvottelupäivien teemaksi on kulloinkin pyritty valitsemaan jokin erityisen ajankohtainen kysymys. Edellisillä päivillä käsiteltiin uhanalaisia arvokaloja ja niiden säilyttämistä ja näiden 14. neuvottelupäivien aiheeksi valittiin kalanviljelyn vesiensuojelu ja valvonta-asia, joka on viime vuosina yhä enemmän puhuttanut alalla toimivia ja ollut myös jatkuvasti julkisen sanan huomion kohteena. Tämän teeman valinnalla RKTL pyrkii myös viestittämään, että se haluaa olla merkittävänä viljelijänä ja alan tutkimuslaitoksena mukana edistämässä kalanviljelyn vesiensuojelua elinkeinon kehittymisen turvaamiseksi, mutta samalla myös vesiemme puhtauden säilyttämiseksi. Nämä kaksi tavoitetta eivät ole ristiriidassa keskenään, sillä kalojen viljely vaatii kehittyäkseen pilaantumaton vettä.

On merkillepantavaa, että Suomessa on luonnonsuojelu ja valtion kalanviljely kulkeneet tiettyssä mielessä tasajalkaa osin samoihin tavoitteisiinkin pyrkien. Samoihin aikoihin 1960-luvulla, kun luonnonsuojelu ja laajemmin ympäristönsuojelu koki "yhteiskunnallisen heräämisen" huolestuttiin myös arvokalojen häviämisestä ja ruvettiin vaatimaan niiden viljelyn ja istutusten lisäämistä kantojen säilyttämiseksi. Tämä osaltaan johtikin valtion kalanviljelyn merkittävään laajentumiseen.

Kalanviljelyn kuormitusta ja sen vaikutuksia ei pidä vähätellä, mutta ei niitä pidä myöskään liioitella. Viljelyn haitat tulisi myös suhteuttaa alan yhteiskunnallis-taloudelliseen merkitykseen erityisesti haja-asutettujen kehitysalueittemme merkittävänä työllistäjänä ja usein ainoana kilpailukykyisenä elinkeinona. Kalanviljelyn merkitystä uhanalaisten arvokalojen säilyttämisessä, kalastuksen turvaamisessa istutuspoikasia kasvattamalla ja terveellisen ravinnon tuottamisessa ei tule myöskään unohtaa.

RKTL harjoittaa laaja-alaista tutkimus- ja koetoimintaa kalanviljelyn kuormituksen vähentämiseksi; yksin 1980-luvulla laitos julkaisi yli 30 tutkimusta ja raporttia aiheesta. Tämän lisäksi

pidettiin aiheesta lukuisia esitelmiä ja alustuksia eri tilaisuuksissa. RKTL onkin viime vuosina saanut alalla merkittävää kansainvälistä tunnustusta, kun laitoksemme asiantuntijoita on kutsuttu kansainvälisten järjestöjen asettamien kalanviljelyn kuormitusta ja sen vähentämistä koskevien työryhmien jäseniksi ja puheenjohtajiksi ja alan symposioiden, seminaarien ja muiden kokousten esitelmöitsijöiksi ja puheenjohtajiksi. Välillä tuntuukin siltä kuin vanha sanonta "kukaan ei ole profetta omalla maallaan" pitäisi tässäkin asiassa paikkansa, kun laitoksen asiantuntijoiden tietoja ja näkemyksiä ei haluta ottaa huomioon kalanviljelyn kuormitusta koskevissa kysymyksissä.

Tutkimuslaitos tuntee erityisesti vastuunsa omien kalanviljelylaitostensa kuormituksen suhteen. Tutkimustoiminnan lisäksi on laitoksessa äskettäin käynnistetty valtion kalanviljelyn vesien-suojelun tavoiteohjelman laadinta. Suunnitelman tarkoituksena on mm. kartoittaa valtion kalanviljelylaitosten vesistökuormituksen suuruus ja sen muutokset, yhtenäistää laitosten lupa-asioiden hoito, tehostaa lupa-asioiden valvontaa mm. laitoskohtaisilla ohjeilla, selvittää mahdollisuudet kuormituksen pienentämiseksi, selvittää tärkeimmät tutkimustarpeet ja laatia "kalanviljelijän vesiensuojeluohjeet" valtion laitoksilla noudatettavaksi.

Suunnitelma on meille tärkeä mm. koska laitosten luvat ovat määräaikaaisia ja lupahakemusten on perustuttava luotettavaan tietoon mm. jo tehtyjen vesiensuojelutoimenpiteiden toimivuudesta. Vielä hiljattainkin on valtion kalanviljelyrakentamisessa jouduttu vesioikeuksien päätöksiin perustuen investoimaan raskaisiin ja erittäin kalliisiin poistoveden käsittelymenetelmiin, jotka on osin koettu kohtuuttomiksi niiden hyötyyn nähden.

Yksityisessä kalanviljelyssä kannattavan vesiensuojeluinvestoinnin suuruus voidaan ratkaista yritystaloudessa käytettävien laskennallisin keinoin. Valtion kalanviljelytoimintaa säätelevät sen sijaan monet luonnon-suojelulliset, kalataloudelliset ja yhteiskunnalliset tavoitteet eikä niiden sisällyttäminen kannattavuuslaskelmiin ole ongelmattonta. Valtion kalanviljelylaitosten tuotanto ei toiminnan luonteesta johtuen lisäksi ole helposti siirrettävissä vesistöalueelta toiselle, jos vesituomioistuinten päätökset tekevät tuotannosta jollakin tietyllä sijaintipaikalla erityisen kalliiksi.

Näillä päivillä tullaan kuulemaan lähes 20 alan parhaiden asiantuntijoiden alustusta. Ne jakautuvat karkeasti ottaen neljään aihepiiriin: 1. Kalanviljely kuormittajana. 2. Kuormituksen mittaaminen. 3. Kuormituksen vähentäminen ja 4. Kalanviljelyn vesioikeudelliset edellytykset. Päivien ohjelma on jo ennakolta herättänyt huomattavaa kiinnostusta. Uskon esitelmien ja keskusteluiden olevan suureksi hyödyksi pyrkiessämme kehittämään kalanviljelyä ja vähentämään siitä aiheutuvia ympäristövaikutuksia.

KALANVILJELY - VESIENSUOJELU JA VALVONTA

Kalastuspiirin näkökulma

JUKKA NYRÖNEN

Oulun kalastuspiiri

Kalastuspiirin tehtävänä on toimialueellaan huolehtia kalastuslain täytäntöönpanosta. Tämä tehtävä on tarkemmin katsottuna varsin monipuolinen: piirin tulee mm. huolehtia kalavesien tehokkaasta ja järkipäisestä hyödyntämisestä, kalavesien hallinto-organisaatioista (kalastuskunnat ja -alueet) sekä ns. yleisen kalatalousedun valvonnasta, joka käsittää toisaalta vesien kalatalouskäytön edellytysten turvaamista vesioikeudellisissa asioissa, toisaalta vesituomioistuinten päätösten toteutumisen valvontaa.

Vesien kalatalouskäytön perusedellytyksiin kuuluu kalojen elinympäristön säilyminen mahdollisimman hyvälaatuisena. Kalavesien hyödyntämiseen kuuluu usein myös kalakantojen vahvistaminen istutuksin. Kalanviljely sinänsä on yksi tapa hyödyntää vesistöä kalataloudellisesti. Riippumatta siitä, onko kysymyksessä kalanviljely kalanpoikasten vai suoraan ruoaksi tarkoitetun kalan tuottamiseksi voidaan sanoa, että ottaessaan kantaa kalanviljelyyn kalastuspiiri joutuu aina tarkastelemaan asiaa vähintään kahdelta puolelta.

Kalanviljely kuormittajana

Koko historiansa ajan kalanviljely/kalankasvatus Suomessa on saanut osakseen enemmän tai vähemmän perusteltua arvostelua aiheuttamastaan kuormituksesta. Viime vuosikymmenen alusta sen ravinnekuormitus on joka tapauksessa n. viisinkertaistunut tasolle n. 300 tP/a ja n. 2 200 tN/a koko maassa. Paikoitellen kalanviljelyn kuormitus aiheuttaa kiistatta vesistöä rehevöittävästä kuormituksensa kautta kalataloudellista haittaa. Haitta ilmenee mm. kalansaaliin laadun ja määrän alenemisena ja epäedullisina lajistomuutoksina, pyydysten limoittumisesta aiheutuvina pyyntiponnistusten ja -kustannusten kasvuna sekä pyydysten kalastavuuden heikkenemisenä.

Kalanviljely kalakaupan edistäjänä

Kalanviljelijät ovat sanoneet, että kirjolohi opetti suomalaiset kauppiat myymään ja kuluttajat ostamaan tuorekalaa elintarvikeliikkeen tiskistä. Väitteessä on varmasti perää. Kun vuosikymmen sitten pohdittiin kotimaisen tuorekalan markkinointia, todettiin, että suuret kuluttajajoukot tavoitetaan nykyaikana elintarvikeliikkeiden kylmätiskien ääreltä valitsemasta tavaraa, jonka laatuun ja saatavuuteen ovat tottuneet luottamaan. Tässä suhteessa vaatimukset täyttäviä tuotteita olivat silakka ja kirjolohi. Voidaan sanoa, että ne perustivat elintarvikeliikkeisiin kalatiskit ja kehittivät jäähdytys- ja kylmäkuljetustekniikan, jonka avulla myös muu luonnonka-

la on alkanut löytää tiensä kuluttajan saataville sellaisena korkealaatuisena lightstyle -tuotteena jona sitä nyttemmin jo osataan mainostaa.

Kalanviljely elinkeinona

Hiljalleen ravistuvassa perinteisessä maaseutuympäristössämme harvinaisiin ja uhanalaisiin lajeihin voitaneen lukea kalastusammattia harjoittava pienyrittäjä. Maaseudun autioituessa ja suoramyynnin asiakaskunnan vähetessä moni on voinut hyödyntää kalankäsittelytaitonsa etsiytyessä kalanviljelyelinkeinon piiriin. Paikallisesti suorastaan merkittävä kalatalouselinkeinon rakennemuutos on tapahtunut Perämeren pohjukassa Kuivaniemellä, missä pikemminkin meren kuin maaseudun autioitumisen vuoksi toistakymmentä lohen rysäkalastuksesta päätoimeentulonsa hankkinutta ruokakuntaa on vaihtanut alaa ryhtyen kirjolohen verkkoallas-kasvattajiksi. Muutoksen seurauksena mm. Vatunginnokan kalasataman halli toimii käytännössä suurelta osin kirjolohen käsittelyhallina.

Kalanviljely ja kalavesien hoito

Laitoksessa viljelemällä tuotettujen kalanpoikasten istuttaminen vesistöihin on jo pitkään muodostanut kalakantojemme hoidon ytimen. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen vuoden 1987 kalanviljelytilastossa ilmoitetaan istutuksiin viljellyksi kahtakymmentä nimeltä mainittua kalalajia eri siikamuodot mukaan lukien. Tuotannon yhteisarvo oli 82 milj. mk ja se käsitti mm. yli 5 milj. kpl 1-3 -vuotiasta merilohta, yli 2,5 milj. kpl 1-3 -vuotiasta järvitaimenta ja yli 2 milj. kpl 1 -vuotiasta harjusta. Pääasiassa kesänvanhoiksi kasvatettuja siikoja tuotettiin yli 30 milj. kpl.

Istuttamalla aikaansaatuja tai ylläpidettävien kalakantojen tuotosta hyötyvät niin ammatti- kuin virkistyskalastus. Vain kalanviljelyn avulla pysyvät merelliset vaelluskalakantamme edes nykyisessä mitassa kalastuskelpoisina maamme vesivoiman tultua valjastetuksi ja kalojen vaellusreittien samalla katkaistuiksi.

Kalanviljely vesistön hyötykäyttäjänä

Oulujoen vesistöalue sopii esimerkiksi siitä, miten vesistöjen monipuolinen hyötykäyttö, erityisesti energiatalous ja uitto, voivat lähes tukahduttaa kalataloudellisen käytön. Oulujoen vesistö on maamme tehokkaimmin säännöstelty (pinta-alasta 60 %) ja siitä otetaan n. 25 % vesivoimalla tuotetusta energiastamme. Aikanaan Oulujoen vesistö oli tärkeä liikenneväylä; ylimpiä latvapuroja myöten perattiin aluksi miesvoimin, sitten koneilla väylät tervaveneiden kulkea ja tukin huilata. Vesiliikenteen loputtua on toki päästy entistämistöihin ja niitä riittää: kun kunnostusten tutkimista varten etsittiin luonnontilaisia vertailualueita, sellaisiksi varmasti tiedettyjä ei löytynyt koko vesistöä.

Voimatalousrakentaminen ja vesiliikenne eivät huononna veden fysikaalis- kemiallisia ominaisuuksia, mutta ne pilaavat vesistön kalataloudellisia käyttömahdollisuuksia katkaisemalla vaellusyhteyksiä, hävittämällä lisääntymisalueita jne. Kalatalouden edellytysten ylläpito luonnonkalakantoja hoitamalla on rakennetussa vesistössä perin haasteellista. Kun jäljellä on kuitenkin veden hyvä laatu, voi kalanviljely olla ainut merkittävä vesialueen kalataloudellinen hyödyntämismuoto. Lähiesimerkkinä tällaisesta, ei ehkä ainoasta mahdollisesta hyödyntämismuodosta, mutta periaatteessa oikeasta sijoitusratkaisusta on säännöstellyn Ontojärven luusuassa Katerman voimalaitoksen yläpuolella oleva, kapasiteetiltaan 100 tonnin kirjolohen verkkoallaskasvattamo. Kiiminkijoessa on uittoperkauksen jäljiltä lähes kuivaksi jääneessä uoman osassa pieni kalanviljelylaitos, joka tuottaa nykyään ao. kalastusalueelle sopimuksesta meritaimenistukkaita.

Kalastuspiiri ja kalanviljely

Kalanviljelyllä, kuvattiinpa sitä millä tunnusluvulla hyvänsä, on vakiintunut, merkittävä asema kalataloudessamme. Jotta se parhaiten täyttäisi ne tavoitteet, jotka kalastuspiiri omista lähtökohdistaan sille asettaisi, sen tulisi:

- 1) Pystyä huolehtimaan kaikissa tilanteissa kuormituksestaan niin, ettei alapuolisen vesistön kalataloudellinen käyttöarvo vähene. Tässä suhteessa vaatimuksissa pitäisi olla kohtuullinen ja muistaa, että vesistön arvo voi myös nousta kalanviljelyn ansiosta.
- 2) Pystyä vastaamaan hyvällä toimitusvarmuudella ja luotettavalla tuotteella vesistökohtaisten hoitosuunnitelmien mukaisiin istukastuotantotoivomuksiin. Vastaavasti kalanviljelylle pitää puolestaan taata mahdollisimman vakaa hoidon peruspolitiikka ja "tilauskanta".
- 3) Kyetä osoittamana joustavuutta ja tuotekehittelykykyä rakentavassa yhteistyössä kalaveden hoidon suunnittelijoiden kanssa.
- 4) Oivaltaa asemansa kalan markkinoilla. Niin istukas- (siika) kuin ruokakalamarkkinoillakin on jokavuotiseksi ilmiöksi vakiintunut alennusmyynti, jossa tavaran tuotantokustannuksilla ja myyntihinnalla ei näytä olevan mitään tekemistä keskenään. Vaikka kalan alemmynteihin johtaneet syyt ovat ymmärrettäviä, ei ole tarkoituksenmukaista totuttaa ostajia siihen uskoon, että kalan hinnassa on puolet ilmaa. Vastuullinen osapuoli on myös välittäjä, esim. kauppa, joka kampanjoi kirjolohella alle hankintahintojensa, tai hallitsevassa asemassa oleva poikasvälitystä harjoittava kalanvedenhoitaja.

Kalanviljely tuottaa siis kalastuspiirin kannalta paljon muutakin kuin vesiensuojelumielessä huomioon otettavaa. Vesiensuojelu ja valvonta muodostavat kalastuspiirin suhteessa kalanviljelyyn kaksi eri kokonaisuutta, joista valvonta vesiensuojelullisessa mielessä on useimmiten

kohtalaisen ongelmaton. Kuormituksen laatu ja vaikutukset eivät aiheuta arvaamattomia yllätyksiä. Vesiviranomaisen valvonta on tähänkin saakka ollut tarmokasta ja valmisteilla oleva uusi ohje modernisoi kalankasvatuksen valvonnan uudistuneiden vesilain ja ennakkotoimenpideasetuksen mukaiseksi. Kuormitus tulee kirjatuksi moneen kertaan ennen kuin se saavuttaa tason, jolla voidaan odottaa kalataloudellisia haittoja.

Kalanviljelyn lopputuotteen, kalojen, suhteen valvontaa ei voida pitää yhtä aukottomana. Kala voi kuljettaa mukanaan loisia ja tauteja jotka voivat levitä ja aiheuttaa vahinkoa terveissä luonnonkalakannoissa. Harkitsemattomasti vapaana olevaan ekologiseen lokeroon heitetty laji voi aiheuttaa paikallisessa kalakannassa odottamattoman tasapainohäiriön. Vaikka MMM:n eläinlääkintäosasto uurastaakin kalatautien torjunnassa, ja vaikka suurimmat yksityiset kalanviljelijät panostavatkin tarkkailuun ja ennaltaehkäisyyn, lienee tähänastinen hyvä kalatautilanteemme enemmän onnen kuin ahkeruuden varassa. Kehuskella ei voida silläkään, että Suomessa ei ole sallittua istuttaa vesistöön vierasta kalalajia tai rapua ilman ao. kalastuspiirin lupaa, sillä tuon luvattomuuden valvontaan ei ole resursseja eikä kiellon rikkomisesta ole säädetty rangaistusta.

Kalastuspiirin toiminta kalatalouden edistäjänä ja kalavesien käytön ja hoidon ohjaajana kalastuslain 1 §:n tavoitteiden mukaiseksi sivuaa monin tavoin kalanviljelyä. Onkin tärkeää, että kalastuspiirin ja kalanviljelytoiminnan yhteydenpito pysyy elävänä kaikilla edellä kuvatuilla tasoilla.

KALANVILJELYN KUORMITUS JA VESIEMME LUONNONTALOUS

PERTTI ELORANTA

Helsingin yliopisto, limnologian laitos

Kalankasvatuksessa ja kalanviljelyssä on monia limnologisia aspekteja, joiden merkitys vaihtelee alueesta, vesistön luonteesta ja tyypistä riippuen. Rannikoilla ja sisävesissä vaikutuksissa on joitakin yhteisiä piirteitä, mutta myös suuria eroja. Samoin luonnontaloudellinen merkitys on aivan erilainen jos puhutaan takapihalle kaivetussa altaassa tapahtuvasta kalankasvatuksesta, pienessä metsälammessa tapahtuvasta poikaskasvatuksesta tai suurimittaisesta laitostuotannosta. Järvessä tapahtuvan kasvatuksen vaikutukset eroavat puolestaan jokiveden äärellä tapahtuvan kasvatuksen vaikutuksista, vaikkakin suomalaisissa reittivesistöissä nämä vaikutukset useissa tapauksissa yhdistyvät. Tässä esityksessä pyrin tarkastelemaan aihepiiriä mahdollisimman yleisellä tasolla ja kiinnittäen huomiota alan vaikutuksiin vesistöjen limnologian kannalta yleisesti.

Valtakunnallisia vesistöjen kuormituksen syntipukkeja etsittäessä ja vertailtaessa on tarkasteltu laskettuja kokonaiskuormituksia, joiden pohjalta on kukin näkökulmansa mukaan osoittanut omaa vähäistä merkitystään ja muiden 'syntien syvyyttä'. Tällaisella tarkastelulla ei ole vesistökohtaisia ongelmia tarkasteltaessa kuitenkaan suurtakaan arvoa. Nykyisten vesiensuojeluperiaatteiden mukaan kuormitusten vaikutuksia tulee tarkastella aina tapauskohtaisesti ja kaikki vesien käyttömuodot huomioiden. Pienikin laitos voi pilata pienehkön tai keskiköisen vesistön varsin helposti kun taas isomman laitoksen vaikutukset suuremman vesistön äärellä eivät välttämättä ole yhtä silmiinpistäviä, mutta vaikutusalueen laajuus ja muut vesistön käyttömuodot huomioiden vaikutukset voivat kuitenkin niissäkin olla suuret. Näitä vaikutuksia ei voi kuitenkaan ilmaista pelkinä ravinnepitoisuuksina tai BHK-lukuina, vaan vesiekosysteemiä on tarkasteltava kokonaisuutena.

Kalanviljelyssä ja kalankasvatuksessa pyritään tuottamaan kaloja luonnonvesiin verrattuna poikkeuksellisen pienessä vesitilavuudessa. Tuotantoa tehostetaan lisäämällä systeemiin lisäravintoa, joka ei tule kokonaisuudessaan käyttöön. Tällöin ovat muutokset luonnolliseen ekosysteemiin nähden väistämättömiä. Tavanomaisin muutos on veteen joutuvan ylimääräisen ravinnon ja ravinteiden aikaansaama rehevöityminen. Myös muita seurannaisvaikutuksia on tuotu esiin, kuten veden hygienisten ongelmien lisääntyminen ja sairauksien ja loisten torjuntaan käytettyjen aineiden mahdolliset vaikutukset luonnossa. Kuitenkin rehevöitymiseen liittyvät moninaiset vesistömuutokset ovat merkittävin ongelma-alue.

Järnefelt kirjoitti 1920- ja 1930-luvuilla selluloosateollisuuden kalataloudelle aiheuttamien vaikutusten kompensoinnista rakentamalla erillisiä altaita, joissa korvaukseksi vesistön muutoksille kasvatettaisiin poikasia edelleen istutettaviksi. Näiden altaiden luonnonravinnon

määrän lisäämiseksi hän teki lannoituskokeita, joissa saatiin kohotetuksi erityisesti pohjaeläimistön määrää huomattavasti. Toisaalta näissä kokeisissa tuli selvästi ilmi myös ko. toimenpiteiden haitalliset vaikutukset ja happikadot, kun esimerkiksi Lemna eli limaska peitti täysin veden pinnan estäen luonnollisen kaasujen vaihdon ja valon pääsyn veteen. Myös lisääntyneen orgaanisen aineen hajotus sai hapenkulutuksen kasvamaan.

Kyseinen tuotannon kohoamiseen ja kohottamiseen liittyvä ongelma on ajankohtainen yhä vieläkin. Kyseessä on niin moneen vesistökuormitukseen liittyvä rehevöitymisongelma. Kun perustuotannon määrä lisääntyy, niin seuraavat ravintoverkon osakkaat eivät pystykään lisätuotantoa täysin hyödyntämään. Kuluttajaportaiden tuotannon kasvusta huolimatta sedimenttiin kasaantuvan orgaanisen aineksen määrä alkaa kasvaa. Sedimentin orgaanisen aineen määrän kasvusta seuraa kerrostuneissa vesissä usein happiongelmia ja sisäisen ravinnekuormituksen voimistumista.

Luonnonravintolammikot

Luonnonravintoon perustuva poikaskasvatus on ollut erityisesti siianpoikasten kasvatusta. Tavoitteena on kasvattaa lammen eläinplankton- ja pohjaeläinravinnolla istutuskelpoisia poikasia. Luonnonravintolammikoiden ravintokilpailua on vähennetty kasvatettavan lajin hyväksi ja predaatio on eliminoitu poistamalla lammista niiden luontainen kalasto. Ajatus on periaatteessa vesiensuojelullisesti ja limnologisestikin melko neutraali, mutta käytännössä olen useassa yhteydessä ihmetellyt, miksi luonnonravintolammikoiksi on valittu lampia, joiden tuotantopotentiaali on varsin alhainen. Miksei poikaskasvatusta voisi ajatella kesän yli lammissa, joissa on luonnostaan voimakas perustuotanto ja sen mukana myös runsas eläinplankton- ja pohjaeläintuotanto? Nyt useat lammikot on kunnostettu tarkoitukseen varsin niukkatuottoisista metsälammista ja poikasten kasvun parantamiseksi tehdään usein lannoituksia. Tämänkaltaiset toimenpiteet tuovat mieleen Keski-Euroopan karpinviljelyyn, joissa karppilammikoihin ajetaan kuormakaupalla lannoitteita sekä usein esim. suurten sikaloiden lannat. Koska metsäisetkin luonnonravintolammikot ovat kuitenkin yhteydessä muuhun vesistöön, eihän niitä muuten saataisi syksyllä tyhjiksiään, on niihin lisätty ravinnekuormitus paljon laajempi kysymys kuin vain sen lammen kysymys, mihin lisäys on tehty. Lisäysten aiheuttaman rehevöitymisen seurauksena saattaa olla vielä sedimentistä mobilisoituvien ravinteiden aiheuttama lisäkuormitus. Tällaisten lampien laskuojien laskiessa isomman järven lahteen, jossa veden laimennus ja vaihtuvuus on vähäinen, saadaan metsälammen lannoittamisella aikaan paljon laajemman vesistönsosan heikkenemistä muita käyttömuotoja ajatellen. Toisaalta on muistettava, että lampien lannoitus lisää ensisijaisesti perustuotantoa, mutta ei ole mitään takeita siitä, että kalanpoikasille sopivan eläinplanktonin määrä kasvaisi. Happamat ja niukkaelektrolyyttiset metsälammet eivät ole erityisen hyviä suurten vesikirppujen kasvuympäristöjä. Koska vain yhden kesän yli tapahtuvassa kasvatuksessa ei tarvitse ottaa huomioon mahdollisia talviaikaisia happikatoja, pitäisi luonnonravintolammikoiden valinnassa olla

ensisijaisena perusteena hyvä luontainen suurikokoisen äyriäisplanktonin, erityisesti vesikirppujen, tuotanto.

Virtavedet

Useat suuret sisävesien kalanviljelylaitokset sijaitsevat karujen reittivesistöjen virtapaikkojen äärellä. Nämä ovat luonnollisesti edullisia sijoituspaikkoja vedensaannin kannalta, mutta tällaisten laitosten vesistövaikutukset ovat varsin moninaiset. Todellisen kuormituksen arviointi on usein vaikeata kun laitoksen kautta kulkeva vesi sekoittuu nopeasti ohivirtaavaan veteen. Esimerkiksi ravinnepitoisuuden nousua on laimenemisestä johtuen vaikeata osoittaa. Tärkeämpää olisikin laskea ja mitata todellinen ravinnekuormitus. Yhden mikrogramman fosforipitoisuuden lisäys joessa, missä virtaama on 1 m³/s voi merkitä paljon pienempää ongelmaa kuin vastaava pitoisuuden nousu vesistössä, missä ohivirtaus on esimerkiksi 50 m³/s. Suuremmassa vesistössä on vaikutusalue niin laaja, että vaikutus huomataan ja sen alkuperä ymmärretään vasta liian myöhään.

Millaisia nämä vaikutukset ovat? Ensinnäkin alapuolisten vesistönsien perustuotanto luonnollisesti nousee. Oligotrofisessa järvestä tätä nousua ei useinkaan edes huomata, eikä iso reittijärvi tarkasteltavissa olevien ajanjaksojen kuluessa tavallisesti eutrofiseksi muutukaan, ehkä lähinnä voidaan puhua mesotrofiasta. Ravinnekuormituksen lisäys ei heijastu ainoastaan kasviplanktonissa vaan kaikissa perustuottajayhteisöissä. Kasviplanktonin lisäksi tärkeitä perustuottajia järvi- ja jokivesissä ovat myös suurvesikasvit mutta erityisesti kaikenlaisille alustoille kiinnittynyt päällysväestö sekä pohjasedimentillä elävä levästä. Näissä yhteisöissä vaikutukset näkyvät myös virtavesissä, missä kasviplankton on vain muualta tulevaa ja ohi kiitävää ainesta. Alustaan kiinnittyvä levästä heijastaa hyvin juuri ravinnekuormitusta, eikä pelkästään hetkellistä pitoisuutta. Tämän vuoksi laitosten läheisyydessä virtavesissäkin on havaittavissa voimakasta päällysväestön kasvua, pitkiä levärihmastoja, jotka irtautuvat ja ajautuvat kauaksikin. Tietyissä olosuhteissa näiden vihreiden levärihmojen sijaan alustoille kasvaa runsas piilevästä. Virtaavissa vesissä tuottava aika alkaa jääpeitteen puuttuessa jo maaliskuun alussa ja kestää aina loka-marraskuuhun saakka.

Joissakin vesistöissä saatetaan todeta luonnollisten virtavesissä kutevien kalalajien poikastuotannon heikkeneminen. Tämä voi tuntua vaikealta selittää, sillä eihän edellämämainituista seikoista pitäisi virtavesiololoissa olla seurauksena esim. happiongelmaa. Jos kala kuitenkin kutee soraan tekemäänsä kutukuoppaan ja peittää mädin sen kehityksen ajaksi, voi mädin ympäristössä tulla happiongelmaa, kun soran pinnalle kasvava lisääntynyt päällysväestö heikentää veden virtausta soran sisässä. Samalla lisääntynyt leväbiomassa muodostaa itsekin soran seassa happea kuluttavaa biomassaa.

Järvet

Edellä mainitsin jo ravinnekuormitusten aikaansaamat rehevöitymiskehitykset. Aivan samoin kuin virtaavissa vesissä, järvissäkin perustuotannon lisääntyminen heijastuu kaikissa yhteisöissä. Tavanomaisissa laitosten sijoituspaikoissa, suhteellisen karujen vesien äärellä, kasviplanktonin runsastuminen on näistä ehkä mallikon silmin vaikeimmin havaittava seikka. Selvimmin muutokset on nähtävissä kauempanakin juuri rantavyöhykkeen yhteisöjen runsastumisena. Vesien suurkasvit runsastuvat näistä varsin hitaan prosessin jälkeen, mutta leväyhteisöt reagoivat muutoksiin nopeammin. Siten selvät muutokset rantojen päällystevästä määrässä, mitä kansanomaisesti kutsutaan rantojen limoittumiseksi, kuuluvat näihin suoriin seurauksiin. On kuitenkin muistettava, että päällystevästä on rantakivillä vuodenajoittain vaihtelevia määriä myös ns. ultraoligotrofisissa järvissä, mutta jos tutussa järvessä tässä suhteessa havaitaan selkeä muutos, kertoo se ravinneolojen muutoksesta. Nämä muutokset voivat luonnollisesti olla yhden tai useammankin kuormittajan aiheuttamia. Kun litoraalin leväyhteisöt runsastuvat, on kesällä etenkin tuulten aiheuttamien virtausten ja syystäyskierron aikoihin mitä ilmeisintä, että lisääntynyt rantavyöhykkeen levästä näkyy myös mm. verkoissa lisääntyneenä limoittumisena. Pelkän veden ravinnepitoisuuden ja kasviplanktonin avulla tehty rehevöitymisen seuranta voi antaa aliarvioidun tilannekuvan kehityksestä. Päällystevästä koskevilla tutkimuksilla onkin saatu jo lupaavia tuloksia kuormitusten vaikutusten osoittamisessa erityisesti virtavesissä, mutta menetelmä on tietyissä tilanteissa oikein käytettynä käyttökelpoinen myös järvivesissä.

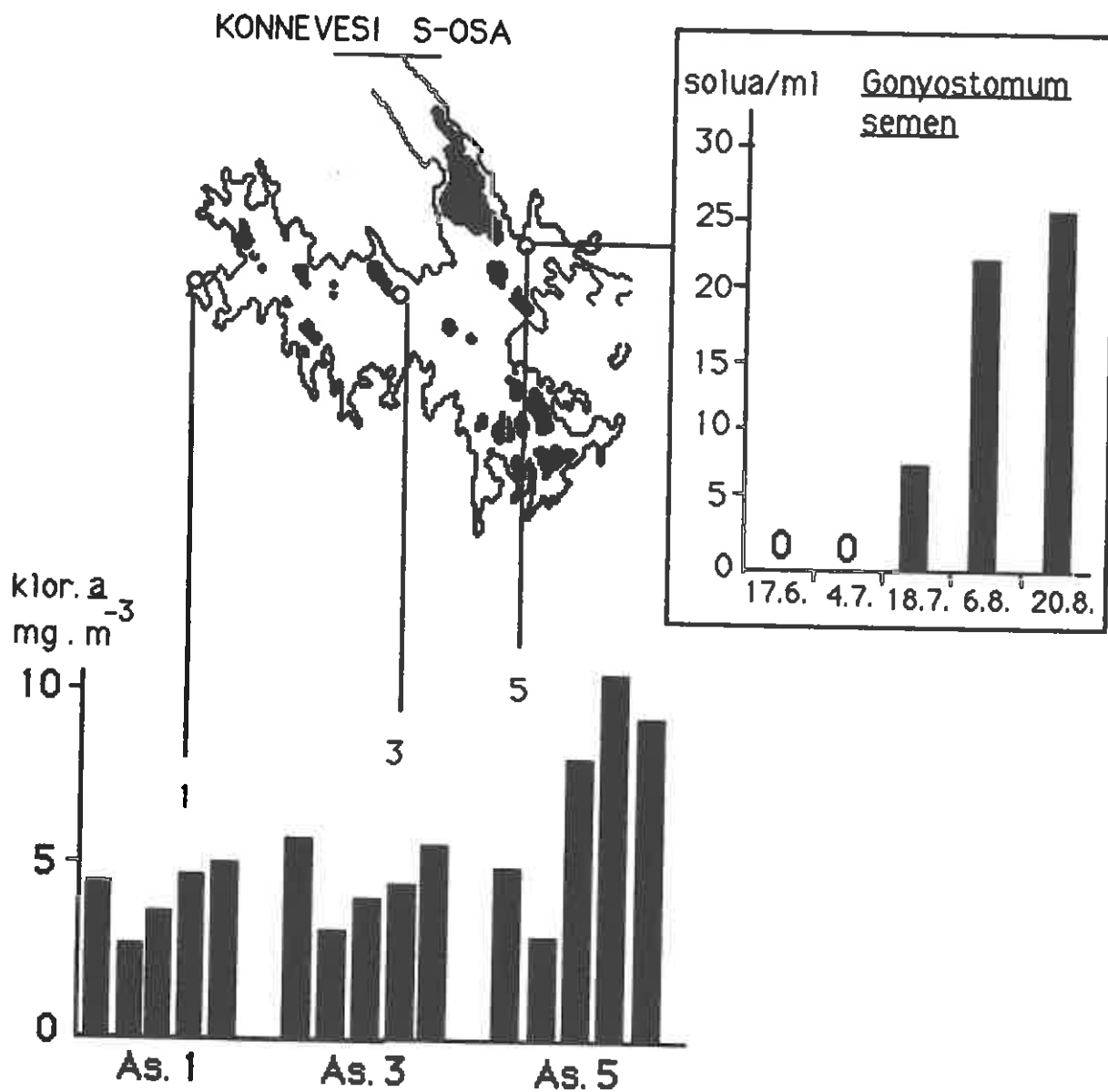
Järvivesiin kohdistuvia vaikutuksia tutkittaessa on kalankasvatuksen kuormittamissa vesissä saatu myös mielenkiintoisia tuloksia planktoniyhteisöjä ajatellen. Ainakin kahdella kalankasvatuksen kuormittamalla alueella, nimittäin Konneveden itäosassa sekä Päijänteen Luhanganlahdella, joista kummastakin paikasta käytettävissäni on ollut sopivia näytesarjoja, kasviplanktonin runsastuminen on ollut seurausta yhden lajin ylivoimaisesta lisääntymisestä (kuvat 1,2). Tämä laji on *Gonyostomum semen* eli kansanomaisesti sanottuna 'limalevä'. Sillä ei ole ilmeisestikään mitään tekemistä verkkojen limoittumisen tai rantojen limoittumisen kannalta, mutta kun laji on saavuttanut tietyn tiheyden, uimari saa ikävääntuntuisen limaisen kerroksen iholleen kyseisessä järvessä uidessaan. Lajin biologia on edelleen tutkimuksen kohteena, mutta nykyisin jo tiedetään sen hyötyvän juuri orgaanisesta ravinnekuormituksesta tavalla tai toisella. Mielenkiintoista on juuri se, että havaituissa tapauksissa muiden levälajien runsaudet eivät lisäänty samanaikaisesti. Tämä osoittanee sen, että laji kykenee käyttämään kuormituksen mukana veteen joutuvat ravinteet jo sellaisessa muodossa, mihin muut lajit eivät kykene.

Yhteenvetona edellisistä voidaan todeta, että kuormitusvaikutukset kalankasvatuksesta eri muodoissaan ovat pääasiassa rehevöitymiseen kytkeytyneitä, mutta että tämä vaikutuskenttä voi olla paljon muutakin kuin vain fosforipitoisuuden nousua tai kasviplanktonin määrän kasvua sekä niihin liittyviä pienten vesistöjen happiongelmia. Sen vaikutukset voivat olla moninaiset niin pienissä vesistöissä kuin isoissa reittivesistöissäkin. Näihin liittyvät hygienian ja sen kautta

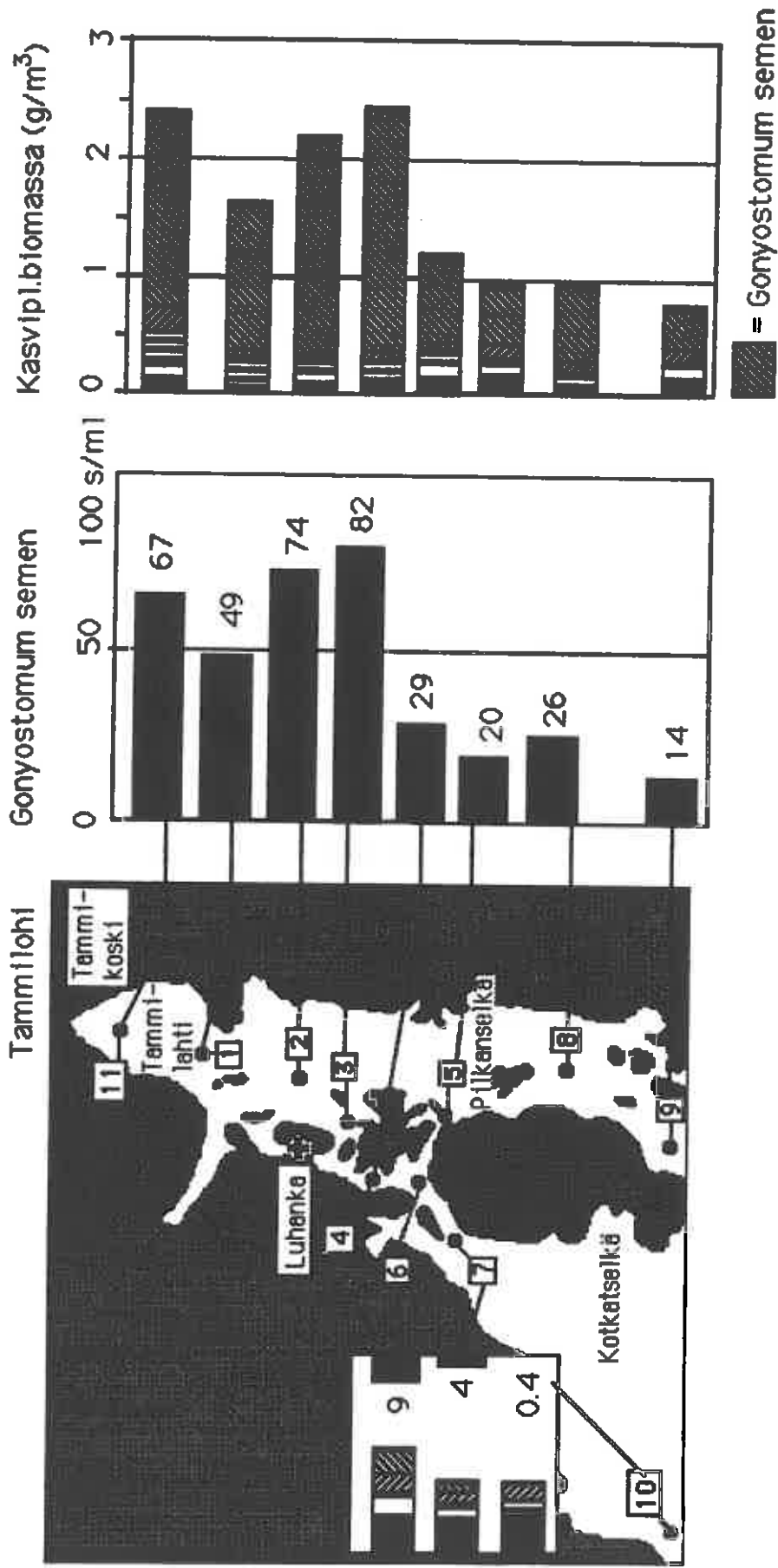
veden käyttökelpoisuuden aleneminen, rantojen limoittumisen lisääntyminen, alapuolisten vesien kalastuksen vaikeutuminen pyydysten limoittumisen lisääntyessä, limalevän aiheuttamat haitat vesien virkistyskäytölle sekä arvokalojen kantojen heikkeneminen kutupaikkojen muuntuessa lisääntyneen pohjalevästön vaikutuksesta.

Kirjallisuus

Eloranta, P. & Palomäki, A. 1986. Phytoplankton biomass in Lake Konnevesi with special reference to eutrophication of the lake by fish farming. *Aqua Fennica* 16(1), p. 37-45.



Kuva 1. Veden klorofyllipitoisuus ja limalevän (*Gonyostomum semen*) solutiheys Konneveden eteläosassa kesällä 1985 (laadittu Eloranta & Palomäki (1986) mukaan).



Kuva 2. Kasviplanktonin ja limalevän (*Gonyostomum semen*) solutiheys Pääjärven Luhanganlahdella elokuussa 1988 (Eloranta, julkaisematon aineisto).

VESIENSUOJELU SUOMESSA

INTO KEKKONEN

Ympäristöministeriö, ympäristön- ja luonnonsuojeluosasto

1. Vesiensuojelun kehittyminen Suomessa

Hallinto

Suomi ja suomalaiset ovat aina arvostaneet puhdasta vettä. Veden ja puhtaan luonnon arvostus näkyy mm. kirjallisuudessamme hyvin selvänä. "Vesi vanhin voitehista" sanoo sananlaskukin.

Niinpä ei ole ihme, että Suomessa on kiinnitetty vesiasioihin huomiota suhteellisen kauan. Nykyinen vesiensuojelu järjestyi 1960-luvun alussa, kun jo aiemmin voimassa olleen vesioikeuslain korvannut vesilaki tuli voimaan 1962.

Vuoden 1962 vesilaissa vesiasioita käsitellään hyvin laajasti ja siinä luotiin pohja nykyiselle vesiasioiden organisaatiolle. Vielä 1960-luvun ajan vesiasiat olivat kuitenkin hallinnossa hajallaan: silloisessa maataloushallituksessa, tie- ja vesirakennushallituksessa ja metsähallituksessa. Vesioikeudet sen sijaan olivat jo lähes nykyisen kaltaisia. Sen aikaisen maataloushallituksen alaiset maanviljelyinsinööripiirit olivat nykyisten vesi- ja ympäristöpiirien perustana.

Hajallaan ollut organisaatio pyrittiin yhdistämään ja vuonna 1970 perustettiin vesihallitus. Sen tehtävät olivat kuitenkin keskenään ristiriitaisia, minkä vuoksi viraston toimintaa - täydestä syystä - arvosteltiin voimakkaasti.

Vesihallitus ja vesiasiat siirrettiin uudelleen järjestelyssä 1970 maa- ja metsätalousministeriön alaisuuteen.

Ympäristökysymykset nousivat ja nousevat yhä keskeisemmiksi jokapäiväisessä elämässä, joten niiden perusteellisempi järjestäminen tuli välttämättömäksi. Ympäristöministeriö perustettiin 1.10.1983 ja sinne keskitettiin valtaosa näistä tehtävistä. Vesihallituksen nimi muutettiin vuonna 1986 vesi- ja ympäristöhallitukseksi ja se siirrettiin samalla ympäristöministeriön hallinnon alaisuuteen. Huomattava osa viraston tehtävistä jätettiin kuitenkin edelleen maa- ja metsätalousministeriön vastuulle. Tämä tehtäväjako on nykyään voimassa, joten hallinto on vieläkin jossain määrin monimutkainen.

Vesi- ja ympäristöhallitukselle ollaan parhaillaan siirtämässä enenevässä määrin mm. kemikaalilain ja jätehuoltolain mukaisia tehtäviä. Tällä tavoin viraston tehtäväkenttä muuttuu

myös paremmin sen nimeä vastaavaksi. Tavoitteena on, että kaikki ympäristönsuojelu- ja hoitotehtävät saataisiin keskitettyä järkevästi. Tämä näyttää olevan ympäristöhallinnon kehittämissä tällä hetkellä teemana.

Myös kaloista ja kalataloudesta on keskusteltu edellä kuvatun hallintomyllerryksen yhteydessä: on mietitty mihin kalatalouden ja kala-asioiden hoito kuuluvat. Ovathan kalat merkittävä osa vesiluontoa. On vielä paikallaan todeta, että lääninhallitusten ympäristönsuojelutoimistot vastaavat merkittävästä osasta ympäristöasioita (ilma ja jätteet). Ympäristöasioiden hallinto on siis mitä suurimmassa määrin sekava tavallisen ihmisen kannalta.

Vesioikeuksia täydennettiin vuonna 1987 limnologeilla ja vesiasioden oikeuskäytäntöä muutettiin niin, että muutoksenhakuportaana on nyt vesiylioikeus entisen korkeimman hallinto-oikeuden sijaan. Tuomioistuinlaitos näyttäisi siis olevan kunnossa. Tosiasiassa ympäristöasioiden päätöksentekoprosessi on kuitenkin vielä melko moninainen.

Ympäristöasioiden lupajärjestelmät

Viime syksynä työnsä päättänyt ympäristölupakomitea yritti ratkaista, miten ilmansuojelulainsäädännön mukaiset ilmoitukset, jätehuoltolain edellyttämät jätehuoltosuunnitelmat ja vesilain mukaiset vesioikeusasiat saataisiin mahdollisimman yhtenäiseen käsittelyyn.

Kysymyksessä oli iso periaatteellinen asia: ratkaistaanko ympäristöluvat hallinnollisesti vai oikeudellisesti. Komitea ei kuitenkaan saanut Gordionin solmua auki; ehkä jonkin verran purettua. Ympäristöluvat jäävät siten toistaiseksi sekavahkoon tilaan. Vesiasiat ratkaistaan edelleen tuomioistuimissa, kun taas muut ympäristöluvat hoidetaan hallinnollisessa menettelyssä.

Hallinnollista lupamenettelyä pidetään nopeana, ainakin joihinkin todella pitkiksi venyneisiin vesioikeusasioihin verrattuna. Vesiasioissa tästä on selvää näyttöäkin: valtaosa vesilainsäädännön mukaisista ennakoilmoituksista on käsitelty hallinnollisesti vesi- ja ympäristöhallinnossa ja keskimäärin vain joidenkin kuukausien kuluessa, yleensä alle puolessa vuodessa. Poikkeuksiakin tietysti on. Sen sijaan vesioikeusprosessi kestää yleensä 1-3 vuotta, joskun paljon kauemminkin. Toisaalta vesioikeusmenettelyä on pidetty hyvin puolueettomana, mikä on myös etu. Ns. katselmustyöryhmä teki pari vuotta sitten esityksen, jolla vesioikeusmenettelyä pyritään nopeuttamaan.

Tässä vaiheessa on vaikea ennustaa, mikä menettely - hallinnollinen vai oikeudellinen lupajärjestelmä - tulee vallitsevaksi joskus 2000-luvulla. Kummallakin näyttää olevan omat selvät etunsa. Vesiasioden hoidossa vesioikeusmenettely on joka tapauksessa kankeudestaan huolimatta tuottanut melko hyvää tulosta.

Ns. ennakoilmoitukset on siirretty 1.11.1989 lukien vesi- ja ympäristöpiirien käsiteltäviksi, joten niiden osalta hallinnollinen menettely lienee tullut aiempaa joustavammaksi.

2. Vesiasioiden hoito

Tänä päivänä vesiasioiden hoito jakautuu siis kahdelle eri ministeriölle. Niillä on kuitenkin yksi yhteinen hallintokoneisto: vesi- ja ympäristöhallinto keskusvirastoineen ja piirihallintoineen.

Se, miten eri vesiasiat käsitellään, riippuu niiden vaikutusasteesta: jos suunnitelma, eli vesikielellä ns. hanke tulee selvästi rikkomaan jotain vesilain kolmesta pääkiellosta (VL 1:12, 1:15, 1:19), tämä hanke ohjautuu vesioikeuteen.

Ojitustoimituksia on kuitenkin voitu hoitaa melko mittavina ilman vesioikeuskäsittelyä. Sen sijaan vaikka vesien pilaamiseen liittyvät ilmoitukset on voitu useassa tapauksessa ratkaista vesi- ja ympäristöhallinnossa, kysymys ei ole ollut lievemmästä käsittelystä. Pilaaminen on vain voitu hoitaa kuntoon viranomaisen ohjein.

Mikäli vesiasia viedään vesioikeuteen, se käsitellään joko ns. kuulutusmenettelyssä tai, jos hanke on riittävän mittava, katselmustoimituksessa. Karkeasti voidaan sanoa, että katselmustoimitus on edessä, jos hanke aiheuttaa korvauksia tai kompensatioita. Pienten katselmustoimitusten jouduttamiseksi parhaillaan on vireillä ns. selvitysmenettelyn aikaansaaminen. Se tulee voimaan lähiaikoina.

Koska varsinkin jätevesiluvat ovat olleet tarkoituksenmukaisuussyistä määräaikaaisia, lupahakemuksia (lupien uusimisia) on jatkuvasti melko tasaisesti vireillä.

Kun hanke on käsitelty vesioikeudessa, se joko hylätään (poikkeuksellista) tai sille myönnetään lupa. Lupa sisältää aina joukon erilaisia lupaehtoja. Nämä ovat yleisesti ilmaistuna ns. teknisiä ehtoja, minkä lisäksi pilaamisluvissa on tarkkailuvelvoite. Viimeksi mainittu koskee tavallisesti sekä jätevettä että vesistöä.

Kalanviljely on varsin poikkeuksellinen hanke, sillä siinä sivutaan useita vesilain lukuja. Se on itse asiassa vesilain näkökulmasta ehkä laajin lupahakemus. Toisaalta ratkaisujen kannalta se on myös eräs hankalimmista.

Mikäli luvan saaja tai joku ns. asianosainen on tyytymätön vesioikeuden päätökseen, siihen voi hakea muutosta vesiylioikeudelta. Tätä korkeamman oikeusasteen ratkaisua kutsutaan ennakkotapaukseksi silloin, kun tavanomainen asioiden ratkaisumalli muuttuu joltain periaatteelliselta kannalta.

Lupajärjestelmään liittyy vielä eräitä erityispiirteitä. Ympäristöministeriöllä on vesilain perusteella oikeus myöntää jatkoaikaa vesituomioistuimen asettamiin määräaikaisiin velvoitteisiin kaikissa muissa, kuin kuntien puhdistamoita koskevissa jätevesiasioissa. Kuntien jatkoaikahakemuksista päättää valtioneuvosto. Kaikki jatkoajat valmistellaan kuitenkin ympäristöministeriön vesiasiaintoimistossa.

3. Vesiensuojelun tila

Periaatteet

Voidaan sanoa, että 1960-luku oli aikaa, jolloin vesiensuojelu haki uomiaan. Heti 1970-luvun alussa ryhdyttiin laatimaan selviä tavoitteita ja vuonna 1974 vesihallitus vahvisti ensimmäiset vesiensuojelun periaatteet vuoteen 1985. Tavoitteet perustuivat siihen, että jo 1960-luvulla silloisen maataloushallituksen vesiensuojelutoimiston luomien linjojen mukaisesti oli aloitettu vesistöjemme tilan kartoitustutkimukset. Myös tarkkailut oli saatu tuolloin käyntiin, joten tietoa oli sekä vesistöistä että jätevesistä ja niiden vaikutuksista.

Tavoitteet saatiin melko hyvin täytetyiksi, mutta ajan vaatimusten myötä oli luotava uusi ohjelma. Tällä kertaa siitä päättäminen pyrittiin saamaan mahdollisimman korkealle tasolle, joten kun tavoiteohjelma tuli - läpikäytyään valmisteluprosessin vesi- ja ympäristöhallinnossa ja vesiasiain neuvottelukunnassa - ympäristöministeriöön, se viimeisteltiin ministeriön vesiasiaintoimistossa ja vietiin valtioneuvoston ratkaistavaksi. Valtioneuvosto vahvisti vesien suojelun tavoiteohjelman vuoteen 1995 syksyllä 1988. Suomessa on nyt ensi kerran tämän tasoinen vesien suojelun periaateohjelma.

Vuosi 1995 on tosiasiallisesti suhteellisen pian käsillä, joten melko pian ryhdytään valmistelemaan vesien suojelun tavoiteohjelmaa vuodesta 1995 eteenpäin.

Edellä mainittu tavoiteohjelma tarkoittaa sekä sisävesiä että Suomen alueveittä. Suomi on lisäksi mukana myös kansainvälisissä tehtävissä, joista tässä yhteydessä on syytä mainita erityisesti Itämerisopimus eli ns. HELCOM. Se on saanut syntymästään lähtien, 1970-luvun alusta, yhä tärkeämmän aseman myös vesiensuojelussa. Erityisesti ympäristöministeriössä Itämerisopimus koetaan merkittävänä tehtävänä ja sopimuksen mukaisia suosituksia pyritään noudattamaan tarkoin. Näitä suosituksia yritetään mahdollisuuksien mukaan sisällyttää valtioneuvoston vahvistaman vesien suojelun tavoiteohjelman ns. toimeenpano-ohjelmaan, joka on juuri nyt viimeisteltävänä.

Tulokset

Vesiensuojelutyötä on tehty systemaattisesti lähes 30 vuotta. Lyhyesti voidaan todeta, että Suomi on onnistunut siinä hyvin. Vesiemme tila ei ole huonontunut, niin kuin pahimpina aikoina pelättiin. Päin vastoin, vesistöjemme tila on kohentunut jonkin verran 1970-luvun jälkeen. Esimerkiksi teollisuutemme volyyymi on tuona aikana kasvanut huomattavasti, mutta sen vesistöjä pilaava vaikutus on pidetty kurissa. Kuntien jätevesikuormitus on saatu alenemaan merkittävästi.

Kansainvälisessä vertailussa Suomen vesiensuojelu pärjää erinomaisesti. Asumajätevesien käsittelyssä Suomi on koko maailman huippumaita.

Meillä on kuitenkin selviä ongelma-alueita. Tänä päivänä suurinta huolta aiheuttavat maa- ja metsätalous sekä kalankasvatus. Niiden aiheuttama vesiemme ravinnekuormitus on huolestuttavan suuri. Maa- ja metsätaloudessa tilanne ymmärretään ja sillä suunnalla näyttää olevan halua vastuun kantamiseen. Kalankasvatuksen puolella sen sijaan olisi näyttöjen aika.

KALANVILJELYN KUORMITUS SUOMESSA

TIMO MÄKINEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalanviljelyosasto

1. Yleistä

Kalanviljelyn vesitökuormitus on viimeisten vuosien aikana eittämättä kasvanut. Tämä kehitys johtuu tuotantomäärien nopeasta noususta. Tuotannon kasvu ei kuitenkaan ole johtanut vastaavaan kuormituksen kasvuun. Kalanviljelijät ovat yhteistyössä rehunvalmistajien, tutkijoiden ja viranomaisten kanssa pystyneet estämään fosforikuormituksen kasvun sisävesialueella.

2. Ominaiskuormitus

Kalanviljelyn kuormituksen suuruutta voidaan arvioida velvoitetarkkailututkimusten tulosten perusteella tai laskea sitä ns. ainetaselaskelmilla.

Havaittu vaihtelu ominaiskuormituksessa on varsin suuri (taulukko 1). Tämä johtuu rehujen laadun ja ruokinnan järjestämisen vaihteluista. Näihin syihin palataan rehujen ja ruokinnan optimointia kuormituksen vähentämiseksi käsittelevän esityksen yhteydessä.

Taulukko 1. Ominaiskuormitus. Havaittu kalanviljelyn kuormitus käytettyä rehukiloa ja kasvatettua kalakiloa kohti.

	g/rehu-kg	g/kala-kg
kiintoaine	80-280	110-520
BHK ₇	100-370	145-720
typpi	7-149 (43*)	12-305 (77*)
fosfori	2-22 (7*)	4-36 (13*)

Mäkinen 1987

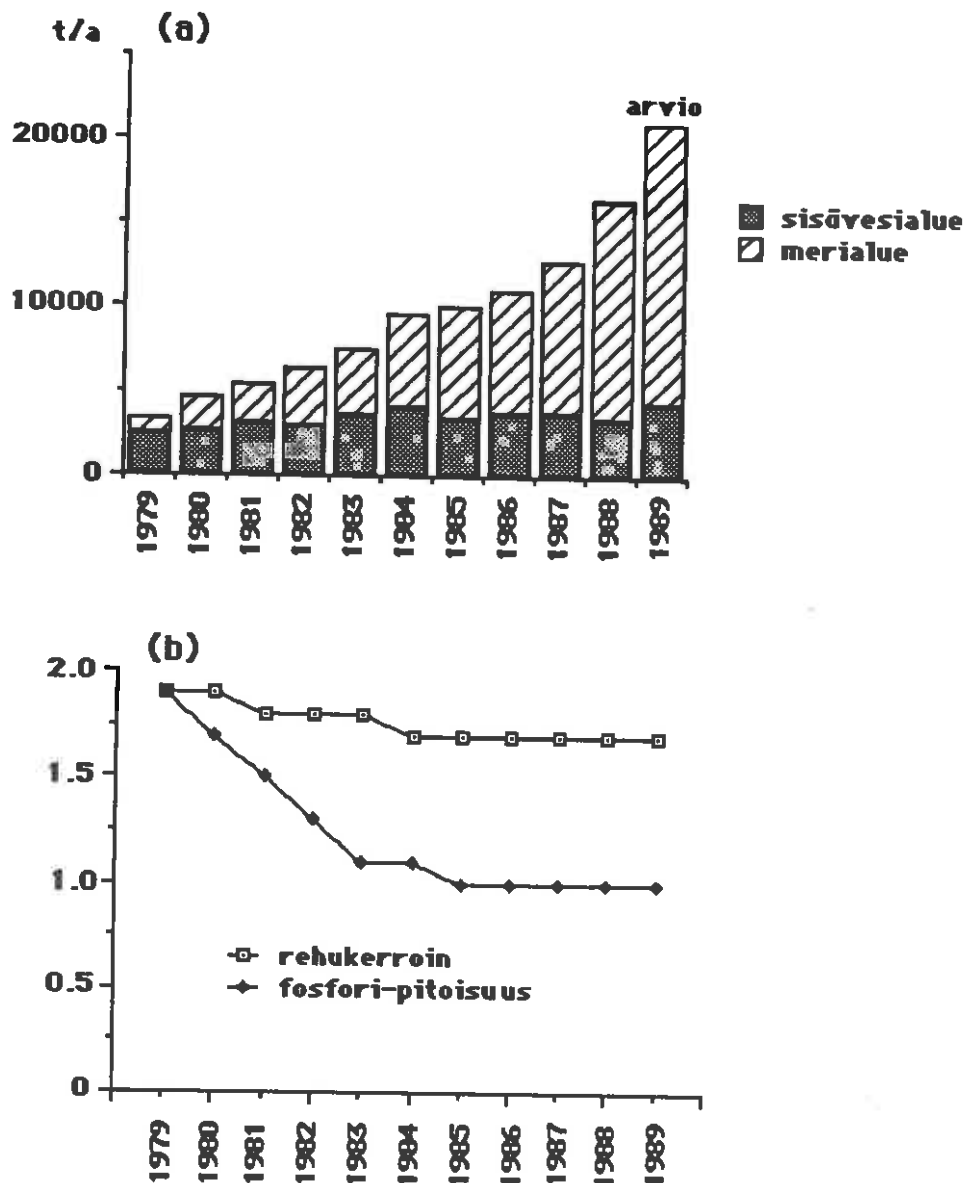
*) keskiarvo Salosen (1983) mukaan

Jos pyritään vertaamaan erilaisten rehujen aiheuttamaa kuormitusvaikutusta, tulisi tarkastella ravinteiden, typen tai fosforin, pitoisuutta suhteessa muuntokelpoisen energian määrään (=rehun "kuormituspotentiaali"). Muuntokelpoisen energian pitoisuusarvio kuvastelee kutakuinkin tarkasti käytännön kasvatuksessa saavutettavissa olevaa rehukertoimen arvoa. Vain näin tarkastellen voidaan arvioida rehujen aiheuttamaa kuormituslisää oikeissa suhteissa. Jos taas verrataan erilaisia laitoksia tai viljelytapoja toisiinsa tulisi tarkastella kuormitusvaikutusta suhteessa tuotettuun kalamäärään. Vain näin tarkastellen voidaan saada kuva laitoksen tuotannon tehokkuudesta ja tästä seuraavasta kuormituksesta.

3. Kuormituksen suuruus ja sen kehitys Suomessa

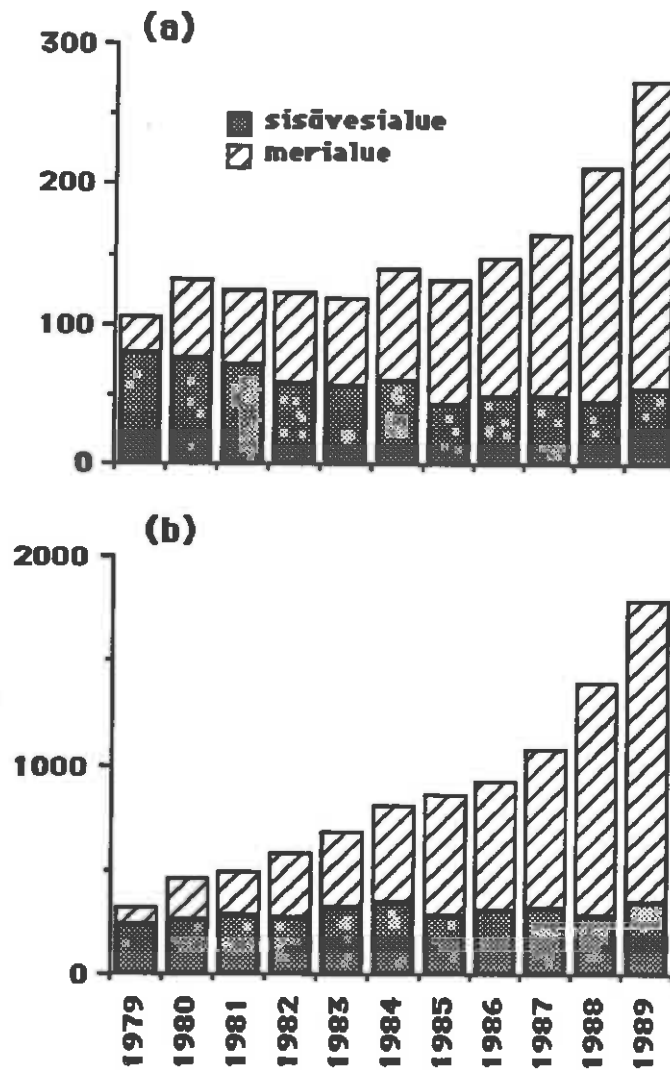
Vesi- ja ympäristöhallituksen tilastoimat Suomen kalanviljelyn kuormitusarviot perustuvat sekä velvoitetarkkailuihin, että ominaiskuormituksen perusteella tehtyihin laskelmiin. Näissä arvioissa oli ilmeisesti aikaisempina vuosina turhaa varovaisuutta, koska toteutunut kehitys rehulaaduissa vähemmän kuormittavaan suuntaan ei näissä tilastoissa näkynyt.

Kuormituksen kehitystä voidaan tarkastella tuotantomäärien, keskimääräisten rehukertoimien ja rehujen pitoisuuksien avulla. Tapahtunut kehitys on kuvassa 1.



Kuva 1. Ruokakalanviljelyn tuotantomäärä (tonnia/vuosi), sisävesi- ja murtovesialueella (a), sekä rehukertoimen ja rehun fosforipitoisuuden (%) kehitys (b), vuosina 1979-1989.

Kun kuvan 1 tietojen lisäksi oletetaan rehun keskimääräiseksi typpipitoisuudeksi 6,5 %, kalan fosforipitoisuudeksi 0,4 % ja typpipitoisuudeksi 2,5 % päädytään kuvan 2 näköiseen arvioon kokonaiskuormituksen kehityksestä.



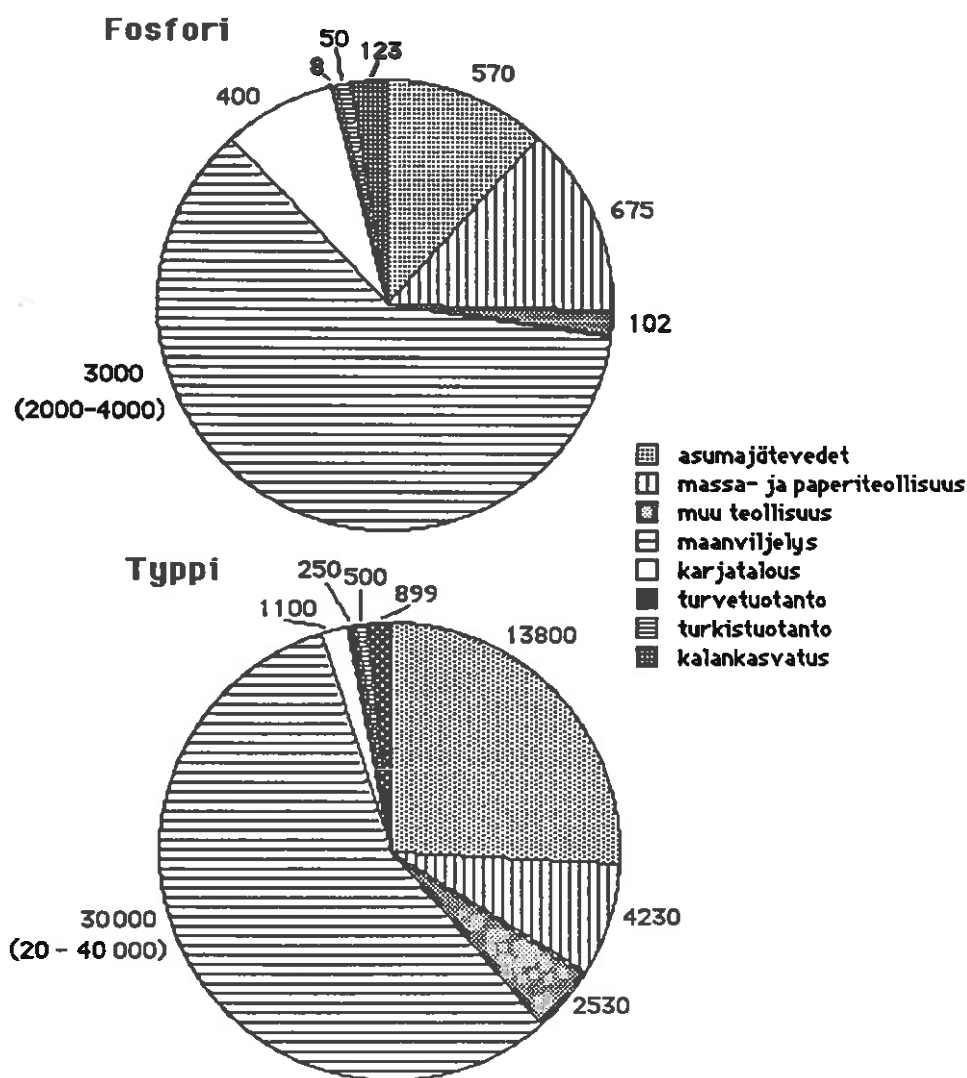
Kuva 2. Kalanviljelyn fosfori- (a) ja typpikuormitus (b) tonnia vuodessa sisävesi- ja merialueella vuosina 1979-1989.

Kuormituksen, kuten tuotannonkin, kasvu on tapahtunut ennen kaikkea murtovesialueellamme. Typpikuormitus kuvastelee suoraan tuotantomääriä. Fosforikuormitus sen sijaan ei ole noussut suorassa suhteessa tuotantoon: Rehuja kehittämällä on fosforikuormituksen kokonaismäärä kalanviljelystä ollut selvässä laskussa sisävesialueella.

4. Kuormituksen vesistövaikutuksista

Kalanviljelyn kuormitus on luonteeltaan lähempänä hajakuormitusta, esim. maatalouden aiheuttamaa, kuin muiden pistekuormittajien, esim. asumajätevedenpuhdistamoiden aiheuttamaa kuormitusta. Kalanviljelylaitosten poistovedet ovat erittäin laimeita (esim. fosforin pitoisuudet vaihtelevat välillä 20-200 µg/l) ja ravinteet ovat huomattavalta osaltaan aluksi orgaanisiin partikkeleihin sitoutuneena. Viimeksimainittu aiheuttaa sen, että kuormitus tasaantuu ajallisesti: vaikka rehusta valtaosa käytetään loppukesällä, tapahtuu ravinteiden vapautuminen pitemmän ajan kuluessa.

Kalanviljelyn osuus kokonaiskuormituksesta on vähäinen. Vesiensuojelun tavoitekomitean mietinnössä vuodelta 1986 (Komiteamietintö 1986) oli esitetty eri toimintojen aiheuttama vesistöjen ravinnekuormitus. Maatalouden aiheuttamaa kuormitusosuutta on uusimpien tutkimustulosten perusteella äskettäin jouduttu korjaamaan (Rekolainen ja Kauppi 1990). Kuvassa 3 on esitetty kuormituksen jakautuminen.



Kuva 3. Kuormituksen suuruus (tonnia/vuosi) ja jakaantuminen vuonna 1984 (Komiteamietintö 1986, Rekolainen ja Kauppi 1990).

Maatalouden fosforikuormitus muodostaa sekä fosfori- että typpikuormituksesta noin 60 %. Kalanviljelyn osuus on fosforista noin 2,5 % ja typen 1,7 %. Valtioneuvoston periaatepäätöstä Itämeren kuormituksen supistamisesta puoleen on haluttu soveltaa myös kalanviljelyyn vaikkakin aluksi on tarkoitus keskittyä sinänsä haitalliseen, kuten esim. myrkyllisten aineiden, kuormaan.

Itämeren ravinnetaloudessa nykyisestä huomattavasti laajemmankin kalanviljelyn merkitys on hyvin marginaalinen (taulukko 2).

Taulukko 2. Arvioitu Itämeren alueen kalanviljelyn kokonaistuotanto ja sen aiheuttama fosfori- ja typpikuormitus (tonnia/vuosi) sekä kuormituksen osuus koko Itämeren kuormituksesta (%).

vuosi	1980	1985	1990
arvioitu tuotanto tonnia	6 700	18 100	45 800
fosforikuorma, tonnia (%)	87 (0,17%)	235 (0,47%)	595 (1,19%)
typpikuorma, tonnia (%)	536 (0,05%)	1448 (0,14%)	3664 (0,37%)

(Mäkinen 1989)

Lisäksi on huomattava, että kalanviljely osittain kierrättää Itämeren kalataloudessa samoja ravinteita. Nämä ovat ensin sitoutuneena luonnonkalaan, esim. silakkaan, ja rehukalana tulevat käytetyksi ja vapautetuksi jälleen uuden kalantuotannon käyttöön. Lisäämällä Itämeren piirissä sen omien kalavarojen hyödyntämistä kalanviljelyn rehujen raaka-aineena, on mahdollista vähentää Itämereen ulkopuolelta kohdistuvaa kuormaa.

Merialueellamme olisi kuitenkin ensisijaisen tärkeää alueellisen suunnittelun tekeminen kalanviljelyn sijoittumisen ohjaamiseksi. Tämä tulisi tapahtua kaksivaiheisesti siten, että ensin alueellisella, vesi- ja ympäristöpiirien ja seutukaavaliittojen suunnitelmilla osoitetaan ne alueet, joilla ei ole verkkoallaslaitosten kanssa kilpailevaa intressiä. Tämän jälkeen näiden alueiden sisällä tulisi valita kalanviljelyyn parhaiten soveltuvat paikat. Tässä toisen vaiheen valinnassa tulisi käyttää kehitettäviä siedonarviointimenetelmiä. Tämänkaltaista menettelyä suosittelee myös kansainvälisen merentutkimusneuvoston työryhmä (ICES 1989).

Kirjallisuus

ICES 1989. Report of the Working Group on Environmental Impacts of Mariculture, ICES, C.M. 1989/F:11, 70 p.

Komiteanmietintö 1986. Vesiensuojelun tavoiteohjelma vuoteen 1995. Komiteanmietintö 42, 191 s.

Mäkinen, T. 1989. Nutrient load from aquaculture - limitations or management. The fourth conference in Karlskrona on the Health of the Seas, 8th June 1988, p. 217-226.

Mäkinen, T. 1987. Porraskosken koekalanviljelylaitoksen pyörreselkeyttimen toimivuuden tutkimus. Helsinki. RKTL, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 73, s. 189-212.

Rekolainen, S. & Kauppi, L. 1990. Maatalouden aiheuttama fosfori- ja typpikuorma vesistöihin. Vesitalous 31(1), s. 17-18.

Salonen, S. 1983. Kuormituksen määrittämiseen käytettyjen menetelmien arviointi. Moniste, 9 s.

KALANVILJELYN VESIOIKEUDELLISET EDELLYTYKSET

Uusi vesilaki, -asetus ja kalanviljely

SEPPO RÄISÄNEN

Pohjois-Suomen vesioikeus

Vesilain uudistuksesta

Pitkällisen valmistelun jälkeen vesilain suuri kokonaisuutos tuli voimaan 1.12.1987. Lainuudistus merkitsi melko monessa suhteessa varsin radikaalejakin muutoksia vesioikeudellisten lupien peruskysymyksiin ja siten muun muassa kalanviljelylaitosten lupakäsittelyyn. Erityisesti on merkille pantavaa, että lainuudistuksen yhteydessä muutettiin tavallista voimakkaammin jätevesilukua eli vesilain 10 lukua. Kalanviljelylupien pääasiallinen aineellinen sisältö kytkeytyy läheisesti jätevesilupien myöntämisedellytyksiin ja siten vesilain 10 luvun muutos ulottaa merkityksensä myös kalanviljelyyn. Myös yleisten vahinkoa vähentävien ja estävien velvoitteiden kuten vesiensuojelumaksun, kalanistutusvelvoitteen, kalakannan hoitomaksun, säännöstelymaksun jne. käsittelyllä lainuudistuksen yhteydessä on merkitystä tällä kurssilla puheena olevien hankkeiden arvioinnissa.

Lupaedellytysten muutoksista

Kun arvioidaan sitä kysymystä, onko lainmuutos aiheuttanut kalanviljelylle joitakin uusia velvoitteita verrattuna aikaan ennen lainmuutosta, on tarpeen tutkia vesilain pilaamiskieltopykälän (VL 1:19) muutosta. Sanotun pilaamiskieltopykälän sisältöön on tehty varsin radikaaleja muutoksia siihen suuntaan, että luvan hakukynnystä on mielestäni alennettu melkoisesti. Pilaamiskiellon toteutuminen ja siten myös luvanhakukynnyksen ylittyminen toteutuu lainmuutoksen jälkeen aikaisempaa alemmalla tasolla. Vähäinenkin todennäköisyys vesistön tilan muutoksesta aiheuttaa luvanhakukynnyksen ylittymisen. Tämän lisäksi on pilaantumiskieltoon sisältyviin ns. "tunnusmerkistötekijöihin" sisällytetty vesiluonnon ja sen toiminnan vahingollista muuttumista, ympäristön viihtyisyyden tai kulttuuriarvojen vähentymistä ja muita aikaisempaa yleisluontoisempia määritelmiä.

Kalanviljelylaitoksiin kuuluu luvanhakumielessä olennaisena osana myös veden johtaminen laitokselle. Siinä suhteessa on todettava, että lainmuutos ei tuonut vedenjohtopuoleen erityistä uutta, sillä vain 9 luvun 15 §:ää on tässä yhteydessä muutettu. Muutoksen merkitys ja sen sisältö voitaneen tässä yhteydessä sivuuttaa vain pelkällä viittauksella. Vesilain muuttamiskieltoa lavennettiin tuoreimmalla lainmuutoksella siten, että kiellon ala laajennettiin. Kiellon piiriin kuuluu lainmuutoksen jälkeen myös toimenpide, josta voi johtua muuttamiskiellossa mainitun vahingollisen seuraamuksen aiheuttava vesistön veden tai pohjan laadun muutos, jollei kysymys ole pilaamiskiellon vastaisesta menettelystä. Hallituksen esityksessä on nimenomaan

mainittu, että vesistön muuttamiskiellon alaisiksi eli luvanvaraisiksi tulisivat siten esim. ojitus- ja järjestelyhankkeista aiheutuvat sellaiset veden laatuun haitallisesti vaikuttavat seuraukset, joita vesistön pilaamiskielto ei tarkoittaisi. Saattaa olla, että tällä muuttamiskiellon käyttöalan laventamisella on merkitystä toiminnassa olevien kalanviljelylaitosten asemaan. Kalanviljelylaitokselle johdettavan veden tulee täyttää tietyt laatukriteerit. Muuttamiskiellon sanamuodon muuttamisen jälkeen kenties tulisi mahdolliseksi puuttua vesistön varrella ylävirran puolella oleviin sellaisiin ojitus- ja järjestelyhankkeisiin, jotka saattaisivat muuttamiskiellon piiriin kuuluvina aiheuttaa haittaa kalanviljelylle sitä kautta, että laitokselle otettavan veden laatu heikkenisi, vaikka varsinaista vesistön pilaamiskieltoa ei rikottaisikaan. Olisiko tätä kautta kenties mahdollista antaa kalanviljelijälle esim. kalanviljelylaitoksen omistajalle mahdollisuuksia vaikuttaa yläpuolisen valuma-alueen ojitus- ja järjestelyhankkeisiin?

Lupaedellytyksistä jätevesiluvun (VL 10 luku) muutosten valossa

Mikäli oletetaan, että kalanviljelylaitosten lupamenettelyssä pääsääntöisesti tulee kysymykseen jätevesilupien käsittely, niin VL 10 luvun muutetut säännökset ovat siinä suhteessa merkityksellisiä. Perussäännös luvan myöntämisedellytyksiä harkittaessa on VL 10:24. Uutuutena siihen sisällytettiin velvollisuus, jonka mukaan "Etuvertailussa on erityisesti otettava huomioon hakemuksessa tarkoitetun toiminnan sekä toimenpiteestä aiheutuvan haitan merkitys yleiseltä kannalta katsottuna." Tämän lausekkeen merkitystä ei ole lainvalmistelutöiden yhteydessä tarkemmin selostettu. Lainkäyttäjän eli ensikädessä kenttätason päätöksentekijöinä vesioikeuksien tehtäväksi jäänee tapauskohtaisesti harkita, mitä erityistä uutta tällä lainmuutoksella olisi lupa harkita. Tarkoitetaanko mahdollisesti sitä, että tarkastelu toisaalta haittojen ja toisaalta vahinkojen arvoinnissa nostetaan pelkästään vesistöön kohdistuvasta tarkastelusta yleisemmälle tasolle? Jos näin menetellään, niin lopputulokseksi saadaan luvan hakijan luvansaantimahdollisuuksien parantuminen ainakin silloin, kun kysymyksessä on valtion kalanviljelylaitos. Hakija voi melko perustellusti esittää, että on sallittava paikallisesti tavanomaista suurempikin kuormitus sen vuoksi, että kysymyksessä on julkista kalataloutta eli yleistä etua palveleva hanke. On muuten huomattava, että sama perustelu pätsisi esim. suuriin sellutehtaisiin, kuten mm. Pohjan Sellun Kajaaniin rakennettavaan laitokseen. Myös voitaisiin olla sitä mieltä, että näin etuvertailua ei tule soveltaa vaan että tarkastelu pidetään vesistöissä. Toistaiseksi ei oikeuskäytäntöä juuri ole tästä kysymyksestä päässyt muodostumaan. Pieksänkosken kalanviljelylaitoksen lupakäsittelyssä ei ensiksi mainittu tarkastelukulma mitään ilmeisimmin saanut kannatusta.

Päätösten pysyvyyden näkökulmasta on muistettava, että vielä 1970-luvulla kalanviljelylaitosten luvat annettiin jatkuvasti voimassa olevina. Tämä käytäntö kuitenkin muuttui 1980-luvulle tultaessa, jolloin jo menttiin oikeuskäytännössä määräaikaan lupiin tai tarkistuksenvaraisiin lupiin. Tämän käytännön kirjasi vesilain 10 luvun lupaedellytyksiä ja myönnettävän luvan ehtoja määrittelevien 24 a, 24 b sekä 25 §:n muuttaminen.

Lainmuutoksen jälkeen myös kalanviljelylaitosten luvat pääsääntöisesti tulevat aina määrävuosien kuluttua uuteen tarkasteluun. Lainuudistustöiden perusteluista sekä lakitekstistä on selvästi nähtävissä, että enää ei juurikaan ole mahdollista myöntää jatkuvasti voimassa olevia kalanviljelylaitosten toimintalupia määräämättä lupaehtoja aika ajoin tarkistettaviksi. Vesilain voimaantulosäännös laventaa näiden vesilain pykälien soveltamisaluetta taannehtivaan suuntaan. Mikäli tarvetta havaitaan olevan, aikaisemmin jatkuvana myönnetty vesioikeudellinen lupa voidaan saattaa hakemuksesta uuteen tarkasteluun VL 24 a ja 24 b §:ien mukaisten määräysten antamiseksi jälkikäteen.

Vaikka onkin hieman absurdia puhua erityisesti valtion kalanviljelyn osalta sen velvollisuuksista estää vesistövahinkoja istuttamalla kalaa, niin ei siinä suhteessa valtiokaan kalanviljelyvelvollisuuksien puolesta eroa esim. tavanomaisesta kirjolohen kasvatuksesta. Jälkikäteen voidaan lainmuutoksen jälkeen lain voimaantulosäännöksen perusteella määrätä kalanviljelylaitokselle esim. VL 2 luvun 22 §:n edellyttämä kalanhoitovelvoite tai kalanhoitomaksu, mikäli se on jäänyt aikoinaan määräämättä, aikaisemmin päätöksellä määrättyä kalanhoitomaksua voidaan tarkastaa VL 2:22 b §:ssä säädettyä menettelyä noudattaen ja tämän lisäksi määrätä jälkikäteen VL 10:27 §:ssä edellytetty vesiensuojelumaksu. Kaikkia näitä pykäläiä uusimuotoisina määrätään sovellettaviksi vesilain muutoksen voimaantultua myös aikaisemmin annetun päätöksen tai siinä asetettujen velvollisuuksien muuttamiseen tai tarkistamiseen.

Muutokset korvauskysymysten käsittelyyn

Melko yleisesti kalanviljelylaitoksesta havaitaan aiheutuneeksi sellaisia edunmenetyksiä, joista asianosaisilla on oikeus saada korvauksia. Aikaisemmin melko yleiseksi epäkohdaksi myönnettiin vahingonkärsijöiden heikohko oikeusasema sellaisissa tapauksissa, että heille oli koitunut edunmenetyksiä erityisesti jätevesihaitoista sellaisen toiminnan vuoksi, jota oli harjoitettu ilman lainvoimaista lupaa. Edunmenettäjien oli vesilain aikaisempien säännösten mukaan suhteellisen vaikeata päästä oikeuksiinsa ja saada heille kiistatta koituneesta edunmenetyksestä kohtuullisenkaan vaivattomasti korvausta, kun vahingot oli aiheutettu oikeudenvastaisesti. Vaatimuksia vahinkojen korvaamisesta ei voitu esittää silloinkaan, kun jälkikäteen haettiin lupaa jo aloitettuun toimintaan. Ainakaan ilman melkoista voimanponnistusta ja vahingonkärsijätahon suurta aktiivisuutta korvauksia edunmenetyksistä ei yleensä ollut mahdollista saada.

Tämä ilmeinen epäkohta korjattiin lainmuutoksen yhteydessä. Uudistettu VL 11:8, joka kytketty läheisesti VL 16:24:ään, muutti järjestelmää aikaisempaa tasapuolisemmaksi. Laintarkastuskunta lausunnossaan (laintarkastuskunnan lausunto nro 1/1980) viittaa siihen ilmeiseen tosiseikkaan, että on kohtalaisen vaikeaa luvan myöntämisen jälkeen erottaa, onko joku vahinko tai vahingonosa seurausta ennen lupaa vai luvan myöntämisen jälkeen suoritetusta toimenpiteestä. Tämän perusteella lupaa koskevassa hakemusasiassa tulisi voida käsitellä myös vaatimukset, jotka koskevat ennen luvan myöntämistä aiheutettujen vahinkojen korvaamista.

Yleisperiaate ja siis myös kalanviljelytapauksiin sovellettava periaate on säilynyt ennallaan. Tiedossa olevat edunmenetykset tulee määrätä päätöksessä korvattavaksi viran puolesta. Mikäli kuitenkin kalanviljelytoimintaa on ennätetty harjoittaa ennen kuin siihen lainvoimainen lupa saadaan, on lainmuutoksen jälkeen mahdollista myöhemmin vireille tulevan lupahakemuksen yhteydessä esittää korvausvaatimuksia myös luvan myöntämistä edeltävältä ajalta. Kysymys on ns. vanhojen vahinkojen korvausvelvollisuudesta. Säännös soveltuu, mikäli ajatellaan kalanviljelyn asemaa vesilain systematiikassa, pääsääntöisesti jätevesihankkeisiin ja se tulee siten sovellettavaksi kalanviljelijöihin.

Lakitekstin mukaan vaatimusta vanhoista vahingoista ei tarvitse käsitellä myöhemmin vireille tulevan lupahakemuksen yhteydessä, mikäli yhdistämisestä ja yhteisestä käsittelystä aiheutuu olennaista viivästymistä tai muuta hankaluutta. Asia jää vesioikeuden harkintaan ja aina kaikissa tapauksissa ei siis luvan hakijana oleva taho välttämättä joudu maksamaan lupapäätöksessä ns. "vanhoista synneistään".

Lainmuutoksen vaikutuksesta käsittely nopeutuu. Uusimuotoisessa VL 16:5:ssä vesioikeudelle on annettu mahdollisuus itse päättää sekä katselmustoimituksen ajallisesta suorittamisjärjestyksestä että katselmustoimituksen alueellisesti rajaamisesta. Tätä minusta voidaan pitää jo melkoisen tärkeänä muutoksena, kun silmämääränä täytyy olla vesiasioden aikaisempaa nopeampi käsittely. Aiemmin edellytettiin esim. katselmustoimituksen jakamisessa kahteen vaiheeseen nimenomaista pyyntöä asianosaistaholta. On selvää, että kun lainmuutoksen jälkeen vesioikeus ei ole sidottu asianosaisten kantaan tässä kysymyksessä, operointimahdollisuudet ovat suuresti lisääntyneet. Vesioikeus voi uusimuotoisen VL 16:5:n nojalla nyttemmin harkintansa mukaan määrätä katselmustoimituksen jaettavaksi tarkoituksenmukaisella tavalla useampiin osiin. Nähtäväksi tulevaisuudessa jää, mitkä ovat sellaisia erityisiä syitä, jotka voisivat tulla kysymykseen tämän säännöksen soveltamistapauksina. Järkevällä katselmuksen jakamisella voitaisiin katselmustoimitusten suorittamista nopeuttaa. On tosin myönnettävä, että yhden kalanviljelylaitoksen katselmustoimituksen jakaminen tällä tavoin useaan osaan tuntuu lähtökohtaisesti tarpeettomalta, koska kysymyksessä ei voi olla aivan mammuttimainen hanke. Sen sijaan toista mielenkiintoista uutuutta voitaisiin ajatella käytettäväksi. VL 16:5.4:n mukaan voidaan määrätä suoritettavaksi alueeltaan laajoissa hankkeissa useampia katselmustoimituksia samanaikaisesti. Aikavoittoa olisi kenties mahdollista tätä kautta saada. Erityisesti alueellisesti laajan katselmustoimituksen jakamiskysymyksestä lainvalmisteluasiakirjoissa lausutaan, että useamman katselmustoimituksen määrääminen tulisi kyseeseen vain sellaisissa tapauksissa, joissa toimenpiteen vaikutukset ulottuvat todella laajalle alueelle. Samaisista lainvalmisteluasiakirjoista käy ilmi uudistuksen päätarkoitus: katselmustoimitusten jakamisella saattaisi olla mahdollista jouduttaa vesiasian käsittelyä kokonaisuudessaan.

Kaksivaiheisen menettelyn ja ennakkokorvausten soveltumisesta kalanviljelyhankkeeseen

VL 16:24 muuttui melkoisesti tuoreimman lainmuutoksen yhteydessä. Päätöksentekovaiheessa vesioikeuden on mahdollista pilkkoa asia joltakin osin ratkaistavaksi useassa eri vaiheessa. Kuinka korvauskysymykset tulee järjestää tällaisissa tapauksissa? Olisiko mahdollista kalanviljelytapauksissa uudistetun lain jälkeen menetellä niin, että aluksi myönnetään vain lupa ja vähäiset ennakkokorvaukset ja varsinainen korvaustarkastelu jätetään toiseen vaiheeseen. Lainvalmistelutöiden yhteydessä esitettiin eräänä vaihtoehtona sitä, että jätevesiasioissa, joihin kalanviljelyhankkeetkin pääsääntöisesti kuuluvat, voitaisiin myöntää lupa toimenpiteisiin ilman ennakkokorvauksista annettavia määräyksiä. Lopullisessa laissa tämä kanta kuitenkin syrjäytyi ja ennakkokorvausten määräämispakko lakiin otettiin. Joissakin tapauksissa saattaisi hakemuksen kahteen vaiheeseen jakamisesta olla etua, mikäli on kysymys kiireellisestä hankkeesta ja sille halutaan saada lainvoimainen lupa joutuisasti. Jonkinmääräiset ennakkokorvaukset tulee kuitenkin arvioida ja määrätä maksettavaksi. Voitaneen suhtautua varauksellisesti sellaiseen mahdollisuuteen, että kiireellisessä tapauksessa kalanviljelyluvan voisi saada ilman ennakkokorvausvelvollisuutta, mikäli edunmenetyksiä on hankkeesta ilmiselvästi odotettavissa.

Tulevaisuudennäkymistä

Ennustaminen on hankalaa ja tulevaisuuden ennustaminen erityisen hankalaa. Kutenkin mielestäni voitaneen melkoisella varmuudella todeta, että lupamenettelyssä kalanviljelyhankkeet joutuvat tulevaisuudessa entistä tiukemman kotrollin kohteeksi. Hakijatahona valtionkin viranomaisilta edellytetään entistä parempia suunnitelmia ja entistä tasokkaampia selvityksiä. Kaikkienkin asianosaisten asiantuntemuksen lisääntyessä on toki mahdollista, että tulevaisuudessa lupakäsittely voidaan hoitaa nykyistä nopeammassa aikataulussa. Tällainen lopputulos olisi luonnollisesti kaikkienkin kannalta suotavaa. En malta olla kiinnittämättä huomiota siihenkin seikkaan, että vesioikeuksissa on otettu käyttöön uusi tietotekniikka kaikissa niissä yhteyksissä, missä sitä on järkevää soveltaa. Tämä seikka yhdessä viranomaisten hankkeesta ja niiden vaikutuksista lisääntyneen tietämyksen kanssa antavat mahdollisuuksia lyhentää käsittelyaikoja niin, että tällä hetkellä kieltämättä kaikkienkin osapuolten kannalta kiusallisen pitkistä käsittelyajoista voitaisiin päästä.

Myöskin toisenlainen kehityskulku on mahdollista. Vaatimukset lisääntyvät ja niiden tuoma paine voi viedä asioita toiseenkin suuntaan. Näin käy, mikäli hankkeet on vastaisuudessa alistettava vielä nykyistäkin yksityiskohtaisemman ja perusteellisemman tarkastelun kohteeksi. Lupamenettely sinänsä on säilynyt lainmuutoksen jälkeen suunnilleen entisellä tolallaan edellä luेतeltuja muutoksia lukuun ottamatta. Lisää vähäisempiä muutoksia erinäisiin käsittelyvaiheisiin voidaan toki olettaa tehtäväksi. Lähinnä on kysymys ilmeisesti kankeahkoiksi koettujen menettelytapojen pahimpien karikoiden poistamisesta hakemusten käsittelyjärjestystä sääteleviä normeja yksinkertaistamalla. Tässä yhteydessä on soveliasta viitata katselmusmenettelyn

uudistamista koskeviin kaavailuihin, jotka ovat eduskunnassa varsin pitkällä. Kun lakimuutos tältä osin tulee melko pian voimaan, valtion kalanviljelyorganisaatio hakijapuolena voi olettaa saavansa aikavoittoa uudistettujen menettelytapojen käyttöönoton myötä. Ehkä siis näemme ajan, jolloin suurehkokin kalanviljelylaitos saa luvan ilman kankeata katselmusmenettelyä uusimuotoisia prosessuaalisia sääntöjä noudattaen kohtalaisen joutuisasti. Matkaa siihen tavoitteeseen on kuitenkin riittävästi.

Vesiasetus ja kalanviljely

Kalanviljelylaitoksen lupakäsittelyssä vaadittavan suunnitelman sisällön määräävät vesiasetuksen säännökset. Lähinnä mielestäni tulevat kysymykseen pääasiallisena säännöksenä vesiasetuksen 71 §, jossa on selostus niistä selvityksistä, jotka tarvitaan jätevesilupahakemukseen. Kalanviljelylaitoksethan ovat ensisijaisesti jätevesilupahakemuksia. Jätevesiluvan ohella saatetaan kalanviljelylaitokselle tarvita vesiasetuksen 68 §:n edellyttämä vedenottolupa ja joissakin tapauksissa, tosin ilmeisesti harvemmin, vesiasetuksen 66 §:n mukaisen säännöstelyhankkeen selvitykset tarvittavilta osin. On huomattava, ettei vesiasetukseen tehty muutoksia tuoreimman vesilain kokonaisuudistuksen yhteydessä, joten säännökset tulevat sovellettaviksi entisenlaisina. Vesiasetuksen kokonaisuudistaminen on melkoisen vaativa lainsäädäntötehtävä, mutta vähitellen aika alkaisi olla kypsä sillekin. Päämääränä tulisi olla aikaan hyvin soveltuvien ja modernien määräysten kirjoittaminen. Esim. kalanviljelylaitoksen rakentamiseen tarvittavan suunnitelma osalta ei kuitenkaan liene tarpeen kirjoittaa omaa erityistä pykäläänsä vesiasetukseen, joka ilmaisisi hakemussuunnitelmaan liitettävät selvitykset. Entisenlainen jaottelu, joka pohjautuu vesilain hankekohtaisiin lukuihin, näyttää jatkossakin parhaalta vaihtoehdolta.

Vesiensojeluasetuksen muutos ja kalanviljelylaitokset

Asetusta vesien suojelua koskevista ennakkotoimenpiteistä on muutettu vast'ikään. Tämä useasti vesiensojeluasetukseksi kutsuttuun asetukseen tehty muutos on tullut voimaan 1.11.1989. Ennakkoilmoitusvelvollisuuden piiriin on saatettu muun muassa sellainen kalankasvatustilasto, jossa käytetään yli 2 000 kg kuivarehua vuodessa tai sitä ravintoarvoltaan vastaava määrä muuta rehua taikka jossa kalan lisäkasvu ylittää 1 000 kg vuodessa. Itselläni ei ole kuvaa valtion kalanviljelylaitosten vuosittain käyttämistä rehumääristä, mutta ilmeisesti ainakin jotkut niistä kuuluvat vastaisuudessa ennakkoilmoitusvelvollisuuden piiriin.

SUOMEN KALANVILJELYLAITOSTEN LUPAEHTOJEN PERUSTEET

ERKKI J. HOLLO

Teknillinen korkeakoulu

1. Ennakkovalvonnan muodoista ja rajoista

Vesilainsäädännössä ei tunneta nimenomaisesti käyttömuotoa, jota voidaan kutsua kalanviljely- tai kalankasvatusyritykseksi. Erittelemättä yritysmuodon lajeja enemmälti käytetään seuraavassa nimikettä "kalanviljelylaitos". Vesilain (1961) järjestelmässä mainitunlainen yritys tosin varsin usein on toimeenpantavissa ns. pilaamisluvan (VL 10:24) nojalla, mutta aina se ei riitä. Toimintaa varten saatetaan vaatia myös ns. rakentamislupa eli lupa altaiden ja kanavien rakentamiseen, vesistön patoamiseen ja säännöstelyyn sekä veden johtamiseen. Myös rakentamislupa muodostuu tällöin useista erillisistä vesioikeudellisista yrityksistä (VL 2, 8 ja 9 luvut). Siltä osin kuin toiminnan harjoittaminen ei ole luvanvaraista ainoastaan veden määrään tai laatuun kohdistuvan haitan perusteella, hanketta varten saatetaan vaatia maa- tai vesialueen käyttöoikeutta, ellei yrittäjällä ole käytettävissään omaa aluetta. Käyttöoikeus voidaan myöntää hakijalle, jolle kuuluu ennestään suurin osa tarvittavasta alueesta edellyttäen, että luvan edellytykset ovat olemassa (VL 2:7). Muutoin eli ilman omaa omistussuutusta oikeus on annettavissa rakentamisen ollessa yleisen tarpeen vaatima (VL 2:8). Kysymys siitä, voidaanko esimerkiksi kalankasvatuslaitosta pitää yleisen tarpeen vaatimana, lienee vielä oikeuskäytännössä ratkaisematta.

Ns. pilaamisluvan tarve määräytyy vesistön pilaamiskielto- ja sääntö- (VL 1:19 hieman uudistettu v. 1987) ja muuttamiskielto- ja sääntö- (VL 1:15). Jälkimmäiseen v. 1987 tehdyn tarkennuksen mukaan ns. rakenteellinen pilaantuminen kuuluu muuttamiskiellon alaan: patoamisesta, vedenjohtamisesta yms. johtuvan veden laadun muutoksen synnyttämä luvantarve ei siis siltä osin kuulu pilaamiskiellon alaan. Sillä seikalla, kumman kiellon mukaan luvantarve määräytyy, on tärkeä merkitys, koska valinta johtaa toisaalta rakentamislupa-, toisaalta pilaamislupajärjestelmään. Kyseisillä lupajärjestelmillä on osittain erilainen oikeudellinen asema mm. sen suhteen, minkälaisia velvoitteita lupaan voidaan (tai tulee) sisällyttää, tai luvan nauttiman pysyvyysuojan suhteen. Niinpä on katsottu, että jos laitos on ensin hakemuksesta saanut vedenjohtamisluvan, tästä huolimatta voidaan myöhemmin vaatia myös pilaamislupaa ja edellytysten puuttuessa evätä tämä lupa.

Vesistön pilaamiskiellon rinnalla on ns. pienten vesien pilaamisen kieltö (VL 1:20). Tästä kiellosta poikkeamiseen sekä esim. laitoksesta poistettavan veden päästämiseen (jätevetenä) ojaan haetaan lupaa ympäristönsuojelulautakunnalta (10:3); jos kuitenkin pilaantumisvaikutus voi yltää vesistöön, lautakunnan tulee siirtää asia vesioikeuden ratkaistavaksi. Kummankin pilaamiskielto- ja sääntö- soveltaminen ei riipu vain todellisesta vaikutuksesta; myös vain

mahdollinen pilaantumisriski voi synnyttää luvantarpeen. Näin voi olla laita esimerkiksi kalankäsittelylaitoksenkin osalta, kun ne sijoitetaan lähelle rantaa. Luvantarvetta harkittaessa otetaan huomioon myös kalankäsittelytilojen merkitsemä ympäristö- tai terveystarve.

Lupaa ei tule vallitsevan näkemyksen mukaan myöntää pelkästään pilaamislupaa hakeneelle laitokselle, jos muukin vesioikeudellinen lupa (tai toisen omaisuuden käyttöoikeus) on tarpeen, ellei tuotakin lupaa tai oikeutta ole haettu. Vesioikeus voi vaatia hakemussuunnitelman täydentämistä tarvittavilta osin ja, ellei täydentämistä tehdä, hakemus hylätään kokonaan. KHO on tosin katsonut, että vesioikeus voi viran puolesta käsitellä hakemuksen myös toisen luvan saamista tarkoittavana hakemuksena, vaikka vain yhtä lupaa olisi haettu.

Ellei pilaamislupaa (mutta mahdollisesti kyllä rakentamislupa) tarvita vaikutuksen perusteella, laitos on kuitenkin ennakoilmoitusvelvollinen ns. vesiensuojeluasetuksen 3 §:n 12 b -kohdan (A 816/89) nojalla. Vesi- ja ympäristöpiiri (joskus: -hallitus) käsittelee ilmoituksen ja asettaa toimenpidettä koskevat edellytykset, joiden vallitessa tuo viranomaisen ei katso tarpeelliseksi hakea vesioikeuden lupaa. Ilmoituksen johdosta tehtävä päätös ei siis ole lupa (sillä ei ratkaista esim. korvausvelvollisuutta) eikä se estä sivullisia saattamasta vesioikeuden tutkittavaksi, tarvitaanko yritystä varten lupa.

2. Lupaharkinnan yleiset perusteet lupamääräysten kannalta

Vesioikeudellisissa päätöksissä on varsin harvoin ehtoja siinä merkityksessä, että lupa ehdon täyttämättä jäämisen vuoksi voisi raueta tai muutoin tulla menetetyksi. "Lupaehdolla" tarkoitetaan yleensä päätöksessä asetettua velvoitetta koskevaa määräystä. Jos määräystä ei noudateta, vesioikeus voi hakemuksesta (tai muusta aloitteesta) määrätä pakotteita luvan noudattamiseksi. Jos määräys, jota on rikottu, on luvallistetun toiminnan kannalta elimellinen, myös toiminnan kieltäminen voi tulla kysymykseen. Lupaan voidaan lisäksi jälkikäteen kajota olosuhteiden muuttuessa (ks. VL 10:25).

Tuotantolukujen merkitys ilmenee lähinnä tapana ohjata kuormitusta. Vaikka ns. resipientiperiaatteen mukaan itse tuotantoa ei tulisi rajoittaa, elleivät vesistöolosuhteet sitä muiden lupaehtojen valossa vaadi, valvonnalliset syyt juuri kalatuotantolaitosten yhteydessä puoltavat juuri tuotantolukujen seuraamista. Tässä mielessä tuotantomääriä ei ole katsottu voitavan ylittää, vaikka rehu- tai kuormitusarvot alitettaisiinkin. Asiasta on runsaasti oikeuskäytäntöä. Vaikka verkkoaltaiden pitämiseen merialueella ei sinänsä ole katsottu olevan vesioikeudellisia esteitä, on silti mm. toiminnan paikallisesta keskittymisestä aiheutuvan kuormituksen vuoksi asetettu määrällisiä rajoituksia (esim. KHO 23.9.1985 t. 4154).

Sitä vastoin "oikean" tuotantomäärän vahvistaminen hakemuksesta poikkeavalla tavalla voi tuntua joskus mielivaltaiselta. Asiaan voi vaikuttaa hakijoiden tapa maksimoida hakemuksensa tuotantolukua tai vesioikeuden käytäntö supistaa haettua määrää. Tuotantomääriä (lisäkasvua)

pienennettäessä otetaan huomioon mm. yrittäjän hallinnassa olevan vesialueen laajuus ja luonne. Niinpä vesioikeus usein on lausunut, että lupa on voitu myöntää vain haettua pienempää kalamäärää varten. Myöskään määräaikaisia lupia jatkettaessa ei yrittäjällä ole katsottu olevan oikeutta samansuuruisen tai suuremman kalamäärän istuttamiseen silloinkaan, kun vesistöolot ovat entisellään. Tämä johtuu pilaamisluvan edellytysharkinnan sopeutumislaitteesta uusiin vesiensuojelullisiin tarpeisiin.

Luvanaikainen ns. velvoitetarkkailu perustuu nyttemmin välittömästi lakiin. Tarkkailutulosten asianmukaisuus ei liioin ole esteenä istutusmäärien pienentämiselle. Joskus katselmustoimituksen pitämistä on pidetty KHO:ssa tarpeellisena, mutta asiaa ei ole kuitenkaan palautettu toimituksen suorittamiseksi, jos uusi lupakausi on tulossa vesioikeuden käsittelyyn. Tarkkailuvelvoite koskee yhdenmukaisesti meri- ja sisävesistöalueita. Luvanvaraisen toiminnan jatkuvuus voidaan myös saattaa riippuvaiseksi tarkkailun tuloksista (esim. KHO 25.3.1985 t. 1126).

Rehua, fosforimäärää ym. koskevat lupamääräykset ovat jo tavanomaisia. Toiselta puolen näitä seikkoja ei aina harkita viran puolesta; KHO on saattanut jättää tutkimatta fosforivaatimuksen sillä perusteella, ettei vaatimusta ole tehty vesioikeudessa. Sama koskee yleensäkin ns. harkinnanvaraisia lupamääräyksiä. Myös rehun ennakkokäsittelyä ja ylikuokinnan rajoittamista koskevia määräyksiä käytetään. Laista johtuva ns. huolellisuusvelvoite (VL 2:3) saattaa aiheuttaa sen, että rehunkäytössä tms. joudutaan menettelemään tarkemminkin kuin lupapäätöksessä on edellytetty; usein tästä velvoitteesta määrätään myös lupapäätöksessä.

Vesiensuojelumaksun kuten mahdollisesti myös kalataloutta palvelevan kalanhoitomaksun käyttö on mahdollista kalanviljelylaitosten lupien yhteydessä. Maksujen määräämisperusteet ovat erilaiset, mutta kummankin määrääminen edellyttää vesioikeudellisen luvan tarvetta, joten pelkästään ennakoilmoitusvelvollisen laitoksen yhteydessä maksuja ei voida käyttää. Vesiensuojelumaksun määräämisedellytyksiin voidaan vaikuttaa sijoituspaikan, laitoksen koon ja rehun valinnoilla.

Vedenjohtamis- ja rakentamisluvat ovat yleensä sellaisia, ettei niitä tarvitse uusida, kun taas pilaamisluvat ovat joko määräaikaisia tai tarkistamisenvaraisia. Määräaikaisen luvan ollessa kysymyksessä jatkolupa voidaan evätä mm. tarkkailutulosten perusteella, kun taas tarkistamisenvarainen lupa yleensä on voimassa toistaiseksi ja sen määräyksiä ainoastaan tarkistetaan. Silti kumpaankin lupatyyppiin voidaan sen voimassa ollessakin kajota olosuhteiden muuttuessa (VL 10:25). Laitoksia laajennettaessa on myös katsottu, ettei laajennusosia tule käsitellä lupateknisesti erikseen, vaan samassa vesistönosassa olevaa laitospokonaisuutta tulee harkita samassa menettelyssä. Tämä saattaa koskea myös eri yrittäjien lähekkäin olevia laitoksia, koska pilaamisluvan osalta aikaprioriteetti ei yleensä perusta suojattua asemaa elinkeinotoiminnan harjoittamiseen.

KALANKASVATUKSEN VALVONTAOHJELUONNOKSESTA

ERKKI KAUKORANTA

Ympäristöhallitus

Vesi- ja ympäristöhallitus on lähettänyt kalankasvatuksen valvontaohjeluonnoksen lausunto-
kierrokselle. Valvontaohjeluonnoksen eräänä keskeisenä tavoitteena on siirtyä tuotantorajoit-
teisesta luvasta kuormitusperusteiseen lupan. Tämä tarkoittaa sitä, että laitoksen vesistökuor-
mitukselle asetetaan raja-arvot, joiden noudattamista valvotaan. Kasvattajalla on mahdollisuus
pienentää laitoksensa vesistökuormitusta mm. siirtymällä ympäristöä vähemmän kuormittaviin
rehuihin ja alentamalla laitoksensa rehukerrointa. Vastikkeeksi kasvattaja saa mahdollisuuden
tuottaa enemmän kalaa kuormitusrajan puitteissa.

Vesilain muutokset, valtioneuvoston periaatepäätös vesiensuojelun tavoiteohjelmasta vuoteen
1995 sekä Itämerenmaiden ympäristöministeriöiden julkilausuma (15.2.1988) edellyttävät
vesiensuojelun tehostamista. Viimeksi mainitun perusteella Itämeren ravinnekuormitus tulisi
vähentää puoleen vuoden 1987 tasolta vuoteen 1995 mennessä.

Vesiensuojelutavoitteiden saavuttamiseksi on tarpeen siirtyä kuormituspohjaiseen lupatyyppiin,
vähentää käytössä olevien rehujen ravinnepitoisuutta, tehostaa sijainninhjausta, rajoittaa
puutteellisella vesiensuojelutekniikalla varustettujen laitosten perustamista erityisesti Saaristo-
merelle, Suomenlahdelle ja sisävesille sekä kiristää olemassa olevien laitosten vesiensuojelu-
vaatimuksia lupien uusimisen yhteydessä.

Kalankasvatus on kehittynyt erittäin voimakkaasti 1980-luvulla ja sen kuormituksen kasvu on
aiheuttanut lisääntyviä haittoja muille vesien käyttömuodoille. Vuonna 1980 kalankasvatuksen
tuotanto oli 4,7 miljoonaa kiloa vuodessa ja vesistökuormitus 66 tonnia fosforia ja vuonna
1985 tuotanto oli 10,3 miljoonaa kiloa ja kuormitus 134 tonnia fosforia ja noin 1 030 tonnia
typpeä, vuonna 1988 tuotanto oli 16,3 miljoonaa kiloa ja kuormitus noin 210 tonnia fosforia
ja 1 550 tonnia typpeä. Vuonna 1989 tuotannon arvioidaan olevan noin 21-23 miljoonaa kiloa
ja fosforikuormituksen noin 300 tonnia ja typpikuormituksen 2 200 tonnia.

Luonnoksen ja lausunnoissa esiin tulevan perusteella valmistellaan uusi kalankasvatuksen
valvontaohje, joka on tarkoitus käsitellä vesi- ja ympäristöhallituksen istunnossa tämän vuoden
kuluessa. Valvontaohje koskee vesi- ja ympäristöpiirejä ja sitä tullaan soveltamaan vesi- ja
ympäristöhallinnon valvontatoiminnassa.

Lausuntoja on pyydetty ympäristöministeriöltä, maa- ja metsätalousministeriöltä, vesioikeuksil-
ta, vesiylioikeudelta, korkeimmalta hallinto-oikeudelta, vesi- ja ympäristöpiireiltä, kalastuspii-
reiltä, lääninhallituksilta, Suomen Lohenkasvattajain liitolta, Teollisuuden keskusliitolta ja

Suomen luonnonsuojeluliitolta.

Seuraavassa luonnehdin joidenkin tärkeimpien lausunnonantajien kommentteja. Tässä vaiheessa niistä ei vielä ole käytettävissä laajempaa yhteenvetoa, koska sain lausunnot 4.-6.4.1990.

Yleisesti ottaen vesiylioikeus piti luonnosta tavoitteeltaan ja keinoiltaan hyvänä ja tarpeellisena. Itämeren ravinnekuormituksen vähentäminen puoleen vuoteen 1995 mennessä VNpp:n ja kansainvälisen suosituksen perusteella VYO katsoi edellyttävän toimenpiteitä myös monilla ympäristönsuojelusektoreilla. Kalankasvatus muodostaa suhteellisen pienen osan kokonaiskuormituksesta eikä yleistavoitteeseen pääsemisen tarkoituksena voi olla se, että nimenomaan kalankasvatuksen aiheuttama kuormitus olisi pienennettävä puoleen vuden 1987 tasosta. VYO pitää sitä yksipuolisena ja yhteen elinkeinonhaaraan kohdistuvana iskuna.

Sijainninhjauksen osalta VYO pitää hyvänä sitä, että alueellisia vesiensuojelusuunnitelmia laaditaan sinne missä jo on tai minne suunnitellaan merkittävää kalankasvatusta.

Aikaprioriteettiperiaatteen osalta vesiylioikeus toteaa, ettei sen noudattaminen aina johda parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen.

Laitosten yksikkökoon suhteen VYO toteaa sen, että voimassa olevilla luvilla toimivista laitoksista moni on luonnoksen suosituksia selvästi isompi ja sijaitsee vesiensuojelun ja muun vesien käytön kannalta epäedullisessa paikassa. VYO kannattaa yksikkökuormituksen edelleen pienentämistä.

Kuormitusperusteisen luvan perusteluja VYO piti hyvinä. Vesistökuormituksen vähentäminen ominaiskuormitusta alentamalla sekä kasvattajien ja rehunvalmistajien kannustaminen vesiensuojeluun on VYO:n mielestä oikein.

Vesiensuojelumaksun osalta VYO:n lausuntoon liittyi kaksi eriävää mielipidettä. VYO viittasi 14.3.1990 äänestyksen jälkeen antamaansa täysi-istuntoratkaisuun (VYO 42/1990). Siinä enemmistö katsoi (äänin 9-8), ettei ollut edellytyksiä velvoittaa verkkoallaslaitosta suorittamaan vesiensuojelumaksua. Päätös ei ole lainvoimainen ja vesi- ja ympäristöhallitus tulee valittamaan siitä.

Uusilta maa-allaslaitoksilta tulisi VYO:n mielestä aina edellyttää kehittyneintä tekniikkaa. Vanhojen maalaitosten osalta ei aina voida edellyttää kovin suuria investointeja, jolloin niiden osalta myös vesiensuojelumaksu tulee harkittavaksi.

Kalankasvatuslaitosten luvat on määrätty oikeuskäytännössä yleensä määräaikaikaisiksi, joskin viime aikoina on myönnetty myös toistaiseksi voimassa olevia lupia, ei kuitenkaan vesiylioikeus-

keudessa. Vesiylöikeuden käsityksen mukaan ainakin verkkoallaslaitosten luvat tulee myöntää määräaikaisina.

Suomen Lohenkasvattajain liitolta saatiin 10-sivuinen lausunto, johon liittyi kaksi monisivuista liitettä. Liitto viittaa maa- ja metsätalousministeriön asettaman toimikunnan työskentelyyn. Toimikunnan tehtävänä on kalanviljelyn tavoiteohjelman laatiminen ja sen määräaika päättyy 31.1.1991. Liitto katsoo olevan kaikkien edun mukaista, ettei uutta valvontaohjetta vahvisteta ennen toimikunnan työn tulosten merkitysten selviämistä.

Liitto pitää VNpp:n ja ministerijulkilausuman tavoitteita oikeansuuntaisina, mutta ennen valvontaohjeen vahvistamista tulisi laatia vesiensuojelun valtakunnallinen tavoiteohjelma. Lisäksi VYH:n tulisi laatia kokonaisuohjelma siitä, miten tavoitteisiin päästäisiin ja ovatko asetetut tavoitteet realistisia ja miten määrittellä eri tuotantoalojen vesiensuojelutavoitteet ottamalla huomioon tulevaisuuden kysyntätarpeet, alan kypsyyssaste ja kehitysnäkymät.

Liiton mielestä Suomen merialueella tapahtuvan kalankasvatuksen osuus koko Itämeren ravinnekuormituksesta on siksi vähäinen (0,2 %), ettei kalankasvatuksen kuormituksen vähentämiselle ole perusteita. Viiden prosentin muutos Itämeren vuotuisessa kalansaaliissa aiheuttaa fosforikuormitukseen yhtä suuren muutoksen kuin koko Suomen kalankasvatus.

Sijainninohjaus ja laitosten yksikkökoon pienentäminen ovat liiton mielestä pahasti ristiriidassa elinkeinovapauden harjoittamisen kanssa. Ne tuleekin poistaa yleisestä tavoiteosasta. Laitoskoko voidaan määrittää jokaisessa yksittäistapauksessa erikseen.

Liitto kannattaa kuormitusperusteisiin lupiin siirtymistä. Silloin tulisi kuitenkin luopua muista lupaehtoina käytetyistä rajoituksista kuten allastilavuudesta, vedenkäyttömäärästä ja rehunkäyttömäärästä. Ne voitaisiin esittää luvan johdanto-osassa, kuten tuotannon määräkin.

Rehujen ravinteiden määrää ja pitoisuutta koskevat raja-arvot tulisi liiton mielestä poistaa ohjeesta perusteettomina.

Verkkoallaslaitosten perustamista koskeville rajoituksille ei ole liiton mielestä perusteita ja niitä tuleekin lieventää huomattavasti.

Veden käytön osalta on tarpeen sallia ylitykset poikkeuksellisissa tapauksissa. Happipitoisuuden tulee lohikalan kasvatuksessa olla normaalisti vähintään 6-7 mg/l, eikä hetkeksikään alle 5 mg/l.

Vesiensuojelumaksun määrääminen muille kuin itsepuhdistuvilla altailla toimiville laitoksille on liiton mielestä kovin yksipuolinen tulkinta. Nykyisellään vesiensuojelumaksulle ei ole

kunnollisia perusteita. Lupien keston ja määräaikaaisuuden osalta liitto esittää ensisijaisesti myönnettäviksi toistaiseksi voimassa olevia lupia, joiden tulee olla voimassa kuitenkin vähintään 10 vuotta.

Liiton mielestä joiden tietojen varmentaminen tilintarkastajien allekirjoituksella ei perustu lakiin eikä valvontaviranomaiselle voida antaa suurempaa oikeutta kuin laki sallii.

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos esittää lausunnossaan mm. seuraavaa:

Kalankasvatuksen nykyinen valvontaohje on monilta osin vanhentunut, joten uuden ohjeen aikaansaaminen on tärkeää. Nykyisessä lupakäytännössä ympäristöpoliittisiin tavoitteisiin on pyritty elinkeinopoliittisin keinoin asettamalla kiinteitä tuotantokattoja. Menettely ei ole ollut vesiensuojelun kehittämistä kannustava.

Ohjeluonnoksessa esitetty siirtyminen kuormitusperusteiseen lupatyyppiin on tärkeä ja välttämätön edistysaskel elinkeinon ja sen vesiensuojelun kehittämiseksi.

Ohjeluonnoksen rajoitukset ja velvoitteet on kuitenkin esitetty yksioikoisina tai kaavamaisina ja ne ovat siten ristiriidassa kuormitusluvan vesiensuojelutavoitteiden kanssa. Kategoriset reunaehdot, sijaitialuekiellot ja tekniikkamääräykset tulisi poistaa ohjeesta.

Maa- ja metsätalousministeriö on 16.3.1990 asettanut toimikunnan laatimaan 31.1.1991 mennessä ehdotusta kalanviljelyn tavoiteohjelmaksi. Toimikunnassa on mm. ympäristöministeriön ja vesi- ja ympäristöhallinnon edustus. Koska kyseisen toimikunnan tehtäviin kuuluu myös kalanviljelyn vesiensuojelun tarkastelu, on perusteltua odottaa toimikunnan työn tuloksia ennen valvontaohjeen lopullista hyväksymistä.

Yksityiskohtaisen muutosesityksen osalta RKTL:n lausunto oli monipuolinen, asiantunteva ja varsin perusteellinen. Erityisesti siinä kritisoitiin rehuille asetettuja ravinnepitoisuusrajojen ja laitosten yksikkökoon rajoittamista sekä sijainnonohjauksen subjektiivisia perusteluja.

Teollisuuden keskusliitolta saadun lausunnon mukaan Suomen kalarehujen valmistava teollisuus pitää tärkeänä, että kalankasvatusta pyritään kehittämään siten, että sen vesistökuormitusta vähennetään. Teollisuus pitää siksi oikeana, että valvontaohjeen lähtökohtana on kuormitusperusteisuus pelkän aikaisemman tuotanto- ja rehunkäyttöperusteisuuden sijasta. Koska kokonaiskuormituksen valvonta on muuten vaikeaa, kuormitusta jouduttaneen ehdotuksen tapaan arvioimaan laskennallisesti rehun ravinnepitoisuuden perusteella. Ravinnepitoisuuden lisäksi on kuormitusta arvioitaessa otettava kuitenkin huomioon myös rehukerros, jolloin tulee huomioon otetuksi myös rehun tehokkuus kalan kasvun kannalta.

Rehujen ravinnepitoisuuden aiheuttamaa kuormitusta on siis tarkasteltava kalan rehusta saaman ja tarvitseman ravinnon pohjalta. On huomattava, että vähäravinteista rehua on vastaavasti käytettävä enemmän, jotta kala saa siitä riittävästi ravintoa. Näin ollen teoriassa vähemmän kuormittavaa rehua saatetaan joutua käyttämään siten, että käytännössä siitä voi tulla enemmän kuormittava vaihtoehto. Rehujen ravinnepitoisuuksiin liittyvän säätelyn tulee siksi perustua riittävään ja luotettavaan tutkimusaineistoon.

Kalanrehuteollisuuden tekemien tutkimusten pohjalta arvioiden valvontaohje-ehdotuksessa esitetyt kuivarehujen fosfori- ja typpitasoon liittyvät vuosille 1992 ja 1995 esitetyt tavoitteet eivät voi perustua kasvatettavan kalan ravinnontarpeesta tehtyyn tutkimukseen.

Esitämme siksi niiden poistamista nyt annettavasta kalankasvatuksen valvontaohjeesta. Esitämme edelleen, että viranomaisten ja teollisuuden yhteisillä tutkimuksilla selvitetään lisää kalojen ravinnontarvetta sekä optimaalista rehun käyttöä. Mikäli tutkimukset antavat nykyisestä poikkeavaa uutta tietoa, 1990-luvun myöhemmät suositukset annetaan vasta tämän tiedon perusteella.

LUONNONRAVINTOVIILJELYN KUORMITUS JA VALVONTA

ESA SOLISMAA

Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri

1. Alkusanat

Kalanpoikasten viljely luonnonravintolammikoissa on kalakantojen hoidon kannalta välttämätöntä ja siltä osin vesistöjen kalastus- ja virkistyskäyttöä edistävää toimintaa. Luonnonravintolammikoiden rakentaminen ja käyttö saattaa kuitenkin aiheuttaa myös haitallisia vesistövaikutuksia, tältä osin lammikoiden vaikutusten seuranta ja mahdollisten ristiriitojen selvittäminen kuuluvat vesi- ja ympäristöpiirille ja kunnan ympäristönsuojelulautakunnalle. Kokonaisuutena luonnonravintoviljelyn ympäristövaikutukset ja vaikutusten selvitystarpeet ovat olleet selvästi vähäisempiä kuin keinoruokintaan perustuvassa kalankasvatuksessa.

Seuraavassa on tarkasteltu luonnonravintoviljelyn kuormitusta Eeva Laitisen Ksvy:ssä tekemien, raportointivaiheessa olevien tutkimusten pohjalta, sekä luonnonravintolammikoiden valvontaa Ksvy:n ja VYH:n kokemusten perusteella.

2. Luonnonravintoviljelyn kuormitus

2.1. Keski-Suomen luonnonravintolammikoilla tehdyt tutkimukset

2.1.1. Johdanto

Keski-Suomessa on runsaasti pieniä luonnonravintolammikoita, joiden ympäristövaikutukset tulivat aika ajoin esille eri yhteyksissä. Lammikoiden epäiltiin aiheuttavan haitallisia vaikutuksia alapuolisissa vesistöissä, mutta vaikutusten suuruutta ei oltu missään ainakaan yleisemmin selvitetty. Tästä heräsi valvontaviranomaiselle tarve ryhtyä tutkimaan asiaa, jotta voitaisiin varmemmin ottaa kantaa uusien lammikoiden rakentamista ja sijoittamista sekä mm. lammikoiden lannoittamista koskeviin kysymyksiin. Tässä vaiheessa voidaan todeta, että työkenttä osoittautui paljon monivaihteisemmaksi, kuin aloitettaessa osattiin arvata. Tutkimukset aloitettiin vuonna 1987 ja raportin pitäisi valmistua kevään 1990 aikana.

2.1.2. Vuoden 1987 tutkimus

Tutkimukset aloitettiin kartoittamalla Keski-Suomen läänin alueella olevat luonnonravintolammikot mahdollisimman tarkkaan. Tavoitteena oli selvittää, mitä eri lammikkotyyppisiä oli olemassa, jotta jatkotutkimuksiin voitaisiin valita mahdollisimman edustavia lammikoita. Kartoitus tehtiin harjoittelijatyönä kesällä 1987 yhteistyössä luonnonravintotuottajien kanssa

siten, että pääasiassa Keski-Suomen luonnonravintotuottajat ry:n jäsenluettelon perusteella käytiin paikan päällä keräämässä kunkin tuottajan lammikoita koskevat tiedot kartoituslomakkeelle.

Lammikoista koottiin omistaja- ja sijaintitiedot, rakennuspaikan ominaisuuksia koskevia tietoja, lammikon koko, ikä ja vesitystapa, tiedot vuoden 1986 kasvatuksesta ja 1987 istutuksista sekä kalkituksesta ja lannoituksesta. Lammikosta tehtiin myös karkea asemapiirros ja sijainti merkittiin kartalle. Kustakin lammikkoryhmästä otettiin yhdestä altaasta vesinäyte, josta analysoitiin kokonaisfosfori ja pH.

2.1.3. Tulokset vuonna 1987

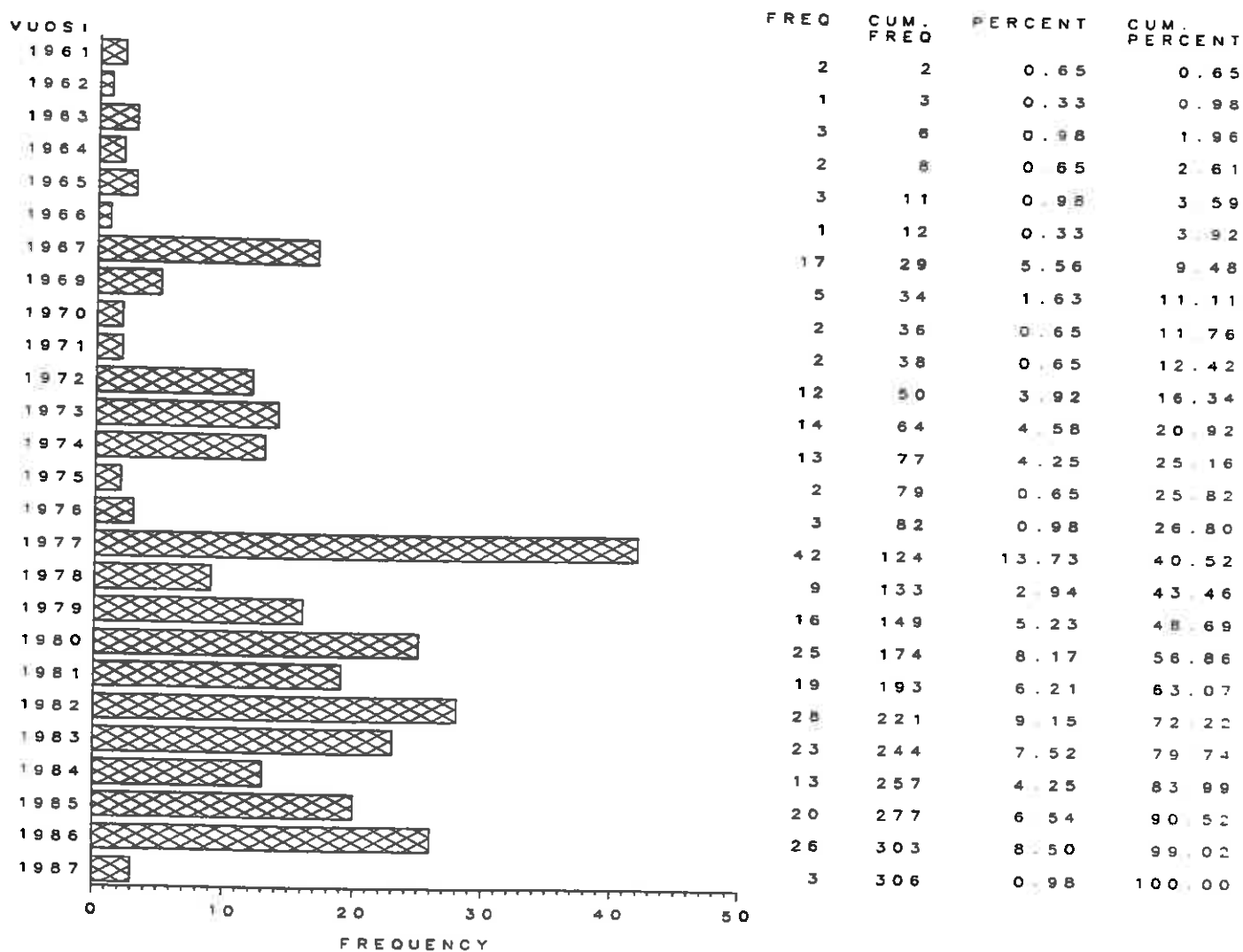
Luonnonravintolammikoita oli kartoituksessa mukana olleilla 80 tuottajalla yhteensä 304 kpl. Enimmillään yhdellä omistajalla oli 21 lammikkoa. Lammikoista suurin osa sijaitsi Saarijärven kaupungin alueella (69 %), jossa ne olivat edelleen keskittyneet muutaman pienehkön Saarijärven reitin haaravesistön alueelle. Keski-suomalaiset lammikot ovat muuhun maahan verrattuna yleensä pieniä, keskikoko oli tässä tutkimuksessa 0,9 ha. Lammikoiden keskisyvyys oli 1,1 metriä.

Kartoituksessa mukana olleiden lammikoiden ikä vaihteli 26-0 vuoden välillä, valtaosa lammikoista oli rakennettu vuoden 1976 jälkeen. Lammikoiden rakentamisvuodet näkyvät kuvassa 1.

Tutkittujen lammikoiden fosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 15-380 mg/m³ (ka = 87 mg/m³) ja pH-arvot välillä 5,5-9,7 (ka = 6,95). pH- ja fosforipitoisuuksien jakautuminen on esitetty kuvassa 2.

Useimmissa lammikoissa kasvatettiin vuonna 1987 siikaa (196 kpl), toiseksi eniten kuhaa (48 kpl) ja lopuissa harjusta (21 kpl) sekä järvitaimenta ja puronieriää kumpaakin yhdessä altaassa. Istutustiheys ja takaisinsaantiprosentti olivat v. 1986 keskimäärin siialla 52 000 kpl/ha ja 39 % sekä kuhalla 53 000 kpl/ha ja 43 %. Keskipituudet olivat siialla 10,3 cm ja kuhalla 7,3 cm.

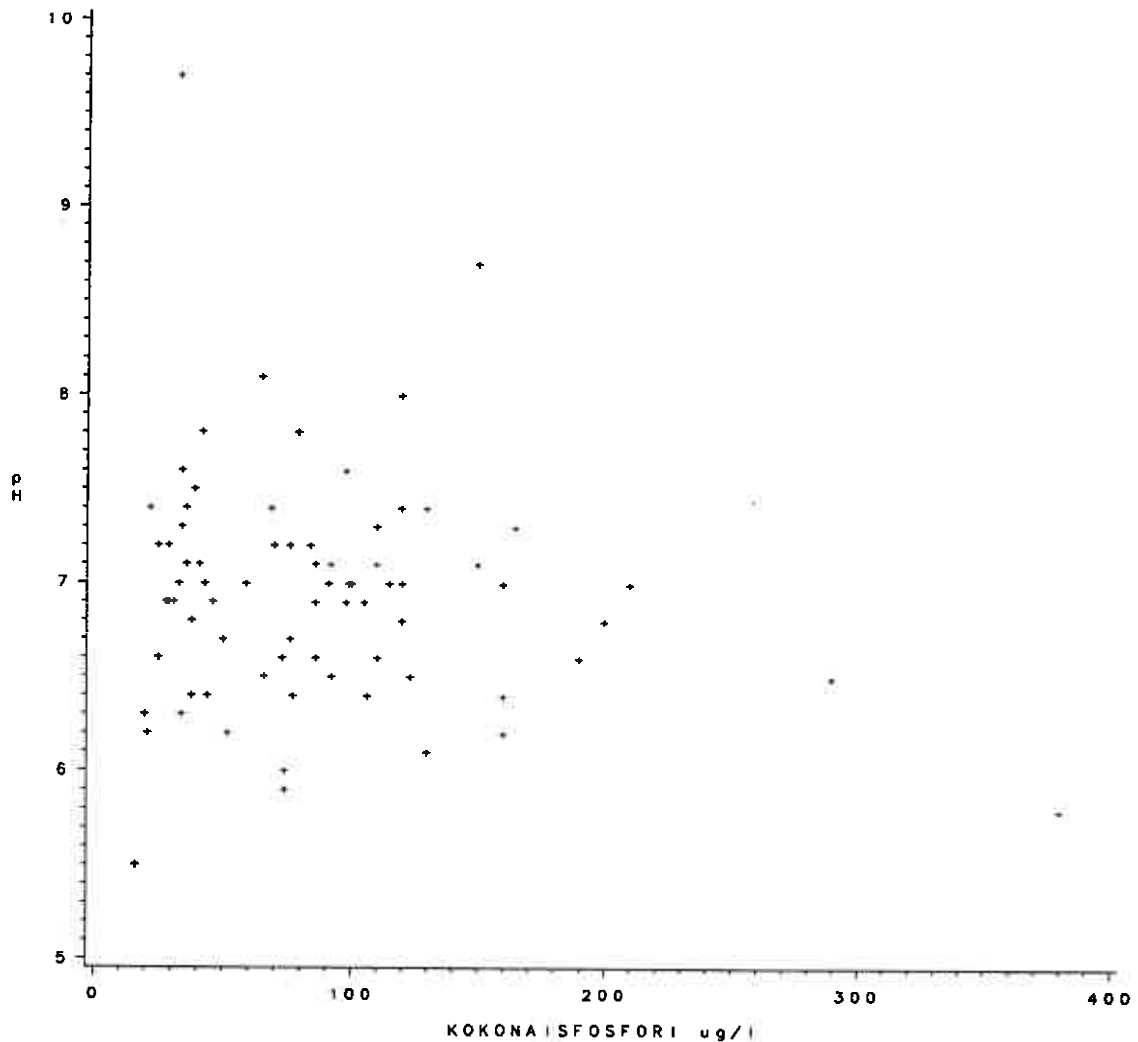
LAMMIKOIDEN PERUSTAMISVUOSI



Kuva 1. Lammikoiden perustamisvuosi.

KOK - P:N JA PH:N SUHDE

LR - LAMMIKOT 1987



Kuva 2. Kokonaistypen ja pH:n suhde luonnonravintolammikoissa vuonna 1987.

Lammikoita oli kalkittu keskimäärin 2 200 kg/ha, kalkitus vaihteli tarpeen mukaan. Suurin osa kartoitetuista lammikoista oli lannoittamattomia. Lammikoiden lannoitukseen oli käytetty sekä väkilannoitteita että karjanlantaa. Lannoituksesta saadut tiedot olivat usein epätarkkoja, mihin osasyynä voi olla pelko 'tarkempaan syyniin' joutumisesta. Yleisesti lammikkokasvattajat kuitenkin suhtautuivat kartoitukseen myönteisesti, mitä osaltaan edisti tuottajayhdistyksen mukanaolo tutkimuksen järjestelyssä.

2.1.4. Vuoden 1988 tutkimukset

Lammikkokartoituksen perusteella valittiin tarkempaa tutkimista varten kaksitoista erityyppistä lammikkoa Saarijärven kaupungin alueelta. Tavoitteena oli selvittää, onko lammikon maaperäl-

lä, kalkituksella, lannoituksella tai lammikon iällä merkittävää vaikutusta lammikon veden laatuun. Näytteitä lammikoista otettiin kasvatusaikana 14.6.-16.8. neljä kertaa, joista kolmella ensimmäisellä tutkittiin vain kokonaisfosfori ja pH.

Lammikoiden lisäksi seurattiin veden laatua kolmessa Saarijärven reitin sivuvesistössä kesän ja tyhjennyskauden aikana. Näytepisteitä oli yhteensä seitsemän, joista viisi sijaitsi lammikko-ryhmien alapuolisissa puroissa ja kaksi Iso-Haarasen järvestä. Näytteitä otettiin 28.6.-20.9.1988 välisenä aikana 7-10 kertaa kultakin pisteeltä. Näytteistä tehtiin vain fysikaalis-kemiallisia määrittelyksiä. Näytteenoton yhteydessä puroista ja ojista mitattiin siivikolla virtaama.

2.1.5. Tulokset vuonna 1988

Lammikon perustamispaikka vaikutti veden laatuun siten, että metsämaalle perustettujen lammikoiden vesi oli keskimäärin happamampaa (pH = 6,5) kuin peltopohjaisissa lammikoissa (pH = 7,0). Fosforipitoisuuksissa ei metsä- ja peltolammikoiden välillä ollut merkittäviä eroja. Tulokseen saattaa vaikuttaa lannoituksen ravinnepitoisuuksia tasaava vaikutus.

Lammikon ikä vaikutti lannoittamattomissa lammikoissa fosforipitoisuuteen alentavasti, mikä on odotettu tulos. Johtokyky, pH ja alkaliniteetti olivat vanhemmissa lammikoissa korkeammat kuin uusissa.

Lammikon lannoituksen vaikutus veden laatuun ei tullut näkyviin, kun tarkasteltiin kaikkia lammikoita lannoituksen perusteella jaoteltuna. Syynä tähän on se, että luonnostaan karujen lammikoiden lannoitus yleensä vain tasaa luontaisia ravinne-eroja. Kolmen lammikon avulla seurattiin lannoituksen välitöntä vaikutusta lammikon veden fosforipitoisuuteen. Lammikot olivat ominaisuuksiltaan hyvin samanlaisia, niistä yhtä ei lannoitettu (A) ja kahta (B ja C) lannoitettiin superfosfaatilla. Lannoituksen vaikutus veden fosforipitoisuuteen oli huomattava. Taulukossa 1 on esitetty tulokset tästä vertailusta.

Taulukko 1. Lannoituksen vaikutus luonnonravintolammikoiden veden fosforipitoisuuteen.

pvm	lannoitus kg/ha		kokonaisfosfori µg/l		
	B	C	A	B	C
14.6.			22	44	84
21.6.	2,3	2,7			
30.6.	5,7				
12.7.			24	220	160
13.7.		3,3			
03.8.			42	140	240
06.8.	5,7				
16.8.			41	150	190

Kalkituksen vaikutus ei näkynyt pH:n eroina, koska vain liian happamia lammikoita kalkitaan. Kalkitus näytti sen sijaan nostavan kokonaistypen määrää ja alkaliniteettia.

Tutkimuksen tuloksena löydettiin melko vähän selvästi erillisiä lammikon veden laatuun vaikuttavia tekijöitä, mihin osaltaan vaikuttaa se, että tutkittavia lammikoita oli vähän suhteessa muuttujien määrään. Yleensäkin luonnonravintolammikot poikkeavat toisistaan niin monilla tavoin, että yksittäisen ympäristötekijän vaikutus lammikon veden laatuun on hyvin vaikea selvittää.

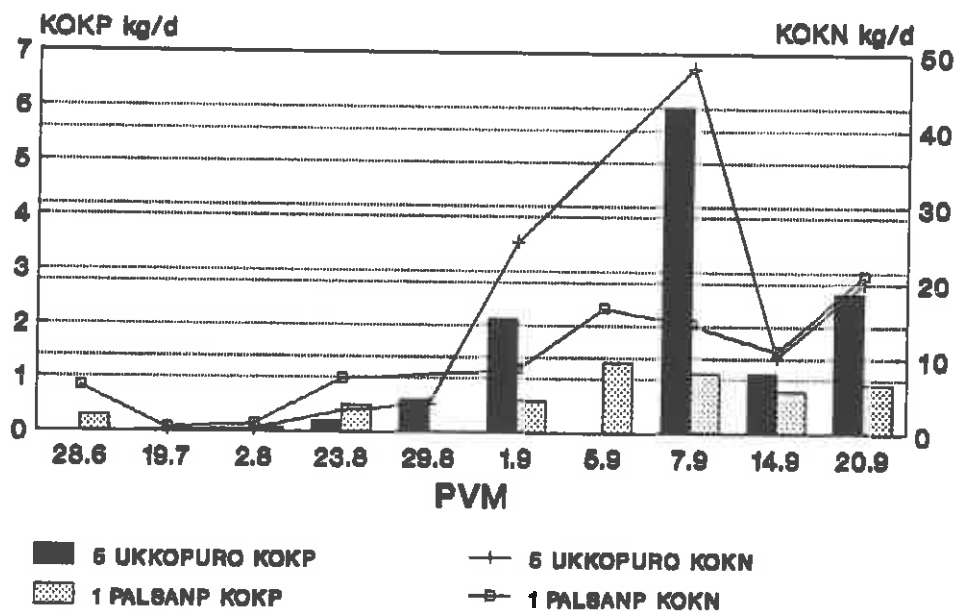
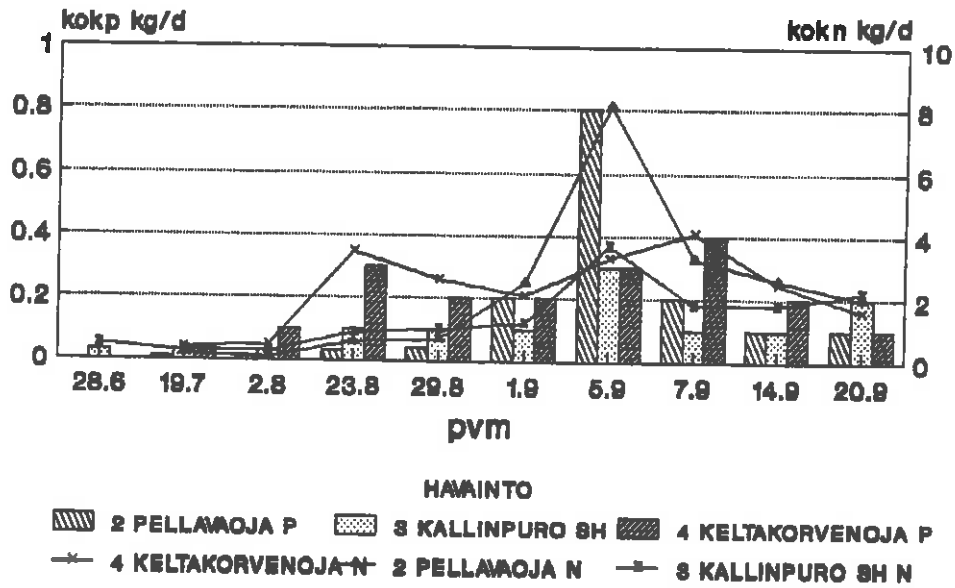
Taulukossa 2 on esitetty vuonna 1988 vesistönäytepisteiden ominaisuuksia.

Taulukko 2. Vesistönäytepisteiden ominaisuuksia vuonna 1988. Pisteet: 1 = Palsanpuro, 2 = Pellavaoja, 3 = Kallinpuron sivuhaara, 4 = Keltakorvenoja, 5 = Ukkopuro, 6-7 = Iso-Haaranen.

piste nro	valuma- alue km ²	yläpuoliset lammikot			lammikko %
		kpl	ha	1000 m ³	
1	18	33	28	363	1,56
2	0,8	8	10	130	12,5
3	0,7	8	7	81	10,0
4	1,9	7	8	110	4,21
5	4,4	35	22	300	5,00
6-7	53	54	35	400	0,65

Lammikoiden tyhjennyksen vaikutus oli selvästi havaittavissa veden laadun heikentymisenä etenkin pisteillä 1 ja 5 sekä lievemmin pisteillä 2 ja 3 sekä järvinäytepisteillä 6 ja 7. Ainevirtaamina ravinteiden lisäys näkyy kaikissa pisteissä. Kuvassa 3 on esitetty kokonaisfosforin ja kokonaistypen ainevirtaamat purohavaintopaikoilla eri ajankohtina.

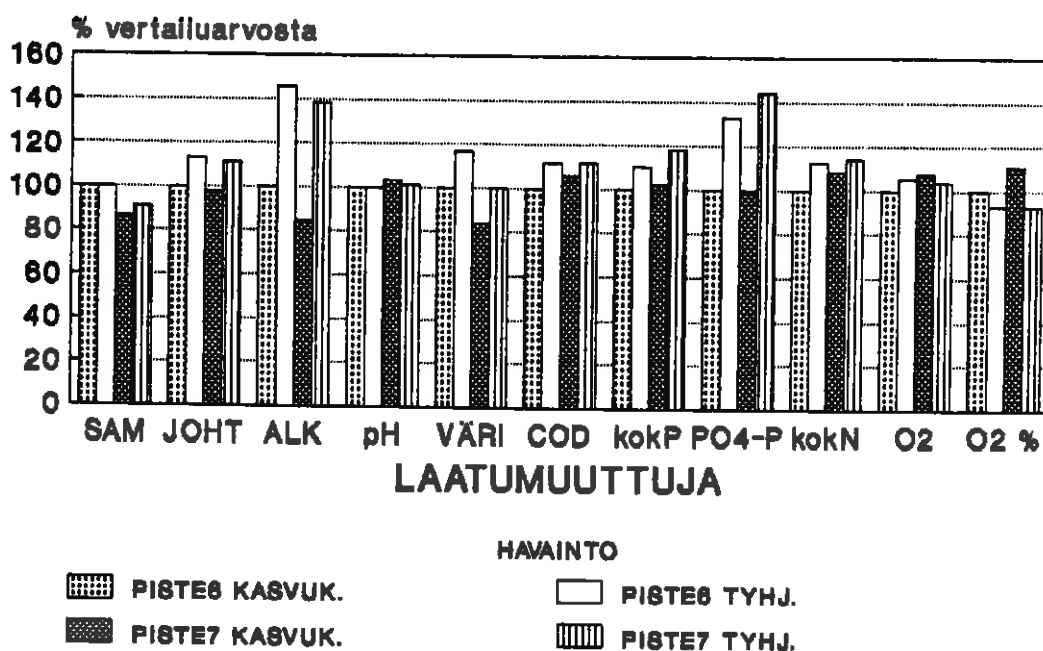
KOKP JA KOKN Ainevirtaamat kg/d



Kuva 3. Kokonaisfosforin ja kokonaistypen ainevirtaamat purohavaintopaikoilla eri ajankohti-na.

ISO-HAARANEN

Suhteellinen veden laatu 1988 (1 m ka)



Vertailuarvo -piste 6 kasvukaudella

Kuva 4. Iso-Haaranen järven kahden havaintopisteen pintanäytteiden suhteellinen veden laatu jaettuna kasvatuskauteen ja tyhjennyskauteen.

Kuvassa 4 on puolestaan Iso-Haaranen järven kahden havaintopisteen pintanäytteiden suhteellinen veden laatu jaettuna kasvatuskauteen ja tyhjennyskauteen. Järvinäytteissä saattaa osaltaan vaikuttaa myös syyskierron aiheuttama veden sekoittuminen veden laatua heikentävästi.

2.1.6. Vuoden 1989 tutkimukset

Kesän 1989 tutkimuksilla pyrittiin saamaan tarkempi kuva yksittäisen lammikon ainetaseesta ja tyhjennysvaiheen kuormituksesta. Tämän vuoksi tutkimuskohteeksi valittiin lammikoita, joihin ei tyhjennysvaiheessa tule vesiä yläpuolisista lammikoista. Edelleen pyrittiin ottamaan mukaan olosuhteiltaan ja hoidoltaan eri tyyppisiä lammikoita. Tutkittavia lammikoita oli yhteensä 11 kpl ja niistä otettiin vesinäytteitä 27.6. - 27.9. välisenä aikana yhteensä 80 kpl. Tyhjennysaikana näytteitä otettiin useissa tapauksissa päivittäin ja samalla seurattiin altaan vedenpinnan alenemaa.

Tyhjennyksen jälkeen syksyllä altaiden pinta-alat ja syvyyskäyrät mitattiin maastossa, jotta voitiin laskea lammikon vedenkorkeustilavuuskäyrä. Näin saatiin selville, kuinka paljon eri näytteiden välillä lammikosta oli juoksettu vettä, ja tämän avulla voitiin varsin tarkasti laskea lammikosta poistuneet ainemäärät.

2.1.7. Tulokset vuonna 1989

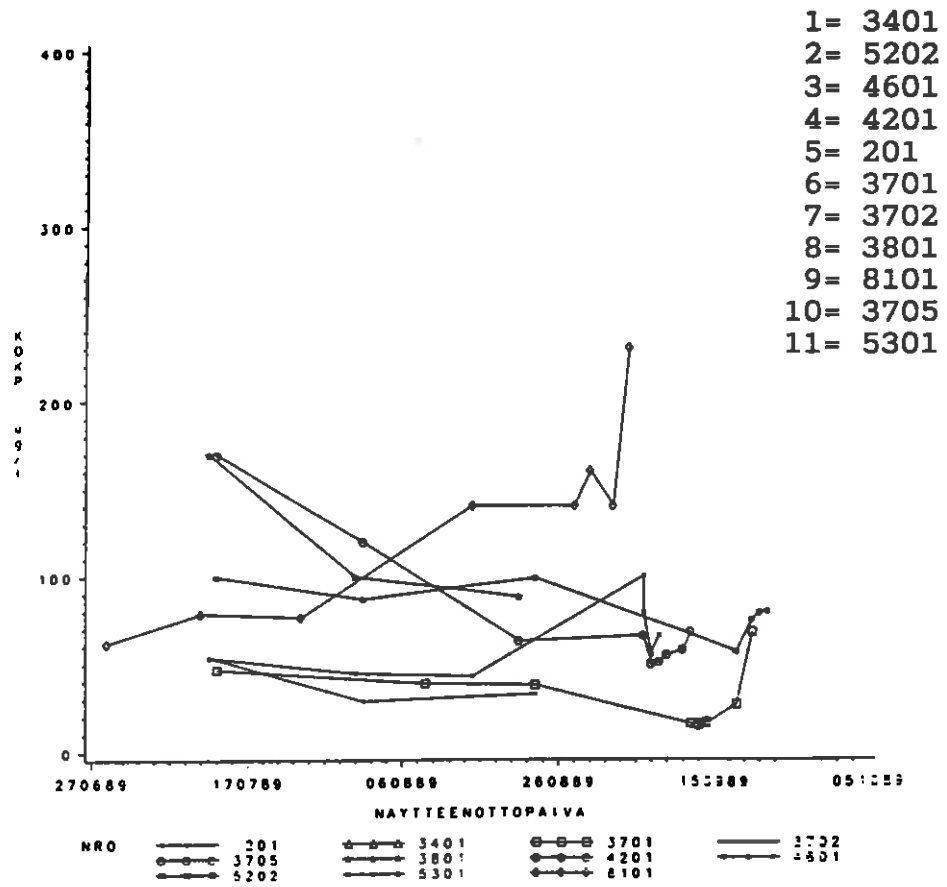
Lammikot poikkesivat toisistaan iän, maaperän, kalkituksen, lannoituksen, koon ja valuma-alueen suhteen. Kaikkien näiden muuttujien mukaan jaoteltuna ryhmät jäävät hyvin pieniksi, eikä eri tekijöiden vaikutus lammikon veden ja purkuvesien laatuun tule kovin hyvin esiin. Tämän vuoksi seuraavassa on jaoteltu lammikot pelkästään lannoituksen mukaan lannoitettuihin ja lannoittamattomiin. Lammikoista oli lannoitettuja neljä ja lannoittamattomia seitsemän. Lannoitukset oli yhtä kertaa lukuunottamatta tehty ennen ensimmäistä näytteenottokertaa, joten lannoituksen vaikutus alkutilanteeseen verrattuna ei tullut esille.

Kuvissa 5-6 on esitetty kokonaisfosforipitoisuuden kehitys lannoittamattomissa ja lannoitetuissa lammikoissa tutkimusjakson aikana. Tyhjennysvaihe erottuu kuvissa näytteenottopisteiden tihentymänä. Valtaosalla lammikoista fosforipitoisuus joko laski tai pysyi melko vakiona kasvatuskauden ajan. Tyhjennysvaiheessa lammikosta poistuvan veden pitoisuus nousi loppua kohden huomattavastikin.

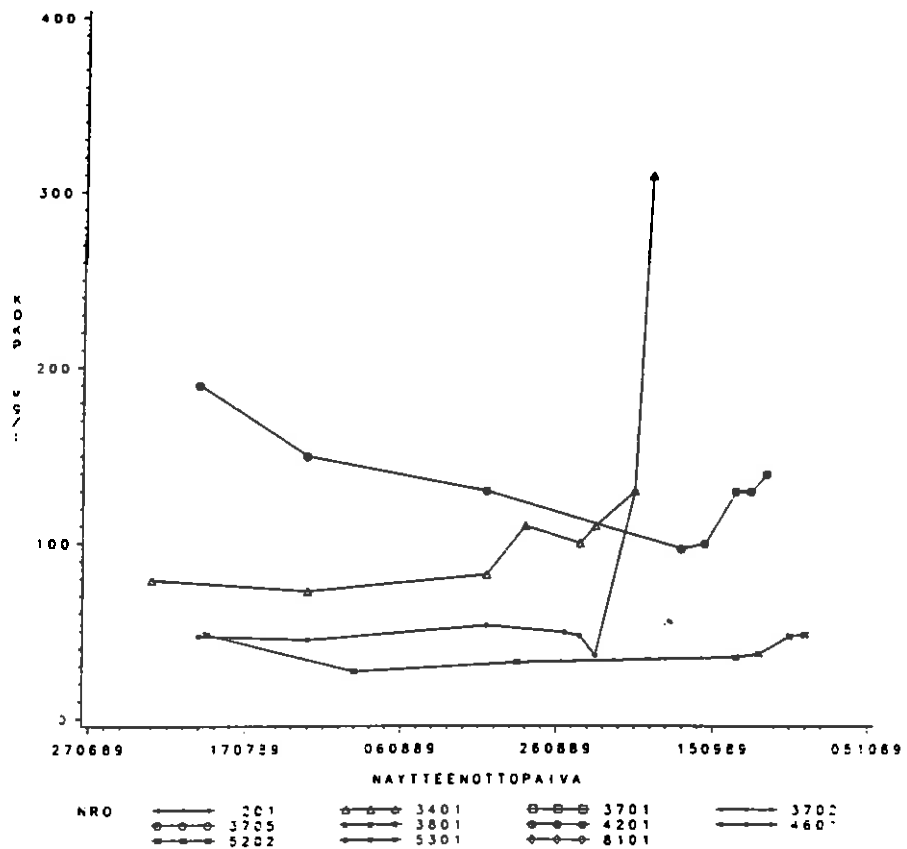
Mitään merkittävää eroa lannoitettujen ja lannoittamattomien lammikoiden välillä ei ole havaittavissa, vaan fosforipitoisuuden kehitys kasvukaudella on hyvin yksilöllistä. Tämä johtuu osittain muista lammikoiden veden laatuun vaikuttavista tekijöistä, toisaalta lannoituksen suurin vaikutus on mukana jo ensimmäisissä analyyseissä.

Fosfaattifosforin osalta erot lannoitettujen ja lannoittamattomien lammikoiden välillä näyttävät selvemmilä. Kuvien 7-8 perusteella voisi arvioida, että lannoitetuista lammikoista ainakin joissakin tapauksissa lähtisi tyhjennysvaiheen lopulla enemmän leväkasvulle käyttökelpoista fosforia kuin lannoittamattomista. Viimeisten näytteiden pitoisuuksiin saattaa kuitenkin tyhjennyksen vaiheella olla huomattava vaikutus.

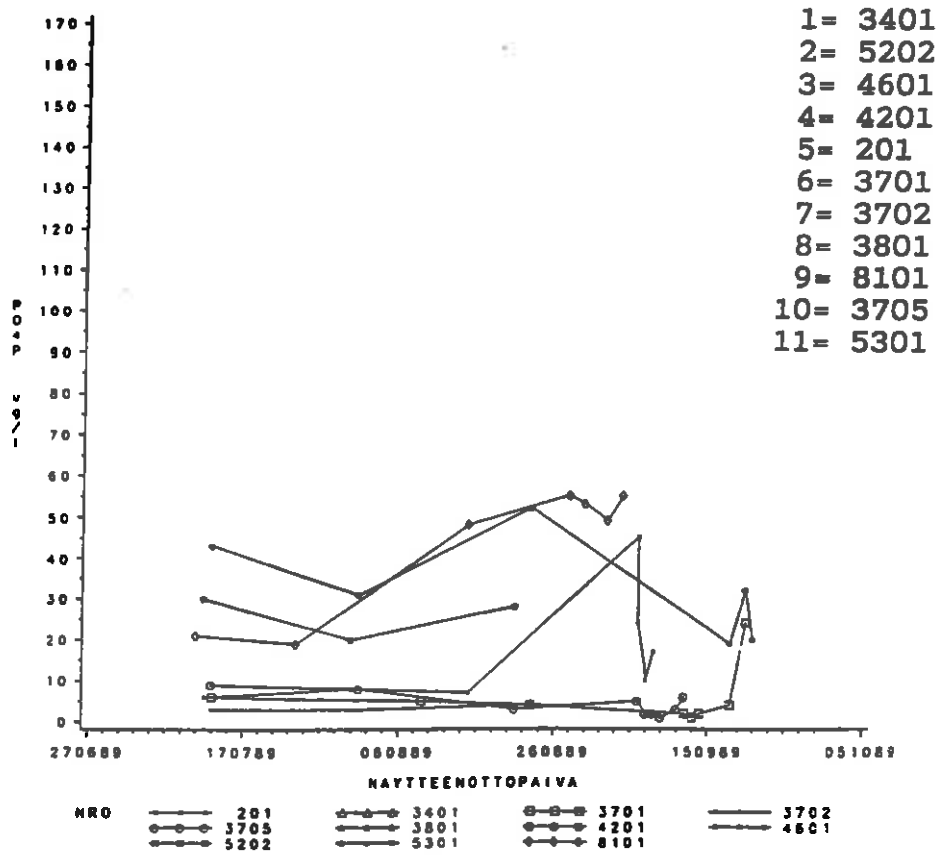
Kiintoaineen, typen ja raudan pitoisuudet kehittyivät samaan tapaan kuin fosforipitoisuudet. Tulosten perusteella voidaan päätellä, että tyhjennysvaiheen lopulla tapahtuva ravinnepitoisuuksien nousu johtuu lammikon pohjalta lähtevästä kiintoainepitoisesta vedestä. Pitoisuuksien nousu tässä vaiheessa ei kuitenkaan ole tyhjennyskuormitusta ajatellen kovin merkittävää, koska jäljellä oleva vesimäärä on vähäinen.



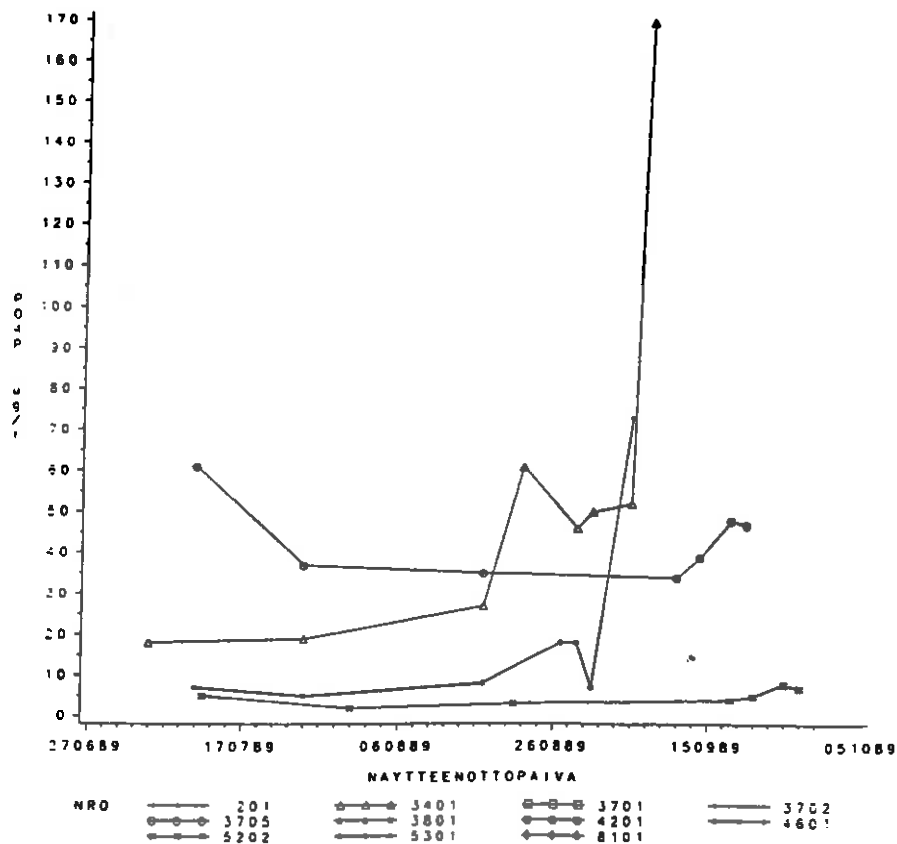
Kuva 5. Kokonaisfosforipitoisuuden kehitys lannoittamattomissa luonnonravintolammikoissa.



Kuva 6. Kokonaisfosforipitoisuuden kehitys lannoitetuissa luonnonravintolammikoissa.



Kuva 7. Fosfattifosforipitoisuuden kehitys lannoittamattomissa luonnonravintolammikoissa.



Kuva 8. Fosfattifosforipitoisuuden kehitys lannoitetuissa luonnonravintolammikoissa.

Tyhjennysvaiheessa altaista lähtevä fosforikuormitus vaihteli välillä 0,2-2,3 kg/ha ollen keskimäärin 0,9 kg/ha. Typpikuormitus vaihteli välillä 5,3-21,9 kg/ha ja keskimäärin se oli 10,2 kg/ha. Taulukossa 3 on esitetty lammikoittain niiden tyhjennyskuormat. Lammikot 1-4 ovat lannoitettuja ja muut lannoittamattomia. Kaksi lammikkoa tyhjennettiin jo kesällä eikä niiden tyhjennyskuormaa voitu seurata.

Taulukko 3. Lammikkoiden tyhjennyskuormat. Lammikot 1-4 ovat lannoitettuja ja muut lannoittamattomia.

lammikko nro	pinta-ala ha	tyhjennyskuormitus			
		kgP	kgP/ha	kgN	kgN/ha
1	2,1	2,6	1,3	26,6	12,9
2	0,4	0,2	0,4	2,6	6,0
3	1,2	0,9	0,8	10,9	9,1
4	7,0	7,8	1,1	82,0	11,8
5	0,4	0,2	0,5	2,5	6,6
6	0,3	0,1	0,2	1,8	6,3
9	4,6	10,6	2,3	100,0	21,9
10	0,5	0,1	0,3	2,8	5,3
11	0,6	0,5	0,9	7,2	12,3
k-arvo	1,9		0,9		10,2

Ylivoimaisesti suurin kuormitus oli ensimmäistä vuotta käytössä olleella lannoittamattomalla lammikolla, jonka täyttövesi otettiin pumppaamalla järvestä. Tämä oli samalla ainoa lammikko, josta tämän tutkimuksen yhtydessä saatiin määritettyä myös täyttöveden sisältämät ravinteet. Lammikon kuormitukseksi tuli täyttövesien mukana tulleiden ravinteiden vähennyksen jälkeen 2,0 kgP/ha ja 14,2 kgN/ha.

2.2. Tulosten tarkastelu

Edellä esitetyt tulokset perustuvat vielä keskeneräisen tutkimuksen aineistoon ja lopullisessa raportissa aineistoa käsitellään huomattavasti perusteellisemmin ja saatetaan myös päätyä joiltakin osin erilaisiin johtopäätöksiin.

Luonnonravintolammikon tyhjennyskuormitus riippuu lammikon veden laadusta ja vesitilavuudesta. Tässä tutkimuksessa pystyttiin tarkasti selvittämään tyhjennyskuorman suuruus, mutta täydellisen ainetaseen selvittäminen edellyttäisi vielä tutkimusta siitä, miten lammikon täyttövesien laatu muuttuu heti niiden tullessa lammikkoon ja ensimmäisten viikkojen aikana. Samalla pitäisi myös arvioida sitä, mikä vaikutus kuormituksen siirrolla keväästä syksyyn on pidemmän ajan kehityksen kannalta.

On ilmeistä, että lannoitus nostaa myös tyhjennysvaiheessa vesien ravinnepitoisuutta, koska eroa lannoitettujen ja lannoittamattomien lammikoiden veden laadun kehityksessä kasvukaudella ennen tyhjennystä ei voitu todeta. Näin ollen lannoitus myös lisää tyhjennysvaiheessa lammikosta lähtevää ravinnekuormitusta.

Tämän tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että luonnonravintolammikon tyhjennysvesien aiheuttama fosforikuormitus vastaisi keskimäärin peltoviljelyalueelta tulevaa vuosikuormaa, minkä nykyisin arvioidaan olevan keskimäärin 1 kgP/ha. Uusilla tai voimakkaasti lannoitetuilla lammikoilla kuormitus saattaa kuitenkin olla merkittävästi suurempi.

Näissä tutkimuksissa on ollut mahdollista tutkia vain tavanomaisia fysikaalis-kemiallisia kuormitustekijöitä, joten tulokset eivät ole kokonaisvaikutuksia ajatellen tyhjettäviä. Luonnonravintolammikoiden vesistövaikutusten tarkempi selvittäminen sopisi luonteensa puolesta hyvin osaksi yleisempiä hajakuormitusta ja luonnonhuhutoutumaa koskeviin selvityksiin.

3. Luonnonravintolammikoiden valvonta

3.1. Valvonnan perusteet

Vesi- ja ympäristöpiiri tai kunnan ympäristönsuojelulautakunta valvoo vesilain ja sen perusteella annettujen määräysten noudattamista alueellaan. Luonnonravintolammikko saattaa tulla valvontakohteeksi rakentamisen tai käytön perusteella.

Lammikon rakentamista koskevat vesilain 2 luvun määräykset, mikäli rakentaminen katsotaan vesistöön rakentamiseksi. Yleensä kyse on aina vesistöön rakentamisesta, mikäli lammikko tehdään luonnonlampeen tai vesistöksi luettavasta purosta patoamalla. Myös kauempana vesistöstä olevan lammikon rakentamiseen saattaa liittyä vesistöön rakentamista veden otto- tai tyhjennyslaitteiden osalta.

Vesioikeuden lupa rakentamiseen on tarpeen, mikäli siitä aiheutuu vesilain 1 luvun 12-15 §:ssä mainittu haitallinen seuraus. Luvan myöntämisen edellytyksenä tältä osin on, että rakentamisesta saatava hyöty on siitä aiheutuviin haittoihin, vahinkoon ja muihin edunmenetyksiin verrattuna huomattava. Joissakin tapauksissa lammikon rakentaminen saattaa edellyttää maa-ainesten ottolupaa. Esimerkkinä Keski-Suomesta voidaan mainita hanke, jossa on tarkoitus rakentaa luonnonravintolammikko soranottoalueelle pohjavedenpinnan alapuolelle. Tällöin herää helposti ajatus, että kysymys on kuitenkin enemmän soranotosta kuin kalojen luonnonravintokasvatuksesta.

Lammikon täyttäminen ja tyhjentäminen vaikuttavat aina vedenotto- ja purkuvesistöön ja myös tältä osin täytyy toimia vesilain mukaisesti. Vedenottamista koskevat määräykset ovat vesilain 9 luvussa, jonka 2 §:n mukaan muun kuin talousveden ottamiseen vesistöstä tarvitaan vesioikeuden lupa, mikäli vedenottaja ei ole vesialueen osakas tai ottamisesta aiheutuu 1 luvun 12-15 §:n mukainen haitallinen seuraus. Mikäli lammikko täytetään pintavedellä muualta kuin vesistöstä, veden ottamista ei yleensä tarvitse tarkastella em. vesilain kohtien perusteella. Mikäli lammikkoa täytetään tai vesivarastoa kesän kuluessa täydennetään pohjavedellä, täytyy tältä osin noudattaa myös 9 luvussa olevia pohjaveden ottamista koskevia määräyksiä.

Lammikon tyhjentäminen saattaa aiheuttaa vesilain 1 luvun 19 §:n mukaista vesistön pilaantumista, jolloin toimenpiteelle vaaditaan vesioikeuden lupa. Luvan myöntäminen edellyttää tällöin vesilain 10 luvun 24 §:n mukaan, että toimenpiteestä aiheutuva haitta on katsottava saatavaan etuun verrattuna suhteellisen vähäiseksi, eikä pilaavan aineen poistaminen tai vesistöön päästämisen estäminen ole kohtuullisin kustannuksin mahdollista. Jos tyhjennysvedet johdetaan ojaan ja siitä aiheutuu vesilain 1 luvun 20 §:n mukaisia haitallisia seurauksia mutta ei vesistön pilaantumista, on lupaa haettava ympäristönsuojelulautakunnalta.

3.2. Valvonta Keski-Suomessa

Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiirin alueella luonnonravintolammikot ovat yleensä pienikokoisia ja sen vuoksi myös yksittäisen lammikon aiheuttamat haitat ovat yleensä vähäisiä. Tähän mennessä yhdelläkään keskisuomalaisella lammikolla ei ole vesioikeuden lupaa, koska vesilain mukaista vesistön pilaantumista ei ole katsottu aiheutuvan ja haitankärsijät ovat antaneet suostumuksen lammikon rakentamiseen. Valtaosa vanhemmista lammikoista on rakennettu ilman, että piiri olisi millään tavalla ollut mukana asian käsittelyssä. Osaltaan valvontapainetta vähentää se, että läänin lammikot ovat keskittyneet tietyille pienehköille vesistöalueille, joilla mahdolliset haitankärsijät ovat usein itsekin lammikkotuottajia. Naapurit eivät tällöin kovin herkästi valita toisen kasvattajan lammikon aiheuttamista haitosta.

Uudempien lammikoiden osalta lammikon rakentaja on usein joko oma-aloitteisesti tai naapurien valitusten kautta vesi- ja ympäristöpiirin aloitteesta pyytänyt lammikon rakentamisesta piirin lausunnon. Huomattava osa lammikoista on kuitenkin edelleen jäänyt tulematta viranomaisten tietoon. Lammikkokartoituksen ja annettujen lausuntojen perusteella voidaan arvioida, että vuoden 1985 jälkeen noin puolet rakennetuista lammikoista on sellaisia, joista vesi- ja ympäristöpiiri on antanut lausunnon.

Vesi- ja ympäristöpiiri on yleensä lausunnossaan ottanut kantaa omistusasioihin, lammikon rakentamistapaan, lannoitukseen ja kalojen ruokintaan sekä lammikon tyhjennykseen. Omistussuhteisiin on ollut tarve puuttua esimerkiksi silloin, kun lammikkoa on suunniteltu vanhaan luonnonlampeen, joka on saattanut olla yhteistä vesialuetta. Tällöin on tarpeen vähintään

vesialueen omistajien suostumus hankkeen toteuttamiseen. Rakentamisen osalta on kiinnitetty huomiota patojen kestävyYTEEN ja mahdolliseen patoturvallisuuslain mukaiseen asian käsitte-lyyn. Tarvittaessa on myös esitetty huomautus maa-ainesluvan tarpeellisuudesta.

Lammikon käytön osalta on piirin lausunnoissa ollut yleisenä periaatteena, että lammikkoa ei saa lannoittaa ja siinä olevia kaloja ei saa ruokkia. Mikäli toimintaa näiltä osin muutettaisiin olisi hankkeesta pyydettyvä uusi lausunto. Lammikon tyhjennys on esitetty tehtäväksi siten, että purkuvesistössä esiintyy mahdollisimman vähän samentumista ja liettymistä. Joissakin tapauksissa on esitetty laskeutusaltaan rakentamista tyhjennysvesille.

Usein lausunnossa on vielä edellytetty tyhjennysvesistössä toimivan kalastuskunnan tai lähimpien naapureiden suostumusta hankkeen toteuttamiseen, ellei sellaista ole ollut jo lausun-
topyyntöön mukana.

Uuteen vaiheeseen luonnonravintolammikkojen valvonnassa Keski-Suomessa tultiin 2.3.1989, kun vesiylioikeus antoi päätöksen, jossa järven ranta-asukkaiden vireillepaneman virka-apuha-kemuksen johdosta velvoitettiin Joutsassa sijaitsevalle 4 ha:n luonnonravintolammikolle hakemaan vesioikeuden lupa. Kyseinen lammikko oli mukana piirin tutkimuksessa 1989, jolloin sen tyhjennyskuormitukseksi saatiin 10,6 kg fosforia. Itä-Suomen vesioikeus oli omassa päätöksessään syyskuussa -89 katsonut, että lupa ei olisi tarpeen. Tämä ennakkotapauksen luonteinen päätös tulee jossain määrin vaikuttamaan piirin valvontakäytäntöön.

3.3. Vesi- ja ympäristöhallituksen kanta

Vesi- ja ympäristöhallituksella ei tähän saakka ole ollut yhtenäisiä luonnonravintolammikoiden valvontaa koskevia ohjeita. Tähän on ollut syynä lammikoiden suhteellisen pienet ympäristö-vaikutukset verrattuna kalankasvatustiloihin, minkä vuoksi myöskään muut vesistön käyttäjät eivät ole olleet vastustamassa lammikkokasvatusta. Ajan myötä kuitenkin on tullut tarpeelliseksi yhtenäistää suhtautumista luonnonravintolammikoihin ja tietyvästi valvontaa koskevat ohjeet tullaan lähiaikoina antamaan vesi- ja ympäristöpiireille.

Vesi- ja ympäristöhallituksen kanta eräisiin luonnonravintolammikon rakentamisessa ja käytössä esiin tuleviin seikkoihin ilmenee hyvin Kuusamossa sijaitsevan Maunujärven luonnonravintolammikon lupa-asiassa Pohjois-Suomen vesioikeudelle annetussa lausunnossa.

Lausunnossa vesi- ja ympäristöhallitus katsoo, että mikäli luonnonravintolammikkoa lannoite-taan, toiminta on verrattavissa tavanomaiseen kalankasvatukseen, ja siitä voi aiheutua vesilain 1 luvun 19 §:n tarkoittamaa vesistön pilaantumista. Edelleen VYH katsoo, että karjanlannan käytölle luonnonravintolammikon lannoituksessa ei ole perusteita sen aiheuttamien hygieenis-ten, esteettisten ja hajuhaittojen vuoksi. Lisäksi karjanlannan sisältämä ravinnemäärä on

vaikeasti kontrolloitavissa ja sen sisältämä orgaaninen aines kuluttaa vesistön happivaroja. Karjanlanta on helposti korvattavissa keinolannoitteilla, jolloin suoranaiset haitat jäävät selvästi vähäisemmiksi.

Jotta vesilain mukainen edullisuusvertailu luvan myöntämistä harkittaessa voidaan tehdä, tulisi myös keinolannoituksen hyöty ja siitä aiheutuvat haitat pystyä selkeästi tuomaan esiin. Tämä edellyttää tutkimusta siitä, miten paljon kalojen kasvua tai muita ominaisuuksia voidaan lannoituksella hakemuksen mukaisissa olosuhteissa parantaa. Tällaista tutkimustahan on jonkin verran tehty mm. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen toimesta.

Maunujärven tapauksessa katsottiin, ettei lannoituksen tuottamaa hyötyä oltu hakemuksessa selvästi osoitettu, minkä vuoksi lupaa lannoitukseen esitettiin vain kokeilumielessä määrääjäksi. Mikäli lannoituksen haitat ovat saatavaan etuun nähden vähäistä suurempia, lannoitukseen ei ole vesilain mukaisia perusteita (VL 10:24 §).

Maunujärveä koskevassa lausunnossaan vesi- ja ympäristöhallitus esittää rajoitettavaksi altaaseen lisättävien lannoitteiden sisältämän kokonaisfosforimäärän sekä tyhjennysvesien kokonaisfosforipitoisuuden. Myös kalkituksen osalta katsotaan, että sen tulee perustua asiantuntija-arvioon kalkitustarpeesta.

Pilaantumisvaikutuksen seuraamiseksi Maunujärvellä katsotaan tarpeelliseksi veden laadun seuranta ja myös lammikon hoitopäiväkirjan pito. Koska lannoituksen ja tyhjennysvesien vaikutukset alapuoliseen vesistöön eivät ole varmuudella arvioitavissa tulisi lupa myöntää määräaikaisena.

3.4. Yhteenveto

Luonnonravintolammikoiden valvonnassa pätevät samat periaatteet kuin muillakin vesistöön vaikuttavilla toiminnoilla. Lammikoiden ja niiden sijaintivesistöjen ominaisuudet vaihtelevat hyvin paljon ja tämän vuoksi kutakin tapausta pitää tarkastella sen todellisten ympäristövaikutusten pohjalta yleisperiaatteiden asettamien rajojen puitteissa. Edellä olevassa on käsitelty toisaalta pienten, muutaman hehtaarin kokoisten lammikoiden ja toisaalta 300 ha:n suuruisen luonnonravintolammikoksi muutetun järven valvontaa. On selvää, että näiden ympäristövaikutukset ovat hyvin erilaiset ja myös valvontatoimenpiteiden ja velvoitteiden täytyy olla oikeassa suhteessa vaikutuksiin. Edellisessä kohdassa esitettyjä periaatteita on kuitenkin syytä mahdollisuuksien mukaan soveltaa myös pienemmillä lammikoilla vaikka ne eivät vesioikeuden lupaa tarvitsisikaan, koska alapuolisen vesistön kannalta on sama, tuleeko tyhjennysvesien aiheuttama kuormitus yhdestä 300 ha:n vai sadasta 3 ha:n altaasta.

Kirjallisuus

Laitinen, E. 1990. Keski-Suomen luonnonravintolammikoiden kuormitusselvitys. Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri (julkaisematon).

Vesi- ja ympäristöhallitus 1990. Lausunto Pohjois-Suomen vesioikeudelle Maunujärven luonnonravintolammikon rakentamista ja käyttöä koskevassa hakemusasiassa.

VALVONTAMÄÄRÄYSTEN VAIKUTUKSET LAITOKSEN TOIMINNASSA

RAIMO JÄPPINEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Laukaan keskuskalanviljelylaitos

1. LKKVL:n velvoitetarkkailu - Peurunkajärven säännöstely ym.

Itä-Suomen vesioikeus on 15.4.1976 antamallaan päätöksellä No 55/Ym/76 myöntänyt Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitokselle luvan säännöstellä Peurunkajärven vedenjuoksua järven luusuassa olevalla padolla, johtaa vettä Peurunkajärvestä hakijan maalla olevalle kalanviljelylaitokselle kalankasvatusta varten, pitää veden johtamista varten tarvittavat vedenjohdot Peurunkajärvestä paikoillaan, sekä päästää laitoksella käytetty vesi ja kertyvät asuma- ja sosiaalijätevedet Peurunkajokeen, jota ei määrätä viemäriksi.

Keski-Suomen vesipiirin (nyk. vesi- ja ympäristöpiiri) vesitoimiston kirjeessä 2.11.1976 on annettu ohjeet tarkkailun suorittamiseksi.

1.1. Vedenkorkeudet

Peurunkajärven vedenkorkeudet: mittaus ja kirjaus päivittäin, ilmoitus vesitoimistoon kuukausittain.

1.2. Peurunkajokeen johdettava vesi

Peurunkajoen vesimäärä: virtaaman mittaus luusuan yläsyöksypadolta päivittäin, kirjaus päivittäin, ilmoitus kuukausittain.

1.3. Salmensillan asteikko

Asteikon seuranta (julkinen, yleisön nähtävissä).

1.4. Istutukset Peurunkajärveen

Velvoiteistutukset ja ilmoitus istutuksista kauden 1.5.-31.12. annettavan raportin yhteydessä.

2. LKKVL:N käyttötarkkailu

2.1. Laitokselle johdettavat vesimäärät

Laitoksen vedenkulutus: mitattava päivittäin vedenottamoon rakennetun mitta-asteikon ja graafisen purkautumiskäyrän avulla, kirjaus päivittäin, ilmoitus kuukausittain (käytännössä nyk.

lukemat mitta-asteikolta, kirjaus tietokoneeseen, joka ohjelmoitu laskemaan vedenkulutus ko. tietojen avulla; kohdat 1.1 ja 1.2 menettely samoin).

2.2. Rehumäärä

Rehunkulutus ilmoitettava vesitoimistolle kahdesti vuodessa: punnitukset päivittäin/automaattien täytön yhteydessä, rehukirjanpito kuukausittain, raportointi 1.1.-30.4. ja 1.5.-31.12. koskevilta aikaväleiltä. Ko. ilmoituksissa on eriteltävä rehunkäyttö kuukausittain (kuiva- ja tuorerehu).

2.3. Kalamäärät

Kalamäärät ilmoitettava vesitoimistolle kahdesti vuodessa: kalastokirjanpito allaskohtaisesti allas/kalastokortiston avulla, perustamis- ja siirtotapahtumien kirjaus, kuolleisuusseuranta päivittäin/viikoittain.

2.4. Kalataudit

Ilmoitettava vesitoimistolle ja MMM:n kalastus- ja metsästysosastolle (nyk. VELL, läänineläinlääkäri, vesi- ja ympäristöpiiri): kalojen terveystarkkailu päivittäin, kuolleisuusseuranta altaittain, näytelähetykset tarvittaessa VELL:iin, ilmoitukset asianosaisille tahoille.

2.5. Lietteen poistaminen

Ilmoitettava tarvittaessa/vuosittain vesitoimistolle (myös vesilautakunnalle): lietteen poisto päivittäin/viikoittain pyöröselkeyttimiin ja pumppaus selkeytys/imeytysaltaisiin, altaiden pesu/desinfiointit tarvittaessa, paksuimman lietteen keräys maa-altaista ja imeytys/poisto pelloille kahdesti vuodessa, ilmoitus vuosittain vesitoimistolle.

3. LKKVL:n kuormitustarkkailu

3.1. Laitokselle tuleva vesi

Näyte otetaan kerran kuukaudessa laitoksen pinta- ja pohjaputkesta virtaamien suhteita painottaen. Näytteestä määritetään: kok.P, kok.N, BHK₇, KHK, pH, väri ja sähkönjohtokyky: konsultti hoitaa, kts. 3.2.

3.2. Laitokselta lähtevä vesi

Poistuvasta vedestä otetaan kokoomanäyte 12 tunnin ajalta 2 tunnin välein Tamppikosken kohdalta: nykyisin on tehty konsulttisopimus Jyväskylän ympäristöntutkimuskeskuksen kanssa

vuosittain, joka hoitaa määritykset (samat kuin kohta 3.1, lisäksi enterokokit) ja raportoinnin vesitoimistoon. Kokoomanäytepisteitä on nykyisin useassa kohtaa laitoksen poistovesikanavissa, ja myös laitokselle tulevasta vedestä otetaan samalla näyte ja tehdään määritykset. Näytteet ja määritykset tehdään kerran kuukaudessa konsultin oman aikatauluohjelman puitteissa: päivittäin laitoksella seurataan tulevan vesimäärän käyttöä ja Peurunkajokeen menevää ohivirtausta, joita tietoja konsultti tarvitsee.

3.3. Saostusaltaan ylivuotoputkesta lähtevä vesi

Näyte kokoomanäyte, kun saostusallas toiminnassa, näytteestä määritetään kok.P. Ilmoitukset kuten kohdassa 3.1.

Nykyisin saostusaltaan käyttö on ollut vähäisempää pyöröselkeyttimien käyttöönoton jälkeen. LKKVL:n osalta on ollut mielekästä se, että vesioikeuden lupa ko. ehtoineen on ollut voimassa toistaiseksi.

Tällä hetkellä kuitenkin laitoksen saneerauksen ja uusien toimintaedellytysten parannuttua vireillä uusi lupahakemus Peurunkajärven juoksutussäännön muuttamiseksi ja uuden säännösteilypadon rakentamiseksi, sekä kolmannen tulovesiputken rakentamiseksi Peurunkajärveen. Katselmuskokous asian tiimoilta on pidetty ja valitusaika meneillään. Itä-Suomen vesioikeus antaa aikanaan uudet valvontamääräykset. Mitä mahdollisia muutoksia tulee nykyisiin ehtoihin verraten, ei ole tiedossa.

Taulukko 1. Valvontamääräysten aiheuttamat toimenpiteet ja ajankäyttö käytännössä.

T = työn osuus (tarvittavat toimenpiteet, seuranta), K = kirjaus, R = raportointi

Kohde	pv/t	vko/t	kk/t	mää/t	Yhteensä vuosi/t
-Peurunkajärven vedenkork.	T 1/2	K 1	R 1		228
-Peurunkajoen virtaama	T	K	R		
-laitoksen vedenkäyttö	T 1	K 1	R 1		396
-Salmensillan vesiasteikko		TK 1	R 1		72
-rehumäärät	T 1	K 1	KR 4	R 8	448
-kalamäärät	T 1	K 1	K 8	R 40	512
-lietteen poisto	T 1/2	T 2		TR 16	280
-kalasairaudet	T 1/2	TK 1	TK 2	R 2	242
-istutusvelvoite				TR 20	20
-kuormitustarkk.	KONSULTTI HOITAA				
Yhteensä:					2198

AUTOMAATION MAHDOLLISUUDET VESITYKSEN JA KUORMITUKSEN VALVONNASSA

SEPPO TOSSAVAINEN

Itumic Oy

1. Johdanto

Automaation suunnittelussa on pidettävä mielessä, että automatisointikustannusten on oltava kohtuulliset eli yksityisen kalanviljelijän on pystyttävä kuolettamaan investointinsa kustannus alle kolmessa vuodessa. Kuitenkin systeemin käyttöajan on oltava paljon pitempi.

Kalankasvattajan ja vesiviranomaisen näkökulmat on pyritty ja pyritään ottamaan huomioon entistä enemmän. Tarkoituksena on päästä jonkinlaiseen yhteisymmärrykseen laitosten raportoinnissa. Seuraavana esitettävät ominaisuudet sisältyvät ITUMIC Oy:n valmistamaan ITU Salmo Systeemiin.

2. Vesityksen valvonta

2.1. Hyötynäkökohdat

Vesityksen valvonnan hyötyä tarkastellaan kalankasvattajan ja vesiviranomaisen näkökulmasta.

Kalankasvattaja saa hyvän vesityksen valvontasysteemin avulla turvallisuutta kalankasvatukseen. Automaatio jaksaa väsymättä valvoa ympäri vuorokauden. Tämä vähentää laitosten työvoimakustannuksia sekä vapauttaa työvoimaa muuhun toimintaan.

Automaation keräämän vesityshistorian avulla kalankasvattaja voi suunnitella ja kehittää laitoksensa tuotantoa. Todellisen tiedon pohjalta on helppoa valita laitokselle sopivat kalalajit sekä kasvatusmäärät.

Hyvän vesityksen valvontasysteemin avulla voidaan kalojen rehunkäyttö ja kasvutulos optimoida: annetaan kaloille rehua juuri sopiva määrä eri ympäristön olosuhteissa. Tämän ansiosta kalojen kasvu lisääntyy, mutta samalla hukkarehu vähenee, syntyy kustannussäästöä ja vesistön kuormitus vähenee. Eli uusi kuormitusperusteinen valvontaohje suosii automaatiota.

Vesityksen valvonta-automaation avulla saadaan talteen mittausten historiatieto. Tämän ansiosta velvoitetarkkailuraporttiin saadaan todellista tietoa nopeasti aina tarvittaessa.

Vesiviranomaisen kannalta velvoitetarkkailuraportteihin saadaan todellista mittaustietoa sekä esim. tarkat vuosittaiset, kuukausittaiset, viikottaiset sekä päivittäiset minimi ja/tai maksimiar-

vot. Lisäksi jatkuva mittausten automaattinen seuranta antaa luotettavuutta mittauksiin. Pitkäaikaisesta mittauskäyrästä on helppo havaita todelliset poikkeamat normaalitilanteesta.

2.2. Vesityksen valvonta kalankasvatusta varten

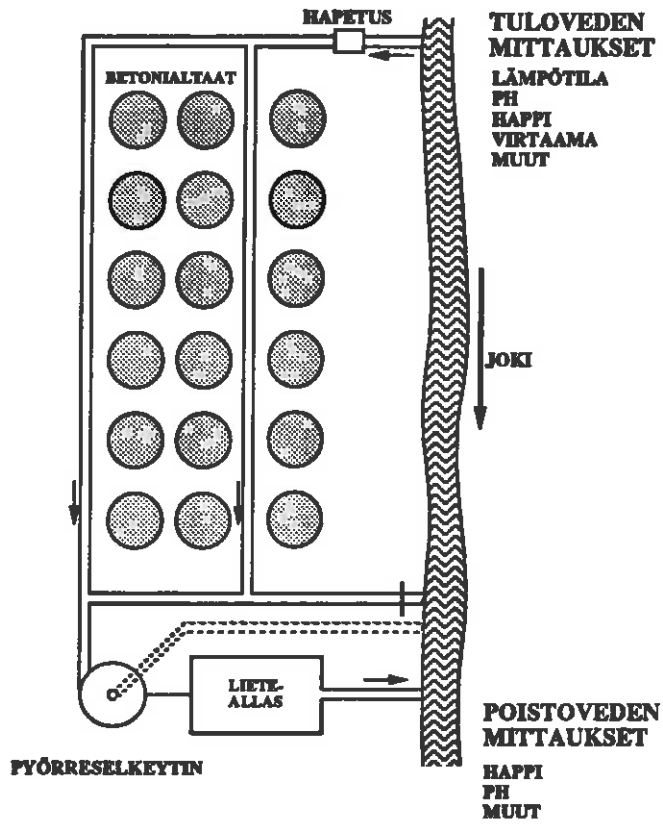
Vesityksen valvonta on elintärkeää kalanviljelylaitoksille. Valvonnan tärkein tehtävä on turvata kalastoa ympäristön uhkatekijöiltä. Esimerkiksi happikadolta, veden virtaaman loppumiselta, liialta happamuudelta, myrkytyksiltä yms. Jatkuvan valvonnan sivutuotteena tulee pitkäaikaista tietoa laitoksen vesityksestä, jota voidaan helposti käyttää hyväksi tuotantosuunnittelussa.

Seuraavassa kuvassa 1 on kuvattu läpivirtauslaitoksen mittaukset, jotka saadaan kohtuullisiin kustannuksiin. Tällaisia ovat: lämpötila, happipitoisuus, pH, virtaama ja pinnankorkeus. Muut mittaukset ovat ainakin toistaiseksi liian kalliita rutiinikäyttöön.

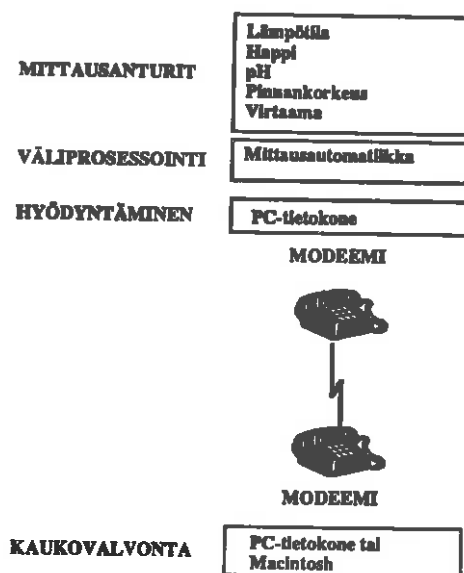
Mittaustietoja ja niille määritellyjä hälytysrajoja voidaan käyttää toimilaitteiden ohjaukseen. Esimerkiksi alhainen havaittu happipitoisuus voi käynnistää hapetuksen tai ilmastuksen, alhainen tai korkea lämpötila voi muuttaa kylmän veden ottoa tai ohjata lämmitystä päälle ja pois. pH mittauksen avulla voidaan ohjata laitoksen tulovesityksen kalkitusta happamuuden neutraloimiseksi. Tämä on tärkeää alueilla, missä maaperän kalkkipitoisuus on luonnostaan alhainen ja vesistöt happamia. Lisäksi sulamisvesien happamuus keväällä voi olla kalastolle todellinen uhka.

Kuvassa 2 on kuvattu mittausten valvonnassa tarvittavat välineet. Mittausanturit voivat olla yhteydessä suoraan mittaustietokoneeseen tai ne tarvitsevat välille erillisen mittauslähettimen.

Mittausautomaattikka hoitaa itse mittauksen suorittamisen ja tulosten jatkuvan tallentamisen sekä mahdollisen tiedon väliprosessoinnin.



Kuva 1. Läpivirtauslaitoksen mittaukset.



Kuva 2. Mittausten tarkkailu kalanviljelylaitoksella automatiikan avulla.

Varsinaisia mittaustuloksia hyödynnetään PC-tietokoneen avulla. Kaikki mittaushistoria voidaan tallentaa numeerisena tiedostoon muihin sovellusohjelmiin, kuten taulukkolaskentaan, siirtoa varten tai tulostaa kuvaruudulle tai paperille tarkastelua varten. Tiedostoon tulostettu mittaus-tieto voidaan siirtää eri keinoin myös muihin tietokoneympäristöihin. Graafisessa muodossa mittaustiedot saadaan kuvaruudulle sekä kirjoittimelle. Käyrämuotoisesta tiedosta on helppo etsiä mahdolliset huippuarvot sekä poikkeamat normaalitilanteesta.

Mittausten kaukovalvonta on helppoa nykytekniikan avulla. Mahdollinen automatiikan hälytys laitoksella voidaan siirtää robottipuhelimen avulla suoraan puhelimeen, jolloin vastaaja kuulee hälytysäänen. Lisäksi mittausautomatiikkaa voidaan hallita toisen tietokoneen avulla puhelin-verkon välityksellä. Tällöin kaikki tiedot voidaan "imuroida" suoraan omalle tietokoneelle mistä tahansa. PC/AT tietokoneiden ja tiedonsiirtotekniikan halventumisen myötä nämä mahdollisuudet ovat kaikkien ulottuvilla.

2.3. Esimerkkiraportit

Liitteessä 1 on kuvattu mittauksen historia numeerisena ja graafisena. Seuranta on mahdollista määrittellä mille tahansa mittaukselle ja seuraaville ajanjaksoille: päivä, viikko, kuukausi ja vuosi. Tällöin mittaus tallennetaan 4 min, 0,5 h, 2 h tai 1 päivän välein. Lisäksi on mahdollista määrittellä otetaanko em. ajanjaksoilta tallennushetken arvo, minimi vai maksimiarvo. Tällöin on mahdollista tarkastella esimerkiksi edellisen vuoden päivittäiset minimihappipitoisuudet numeerisena tai graafisena.

Liitteessä 2 on kuvattu päivittäisraportti. Siinä on merkitty ryhmäkohtaisesti esimerkiksi altaaseen tulevan veden lämpötila ja happipitoisuus, poistoveden laskennallinen happipitoisuus, laskennallinen veden tarve altaassa sekä veden käyttö altaassa l/s (tämä ei perustu mittaukseen vaan käyttäjän antamaan arvoon, koska allaskohtainen virtaamamittaus olisi kohtuuttoman kallista). Päivittäisraportin avulla voidaan optimoida laitoksen veden käyttö. Laskennallinen veden tarve on hyvä lähtökohta, kun säädetään koko laitoksen virtaamaa.

Liitteessä 4 on päivittäisraportti ryhmitelty käyttäjän määrittelemien allaskohtaisten nimien mukaan. Tästä nähdään veden tarve ja käyttö kalalajeittain sekä ikäryhmittäin koko laitoksella. On kuitenkin muistettava, että tässä raportissa veden käyttö perustuu käyttäjän antamiin allaskohtaisiin arvoihin.

Liitteessä 5 sivulla 2 on viimeisenä kohta VESITYS. Siinä on ryhmitelty allaskohtainen vesitys kalalajeittain ja ikäluokittain. Tästä voidaan esimerkiksi päätellä eri kasvatuspisteiden veden tarve (poikashalli, emokalahalli). Lisäksi raportista nähdään lämpösumma. Tämän avulla on mahdollista käyttää kasvatusryhmää myös mädin haudonnan valvontaan, jolloin tietokone laskee automaattisesti lämpösumman.

3. Kuormituksen valvonta

Tarkastelkaamme ensin mistä kalanviljelylaitosten kuormitus koostuu (Karttunen 1985). Kuormitus koostuu: fosforista (P), typestä (N), biologisesta hapenkulutuksesta (BOD), kalojen ulosteista, käyttämättä jääneestä rehusta, kalojen hengitystuotteista, bakteereista, viruksista, loisista, kemikaaleista ja antibiooteista.

Näiden kuormitustekijöiden suora mittaaminen on hankalaa, kallista ja osin mahdotonta. Tämän vuoksi kuormitustarkkailussa käytetään seuraavia tekijöitä: happipitoisuus (mg/l), lämpötila (°C), pH, kokonaisfosfori (mg P/l), kokonaistyyppi (mg N/l), biologinen hapenkulutus BHK₇ (mg O₂/l), kemiallinen hapenkulutus KH (mg O₂/l), sähkönjohtokyky (uS), fekaaliset koliformiset bakteerit (kpl/100 ml), typpiyhdisteet, käytetyt kemikaalit ja lääkkeet.

Näistä happipitoisuus, lämpötila ja pH ovat mitattavissa jatkuvasti suoraan antureilla. Muita määritettäessä tarvitaan laboratorion apua.

3.1. Kuormituksen mittaaminen

Tällä hetkellä raporteista nähdään suoraan seuraavat velvoitetarkkailuraportteihin tulevat arvot:

- kasvatetut kalamäärät
- ikäryhmien lisäkasvu
- kuolleet
- nykyhetken kalatilanne
- rehunkäyttö

Tavoitteena on, että kalankasvattaja saisi systeemistä suoraan lähes kaikki velvoitetarkkailuraporttiin tarvittavat arvot. Tämä on sekä kalankasvattajan että vesiviranomaisen etu. Mahdolliset arvailut jäävät pois ja luvut perustuvat todelliseen mitattuun ja laskettuun tietoon. Uusi tuleva valvontaohje on kuormitusperusteinen, jossa ilmoitetaan se fosfori- ja typpimäärä, joka enintään saa joutua vesistöön vuoden ja vuorokauden aikana (Ritola ja Vielma 1990). Tämä lupakäytäntö kannustaa vedenkäytön optimointiin sekä kuormituksen pienentämiseen. Hyvä keino tähän on vesityksen, ruokinnan ja kuormituksen valvonta automaation avulla.

3.2. Esimerkkiraportit

Liitteessä 2 on päivittäisraportti. Siitä nähdään allaskohtaisesti mm. edellisenä päivänä syötetty rehumäärä. Liitteessä 3 on allaskohtainen punnitusraportti, josta nähdään käytetyt rehumäärät allaskohtaisesti. Näitä parempia raportteja kuormituksen tarkkailun kannalta ovat liitteessä 4 ja 5 olevat päivittäisraportti ja punnitusraportti kalalajeittain ja vuosiluokittain ryhmiteltyinä. Nämä tiedot on kerätty koko laitoksen kaikista kasvatusryhmistä. Liitteen 4 raportista nähdään

edellisen päivän rehunkulutus. Tämän avulla voidaan tarkkailla rehunkulutusta päivittäin ympärivuoden. Raportit on mahdollista tulostaa myös tiedostoon ja niitä voidaan käsitellä esimerkiksi tietokanta- tai taulukkolaskentaohjelmistoilla, jolloin näistä raporteista voidaan suoraan laskea hetkelliset tai pitkäaikaiset kuormitusarvot.

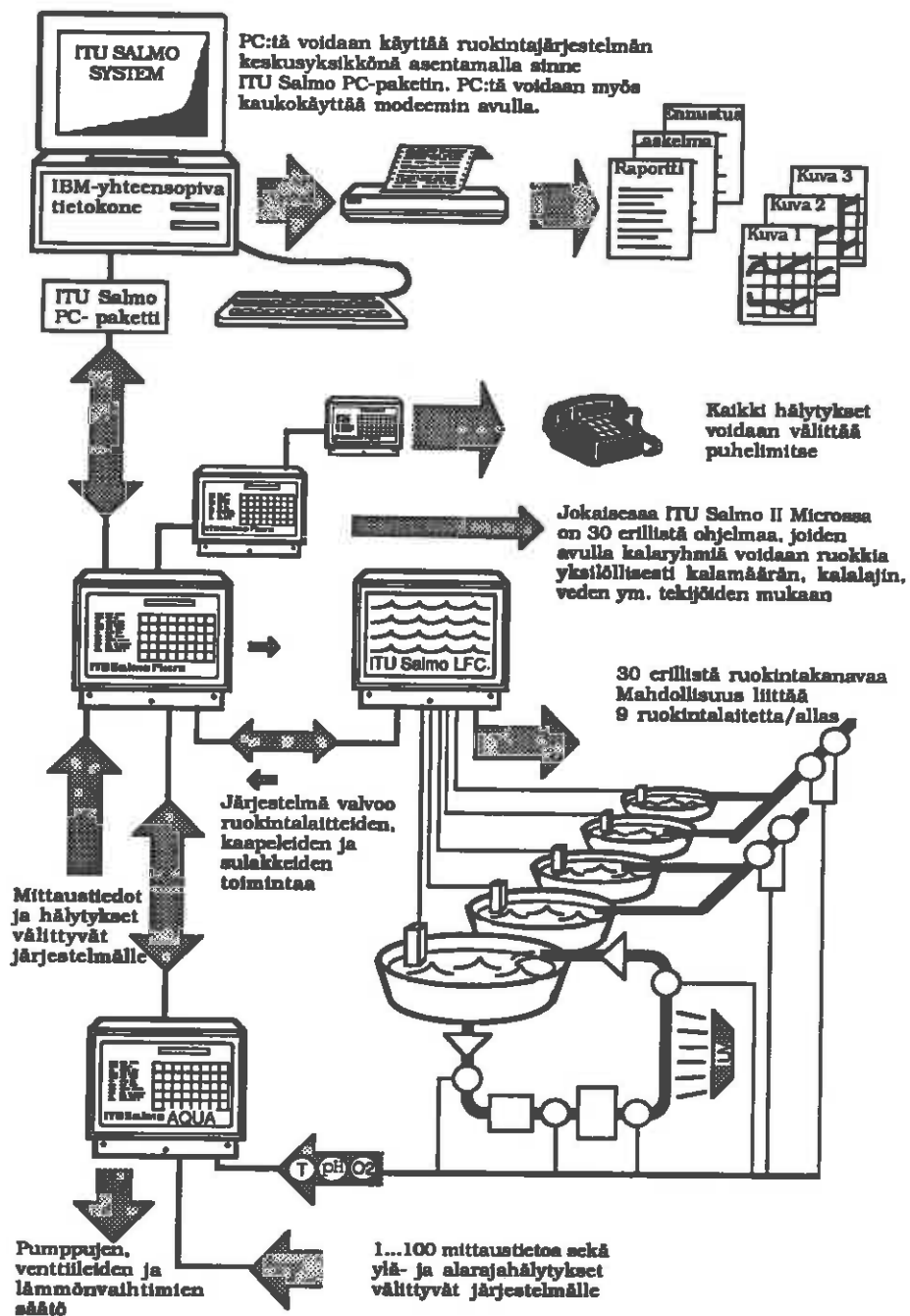
Liitteessä 5 olevasta punnitusraportista nähdään kalalajeittain ja ikäluokittain esimerkiksi kasvatuskauden aikana käytetty rehumäärä, lisäkasvu, kuolleet, rehunkulutus ja rehukerroin. Näiden tietojen käsinlaskenta veisi paljon aikaa, mutta automatiikka tuottaa ne valvonnan ja ruokinnan sivutuotteina.

4. Yhteenveto

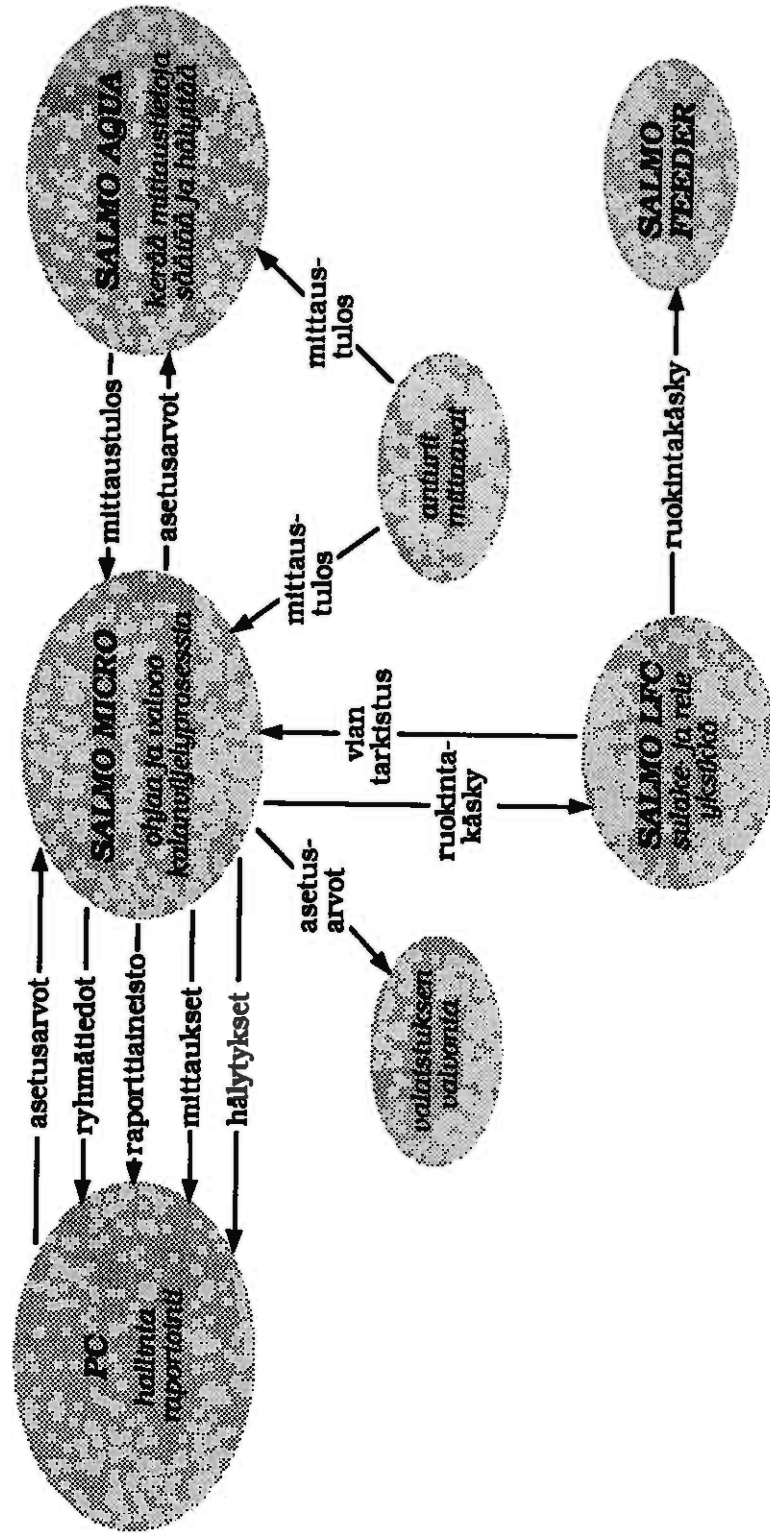
Seuraavassa kuvassa 3 on esitetty koko laitoksen automaatiojärjestelmän rakenne (ITU Salmo System). Systeemi koostuu paikallisyksiköistä ITU Salmo Microista, jotka hoitavat koko prosessin. Mikäli niiden mittauskapasiteetti ei riitä ja tarvitaan esimerkiksi veden sekoitusta halutun lämpöiseksi sekä mittauskohtaisia hälytyksiä, voidaan järjestelmään liittää ITU Salmo Aqua (ITU AquaGuard). Aqua voi toimia myös täysin itsenäisenä mittaus, säätö- ja hälytysyksikkönä.

Kaikki tiedot järjestelmästä voidaan välittää IBM PC/AT yhteensopivalle tietokoneelle, josta systeemiä voidaan käyttää suoraan ja raporteja voidaan jatkokäsitellä muilla ohjelmilla. Lisäksi PC:llä voidaan tehdä mitä muita tehtäviä tahansa, sillä se ei ole sidottu kiinni prosessiin.

Seuraavassa kuvassa 4 on kuvattu ITU Salmo -järjestelmän ympäristö- tai toimintakaavio. Tietovirtojen liikkuminen eri toimintojen välillä on kuvattu nuolilla. Kuvasta käy ilmi systeemin toimintaperiaate, kun kaikki laajennusominaisuudet ovat mukana. Kaikki osa-alueet eivät ole välttämättömiä systeemin toiminnalle. Tämän ansioista systeemi soveltuu kaiken kokoisille ja tyyppisille kalanviljelylaitoksille.



Kuva 3. ITU Salmo -järjestelmän rakenne.



Kuva 4. ITU Salmo -järjestelmän toimintakaavio.

5. Lähitulevaisuuden näkymät

Nykyisillä ja tulevilla järjestelmän käyttäjillä on mahdollisuus vaikuttaa järjestelmän kehittämiseen, mutta seuraavat asiat ovat tulossa ennemmin tai myöhemmin.

Mittaustietojen monipuolistaminen, eli pyritään mittaamaan antureilla suoraan mahdollisimman montaa eri tekijää. Nykyinen järjestelmä kerää valtavasti numerotietoa, jonka jalostaminen entistä selkeämpään muotoon on ehkä tärkein tehtävä. Lisäksi järjestelmää pyritään edelleen hiomaan kaikille laitoksille suoraan sopiviksi. Esimerkiksi esitetyt velvoiteraporttien tulostus suoraan on mahdollista.

Järjestelmän kaukokäyttö on jo mahdollista ja sen lisämahdollisuuksia selvitetään. Lisäksi uudentyypiset laitokset saattavat tuoda omia erikoisvaatimuksiaan systeemiin (kiertovesi ja putkikasvatus).

Tulevaisuudessa on mahdollista ja ehkä järkeväkin automatisoida myös näytteenottoautomaatiikka. Tästä on hyötyä kalankasvattajalle mahdollisissa myrkytys- ja muissa vedenlaadun uhkatilanteissa. Lisäksi sen avulla helpotetaan kuormitustarkkailua.

Kirjallisuus

Karttunen, E. 1985. Kalanviljelylaitosten poistovesien käsittelymenetelmät. Lisenssiaattityö, Oulun yliopisto, Rakentamistekniikan osasto.

Ritola, O. & Vielma, J. 1990. Kirjolohipäivä suunnisti kohti 1990-lukua. Suomen Kalankasvattaja 1/90, s. 7-10.

SEURANTA 3 MICROLTA 1 MITTAUS 1

9.4.1990

14:20:25

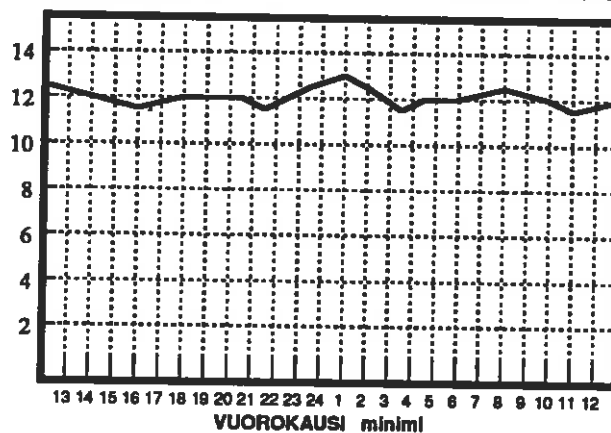
Kuukausiseuranta: mittaus tallennetaan 2 tunnin välein
normaaliarvot

Päivät	Tunnit											
	00:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00
1	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
2	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
3	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
4	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
5	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	12.46	12.02
6	11.85	11.74	11.71	11.67	12.15	12.53	12.67	12.81	12.34	12.04	12.03	11.95
7	11.88	11.88	11.87	11.87	11.82	11.78	11.82	11.82	12.81	11.73	11.58	11.44
8	11.34	11.30	11.27	11.24	11.14	11.20	11.24	11.23	11.82	11.64	11.78	11.62
9	11.55	11.52	11.52	11.52	11.48	12.00	12.32	12.68	8.00	8.00	8.00	8.00
10	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
11	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
12	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
13	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
14	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
15	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
16	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
17	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
18	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
19	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
20	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
21	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
22	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
23	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
24	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
25	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
26	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
27	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
28	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
29	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
30	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
31	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00

Korkein mitattu arvo on: 12.81
Matalin mitattu arvo on: 8.00
Mittausten keskiarvo on: 8.47

MITTAUS 4

5.4.1990 12:28:23



Seuranta 8 Microilta 1

Mittaustulosten historia käyrämuotoisena

PÄIVITÄISRAPORTTI Microalta 1 14.12.1989 08:41:23

Yhteenveto edellisen päivän kasvatustiedoista

lyhne	Kala-	Bio-	Keski-	Rehu-	Lämpö-	Tuleva	Poisto	Veden	Veden		
nro	koodi	nimi	määrä	massa	paino	summa	tila	happi	happi	tarve	käyttö
			kpl	kg	g	kg	°C	mg/l	mg/l	l/s	l/s
1.	A-1	KL-88-K1	1229	29.80	24.2	0.28	8.0	10.20	8.90	0.5	2.0
2.	A-2	KL-88-K1	1229	29.50	24.0	0.40	8.0	10.20	8.90	0.5	2.0
3.	A-3	KL-88-K1	1228	29.50	24.0	0.30	8.0	10.20	9.20	0.4	2.0
4.	A-4	ML-86-S1	2344	1082.00	462.0	4.70	8.0	10.20	0.00	8.3	8.2
5.	A-5	ML-86-S1	2340	1081.00	462.0	4.74	8.0	10.20	8.60	6.9	23.0
6.	A-6	ML-86-S1	2333	1077.00	462.0	4.74	8.0	10.20	7.20	6.9	12.0
7.	A-7	Coho88	4566	110.00	24.2	1.58	8.0	10.20	5.60	1.8	2.0
8.	A-8	Coho88	4558	110.00	24.2	1.58	8.0	10.20	5.60	1.8	2.0
9.	A-9	Coho88	4562	110.00	24.2	1.58	8.0	10.20	5.60	1.8	2.0
10.	A-10	ML88S1X1	2343	81.40	34.8	0.52	8.0	10.10	5.30	1	1.0
11.	A-11	ML88S1X1	2345	81.00	34.5	0.81	8.0	10.10	7.60	1	2.0
12.	A-12	Hai85	5432	7279.00	1340.0	0.00	8.0	10.10	0.00	36.6	2.0
13.	A-13	Atlant84	2345	3625.00	1546.0	0.00	8.0	10.10	0.00	20.8	2.0
14.	A-14	Atlant84	2345	3625.00	1546.0	0.00	8.0	10.10	0.00	20.8	2.0
15.	A-15	Tilap88	5467	250.00	45.7	0.70	8.0	10.10	8.00	3.5	2.0
16.	A-16	KL-88X	2345	107.00	45.5	0.63	8.0	10.10	7.00	1.2	2.0
17.	DEFA17	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
18.	DEFA18	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
19.	DEFA19	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
20.	DEFA20	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
21.	DEFA21	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
22.	DEFA22	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
23.	DEFA23	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
24.	DEFA24	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
25.	DEFA25	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
26.	DEFA26	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
27.	DEFA27	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
28.	DEFA28	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
29.	DEFA29	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0
30.	DEFA30	No-set	0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.0

Kalamäärä yhteensä.....: 47011 kpl
 Biomassa yhteensä.....: 18707.20 kg
 Rehusuma yhteensä.....: 22.58 kg
 Veden tarve yhteensä...: 113.6 l/s
 Vedenkäyttö yhteensä...: 68.3 l/s

PUNNITUSRAPORTTI Microlta 1 ryhmästä 1

14.12.1989 08:34:47

RYHMÄ.....: 1. A-1
 NIMI.....: XL-88-K1
 PERUSTETTU...: 09.12.89
 PÄIVITETTY...: 11.12.89 Kesto: 3 d

PERUSTUKSESSA PÄIVITYKSESSÄ NYKYHETKI

ALTAAN KALASTO			
Kalamäärä.....	1234 kpl	1232 kpl	1229 kpl
Keskipaino.....	23.30 g	23.60 g	24.20 g
Biomassa.....	28.80 kg	29.11 kg	29.76 kg

PERUSTUKSESTA PÄIVITYKSESTÄ

KASVU		
Lisäkasvu/yksilö.....	0.88 g	0.58 g
Suhteellinen lisäkasvu	3.75 %	2.47 %
Kasvunopeus.....	0.61 %/d	0.61 %/d
Lisäkasvu/ryhmä.....	1.08 kg	0.72 kg

KUOLLEISUUS

Kuolleisuus.....	5 kpl	3 kpl
Suhteellinen kuolevuus	0.40 %	0.20 %
Kuolevuus.....	0.07 %/d	0.08 %/d

RUOKINTATIEDOT

Rehunkulutus.....	1.21 kg	0.80 kg
Rehukerroin.....	1.10	1.10
Keskiruokintasuhde.....	0.7 %/d	0.9 %/d
Ruokintamuutos.....	0.0 %	0.0 %
Poikkeama laskennal- lisesta ruokinnasta....		-56.3 %

VESITYSTIEDOT

Keskivirtaama.....	2.0 l/s
Tuloveden happipitoisuus.....	10.7 mg/l
Laskettu poistoveden happipitoisuus..	8.9 mg/l
Ominaisvedentarve jakson lopussa....	0.5 l/s
Ominaisvedenkäyttö jakson lopussa....	2.0 l/s
Keskilämpötila.....	8.0 °C
Lämpösuoja.....	24.0 d°
Lämpösuoja perustuksesta.....	48.0 d°

KAIKKIEN RYHMÄN PÄIVITTÄISRAPORTTI RYHMÄNIMEN MUKAAN 14.12.1989 08:44:44

Yhteenveto edellisen päivän kasvatustiedoista

Nimiluokka	Ryhmä kpl	Kala- määrä kpl	Bio- massa kg	Keski- paino g	Rehu- summa kg	Veden tarve l/s	Veden käyttö l/s
1. KL-88-K1	3	3686	88.80	24.1	0.99	1.34	6.00
2. ML-86-S1	3	7017	3240.00	461.7	14.18	22.11	43.25
3. Coho88	3	13686	330.00	24.1	4.75	5.31	6.00
4. ML88S1X1	2	4688	162.40	34.6	1.33	1.98	3.04
5. Hai85	1	5432	7279.00	1340.0	0.00	36.60	2.00
6. Atlant84	2	4690	7250.00	1545.8	0.00	41.60	4.00
7. Tilap88	1	5467	250.00	45.7	0.70	3.45	2.00
8. KL-88X	1	2345	107.00	45.6	0.63	1.22	2.00
yht.	16	47011	18707.20		22.58	113.61	68.29

KOKO LAITOKSEN PUNNITUSRAPORTTI RYHMÄMIEN NUKAAN 14.12.1989 08:49:44

Arvot ovat kokoluokkien keskiarvoja tai summia ellei toisin mainita.

Perustus = Tiedot ryhmien perustamishetkellä

Päivitys = Tiedot punnitusraporttien päivityshetkellä

Nyt = Tiedot nykyhetkellä

Perus = Tiedot perustuksesta lähtien

Päivi = Tiedot edellisestä punnitusraporttien päivityksestä lähtien

KALASTO 14.12.1989 08:49:44

Nimiluokka	Kalamäärä, kpl			Keskipaino, g			Biomassa, kg		
	perustus	päivitys	nyt	perustus	päivitys	nyt	perustus	päivitys	nyt
1. KL-88-K1	3702	3695	3686	23.3	23.6	24.1	86.40	87.42	89.43
2. ML-86-S1	7065	7065	7017	457.0	457.0	462.0	3225.00	3225.00	3252.00
3. Coho88	13698	13698	13686	23.4	23.4	24.2	321.00	321.00	335.40
4. ML88S1X1	4690	4690	4688	34.5	34.5	34.7	162.04	162.04	163.20
5. Hai85	5432	5432	5432	1340.0	1340.0	1340.0	7279.00	7279.00	7279.00
6. Atlant84	4690	4690	4690	1546.0	1546.0	1546.0	7250.00	7250.00	7250.00
7. Tilap88	5467	5467	5467	45.7	45.7	45.7	249.70	249.70	250.30
8. KL-88X	2345	2345	2345	45.5	45.5	45.5	106.70	106.70	107.20
yht.	47089	47082	47011				18679.8	18680.9	18726.5

KASVU

14.12.1989 08:49:44

Nimiluokka	Lisäkasvu/ yksilö, g		Suht.lisäkasvu/yks, %		Kasvuopetus %/d		Lisäkasvu/ ryhmä, kg		Lisäkasvu, summa, kg	
	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi
1. KL-88-K1	0.7	0.4	3.17	1.78	0.52	0.43	0.91	0.52	2.74	1.55
2. ML-86-S1	5.2	5.2	1.13	1.13	0.19	0.19	12.07	12.07	36.20	36.20
3. Coho88	0.8	0.8	3.18	3.18	0.63	0.63	3.40	3.40	10.20	10.20
4. ML88S1X1	0.1	0.1	0.29	0.29	0.29	0.29	0.24	0.24	0.48	0.48
5. Hai85	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6. Atlant84	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7. Tilap88	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8. KL-88X	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
yht.									49.6	48.4

KUOLLEISUUS

14.12.1989 08:49:44

Nimiluokka	Ryhmä, kpl	Kuolleet, kpl			keskiarvo		Suhteellinen kuolevuus, ‰		Kuolevuus, ‰/d	
		summa	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi
1. KL-88-K1	3	16	9	5	3	0.43	0.23	0.07	0.05	
2. ML-86-S1	3	48	48	16	16	0.67	0.67	0.12	0.12	
3. Cobo88	3	12	12	4	4	0.10	0.10	0.02	0.02	
4. ML88S1X1	2	2	2	1	1	0.05	0.05	0.05	0.05	
5. Hai85	1	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
6. Atlant84	2	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
7. Tilap88	1	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
8. KL-88X	1	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	
yht.	16	78	71							

RUOKINTA

14.12.1989 08:49:44

Nimiluokka	Rehukulutus/ryhmä, kg				keskiarvo		Rehukerroin		Keskiruok. suhde, ‰/d		Ruokinta-muutos, ‰		Poikkeama laskennallisesta ruokinnasta, ‰
	summa	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi	perus	päivi		
1. KL-88-K1	3.81	2.48	1.27	0.83	1.40	0.90	0.73	0.53	0.00	0.00	0.00	-55.13	
2. ML-86-S1	57.98	57.98	19.33	19.33	1.60	1.60	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	-62.47	
3. Cobo88	16.31	16.31	5.44	5.44	1.60	1.60	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-62.00	
4. ML88S1X1	1.35	1.35	0.68	0.68	0.55	0.55	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	-49.90	
5. Hai85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-100.00	
6. Atlant84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-100.00	
7. Tilap88	0.73	0.73	0.73	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-86.70	
8. KL-88X	0.66	0.66	0.66	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-61.30	
yht.	80.84	79.51											

VESITYS

14.12.1989 08:49:44

Nimiluokka	Keski- virtaama l/s	Tulo- happi mg/l	Poisto- happi mg/l	Veden tarve l/s	Veden käyttö l/s	Keski- lämpö °C	Lämpö- summa °d	Lämpösumma perustuksesta °d
2. ML-86-S1	18.5	10.9	6.5	22.4	42.0	8	48	48
3. Cobo88	2.0	10.8	5.5	5.4	6.0	8	40	40
4. ML88S1X1	1.5	10.1	5.8	2.0	2.8	8	8	8
5. Hai85	2.0	10.1	4.0	36.6	2.0	8	8	8
6. Atlant84	2.0	10.1	4.0	41.6	4.0	8	8	8
7. Tilap88	2.0	10.1	4.0	3.5	2.0	8	8	8
8. KL-88X	2.0	10.1	7.0	1.2	2.0	8	8	8
yht.				114.1	66.8			

POHJOIS-SUOMEN KESKUSKALANVILJELYLAITOKSEN VEDENLAATUSEURANTA

PETRI HEINIMAA

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos

1. Yleistä

Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen vedenlaatuseuranta perustuu toisaalta vesioikeudellisiin velvoitteisiin ja toisaalta laitoksen omaan mielenkiintoon. Kun vesioikeudelliset velvoitteet kohdistuvat pääasiassa laitoksen alapuoliseen vesistöön ja laitoksen ympäristövaikutuksiin, kohdistuu laitoksen päämielenkiinto laitoksen tulevan veden laatuun ja siihen vaikuttaviin tekijöihin.

Koska ulkopuolisen konsultin näytteenottoväli on harva, analyysitulosten saaminen hidasta ja kustannustaso korkea, on perusteltua, että laitoksessa on valmius kalanviljelyn kannalta tärkeimpien vedenlaatumääritysten tekoon. Oman vedenlaatuseurannan ansioista laitoksella on nopeasti käytettävissä vedenlaatutiedot, joiden perusteella voidaan esimerkiksi kriittisinä aikoina rajoittaa huonolaatuisen veden käyttöä.

Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen vesioikeudelliset tarkkailut jakautuvat kuormitus-tarkkailuun ja vesistötarkkailuun. Näytteet ottaa, käsittelee ja raportoi konsultti Iijoen yhteis-tarkkailun yhteydessä. Lisäksi laitos on velvoitettu tarkkailemaan yläpuolisen vesistön veden laatua ja eliöstöä (kuva 1). Laitoksen omat vedenlaatuseurannat kattavat laitoksen vedenot-topaikat sekä yläpuolisen vesistön seurannan (kuva 2). Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylai-toksen vesinäytteenotto tarkkailuohjelmittain, näytepaikoittain ja analyysinryhmittäin on esitetty taulukossa 1.

2. Vesioikeudelliset tarkkailut

2.1. Kuormitustarkkailu

Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen kuormitustarkkailu perustuu vesioikeuden päätökseen sekä Oulun vesi- ja ympäristöpiirin hyväksymään tarkkailuohjelmaan.

Laitoksen velvoitetarkkailun vuosiraportti laaditaan vesi- ja ympäristöpiiristä saatavalle lomakkeelle sisältäen seuraavat tiedot: laitostiedot, haudontatiedot, kasvatetut kalamäärät, rehunkäyttö, käytetyt rehulaadut, vedenkäyttö, käytetyt kemikaalit ja lääkkeet, kalataudit sekä lietteenpoisto.

Iijoen yhteistarkkailun yhteydessä konsultti ottaa kalanviljelylaitoksen kuormitusta koskevia näytteitä laitoksen yläpuolelta ja alapuolelta kuusi kertaa vuodessa. Laitoksen alapuoliset näytteet otetaan kokoomanäytteinä. Näytteistä määritetään: lämpötila, happipitoisuus ja kyllästysaste, pH, sähkönjohtavuus, väri, COD, BOD, kokonaisfosforipitoisuus, kokonaistypipitoisuus, kokonaisrautapitoisuus, sameus, kiintoaine sekä enterokokit.

2.2. Vesistö tarkkailu

Vesistö tarkkailun tekee konsultti Iijoen yhteistarkkailuun liittyen. Loukusanjoen vesistöalueelta otetaan näytteitä neljästä pisteestä (Latvajoki, Kortejoki, Virkkusenjärven vedenottamo ja Loukusanjoen suisto), Ohtaojasta kahdesta pisteestä ja Iijoesta kahdesta pisteestä kolmesti vuodessa. Näytteiden määrittäminen tehdään kuten edellä.

Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos on määrätty tarkkailemaan Virkkusenjärvestä vuonna 1985 aloitetun lisävedenoton vaikutuksia veden laatuun ja eliöstöön Korte-, Luokan- ja Virkkusenjärvestä. Oulun vesi- ja ympäristöpiirin hyväksymän tarkkailuohjelman mukaisesti laitos ottaa vesinäytteitä virtahavaintopaikoista kerran kuukaudessa (Latvajoki, Kortejoki ja Virkkusenjärven vedenottamo) sekä järvihavaintopaikoista kolme kertaa talvella ja kolme kertaa avovesikaudella (Kortejärvi 4 paikkaa, Luokanjärvi 1 paikka ja Virkkusenjärvi 1 paikka). Näytteistä määritetään: lämpötila, happipitoisuus ja kyllästysaste, pH, sähkönjohtavuus, väri sekä kokonaisrautapitoisuus.

3. Laitoksen käyttöveden laadun seuranta

3.1. Vedenottamoiden veden laadun seuranta

Laitos ottaa vettä Ohtaojasta noin 700 l/s sekä lähde- ja pohjavesikaivoista noin 60 l/s. Ohtaajaan johdetaan Virkkusenjärvestä lisävetä Soidinojan kautta noin 450 l/s.

Laitos ottaa vedenlaatusäilytyksiä vedenottamoista (kuva 3) yleensä kerran viikossa, mutta tulva-aikana 2-3 kertaa viikossa. Erityisen mielenkiinnon kohteena ovat pH ja rautapitoisuus. Vedenottamon veden ladun ollessa huono voidaan siitä otetun veden määrää pienentää suhteessa muihin ottamoihin, jolloin huonolaatuisen veden haitalliset vaikutukset pienenevät.

Vedenottamoiden vesinäytteistä määritetään: lämpötila, happipitoisuus ja kyllästysaste, pH, sähkönjohtavuus, väri sekä kokonaisrautapitoisuus.

3.2. Yläpuolisen vesistön veden laadun seuranta

Laitoksen yläpuolisen vesistön veden laatua seurataan ottamalla Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen lisävedenoton tarkkailun lisäksi näytteitä siten, että virtahavaintopaikoista

(Latvajoki, Kortejoki, Loukusanjoen uittopato, Virkkusenjärven vedenottamo, Soidinoja) tulee näytteet kahden viikon välein ja tulva-aikana vähintään viikon välein. Näytteet määritetään kuten edellä.

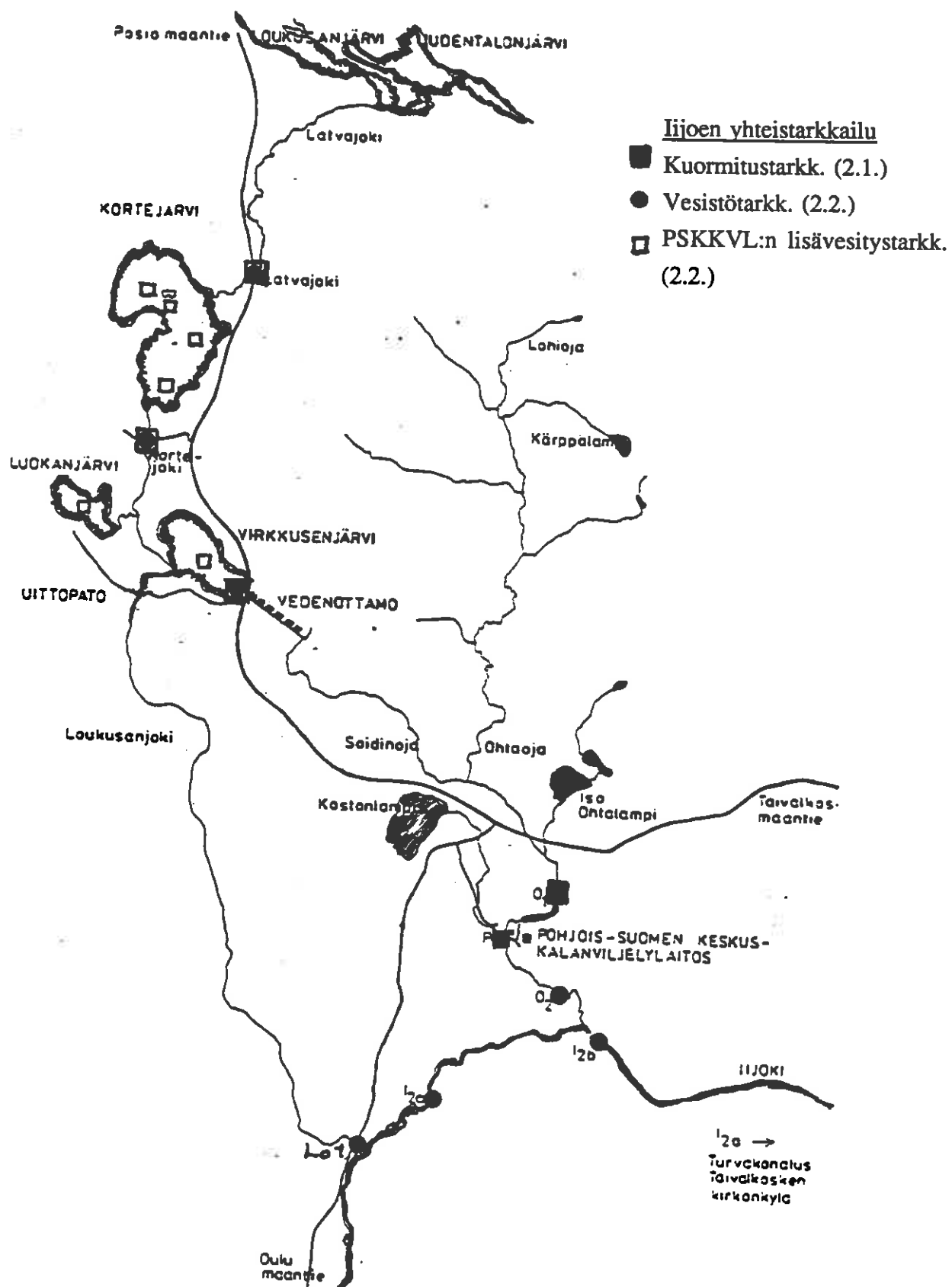
Järvihavaintopaikoista (Kortejärvi, Luokanjärvi, Virkkusenjärvi) otetaan velvoitetarkkailunäytteiden lisäksi näytteitä tutkimusten yhteydessä tai tarpeen niin vaatiessa.

3.3. Prosessiveden laadun seuranta

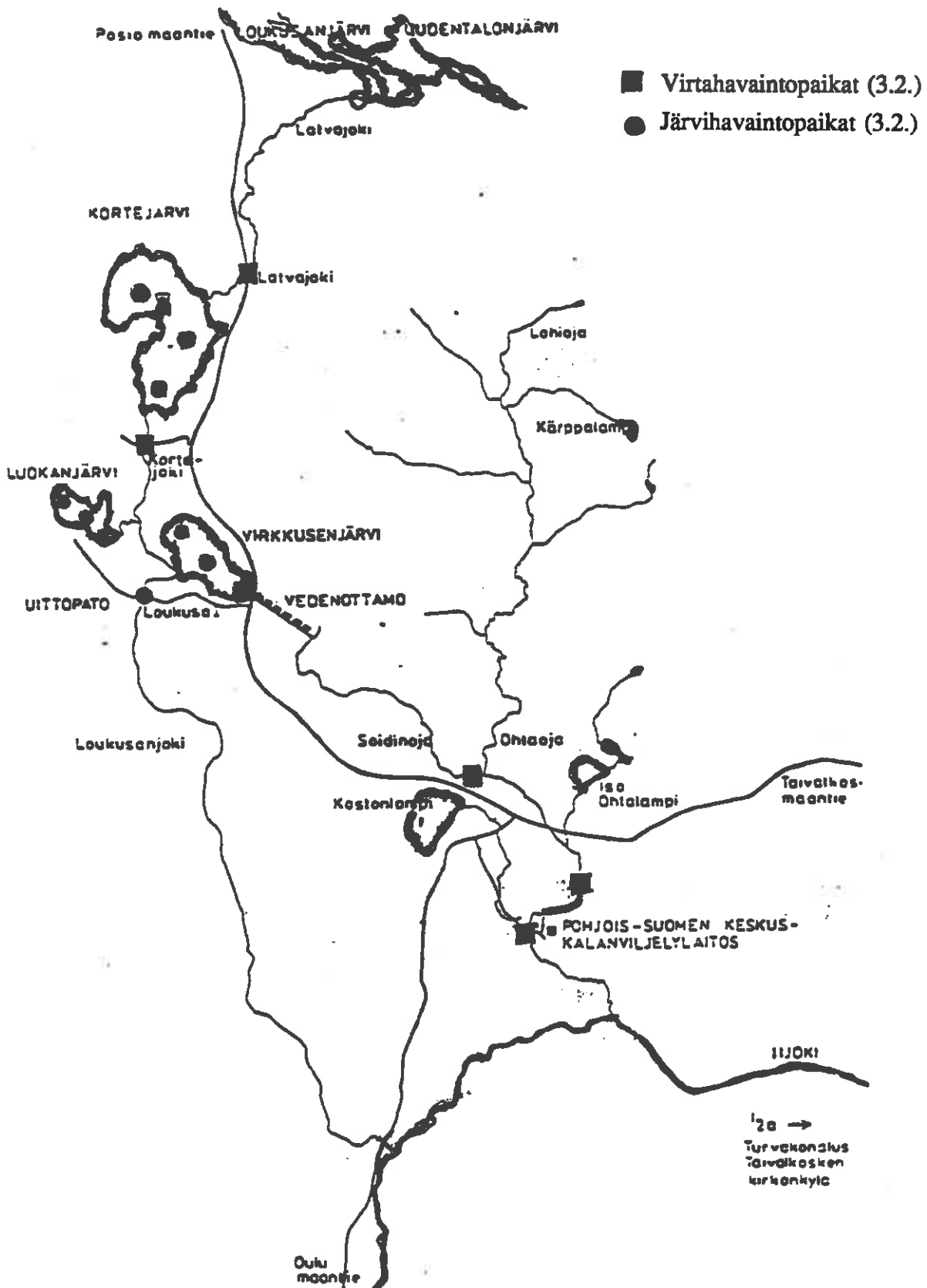
Laitoksen prosessiveden laatua on seurattu mm. hautomon kvartsihiekkasuodattimen toimivuuden selvittämiseksi.

Taulukko 1. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen vesinäytteenotto tarkkailuohjelmittain, näytepaikoittain ja analyysiryhmittäin.

Näyteaihe	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.	3.3.
Näytteenottaja	Kons.	Kons.	KVL	KVL	KVL
Näytepaikka					
Latvajoki		2*A	12*B	18*B	
Kortejärvi			6*B	4*B	
Kortejoki		2*A	12*B	18*B	
Luokanjärvi			6*B	4*B	
Virkkusenjärvi			6*B	4*B	
vedenottamo		2*A	12*B	18*B	
Loukusanjoki, uittopato				18*B	
luusua		2*A			
Soidinoja				30*B	
Ohtaoja, vedenottamo	4*A		52*B		
Rinnelähde			52*B		
Kotioja			52*B		
Lähdevesi			52*B		
Pohjavesikaivo			52*B		
Pohjavesipumppaamo			52*B		
Prosessivesi					N*C
Ohtaoja, laitoksen alapuoli	4*A		52*B		
Ohtaoja, ennen Iijokea		4*A			
Iijoki, Ohtaojan yläpuoli		4*A			
Iijoki, Ohtaojan alapuoli		4*A			
Analyysiryhmä A:					
- lämpötila					
- happipitoisuus					
- hapen kyllästysaste					
- pH					
- sähkönjohtavuus					
- väri					
- COD					
- BOD					
- kokonaisfosforipitoisuus					
- kokonaistyppipitoisuus					
- kokonaisrautapitoisuus					
- sameus					
- kiintoaine					
- enterokokit					
Analyysiryhmä B:					
lämpötila					
happipitoisuus					
hapen kyllästysaste					
pH					
sähkönjohtavuus					
väri					
kokonaisrautapitoisuus					
joskus kokonaisfosforipitoisuus					
Analyysiryhmä C:					
määritykset tarpeen mukaan					



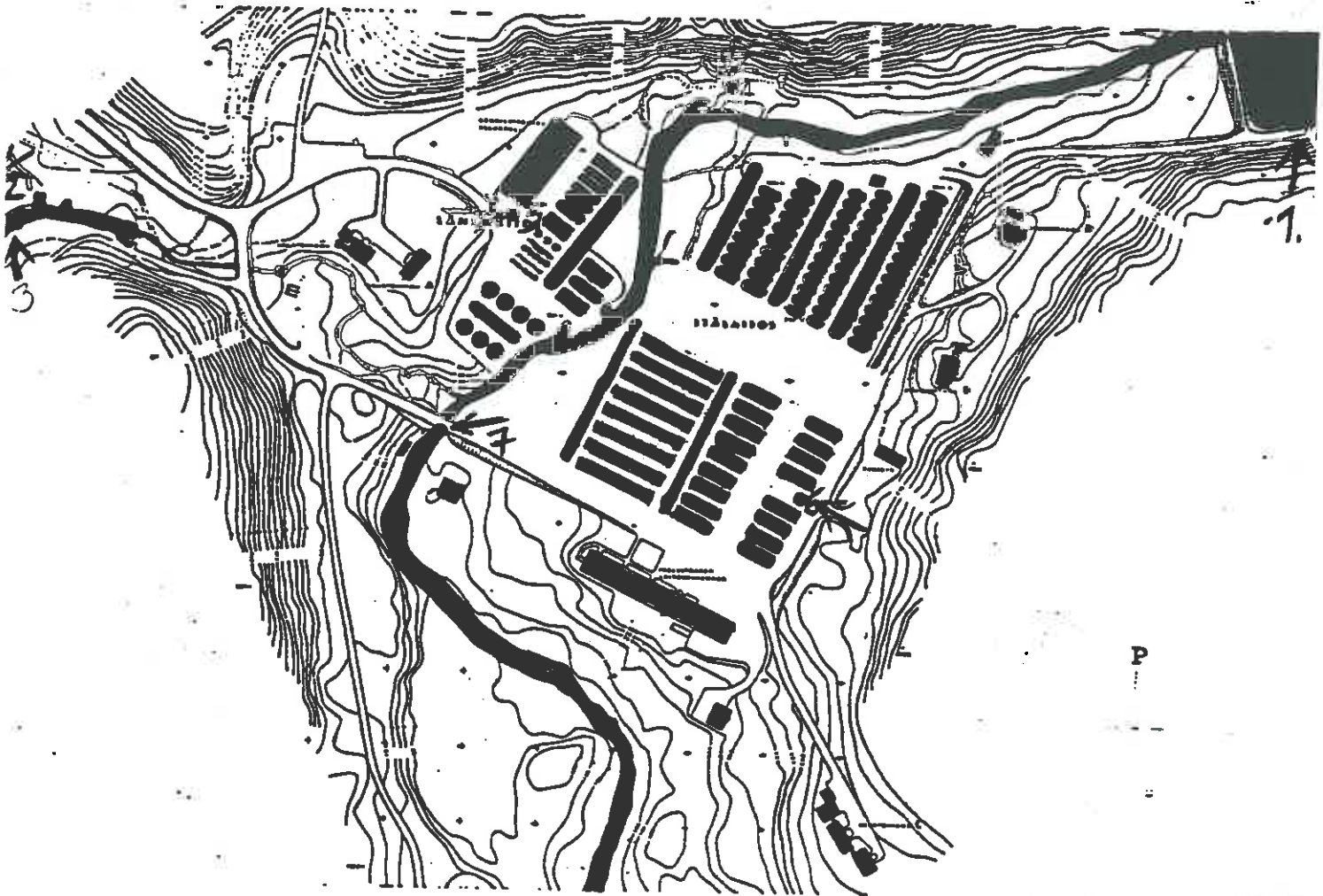
Kuva 1. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen vesioikeudellisten tarkkailujen näytteenottopisteet Loukusanjoen ja Ohtaajan vesistöalueilla sekä Iijoen.



Kuva 2. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen vedenlaatureurannan näytteenottopisteet Loukusanjoen ja Ohtaajan vesistöalueilla.

● Laitosveden näytteenottopisteet:

1. Sihttikoppi
2. Kostonlammenoja
3. Lähdevedenottamo
4. Rinnelähteen kaivo
5. Pohjavesikaivon vesiputken suu
6. Pohjavesipumppaamo
7. Ohtaajan sillan alta



Kuva 3. Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen vedenottamoiden sijainti ja laitosveden näytteenottopisteet.

ITÄ-SUOMEN KESKUSKALANVILJELYLAITOKSEN KÄYTTÖVEDEN TARKKAILUOHJELMA

JORMA PIIRONEN

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos

Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos (ISKKVL) ottaa viljelyssä käytettävän veden Ylä-Enonvedestä ja Pahkajärvestä. Laitoksella on lupa käyttää Ylä-Enonveden vettä vuorokausikeskiarvona mitattuna enintään seuraavat määrät:

marraskuu-huhtikuu	0,67 m ³ /s
toukokuu-kesäkuu	0,76 m ³ /s
heinäkuu-syyskuu	0,87 m ³ /s
lokakuu	0,72 m ³ /s

Pahkajärvestä otettavan veden määrä on noin 5 % kokonaismäärästä (noin 30-50 l/s).

Viljelyssä käytetty vesi johdetaan ns. jälkiselkeytysaltaiden kautta Sahalampeen. Kasvatusal-
taiden pesuvedet käsitellään kemialliseen selkeytykseen perustuvassa puhdistamossa ennen
jälkiselkeytysaltaisiin johtamista.

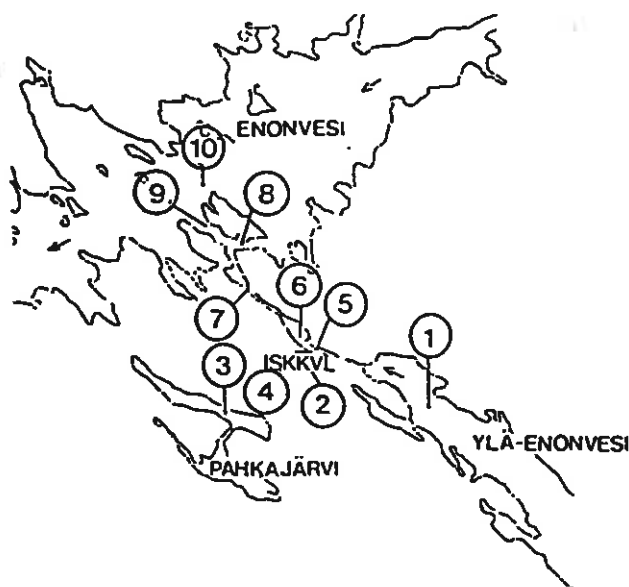
Itä-Suomen vesioikeuden 17.3.1983 antamassa päätöksessä (N:o 11/Va/83) laitos veloitettiin tarkkailemaan Mikkelin vesipiirin vesitoimiston hyväksymän ohjelman mukaisesti Ylä-Enonveden vedenkorkeutta, Enonkosken virtaamaa, laitokselle johdettavia vesimääriä, laitoksella olevaa kalamäärää, käytettävän rehun määrää ja laatua sekä vesistöön johdettavan jäteveden laatua ja vaikutuksia vesistössä. Samassa päätöksessä laitos veloitettiin selvittämään ja tutkimaan mahdollisuuksia jätevesikuormituksen pienentämiseksi.

Vesioikeuden lupapäätös oli jätevesien johtamista koskevalta osalta määräaikainen v. 1990 loppuun saakka. Päätöksessä edellytettiin uuden lupahakemuksen tekemistä lupaehtojen tarkistamiseksi v. 1989 loppuun mennessä. Laitoksella tehtiin selvitys puhdistusjärjestelmän toiminnasta ja tehosta v. 1989 (Runeberg 1990). Tutkimuksessa selvitettiin mm. pyörreselkeyttimien (5 kpl) toimintaa, lietteen poistotekniikan ja kemiallisen saostuslaitteiston toimintaa sekä lietteen koostumusta (Runeberg 1990). Uusi jätevesien laskua koskeva lupahakemus on parhaillaan Itä-Suomen vesioikeudessa käsiteltävänä.

Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin kanssa sovitun tarkkailuohjelman mukaisesti ISKKVL seuraa sekä ylä- että alapuolisen vesistön tilaa. Näytteenottoapaikat ja -syvyydet on esitetty kuvassa 1. Näytteenottoaikataulu sekä kustakin näytepisteestä tehtävät analyysit on esitetty liitteessä 1.

ITÄ-SUOMEN KESKUSKALANVILJELYLAITOKSEN
VEDEN LAADUN JA VAIKUTUSTEN SEURANTA

näytteenottoaikat	syvyydet
1. Ylä-Enonvesi, syväne 602/6887,	1 - 5 - 10
2. Ylä-Enonvesi, tulovesi 599/6888,	
3. Pahkajärvi, syväne 598/6887,	1 - 5 - 10 - 12
4. Pahkajärvi, tulovesi 599/6888,	
5. Poistovesi, laskukanava 599/6888,	0,5
6. Sahalampi, väylä 599/6888,	0,5
7. Lussinsalmi 596/6889,	0,5
8. Immonsaari - Hyypiänniemi 598/6890,	1 - 6
9. Immonsaari - Kangassaari 597/6890,	1 - 5 - 8
10. Immonsaari, syväne 597/6891,	1 - 5 - 10 - 15 20 - 25 - 30



Kuva 1. Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitoksen vesientarkkailuohjelman näytepisteet ja -syvyydet.

Suolistobakteerimääriäyksiä lukuunottamatta kaikki analyysit tehdään laitoksen vesilaboratoriossa standardoimisliiton mukaisilla menetelmillä. Kokonaistyyppimääriyksissä noudatetaan vesi- ja ympäristöpiireissä käytettyä menetelmää. Bakteerimääriyksit teetetään Savonlinnan kansanterveystyön kuntainliiton vesi- ja elintarvikelaboratoriossa.

Tarkkailuohjelman tulokset raportoidaan neljännesvuosittain Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirille, Enonkosken ja Kerimäen ympäristölautakunnille sekä RKTL:n kalanviljelyosastolle.

Kirjallisuus

Runeberg, J. 1990. Behandling av spillvattnen på Östra Finlands Centralfiskodlingsanstalt. Diplomarbete för Tekniska Högskolan, Avdelningen för Byggnads- och Landsmäteteknik, 84 s.

Liite 1. ITÄ-SUOMEN KESKUSKALANVILJELYLAITOKSEN VEDEN LAADUN JA VAIKUTUSTEN SEURANTAOHJELMAN AIKATAULU (VIIKKOJA) JA SIIHEN SISÄLTÄVÄT MÄÄRITYKSET NYTYEPISTÄ TAVITTAIN AVOVESIKAUDEN AIKANA (1.5. - 30.11.). TALVIKAUDENA (1.12. - 30.4.) MÄÄRITYKSIÄ OTEETAAN PUOLTA HARVEMMIN.

Tarkkailupiste	T °C	O ₂	pH	Y ₂₀₀	väri	kok. P	kok. N	NH ₃ -N	KHK COD	BHK BOD	KLORO-FYLLI*	KIINTO-AINE	KIINTO-SUOL. RAKT.
1. Ylä-Enonvesi, syväne	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
2. Tulovesi, jakokeskus	**	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
3. Pahkajärvi, syväne	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
4. Pahkajärvi, tulovesi jakokeskus	**	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
5. Poistovesi, laukukanava	**	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
6. Sahalampi, väylä	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
7. Jussinsalmi	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
8. Imonsaari-Hyypiännieni	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
9. Imonsaari-Kangassaari	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4
10. Imonsaari, syväne	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4

* Klorofyllimääritykset avoveden aikaan
** päivittäin

REHUN JA RUOKINNAN OPTIMOINTI

TIMO MÄKINEN¹ JA KARI RUOHONEN²

¹Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalanviljelyosasto

²Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, Evon kalastuskoeasema ja kalanviljelylaitos

1. Johdanto

Kalanviljelyn kuormitusta voidaan vähentää viljelyn sisäisillä toimenpiteillä tehostamalla käytetyn rehun hyväksikäyttöä. Näiden toimenpiteiden toteuttaminen on tehokkain ja myös viljelijän kannalta kiinnostavin vesiensuojelutoimenpide. Tämän vuoksi näitä toimia on kuluvina vuosina myös saatu aikaiseksi, mitä todistaa kalanviljelyn kuormituksen huomattava pienentyminen suhteessa tuotantoon.

Rehun käytön tehostamista voidaan edelleen kehittää. Tämä kehitys ei kuitenkaan enää voi toteutua yhtä yksinkertaisesti ja helposti kuin tähän asti: rehujen koostumus on niiden valmistajien ja reseptisuunnittelijoiden taholta viety jo lähes optimaaliseksi yleisen kuormitusvaihutuksen vähentämiseksi. Nyt voidaan tehokkaammin edetä itse ruokinnan, rehunkäytön, tehostamisessa. Optimoimalla ruokintaa, voidaan saavuttaa vielä huomattavia säästöjä.

Optimointi ei kuitenkaan ole yksinkertainen toimenpide. Siinä ei ole kysymys vain esim. rehunkäytön määrällisestä rajoittamisesta vaan ennen kaikkea rehun tarjoamisesta oikeaan aikaan ja paikkaan. Rajoittamalla kalaa kasvatettaessa optimaaliseen kasvuun maksimaalisen sijasta saavutetaan paras mahdollinen rehunkäyttötehokkuus, mutta jos tähän tähtäävä rajoittaminen tehdään taitamattomasti seuraukset ovatkin päinvastaisia: kuormitus kasvaa jyrkästi ja tuotettu kalamäärä laskee huomattavasti. Ruokinnan oikea ja tarkka optimointi johtaa hyvin "luonnonmukaiseen" kalanviljelyyn, joka ei kuitenkaan onnistu ilman riittävän tarkkoja tietoja kalan biologiasta ja tarvittavaa tekniikkaa tiedon tehokkaaksi soveltamiseksi. Suurin osa kalanviljelylaitoksistamme on tässä suhteessa vielä liian kehittymättömiä.

2. Kuormituksen vähentämismahdollisuudet rehun koostumusta muuttamalla

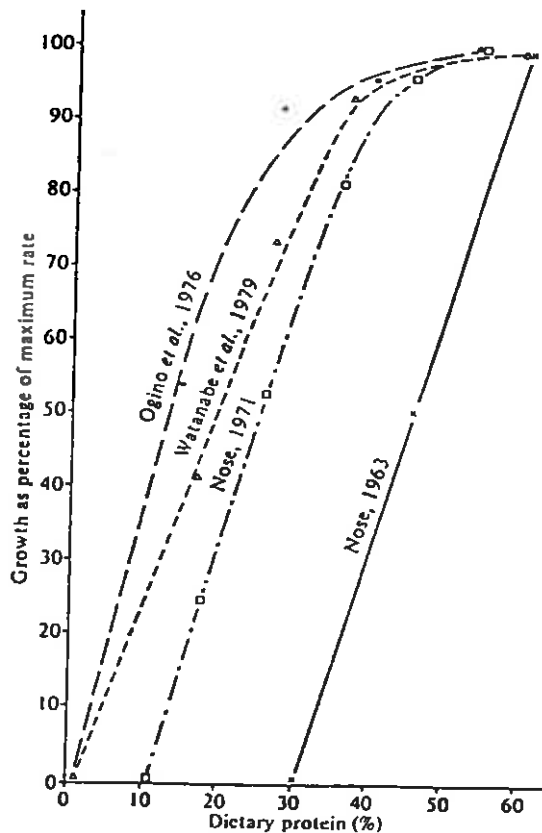
Kalojen ruokinnassa tulee turvata kalan ravitsemukselliset tarpeet. Kalan rehun on oltava aina täysrehua eli sisällettävä riittävä määrä kalan tarvitsemia vitamiineja sekä hiven- ja mineraaliaineita sekä oltava koostumussuhteiltaan kalan ruuansulatuselimistöön ja ravitsemusfysiologiaan sopeutettu.

Kalanviljelylaitoksen kuormitusta tarkasteltaessa päähuomio kiinnitetään vesistöissä rehevöittävän lannoitusvaikutuksen aiheuttaviin kasviraavinteisiin, fosforiin ja typpeen. Kalan ravitsemuksen

kannalta ensinmainittu on hivenaine, jota on oltava rehussa kalan aineenvaihduntaansa ja kasvuunsa tarvitsema vähimmäismäärä. Viimemainittu sensijaan esiintyy kalanrehussa aminohapoissa, jotka ovat valkuaisaineiden rakenneosia.

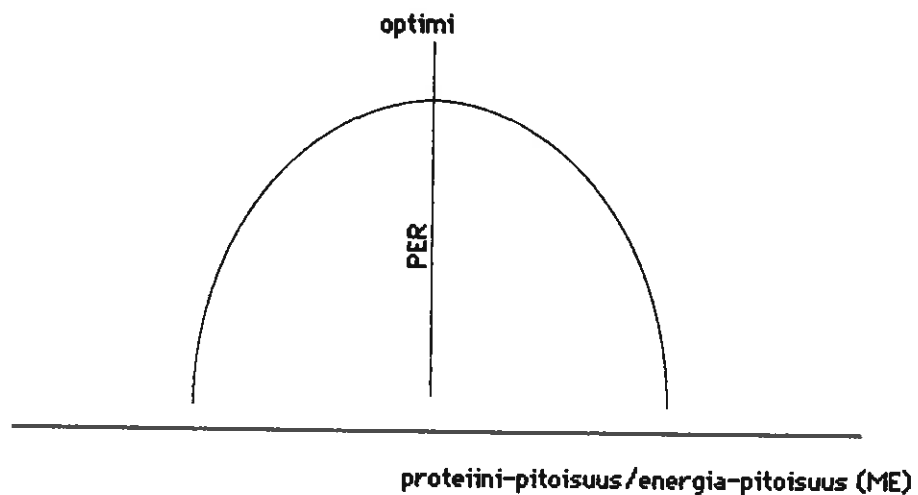
2.1. Typpikuormituksen vähentäminen

Valkuaisaineet, proteiinit, ovat kalan ravitsemuksessa keskeinen pääravintoaine. Valkuaiselle ei voida määrittellä niin yksiselitteistä kasvavan lohikalan päivittäistä tarvetta, kuin fosforille. Tämä johtuu siitä, että valkuainen voi tulla käytetyksi, joko energianlähteenä (katabolia) tai kasvun raaka-aineena (anabolia). Energianlähteenä valkuainen on rasvoja tai hiilihydraatteja epäedullisempi. Tämä johtuu juuri siitä, että ylimääräinen typpi on eritettävä aineenvaihdunnan kautta pois. Tähän erityistyöhön ja eritettävän yhdisteen, joka kaloilla virtsa-aineen sijasta on ammoniumia, synteesiin hukkaantuu energiaa.



Kuva 1. Proteiinipitoisuuden vaikutus kirjolohen kasvuun eri tutkimusten mukaan (ref. in: Hephher 1988).

Valkuaista voidaan säästää lisäämällä energiaa joko rasvan tai hiilihydraattien muodossa rehuun. Tämä johtaa sivuvaikutuksena suurempaan tuotetun kalan rasvapitoisuuteen. Energiämäärää ei kuitenkaan pidä liioitella: valkuaisen käyttötehokkuus, ns. PER-luku, kyllä nousee jatkuvasti, mitä pienempiin valkuaismääriin mennään, mutta rehun kokonaiskäyttötehokkuus alkaa heiketä ja valkuaisen määrästä alkaa tulla kasvua rajoittava tekijä (kuva 1, Hephher 1988). Rehukertoimen laskun myötä saavutettu hyöty menetetään ja kuormitus saattaa jopa kasvaa. Näistä syistä on proteiinin pitoisuuden sijasta tarkasteltava sen suhdetta energiapitoisuuteen: Optimaalisella alueella ollaan kun energiaa on noin 30-31 kilojoulea proteiinigrammaa kohti (= 31-33 mg proteiinia/kJ, Ringrose 1971, Takeda ym. 1971).



proteiinia suhteessa energiaan liian vähän :

Energia määrää ravinnonoton tason, jolloin kala ei enää saa riittävästi valkuaisen rakennusaineita. Osa energiasta varastoidaan.

proteiinia suhteessa energiaan liikaa :

Osa siitä käytetään energian lähteenä. Valkuaista "tuhlataan". Osa voidaan varastoida.

Kuva 2. Proteiinin käyttötehokkuuden muutokseen johtavia tapahtumia, kun poiketaan optimaalisesta proteiinin ja energian pitoisuussuhteesta.

2.2. Fosforikuormituksen vähentäminen

Jotta fosforia voitaisiin rehussa vähentää on tunnettava kalan tarpeet sen suhteen; kuinka paljon ja missä muodossa sitä rehussa tulisi olla. Tämän jälkeen voidaan arvioida kuinka alas sen pitoisuudessa voidaan mennä. Arviointia voidaan tehdä esim. taulukon 1 tapaan (Wiesmann 1988).

Suomessa kaupallisessa käytössä olevat kalanrehut on fosforin suhteen jo kehitetty lähes niin pitkälle kuin mahdollista: valitsemalla rehun valkuaisraaka-aineiksi vähän tuhkaa sisältäviä kalajauholaatuja on päästy hyvin alhaisiin pitoisuuksiin. Kirjoloheen fosforin tarpeeksi on todettu 0,65-1,09 % rehusta (Ogino ja Takeda 1976). Fosforin pitoisuutta ei juurikaan nykyisistä määristä enää voida laskea kasvun kärsimättä. Tällöin taas kasvutulos heikkenisi ja fosforikuormitus nousisi.

Taulukko 1. Fosforitarpeen arviointi

kalan kasvu kg/rehun kuiva-aine kg	800	1000	1200
kasvuun sitoutuva P (g) rehu- kiloa kohti	3,2	4,0	4,8
väistämättömät tappiot (g)*	1,5	1,5	1,5
nettotarve:	4,7	5,5	6,3
bruttotarve, g/kg rehun kuiva- ainetta, kun hyväksikäyttöaste on:			
19 %, fytiini-fosfori	24,7	28,9	33,2
86 %, kalajauhon fosfori	5,5	6,4	7,3
100 %, epäorgaaninen fosfori	4,7	5,5	6,3

*arvioitu paastoavan kalan aineenvaihdunnasta kasvunopeudelle 1%/d

3. Kuormituksen vähentämismahdollisuudet ruokintaa muuttamalla

3.1. Yleistä

Ruokintaa voidaan kalanviljelyssä sovittaa mahdollisimman tarkoin viljelyssä olevan kalalajin kasvun kannalta otolliseksi. Tällöin ruuan määrä ja saatavuus pyritään sovittamaan sellaiseksi, että mahdollisimman suuri osa rehun sisältämästä energiasta tulee käytetyksi kasvuun.

Kala on vaihtolämpöinen eläin, jonka päivittäinen energiantarve riippuu yksilön koosta ja ympäristötekijöistä, ennen kaikkea lämpötilasta. Jotta voisimme optimoida ruokinnan täytyy meillä olla perustieto viljeltävän kalalajin energiankäytöstä: Ensinnäkin meidän tulee tietää millä tavalla energia jakautuu kyseisellä lajilla ruuansulatuksesta poistuvan (sulamattoman) energian,

aineenvaihdunnan, liikunnan ja kasvun kesken. Toiseksi meillä tulee olla käsitys siitä, kuinka kalan yksilökoko ja ympäristötekijät vaikuttavat energiantarpeeseen.

Ruokintaa optimoimalla pyritään parantamaan rehukerrointa eli nostamaan kasvua suhteessa käytettyyn rehumäärään. Vaikutusta eli rehukertoimen ja fosfori-kuormituksen riippuvuutta voidaan kuvata esim. seuraavalla yhtälöllä:

$$y = 10 * fc * P - z$$

y = fosforikuorma kg/tonni tuotettua kalaa

fc = rehukerroin

P = fosforin pitoisuus rehussa prosentteina

z = fosforin pitoisuus kalan lisäkasvussa kg/tonni

Yhtälö kuvaa siis sekä rehukertoimen, että rehun pitoisuuden vaikutusta kuormitukseen. Sama asia voidaan esittää myös kuvalla (kuva 3).

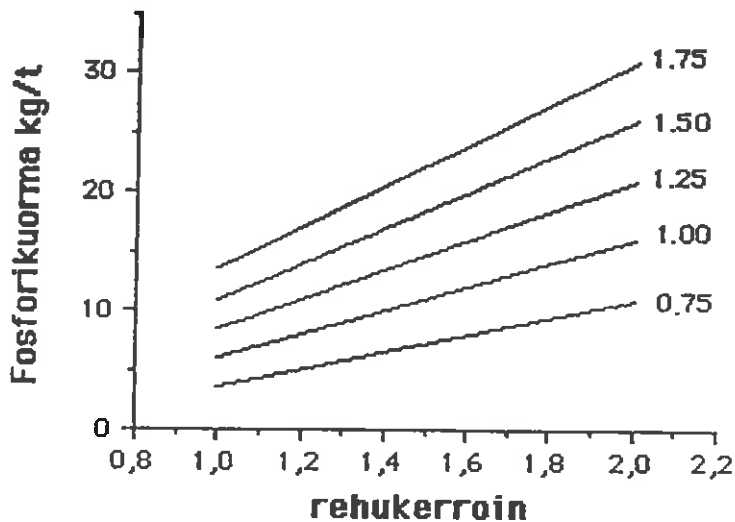
Samankaltainen kuva voidaan laatia myös tyypikuormituksesta. Kuten edellä todettiin valkuaispitoisuuden ja energiapitoisuuden suhde kuitenkin määrää rehukerrointa, joten riippuvuus ei ole näin yksinkertainen (kuten ei fosforinkaan, jos mennään kalan tarpeen alapuolelle pitoisuudessa. Korkeintaan voitaisiin ajatella yhden suoran kuvaajaa rehukertoimen ja tyypikuormituksen riippuvuudelle. Parempi olisi kuitenkin kuvata asiaa monimuuttujaregressiolla, jolloin yksi muuttuja olisi typen määrä muuntokelpoista energiaa kohti).

3.2. Kalan energiatalous

3.2.1. Energiatase

Paitsi kasvuunsa tarvitsee kala energiaa myös aineenvaihduntansa toimintaan sekä liikkumiseen. Rehun energian jakautuminen näiden komponenttien kesken on hyvin voimakkaasti riippuvainen kalan omasta sisäisestä sekä myös ympäristötekijöiden säätelystä.

Energian jakautuminen voidaan yleistää ns. energiataseeksi. Brett ja Groves (1979) ovat esittäneet nuorelle kasvavalle lohikalalle seuraavan yleistyksen:



Kuva 3. Fosforikuorman (kg/tonni tuotettua kalaa) riippuvuus rehun fosforipitoisuudesta (%) ja rehukertoimesta

Tämän mukaan kasvuun riittäisi siis noin 20-40 prosenttia rehun bruttoenergiasta, joka myös kutakuinkin vastaa kuivapaino-osuuksia.

3.2.2. Lämpötilan vaikutus

Kala syö energiantarpeensa mukaan. Tuntiessaan itsensä kylläiseksi se menettää ruokahalunsa. Aineenvaihdunta muuttuu suhteessa lämpötilaan siten, että lämpötilan noustessa lähellä kasvun optimialuetta se kasvaa noin kaksinkertaiseksi. Esim. kultakalalla mitattiin Q10 -kerroin 2,3 (Winberg 1956). Kirjolohen aineenvaihdunta muuttuu kutakuinkin samassa suhteessa, mutta kylmemmissä lämpötiloissa muutos on suurempi (kuva 4).

3.2.3. Kalan koon vaikutus

Eliöiden aineenvaihdunnan suuruus suhteessa yksilön kokoon ei ole vakio, vaan muuttuu tietyssä suhteessa. Suhde voidaan kuvata logistisesti, jolloin kertoimen b (eksponentin) arvo vaihtelee noin välillä 0,66 ($=2/3$) ja 1,0. Kirjolohella tämä kerroin on lähellä yhtä (Rao (1968) = 0,99 - 1,04, Staples ja Nomura (1976) = 0,81, Mäkinen ja Ruohonen (1990) = 0,97).

3.2.4. Optimaalinen ruokintataso

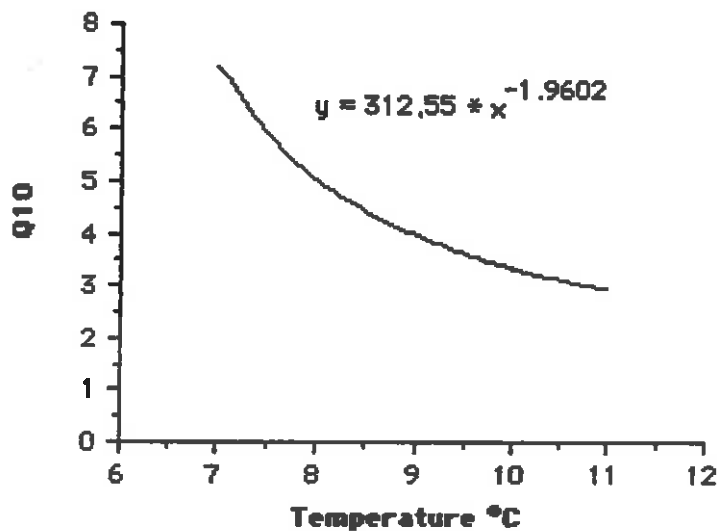
Kalaparvea ruokittaessa voidaan määrityssä lämpötilassa ja määrityllä kalakoolla löytää kutakuinkin vakiona pysyvät ruokintatasot. Perusaineenvaihdunnan taso määritetään paastoavan kalan aineenvaihdunnasta. Ylläpitotaso on se taso, jolla ruokittaessa kalan paino pysyy vakiona ja maksimitaso on taso, joka ylittämällä ei enää saavuteta kasvun lisää. Yleensä oletetaan tämän tason olevan kalan suurimman ruokahalun mukainen taso) ilman yli- tai ohiruokintaa). Kahden viimeksimainitun välistä löytyy ns. optimitaso. Tämä on ruokinnanmäärä, jolla kasvun määrä suhteessa ruokintayksikköön on maksimissaan (rehukerroin pienimmillään). Ruokintaa energiayksiköinä mitattaessa optimiruokinnan taso löytyy yleensä noin vajaan kolmanneksen päästä maksimiruokinnan tasosta.

3.3. Ruokinnan optimointi käytännössä - mihin voidaan päästä?

Ruokinnan optimointi käytännössä ei ole aivan niin yksinkertaista kuin asian teoreettinen tarkastelu antaisi ymmärtää. Optimointi on kalojen ruokinnan ja kasvuun vaikuttavien eri tekijöiden summa ja lähes kaikki sen osatekijät ovat hyvin monimutkaisia prosesseja. Ruokinnan optimoinnissa keskeisellä sijalla ovat kalojen energiantarpeen arviointi ja odotettu kasvatulos erilaisissa ympäristöoloissa. Ruokintatarpeen arvioimiseksi vähin mitä on tiedettävä on kalojen määrä ja massa kasvatusyksikössä, veden lämpötila ja happipitoisuus. On ilmeistä, että hyvin usein edes ensinmainitut ehdot eivät kalanviljelylaitoksissa täyty eikä optimointiin tarvittavia energiantarve- ja kasvumalleja voida täten hyödyntää. Haluttaessa lisätä käytettävien mallien tarkkuutta vaadittavien taustatietojen määrä lisääntyy myös, joten on ilmeistä, että kalanviljelyn ruokinnan optimoinnissa tulisi pyrkiä mahdollisimman yksinkertaisten, helposti seurattavien muuttujien sisältävien mallien soveltamiseen. Esimerkkejä mallien soveltamisesta ovat esittäneet mm. Ruohonen (1988a,b) ja Ruohonen ja Mäkinen (1989).

Ruokinnan optimoinnilla saavutettavissa olevaa kalanviljelyn kuormituksen vähenemää voidaan arvioida useista eri lähtökohdista. Yksinkertaisin (ja epärealistisin!) vaihtoehto on tarkastella lyhytkestoisissa kokeissa havaittuja rehukertoimia ja yleistää nämä koskemaan koko kalanviljelyn tuotantokiertoa. Esim. Mäkinen ja Ruohonen (1990) havaitsivat kaksivuotiaan kirjolohen (500-1000 g) kasvatuskokeissa, että rehukerroin oli kokeen kuukauden mittaisen osajakson aikana niinkin hyvä kuin 0,8 ja koko kasvatuskokeenkin aikana (88 vrk, kesäkuun puolivälistä syyskuun puoliväliin) noin 1,0. Brett ja Groves (1979) puolestaan esittivät laajaan kirjallisuusaineistoon perustuen, että kasvavalla kalaa syövällä (karnivorilla) kalalla ravinnon sisältämästä energiasta sitoutuu kasvuun $29 \pm 6 \%$, joka vastaa rehukerointa $0,9 \pm 0,2$. Storebakken ja Austereng (1987) havaitsivat lyhytkestoisissa kokeissa (42 vrk) 500-1000 g:n kirjolohilla rehukertoimen 1,0.

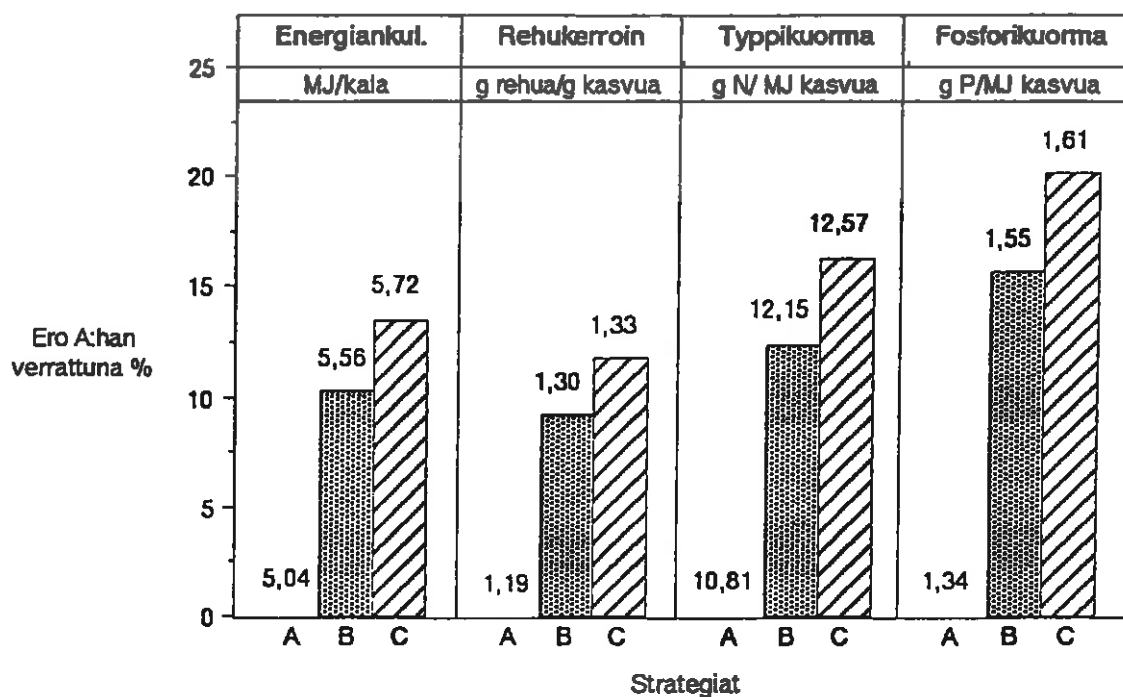
Valitettavasti julkaistua tietoa pidemmistä, koko tuotantokierron käsittävistä kasvatusjaksoista on vain vähän. Jotta ruokinnan optimoinnin mahdollisuuksista koko tuotantokiertoa ajatellen voisi saada käsityksen olisi em. tietoja hankittava. Toinen mahdollisuus, jota mm. Ruuhonen (1988b) ja Ruuhonen ja Mäkinen (1989) ovat käyttäneet on tuotantokierron simulointi kasvumalleja avuksi käyttäen. Ruuhonen ja Mäkinen (1989) simuloivat 30 g:n kirjolohen kasvatusta kesäkuun alusta marraskuun loppuun (182 vrk) kolmella erilaisella ruokintastrategialla. Kalojen tavoitekoko oli 250 g. Simuloidut strategiat olivat seuraavat (vrt. kuva 5): (A) rehukerrointa jatkuvasti minimoiva optimiruokinta, (B) ruokinta aluksi 50 % maksimista, jota seurasi ruokinta maksimiruokintasuhteella siten, että tavoitekoko saavutettiin ja (C) ruokinta aluksi maksimiruokintasuhteella, jota seurasi ruokinta 50 % maksimista siten, että tavoitekoko saavutettiin. Simuloinnin tuloksia tarkasteltiin suhteessa rehun hyödyntämiseen ja ravinnekuormitukseen. Tiivistetyt tulokset ovat kuvassa 5. Simulointi osoitti, että ruokinnan optimoinnilla voidaan vaikuttaa kuormituksen suuruuteen ainakin yhden kasvukauden aikana. Simuloidut ruokintastrategiat olivat kaikki optimaalisia siinä mielessä, että kaiken rehun oletettiin tulevan syödyksi. Mikäli simuloinnin tuloksia verrataan esim. rehukertoimeen 1,8, voidaan todeta, että energiankulutus (rehunkulutus) on 52 %, typpikuormitus 68 % ja fosforikuormitus jopa 86 % suurempi kuin optimoidulla ruokintastrategialla. Huomionarvoista on kuitenkin se, että jo yhden kasvukauden yli ulottuva simulointi antaa lopputulokseksi huomattavasti huonompia rehukertoimia kuin edellä esitetyt kokeellisissa tutkimuksissa havaitut rehukertoimet.



Kuva 4. Kirjolohen maksimiaineenvaihdunnan muutos suhteessa lämpötilaan optimilämpötilan alapuolella olevissa lämpötiloissa (Mäkinen ja Ruuhonen 1990).

Jotta myös hitaan kasvun talviaika alhaisine veden lämpötiloineen tulisi arvioissa otetuksi huomioon, simuloi Ruohonen (1988b) koko kirjolohen tuotantokierron 5 g:n poikasesta aina 1 kg:n myyntikokoon saakka. Myyntikokoon saavuttamisen kriteerinä pidettiin sitä, kun yli 80 % parvesta saavutti po. koon. Simuloinnissa oli ruokinnan lisäksi muuttujana kasvatuksen lähtötiheys annettujen laitoksen kapasiteettia kuvaavien reunaehtojuen puitteissa. Tällä kertaa simuloitiin erilaisia vakioruokintasuhdeita suhteessa rehukerrointa minimoivaan optimiruokintaan. Tavoitteena oli selvittää myös se, onko laskennallisesti huomattavasti yksinkertaisempi lähellä optimia oleva vakioruokintasuhde käyttökelpoinen vaihtoehto päivittäiselle laskennalle. Simuloinnin tulokset on esitetty kuvassa 6. Havaitut rehukertoimet olivat vielä selvästi huonompia kuin yhden kasvukauden simuloinnissa. Ruokinta- tai tässä yhteydessä oikeammin tuotantostrategian ja ravinnekkuormituksen suhde muuttui komplisoidummaksi, kun systeemiin lisättiin uutena tekijänä kasvatustiheys, vaikka kasvatustiheyden vaikutus ilmenikin tässä simuloinnissa ainoastaan muutoksena hapenkulutuksessa ja kasvatustveden happipitoisuudessa. Simuloinnin perusteella voitaneen kuitenkin todeta, että ruokinnan optimoinnilla on suuri merkitys kalanviljelyn kasvatustulokselle ja myös viljelyn aiheuttamalle ravinnekkuormitukselle. Edelleen voidaan päätellä, että optimaalisella vakioruokintasuhdeella voidaan päästä lähes yhtä hyvään lopputulokseen kuin jatkuvaan (päivittäiseen) optimointiin perustuvalla strategialla.

Tilanne mutkistuu, kun ajattelemme, että kalaparvi altaassa koostuu yksilöistä eikä olekaan yksi suuri suu elimistöineen. Bioenergetiikkaan perustuva optimointiteoria toimii teoriassa hyvin kalaparven osalta, mutta käytännössä optimointia on vaikea saavuttaa muuten kuin yhtä yksilöä yhdessä kasvatusyksikössä pitämällä. Tämä siksi, että kalaparvessa kalojen ravinnonottoon vaikuttavat lähinnä muut tekijät kuin kalojen sama ravinnon kokonaismäärä. Ruokinnan alkaessa kalat altaassa eivät voi tietää aikooko viljelijä ruokkia maksimiruokintasuhdeella, optimiruokintasuhdeella vai kenties ylläpitoruokintasuhdeella. Kalojen strategia on todennäköisesti syödän niin paljon kuin pystyvät kunnes niiden vatsa on täynnä. Kalaparven yksilöiden ravinnonotto vaihtelee suuresti kuten kuvasta 7 (Ruohonen, Koskela ja Talbot, julkaisematon tieto) voimme havaita. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että ruokinnan optimointi voi toimia ainoastaan suuntaa-antavana, likimääräisenä ohjeena kohti parempaa ja tehokkaampaa ruokintatekniikkaa. Mikäli rajoitamme ruokintasuhdetta maksimista optimiin, saattaa jo tämä lisätä kuvan 7 perusteella välillisesti ravintokilpailun kautta yksilöiden kasvueroja, mikä ei suinkaan liene kalanviljelijän tarkoitus. Optimoinnin soveltamisessa tulisikin keskittyä entistä enemmän kalayksilöiden ravinnonottoon ja syömiseen liittyvän käyttäytymisen tutkimiseen, jotta tuntisimme ne tavat, joilla ruokintaa voidaan optimoida kalayksilön tarpeita vastaavaksi. Ruokintatekniikan kannalta tämä tarkoittaa etenkin ruokintataajuuden, ts. vuorokautisten ruokintakertojuen määrän, ja ruokinnan vuorokautisen ajoittamisen (esim. aamu/ilta -aktiivisuus) sekä rehun jakelutavan merkityksen nykyistä tarkempaa selvittämistä.

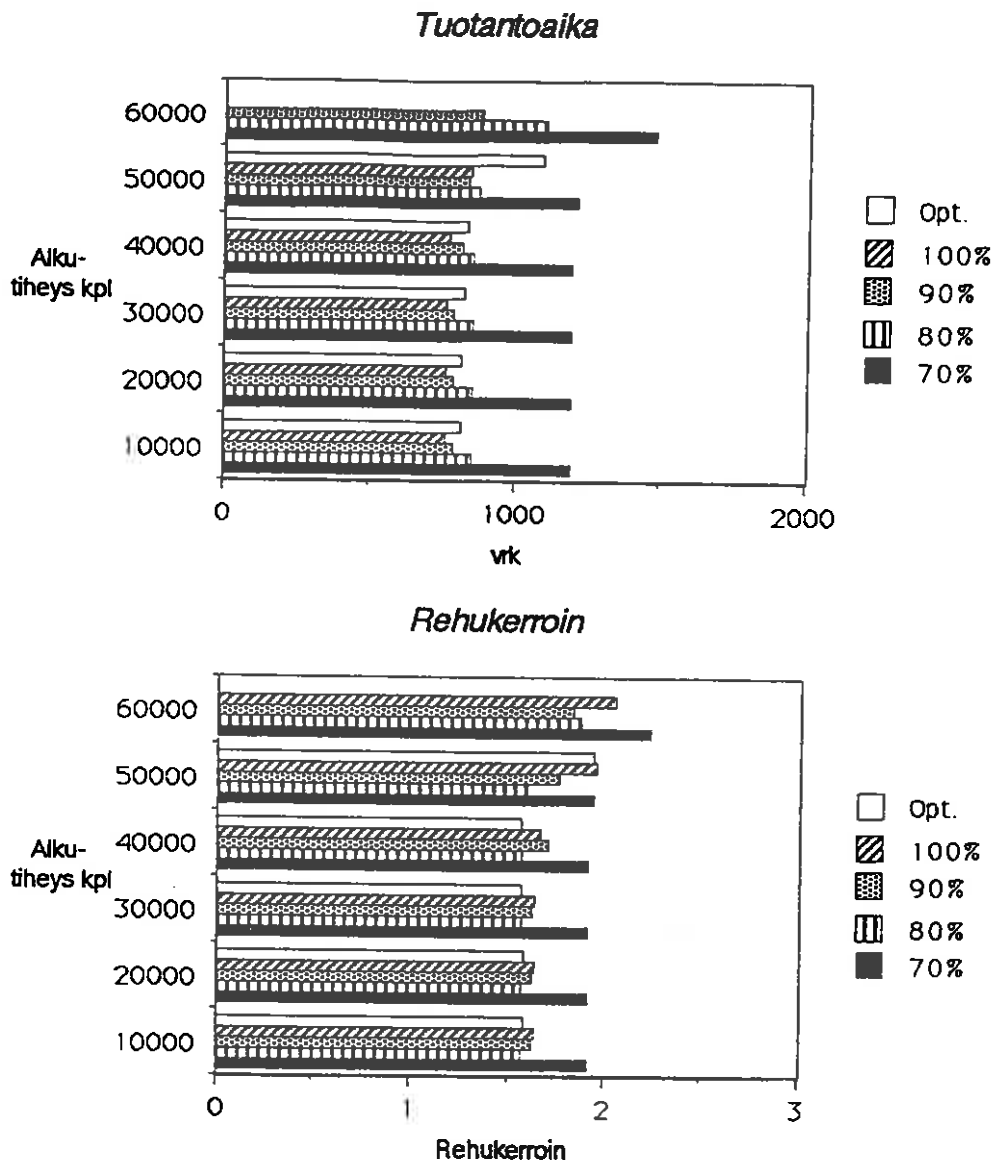


Kuva 5. Eri ruokintastrategioiden välinen ero energiankulutuksessa, rehukertoimessa sekä fosfori- ja typpekuormituksessa (Ruohonen ja Mäkinen 1989).

4. Johtopäätökset: Rehun ja ruokinnan optimoinnin yhteisvaikutus ja edellytykset tämän toteuttamiselle

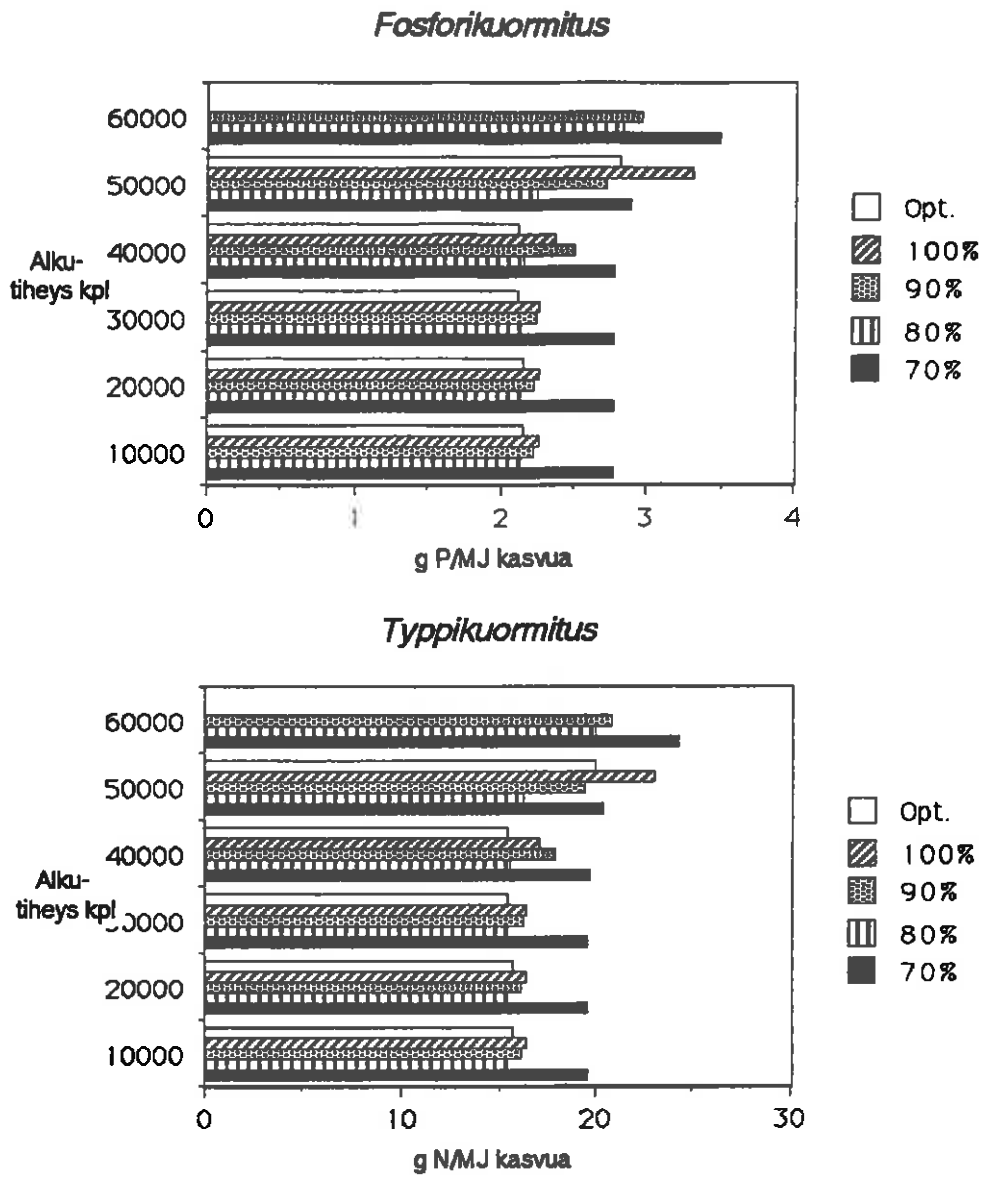
Rehujen kehittämisessä vähemmän kuormittavaan suuntaan on edetty jo hyvin pitkälle. Jatkettaessa rehujen koostumuksen optimointia on entistä tarkemmin otettava huomioon kalan ravitsemukselliset vaatimukset. Muutoin voidaan päätyä "ojasta allikkoon" jos esim. fosforin pitoisuus alkaa rajoittaa kasvua ja huonontaa rehukerrointa, jolloin kuormitus kasvaa nopeasti.

Ruokintaa voidaan nykyisestä käytännöstä vielä huomattavasti kehittää. Tähän tarvitaan kuitenkin vielä tutkimusta kalan energiatarpeesta ja ruokahalun optimoinnista myös kasvatettavan kalaparven yksilöiden kannalta. Ruokintasuhdetta optimoimalla on kuitenkin mahdollista hyvin yksinkertaisesti kehittää koko tuotantokierron ruokinta mahdollisimman vähän kuormittavaksi.

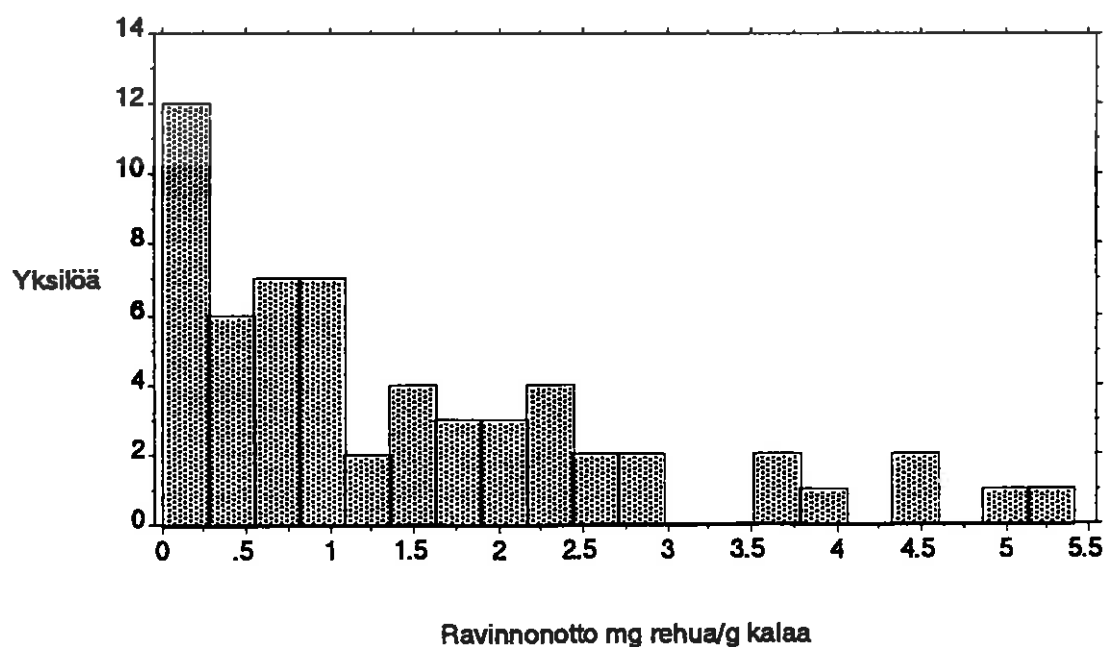
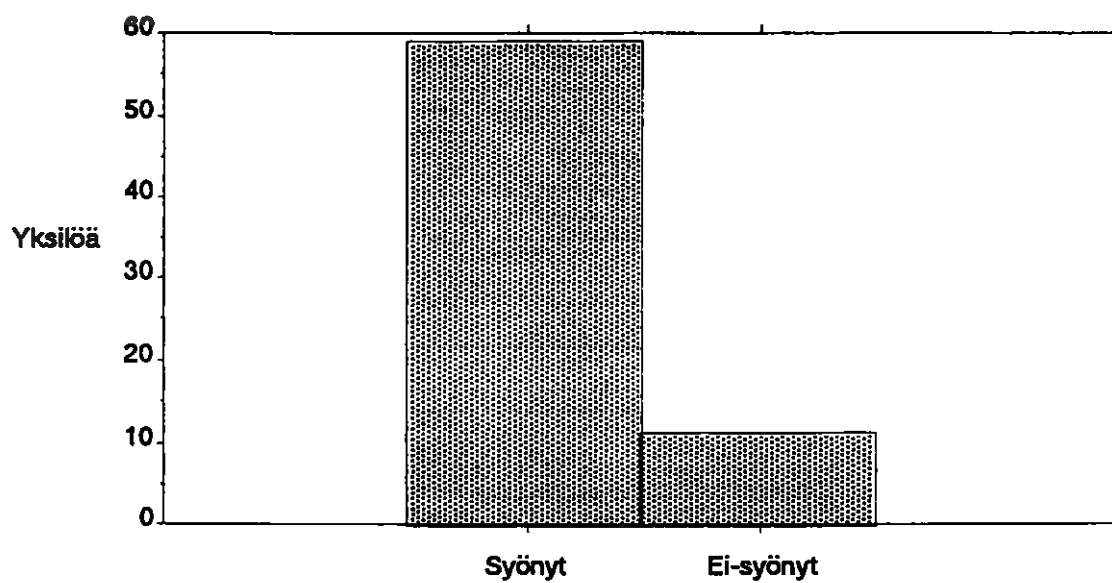


Kuva 6. Tarvittava tuotantoaika, rehukerroin sekä fosfori- ja typpikuormitus erilaisilla tuotantostrategioilla (Ruohonen 1988b). Kuva jatkuu seuraavalla sivulla.

Ruokinnan optimoimiseksi tarvittavaa automatisointia, niin kalamäärän ja kalan kasvun seuraamiseksi kuin myös itse rehun jakelun automatisoimiseksi ja ohjaamiseksi tulee edelleen kehittää erityisesti merialueen verkkoallaslaitosten tarpeisiin. Lisäksi olisi etsittävä helposti mitattavia kalojen ravinnonottoa ja ruokahalua ennustavia muuttujia.



Kuva 6. jatkuu



Kuva 7. Kirjolohen ravinnonotto (mg rehua/g kalaa vuorokaudessa) 1.7 °C:een lämpötilassa kahden vuorokauden ruokinnan aikana (Ruuhonen, Koskela ja Talbot, julkaisematon aineisto).

Kirjallisuus

- Brett, J.R. & Groves, D.D. 1979. Physiological energetics. I: Hoar & Randall (eds.), Fish Physiology, VIII, p. 279-352.
- Hepher, B. 1988. Nutrition of pond fishes. Cambridge. Cambridge University Press, 388 pp.
- Mäkinen, T. & Ruohonen, K. 1990. The optimum energy feeding level of Finnish rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) stock in relation to temperature (manuscript).
- Ogino, C., Takeuchi, L., Takeda, H. & Watanabe, T. 1979. Availability of dietary fosforus in carp and rainbow trout. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 45, p. 1527-1532.
- Rao, G.M.M. 1968. Oxygen consumption of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in relation to activity and salinity. Can. J. Zool. 46, p. 781-786.
- Ringrose, R.C. 1971. Calorie-to-protein ratio for brook trout (*Salvelinus fontinalis*). J. Fish. Res. Board Can. 28, p. 1113-1117.
- Ruohonen, K. 1988a. Optimization in aquaculture: a need for biological modelling and automatic control. IChemE Symposium Series No. 111, p. 273-280.
- Ruohonen, K. 1988b. Production planning and whole farm simulations in aquaculture. Proceedings 12th IMACS World Congress on Scientific Computation. Vol. 3, p. 660-662.
- Ruohonen, K. & Mäkinen, T. 1989. Feeding optimization of rainbow trout as an application of a growth model with response to environmental factors. In: DePauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H. & Wilkins, N. (eds). Aquaculture - a biotechnology in progress, p. 689-696.
- Staples, D.J. & Nomura, M. 1976. Influence of body size and food ration on the energy budget of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Rich. J. Fish Biol. 9, p. 29-44.
- Takeda, M., Shimeno, S., Hosokawa, H., Kajiyama, H. & Kaiyo, T. 1975. The effect of dietary calorie-to-protein ration on the growth, feed conversion and body composition of young yellowtail. Nippon Suisan Gakkaishi 41, p. 443-447.
- Wiesmann, D. 1988. Phosphoreintrag durch Intensivhaltung von Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*, R.). In: Rosenthal, H., Saint-Paul, U. & Hilge, V. (eds.) Perspektiven der deutschen Aquakultur. Deutsche Sektionen der European Aquaculture Society und European Association of Fish Pathologists, p. 83-90.
- Winberg, G.G. 1956. Rate of metabolism and food requirements of fishes. In: Fish. Res. Bd. Can. Transl. Ser. 194, p. 1-253.

KALANVILJELYLAITOSTEN POISTOVESIEN KÄSITTELYN KÄYTÄNNÖN MAHDOLLISUUDET

YRJÖ AARNIPURO

Insinööritoimisto Ylitalo Oy

Tiivistelmä

Tässä esitelmässä tarkastellaan lähinnä itsepuhdistuvien kalanviljelylaitosten poistovesien käsittelymenetelmiä. Esitettävät menetelmät perustuvat valtion kalanviljelylaitosten suunnittelun ja rakentamisen yhteydessä tehtyihin tutkimuksiin ja selvityksiin.

Kalanviljelytoiminnalle on nykyisillä laitoksilla luonteenomaista suurten vesivirtaamien hyväksikäyttö, jolloin toimintaa yleensä ei rasiteta hapetusjärjestelmillä eikä vedenkierrätyksessä tarvittavilla siirtopumppauksilla ja vedenkäsittelytoimenpiteillä, joilla pyritään ns. kiertovesilaitokseen.

Vesistökuormitusta aiheuttavat ruokinnassa kaloilla käyttämättä jäänyt rehu sekä kalojen ulosteet. Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan arvioida, että hukkaan menneen kuivarehun aiheuttaman fosforikuormituksen kannalta on oleellista poistaa hukkarehu nopeasti. Vuorokauden jälkeen voidaan saada talteen 30-60 % rehun fosforista, kun minuutin kuluessa hukkarehu keräämällä vastaava osuus on yli 90 %. Vuorokaudessa ulosteesta on liuennut veteen fosforia noin 20 % eli teoreettisesti talteen voidaan saada kiintoainetta keräämällä 80 % ulosteen fosforista. Ulostesta liukenevan fosforin kannalta ei ulostepartikkeleiden poisto minuutin sisällä vähennä kuormitusta oleellisesti useamman tunnin kuluttua tapahtuvaan poistoon verrattuna (lämpötila +22 °C) (Eskelinen 1988).

Suomessa tehtyjen ainetasekokeiden mukaan syötetyn rehun fosforista kaloihin on sitoutunut 15-42 % (ka. 28 %), lietteeseen on aluksi sitoutunut 21-50 % (ka. 33 %) ja poistoveteen on joutunut 13-54 % (ka. 36 %) (Kalankasvatus ja ...1988).

Yleistavoitteena poistoveden käsittelymenetelmien suunnittelussa on ollut kiintoaineen mahdollisimman nopea ja tehokas erottelu kalankasvatusvedestä ja tätä kautta fosforikuormituksen pienentäminen.

Jotta edellä mainittuun tavoitteeseen päästäisiin, tulee kiinnittää laitosten suunnitteluvaiheessa erityistä huomiota seuraaviin mitoitustekijöihin:

- geodeettinen korkeusasematarkastelu
- viljelyaltaan tulovesitys
- viljelyaltaan muotoilu
- viljelyaltaan vedenpoisto, vesipinnan säätö ja poistoviemärointi
- nopeasti laskeutuvan kiintoaineen kerääminen
- vesifaasin laskeutumattoman ja hitaasti laskeutuvan kiintoaineen erottelu
- lietevesijakeiden käsittely
- lietteen jatkokäsittely

1. Johdanto

Kuormituksen lähtökohtana on kalojen ruokinnassa käytetyt rehut. Tärkein merkitys on fosforilla, joka on yleensä vesiemme perustuotantoa säätelevä minimitekijä. Kuivarehun fosforipitoisuus vaihtelee 0,8-1,5 %. Typeä kuivarehussa on 7-8 %. Tuorerehussa on fosforia 0,35-0,5 % ja typeä noin 2,5 %. Kiinteytyspaineella valmistettu semimoist-rehu sisältää fosforia 0,8-0,9 % ja typeä noin 5 %. Pelkällä kalajauholla kiinteytetty semimoist-rehu saattaa sisältää fosforia jopa 1,3 % ja typeä 8,5 %. Kalojen fosforipitoisuus on keskimäärin 0,35-0,45 % ja tyypipitoisuus 2,7-2,8 % vaihdellen jonkin verran kalan iän (koon) ja eri kalalajien välillä. Käytetystä rehun fosforista sitoutuu täten kaloihin vaihdellen eri selvitysten mukaan noin kolmannes. Kalanviljelylaitosten kuormitus aiheutuu käyttämättä jääneestä rehusta ja kalojen ulosteista (Kalankasvatus ja ...1988).

Kalakilon tuottamiseen tarvitaan kuivarehua 1-2 kg (rehukerroin). Tuorerehulla rehukerroin on 5-7 ja semimoist-rehulla noin 2-3. Käyttämättä jääneestä rehusta ja ulosteista syntyy märkälietettä 1,8-3,1 l, keskiarvona 2,3 l, joka vastaa kuiva-aineena 83-255 g, keskiarvona 157 g syötettyä kuivarehukiloa kohti. Lietteen fosforipitoisuus on 10-40 mg/g ja vastaavasti tyypipitoisuus 26-60 mg/g lietteen kuiva-ainetta. Kalanviljelylietteessä oleva fosfori liukenee varsin nopeasti ja hukkarehun fosfori erittäin nopeasti kun veden lämpötila on korkea, eli kalojen ruokahalua seuraavan ruokinnan ja altaiden puhdistusmenetelmien toimivuuteen kesäaikana on kiinnitettävä erityistä huolellisuutta (Eskelinen 1988, Kalankasvatus ja ...1988).

Kasvatusaltaissa (itsepuhdistuvissakin) syntyy myös muita lietteitä, jotka poistuvat pesulietteinä altaita puhdistettaessa. Nämä sisältävät bakteeri-, sieni- ja leväkasvustoja sekä uloste- ja rehujätettä. Pesulietteiden (ikä < 10 d) fosforipitoisuus on keskimäärin noin 25 % alempi kuin ulostelietteiden (ikä < 2 d) (Kalankasvatus ja ...1988).

Suomessa tehtyjen ainetasekokeiden mukaan syötetyn rehun fosforista kaloihin on sitoutunut 15-42 % (ka. 28 %), lietteeseen on aluksi sitoutunut 21-50 % (ka. 33 %) ja poistoveteen on joutunut 13-54 % (ka. 36 %) (Kalankasvatus ja ...1988).

Kalanviljelyn vesistökuormitusta voidaan käytännössä alentaa ainakin seuraavin toimenpitein:

- rehun fosforipitoisuutta alentamalla tai koostumusta muuttamalla
- rehun hyväksikäyttöastetta parantamalla (rehukerrointa pienentämällä)
- rakentamalla altaat itsepuhdistuviksi ja hoitamalla altaita siten, ettei niiden toiminta heikkene
- tehostamalla ja nopeuttamalla syntyvän lietteen erottelua kalankasvatusvedestä
- kierrättämällä kasvatusvettä, jolloin on mahdollista erottaa myös liukoisia kuormitustekijöitä pienemmästä virtaamasta esim. kemikaalein
- käsittelemällä ja sijoittamalla liete siten, etteivät lietteen sisältämät ravinteet pääse vesistöön

Kalanviljelylaitosten poistovesien käsittely voidaan kohdistaa seuraavan tyyppisiin kiintoainemaisiin jätteisiin:

- Pohjaliete, joka koostuu pääasiassa kalojen ulosteista sekä käyttämättä jääneestä rehusta. Kalan ulosteille on ominaista suuri ominaispaino ja hyvä (nopea) laskeutuvuus heti ulostuksen jälkeen, mutta vedessä uloste alkaa hajota sekä mekaanisesti (suureneminen) että liuottamalla fosforia. Selvitysten mukaan vuorokaudessa ulostelietteen fosforista liukenee noin 20 % ja kun lietteen muodostumisikä kasvaa 3,5 d:sta 3 viikkoon on lietteen fosforista liuennut veteen noin 50 %. Kun ulostuslietteen ikä kasvaa 9 viikkoon, on fosforista liuennut jo noin 80 %. Suomessa tehdyissä viljelyaltaiden ainetasetutkimuksissa on keskimäärin lietteeseen jäänyt noin 50 % hukkafosforista. Hukkaan menneen rehun fosforista liukenee tunnissa 15-50 % alkupitoisuudesta ja vuorokaudessa jo 40-70 % (+22 °C) (Eskelinen 1988).

- Vesifaasin laskeutumaton kiintoaine, joka koostuu pääasiassa rehuhiukkasista ja ulostehiukkasista. Tätä kiintoainemäärää (fosforimäärää) ei tarkoin tunneta. Sensijaan em. ainetasetutkimuksissa kokonaisuudessaan veteen joutuneen fosforin määräksi on keskimäärin todettu noin 50 % hukkafosforista. Veteen joutuneesta fosforista huomattava osa lienee liukoisessa muodossa. Fosforin esiintyminen eri olomuodoissa riippuu mm. allasratkaisusta ja lieteviipymästä.

- Pesuliete, joka sisältää sieni-, levä- ja bakteerikasvustoja sekä uloste- ja rehujätehiukkasia, sisältää kooltaan ja laskeutumisolomuotoiltaan vaihtelevia partikkeleita. Pesulietteiden määrä (ja laatu) riippuu mm. allasratkaisusta ja valaistusolosuhteista (leväkasvu) sekä altaan hoidon huolellisuudesta.

- Pintaliete, joka koostuu hienojakoisista rehuhiukkasista (pöly) ja rasvoista, on määrältään vähäinen.

2. Kalanviljelyaltaaseen luotavat olosuhteet

Kalanviljelyssä etenkin poikastuotannossa kehitys on johtanut entistä selkeämmin itsepuhdistuviin pyöreisiin tai nurkistaan pyöristettyihin altaisiin. Tällaisten altaiden etuina ovat mm. hygienia ja hoidon määrän pienentyminen, jolloin myös kalat häiriintyvät vähemmän sekä mahdollisuus kiintoaineen nopeaan erotteluun. Itsepuhdistuvuuden kannalta nykyisten altaiden perushydrauliikka (muotoilu, tulo- ja lähtövirtaamien ohjailu, kalojen aiheuttama virtaustilan muutos) on jokseenkin toimiva, jos tarkoituksena on koko vesimäärän käsittely yhtenä jakeena. Mikäli halutaan jakaa poistoveden käsittelymenetelmien perusteella altaasta lähtevät vedet lietevesijakeeseen ja päävesijakeeseen, on joko altaan tai pinnansäätöjärjestelmän toimittava nopeasti laskeutuvan lietteen kerääjänä. Erottelun mielekkyys taas riippuu oleellisesti siitä, missä määrin kiintoainetta (fosforia) joutuu eri jakeisiin: pintalietteeseen (pöly, rasvat, pesuflokkit), pohjalietteeseen (ulosteet, käyttämätön rehu, pesujätteet) sekä päävesijakeeseen.

Kalanviljelyaltaat tulisi pyrkiä suunnittelemaan siten, että ne toimivat itsepuhdistuvina. Veden virtausnopeus ja virtauksen jakautuminen saadaan säädettävillä tulovesiputkilla sellaisiksi, että kiintoainekulkeutuu kalojen avustamana kohti keskikaivon lietesuppiloa. Altaan pinnan on oltava mahdollisimman sileä, jotta pohjalle laskeutunut liete liikkuu virran mukana keskikaivoa kohti. Itsepuhdistuvuus toimii yleensä kohtalaisen hyvin sihtiin saakka. Sihtien tehtävänä on estää kaloja joutumasta poistoveden mukana vesistöön, mutta samalla se vaikeuttaa lietteen kulkeutumista keskikaivon ympäristössä ja väärin valittuna estää suurempien epäpuhtauksien pääsyn lietesuppiloon ennen niiden jauhautumista riittävän pieneksi. Lietesuppilo voidaan rakentaa joko lietettä kerääväksi tai mahdollisimman hyvin itsetyjentyväksi riippuen valitusta puhdistusmenetelmästä. Sihtien suunnittelu yhteensopivaksi poistoviemärin asemaan on ratkaisevan tärkeää, jotta lietettä keskikaivoon keräävän altaan virtauskuvio saadaan mahdollisimman edulliseksi.

Kalanviljelyaltaan lietettä keräävästä suppilosta voidaan liete tyhjentää usealla eri tavalla: poisto voi toimia gravitaatiolla tai apuna voidaan käyttää alipainetta tyhjentymisen tehostamiseksi, poisto voi olla jatkuvaa tai jaksottaista ja se voi tapahtua käsityönä tai automaattisesti.

Mikäli lietesuppilo halutaan mahdollisimman hyvin itsepuhdistuvaksi, tulee suppilon jyrkkyys olla riittävä sekä poistoviemäriin liittyminen muotoiltu virtausteknisesti sulavasti. Altaan vesipinnan säätäminen (mikäli on viljelyteknisesti mahdollista) kannattaa suorittaa useamman altaan yhteisellä poistorakenteella, jolloin voidaan käyttää säätölaitteena poistolautasta tai -kourua eli rakenne on periaatteeltaan pyörreselkeytin tai pystylaskeutin. Edellä mainituilla rakenteilla voidaan välttää perinteisen poistomunkin käyttö, joka kerää ja "jauhaa" lietettä. (Mikäli allas on suunniteltu keräämään lietettä lietesuppiloon, voi poistomunkki olla perustellummin perinteinen, mutta myös poistomunkki on säännöllisesti tyhjennettävä lietteestä).

Kummallakaan edellä mainitulla itsepuhdistuvan altaan rakenteella (lietettä keräävä tai lietettä vesipinnan säätölaitteeseen siirtävä) ei voida välttyä lietteen osittaiselta hajoamiselta helposti päävesijakeessa kulkeviksi hiukkasiksi. Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan fosforireduktioksi arvioida n. 10-40 % hukkafosforista (Kalankasvatus ja ...1988). Saatava fosforireduktio riippuu ratkaisevasti lietteen poiston tehokkuudesta ja tyhjennysvälistä sekä lietesuppilon, sihdin ja poistoviemäröinnin välisestä yhteistoiminnasta. Runsaasti vettä (> 95 %) sisältävän lietteen jatkokäsittelynä voidaan käyttää esim. panostiivistämöä tai kunnallista jätevedenpuhdistamoa (esim. Käylän kvl).

3. Nopeasti laskeutuvan kiintoaineen kerääminen

Itsepuhdistuvan altaan kokonaisvesijakeen käsittelyssä pyörreselkeytyksellä voidaan edullisissa olosuhteissa arvioida saavutettavan 60-70 %:n kiintoainepoisto. Edellytyksenä hyvälle toiminnalle on, että liete saadaan nopeasti (tuoreus), mutta hellävaraisesti selkeytykseen. Tämä edellyttää huolellista suunnittelua myös veden johtamiselle viljelyaltaalta selkeytykseen. Toistaiseksi käytetyillä pyörreselkeyttimillä ei ole pystytty poistamaan esim. pesussa syntyviä kelluvia "flokkeja". Pyörreselkeyttimen mitoitusohjeissa hydrauliset kuormat ovat varsin korkeita (pintakuorma jopa 20 m/h). Pyörreselkeyttimestä liete voidaan poistaa joko jaksottain (esim. Leustojärven kalanviljelylaitos) tai jatkuvana. Jaksottaisessa poistossa on saavutettavissa erittäin pieni lietetilavuus verrattuna jatkuvana poistoon, jossa lietteenpoistovirta on noin 5-10 % kokonaisvirtaamasta. Nykyään on päädytty suositteluun jaksottaista 1-2 kertaa vuorokaudessa tapahtuvaa tyhjennystä, jolloin jatkuvaa lietteen poishuuhdelua ei tarvita. Pyörreselkeyttimien puhtaanapidon kannalta on osoittautunut suositeltavaksi rakenne, jossa kartio-osa on kasvatettu lieriöosasta suoraan lähteväksi. Pyörreselkeyttimen sijoittaminen laitospöytäkaavassa johtaa usein tilanteeseen, jossa lieteviipymä kasvaa ja osa lietteestä hajoaa helposti päävesijakeen mukana liikkuvaksi kiintoaineeksi. Pyörreselkeyttimen puhdistustehokkuus vaihtelee näinollen laajoissa rajoissa, ollen fosforin osalta 20-40 %. Vuorokautinen runsaasti vettä sisältävän lietteen määrä (> 95 %) voidaan arvioida 2-3 kertaiseksi maksimirehunkulutuksesta.

4. Vesifaasin laskeutumattoman ja hitaasti laskeutuvan kiintoaineen erottelu

Mikrosuodatusta kalanviljelylaitoksen jätevesien kiintoaineen talteenotossa on Suomessa toistaiseksi käytössä varsin vähän. Käytössä olevat mikrosuotimet ovat pääasiallisesti automaattisesti toimivia rumpusuodattimia, suodatinkankaan reikien koon vaihdella 0,005-0,05 mm. Kehänopeus on varsin suuri, noin 10 m/min. Mikrosuodattimia käytetään teollisuudessa ja kunnallistekniikassa yleensä erottamaan vedestä hiekkaa, hiesua ja levää. Mikrosuodattimet kehitettiin toisen maailmansodan aikana Englannissa erottamaan levää vedestä ennen hiekkasuodatusta. Mikrosuodattimia on käytetty myös ainoana vedenpuhdistusmenetelmänä. Mikrosuodattimen reiät ovat hyvin pieniä, joten suotimella on taipumus tukkeentua helposti. Tämän vuoksi mikrosuodattimia on etupäässä käytetty varsin puhtaiden vesien suodatuksessa.

Mikrosuotimet poistavat vedestä tyypillisesti kiintoainetta, kuten hiekkaa, hiesua ja levää, mutta ne eivät paranna veden kemiallista laatua, eli ne eivät poista liuenneita aineita (humusta, väriä, ammoniakkia, fosforia) eivätkä mm. bakteereja. Mikrosuodattimien aukot ovat samaa suuruusluokkaa kuin heikkasuodatuksessa. Tyypillinen rumpusuodattimen maksimi painehäviö on suodattimen yli mitattuna 50-150 mmvp. Suodatinrummun kierroslukua voidaan säätää ja täten parantaa suodatustehoa, jos veden laatu huononee.

Mikrosuodattimien (rumpusuodatin) suodatusnopeus vaihtelee erittäin suuresti ollen 10-75 m/h. Mikrosuodattimilla saadaan suuri teho pienessä tilassa. Suurimmat käytetyt suotimet ovat halkaisijaltaan 3 000 mm ja pituudeltaan 3 000 mm. Tällaisen suotimen pinta-ala on 28 m², josta 25 m² on peitetty suodatinkankaalla. Kun suodatinkankaasta on veden alla 75 %, on 19 m² käytettävissä suodatukseen. Suodatusnopeuden ollessa 75 m/h on suodatettu vesimäärä noin 1 425 m³/h = 395 l/s. Vastaavan hiekkasuodattimen pinta-alan tulisi olla 300-400 m². Verrattaessa hiekkasuodattimiin (pikasuodatin) voidaan todeta, että rumpusuodattimet:

- vievät vähemmän tilaa
- ovat halvempia
- kuluttavat vähemmän energiaa ja painekorkeutta.

Puhdistustyön tekevää suodatinkangasta huuhdellaan vastavirtaan puhtaalla painevedellä, joko jatkuvasti, kellokoneistolla tai suodattimen padotuksen ohjaamana. Huuhteluveden määrä vaihtelee 0,5-2,0 % suodatetusta vesimäärästä. Huuhdellut epäpuhtaudet kerätään rummun sisäpuolella olevaan poistokouruun. Täten jätevesimäärä saadaan "tiivistettyä" melko pieneksi (Hiidenheimo 1984).

Kalanviljelylaitoksen jätevesien käsittelyssä mikrosuodattimia voidaan käyttää:

- Kokonaisjätevesimäärälle itsepuhdistuvan altaan jälkeen pyörreselkeyttimen tilalla, jolloin rasvojen erottelu saattaa olla välttämätön tukkeutumisen estämiseksi sekä kuuma- ja kemikaalipesun välttämiseksi (helposti laskeutuva liete kuormittaa huomattavasti suodatinta).
- Nopeasti laskeutuvan lietteen selkeyttimestä lähtevän veden jälkikäsitteilyyn, jolloin suodattimen tukkeutuminen on helpommin hallittavissa.
- Viljelyaltaalla erotelluista jakeista päävesijakeen käsittelyyn (tai lietevesijakeen).

Rumpusuodattimen rinnalle on kehitetty lähinnä kalanviljelylaitoksille mikrosuodatinmalli, josta käytetään nimitystä kolmiosiivilä (Mäkinen ym. 1988). Olennaisin ero rakenteessa on suodatinkankaan asettaminen kaltevaksi tasoksi ja käsiteltävän veden ohjaaminen suodatintason läpi yläkautta valuttamalla. Suodatinpinta-ala on varsin vähäinen, joten suurempien vesimäärien

käsittelyyn tarvitaan useita rinnakkaisia yksiköitä. Kolmiosiivilän huuhteluveden tarve on vähäisempi kuin rumpusuodattimella, ollen 0,2-0,5 % suodatetusta vesimäärästä. Tuloputkiston muotoilu kolmiosiivilään on virtausteknisesti huonompi kuin rumpusuodattimessa, samoin painehäviö on rakenteesta johtuen suurempi.

Kummallakin suodatinmallilla saadaan hyvä kiintoaineen erotuskyky, suuruudeltaan noin 70-90 % ja riippuen liuenneen fosforin määrästä fosforireduktio 50-60 % (jopa 80 %).

5. Liettevesijakeiden käsittely

5.1. Lietteen tiivistämö

Jaksottainen eli panostiivistämö toimii täyttö-tyhjennysperiaatteella. Tiivistetyn lietteen poisto tapahtuu tiivistämön alimmasta kohdasta ja kirkasteen poisto pinnasta esim. kourulla, jonka korkeutta voidaan säätää. Tiivistämön pohjaosa on jyrkkäseinäinen kartio, ja yleensä tiivistämössä ei ole hämmennys- eikä kaavintakoneistoa.

Jatkuvatoimintoinen tiivistämö on rakenteeltaan samanlainen kuin pyöreä selkeyttämö. Se on kuitenkin varustettu pyörivällä hämmentimellä, joka estää veden erottumista lietteestä ja estää lietteen kovettumisen altaan pohjalle. Laahaimen avulla liete saadaan altaan keskustaan poistettavaksi.

Mitoituksessa käytetään puhdistamolietteelle seuraavia ohjearvoja (Kalankasvatus ja ...1988):

Panostiivistämö:

- laskeutusaika 6-12 h,
- kuiva-ainekuormitus 6-8 kg TS/m²h,
- syvyyden suhde läpimittaan noin 1:1 (pienet puhdistamot 2:1),
- yleensä läpimitta 5-10 m ja
- tilavuus = 0,5-1,0 x vuorokautinen lietevesimäärä.

Jatkuvatoimintoinen tiivistämö:

- suositeltava kuiva-ainekuormitus 2-6 kg TS/m²h,
- pintakuorma 0,2-0,5 m/h,
- tiivistämön reunasyvyys noin 3 m,
- lietekekerroksen paksuus 1,5-2 m ja
- kirkastekekerroksen paksuus noin 1 m.

Käyttämällä panostiivistämössä sammutettua kalkkia koagulanttina 2-4 kg/m³ lieteveettä on päästy noin 95 % fosforireduktioon ja 97 % kiintoainereduktioon (Selänne 1988).

5.2. Flotaatio

Flotaatio toimii päinvastoin kuin laskeutus eli flotaatiossa nostetaan kiintoaines pinnalle ilmakuplien avulla. Flotaatio keksittiin Norjassa 1920-luvulla ja sitä käytettiin kuitujen erottamiseen selluvesistä. Flotaation toiminnalle ovat seuraavat ominaisuudet välttämättömiä:

- pitää olla riittävästi riittävän pieniä ilmakuplia nostamaan kiintoaines pinnalle
- ilmakuplien pitää tarttua kyllin voimakkaasti hiukkasiin
- pinnalle pitää muodostua pysyvä lietekekerros

Flotaation puhdistusteho on riippuvainen pintakuormasta. Vääräsen 1986 mukaan flotaatiolaitoksen mitoitus kalanviljelylaitoksille on seuraava:

- pintakuorma 4-5 m/h, tavallisesti 5 m/h
- allassyvyys 2-3 m - viipymä 15-30 min
- dispersioveden tarve noin 10 % vesimäärästä
- ylipaine dispersiovesisäiliössä 400-700 kPa.

Koska flotaatiolaitoksessa joudutaan pumpaamaan ilmaa paineeseen, syntyy typen ylikyllästymisen vaara, eikä menetelmää näin ollen voi suositella ilman ylikyllästyneen typen poistoa kiertovesilaitoksen kalanviljelyveden käsittelyyn. Lisäksi flotaatiossa yleensä käytetään kemikaaleja (esim. Al-sulfaattia), jolloin veden pH laskee jopa alle pH 6:n (5,5-6,9).

Flotaation etuja ovat mm:

- flotaatio on nopea, viipymän ollessa noin 15 min
- flotaatiolla saadaan kuivempaa lietettä kuin esim. laskeutuksella
- epäpuhtauksien reduktiot ovat erinomaiset.

Flotaation haittana on mutkikkaampi koneisto ja suuremmat käyttökustannukset kuin laskeutuselkeytyksessä sekä helposti laskeutuvan lietteen osittainen laskeutuminen käsittelyaltaan pohjalle.

Flotaation soveltamisesta kalanviljelyvesien käsittelyssä on laitosmittakaavaisia kokemuksia mm. Laukaan ja Leustojärven kalanviljelylaitoksilta. Kokemusten perusteella flotaatio on hyvin tehokas kiintoaineen, kokonaisfosforin, kokonaistypen, biologisen hapenkulutuksen ja bakterologisten epäpuhtauksien vähentämisessä. Reduktiot ovat 95 % luokkaa muiden paitsi kiintoaineen osalta, jota sitäkin voidaan poistaa lähes 90 %.

6. Lietteiden jatkokäsittely

Lietteiden jatkokäsittelyssä ja loppusijoittamisessa on huolehdittava siitä, etteivät ravinteet pääse vesistöön. Stabiilomattoman lietteen käsittelystä aiheutuu hajuhaittoja. Viljelylaitoslietteiden

määrä ei ole kovin suuri. Esim. pyörreselkeyttimellä arvioidaan saatavan tuorelietettä noin 2,5 l käytettyä rehukiloa kohti. Lietteen vesipitoisuus on vuorokauden laskeutuksen jälkeen noin 90-95 %.

Kasvatusvedestä erotetun lietteen jatkokäsittelymenetelminä on mm. käytetty:

- rinnevalutusta, maahan imeytystä
- turvesuodatusta
- kemiallista tiivistystä

Rinnevalutusta tai muuta maahanimeytystä rajoittaa käytännössä viljelyvesien suhteellisen suuri määrä.

Turvesuodatuksesta saatujen kokemusten perusteella on arvioitu, että hyvän fosforireduktion (90 %) aikaansaaminen edellyttää turvesuodattimen huolellisen rakentamisen esim. Selänteen (1988) ohjeiden mukaisesti. Käytetyissä turvesuodattimissa on ollut ongelmana talviolosuhteet, oikovirtausten muodostuminen turvepatjan läpi sekä pintakerroksen paakkuuntuminen varsin nopeasti. Suodatinturve soveltuu jatkossa maanparannusaineeksi.

Kemiallisesti tiivistetty, stabiloitu, liete on yleensä kerätty kokoojakaivoon ja ajettu kaatopaikalle tai maanparannusaineeksi.

7. Johtopäätökset

- Tuloveden tulee saattaa itsepuhdistuvan altaan vesimassa riittävään virtausnopeuteen. Tulovesisyöttöjä tarvitaan vähintään 2 kpl mikäli allas on neliömäinen tai nurkistaan pyöristetty. Tulovesi kannattaa syöttää altaaseen säädettävällä suutinputkistolla, jolloin pohjavirtaama saadaan halutuksi.
- Altaiden pinnanlaadun tulee olla hyvä. Karheat pinnat ja epätasaisuudet sekä muotovirheet aiheuttavat nopeasti laskeutuvan lietteen kerrostumista.
- Altaan pohjan tulisi olla keskikaivoon riittävästi viettävä, jotta kallistus valmistusteknisesti saadaan tasaiseksi.
- Keskikaivon sihtirakenteet tulee rei'ittää siten, että kullekin kalakoolle voidaan valita riittävän suuri reikäkoko lietteen läpäisyyn. Rei'itys tulee tehdä vain keskikaivon vapaan aukon kohdalle, muutoin rakoihin ja koloihin keräytyy lietekasvustoja. Mikäli pyritään käyttämään "pyörreselkeyttimenä" allasta, tulee järjestää poistoputkisto siten, että pohjavirtaus ei heikkene liikaa. (Pyörreselkeyttimille, joissa on olake ennen lietekartiota, tapahtuu lietteen keräytymistä. Altaassa kalamassa vaikuttaa lietteen liikkumiseen).

- Altainen vesipinnan säätö tulee toteuttaa siten, ettei poistoputkeen pääse kertymään helposti laskeutuvaa lietettä.
- Poistoputkistojen mitoituksessa on pyrittävä itsepuhdistuvuuteen (hankausjännityksen arvo riittävän suureksi).
- Mikäli käytetään keskitettyä laskeutusta esim. pyörreselkeyttimellä, tulee putkistojen virtausnopeus rajoittaa itsepuhdistuvuuden juuri ylittäväksi, ettei ulostepartikkeleita jauheta tarpeettomasti turbulentsissa virtauksessa, samoin kaikki jyrkät pudotukset yms. vastaavat ovat haitaksi.
- Mikro-suodattimen sijoituspaikka voidaan valita vapaammin kuin pyörreselkeyttimen, mutta viipymä ennen suodatusta tulisi minimoida, samoin kaikki liettaskut ja lietteen kerääntymisaluet aiheuttavat tarpeetonta fosforin liukenemistä.
- Käsiteltävät lietevedet kannattaa jakaa kahteen erilliseen jakeeseen, joista toinen sisältää helposti (nopeasti) laskeutuvan lietteen ja toinen vesifaasin hitaasti laskeutuvan ja laskeutumattoman lietteen. Riippuen asetetusta puhdistustavoitteesta käsitellään vain laskeutettu liete esim. panosselkeyttämössä tai mikro-suodattimella kiintoainetta erottaen myös toinen jae esim. ilmaflotaatiolla. Mikro-suodattimen sijoitus on tehokkain laskeutusselkeytyksen jälkeen, jolloin koko laitoksen virtaama tulee suodatettua.
- Kalanviljelylaitoksen poistovesien käsittelyn puhdistusteho hukkafosforin suhteen ei käytännössä kohoja 50 %:iin ilman koko viljelyvesimäärän käsittelyä.

Kirjallisuus

- Eskelinen, P. 1988. Fosforin välitön liukeneminen veteen kalanrehuista ja kirjolohen ulosteesta. *Vesitalous* 3/1988, s. 10-13.
- Hiidenheimo, H. 1984. Hakasuon kalanviljelylaitoksen hautomoveden käsittely. Nummela. Vesihallitus. Selvitys. 57 s.
- Kalankasvatus ja vesiensuojelu 1988. Työryhmän selvitys, Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallitus, Raportti n:o 128. 172 s.
- Mäkinen, T., Lindgren, S., Eskelinen, P. 1988. Sieving as an effluent treatment method for aquaculture. *Aquacultural Engineering* 7/1988, p. 367-377.
- Selänne, A. 1988. Maapohjaisten kalankasvatusaltainen vesistökuormituksen vähentäminen. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallitus. Raportti n:o 91. 138 s.
- Vääränen, I. 1986. Flotaation käyttö kalanviljelylaitoksen jätevesien käsittelyssä. Espoo. Helsingin teknillinen korkeakoulu, Diplomityö. 55 s.

KALANVILJELYLAITOKSEN POISTOVEDEN KÄSITTELYN KUSTANNUKSET

ARI STRANDMAN

Vesi- ja ympäristöhallitus

1. Yleistä

Poistoveden käsittelyn kustannukset muodostuvat rakennus-, käyttö- ja pääomakustannuksista.

Rakennuskustannuksilla tarkoitetaan kaikkia niitä kustannuksia, jotka muodostuvat käsittelylaitoksen hankkimisesta. Käyttökustannuksilla tarkoitetaan puhdistamon toiminnan aiheuttamia välttämättömiä menoja, kuten laitoksen kunnossapitokustannuksia, hoitoon kuluneita palkkoja, kemikaali-, vesi-, polttoaine- ym. maksuja, kuljetuksia, kirjanpito- ja hallintomenoja. Pääomakustannuksilla ymmärretään rakennuskustannusten vuotuisesta korosta ja kuoletuksesta aiheutuvia menoja. Vuotuis- eli vuosikustannukset, jotka taas muodostuvat käyttö- ja pääomakustannuksista, merkitsevät poistoveden todellisia käsittelykustannuksia.

2. Rakennuskustannusten muodostuminen

2.1. Käsittelylaitoksen rakennuskustannukset

Käsittelylaitoksen rakennuskustannukset (hankintahinta) muodostuvat seuraavista kustannuseristä:

- A. Suunnittelu (yleissuunnittelu ja urakka-asiakirjat) (6-10 %)
- B. Esisuunnittelu ja rakennuttaminen (3-7 %)
- C. Tonttikustannukset
- D. Tie-, vesi-, viemäri- ja sähköliitännät
- E. Rakentamiskustannukset (urakkakustannukset) (noin 85 %)
 - 1. Rakennustekniset työt
 - työmaan perustaminen, raivaus ja purkutyöt
 - maa- ja perustustyöt, kuivanapito
 - betoni- ja huonerakenteet - pihatyöt
 - 2. Koneistot ja putkistot
 - 3. LVI-työt
 - 4. Sähkötyöt
 - 5. Instrumentointi

Osakustannusten suuruudet vaihtelevat paljon monista eri tekijöistä johtuen. Suurimman osan kustannuksista kattavat rakentamiskustannukset (noin 85 %). Rakentamiskustannukset jakaantuvat edelleen seuraavasti. Koneisto- ja putkistotyöt ovat 30-50 % rakentamiskustannuksista. Sähkö- ja instrumentointityöt ovat yhteensä 0-5 % ja LVI-työt 0-5 %. Loput rakentamiskustannuksista muodostuvat rakennusteknisten töiden aiheuttamista kustannuksista.

Osakustannusten suhteelliseen jakaumaan vaikuttavat ainakin seuraavat tekijät: puhdistusmenetelmä, puhdistamon kapasiteetti, laatutaso ja ulkoiset tekijät, kuten perustamisolosuhteet, rakentamisajankohta ja toteuttamistapa (urakkamuoto).

3. Käyttökustannusten muodostuminen

3.1. Käyttökustannusten eri ryhmät

Käyttökustannukset voidaan jakaa niiden luonteen mukaan seuraaviin ryhmiin:

1. Normaaliin käyttöön liittyvät kustannukset l. peruskäyttökustannukset

- valvonta- ja hoitokustannukset
- energiakustannukset
- kemikaalikustannukset
- kuljetuskustannukset

2. Laitoksen vanhenemisesta ja toimintahäiriöistä johtuvat kustannukset l. kunnossapitokustannukset

- korjauskustannukset
- peruskorjauskustannukset
- ylimääräiset hoitokustannukset

Valvonta- ja hoitokustannuksilla ymmärretään laitoksen toiminnan tarkkailuun liittyviä välillisiä ja välittömiä menoja. Siihen sisältyvät mm. veden laadun ja määrän sekä puhdistustuloksen seuraaminen, puhdistusyksiköiden toiminnan tarkkailu, käyttöhäiriöiden ennaltaehkäisy ja huolto ja lietteen käsittelyyn liittyvät tehtävät. Valvonta- ja hoitokustannukset muodostuvat pääasiassa palkkamenoista sosiaalikuljettaviksi.

Energiakustannukset, lähinnä sähkökustannukset, muodostuvat puhdistamon laitteiden toiminnasta. Kemikaalikustannukset muodostuvat prosessissa käytettävien kemikaalien hinnoista ja kuljetuksista.

Kuljetuskustannukset syntyvät lähinnä lietteen siirtämisestä kaatopaikalle tai muuhun haitattomaan paikkaan.

Korjauskustannukset aiheutuvat vioista, joita aina ilmaantuu teknillisiin laitteisiin, varsinkin laitteiden vanhetessa.

Peruskorjauskustannuksilla ymmärretään niitä kustannuksia, joita syntyy puhdistusyksiköiden tai sen osan tullessa niin huonoksi tai vanhentuneeksi, ettei sitä kannata pitää korkeiden

kustannusten tai huonon puhdistustuloksen takia. Ylimääräinen hoito aiheutuu toimintahäiriöiden mukanaan tuomista järjestelyistä, tehostetusta tarkkailusta yms.

Tällainen kustannusten jako on kuitenkin jossain määrin keinotekoinen, sillä käyttökustannusten muodostuminen ei ole noin selväpiirteinen.

4. Pääomakustannusten muodostuminen

4.1. Korkokanta

Pääomakustannukset koostuvat poistoveden puhdistuksen investoinneista vuosittain aiheutuvista kuoletuksista ja korkomenoista.

Korkokannan perustana on valtion säännöstelemä pankkikorko, mikä heijastuu yleisestä kansantaloudellisesta tilanteesta. Valtion hankkeissa käytetään kustannuksia laskettaessa yleisimmin 6 % korkokantaa.

Alla olevassa taulukossa on esitetty korkokannan ja kuoletusajan vaikutus pääoma- ja vuotuis-kustannuksiin.

Tapaus	Korko- kanta	Kuole- tus- aika	Annui- teetti- prosent.	Käyttö- kustan- nukset	Pääoma- kustan- nukset	Vuotuis- kustan- nukset
A	8	10	15,0	40	100	140
B	5	40	5,8	40	40	80
C	6	20	8,7	40	60	100

Taulukosta huomataan, että korkokannan ja kuoletusajan sopivalla valinnalla saadaan vuotuis-kustannukset lähes puoleen siitä, mitä ne ovat korkean korkokannan ja rakenteen lyhyen teknillisen iän vallitessa.

4.2. Pääoman poistaminen

Pääoman poistaminen voi perustua kahteen ajattelutapaan. Ensiksikin voidaan ajatella, että kysymys on rahoituksen kuolettamisesta, toiseksi, että tarkoituksena on investoinnin uusimiskustannuksien kattaminen. Ajattelutavat johtavat erilaisiin poistoajan ja pääoma-arvon valintaan.

Yleensä käytetään annuiteettimenetelmää, jolloin pääomakustannukset määrätään kiinteää ns. annuiteettiprosenttia käyttäen. Annuiteettiprosentti saadaan lasketuksi, kun tiedetään poistoaika ja korkokanta. Annuiteettimenetelmässä vuotuinen koron ja poiston summa on vakio. Periaatteessa pääomakustannukset tulisi määrätä puhdistamokohtaisesti, mutta riittävän tarkka tulos saadaan kertomalla rakennuskustannukset annuiteettiprosentilla.

5. Esimerkinä Leustojärven kalanviljelylaitos

5.1. Poistoveden käsittelyhallin rakennuskustannukset

Poistoveden käsittelylaitteisiin kuuluvat seuraavat yksiköt:

pyörreselkeyttimet (3 kpl), lietevesipumppaamo, rumpusuodatin, huuhteluvesipumppaamo, flotaatioyksikkö (johon kuuluvat pikasekoitus, flokkaus, dispergointi + flotaatio, lietteenpoisto, kemikaaliasema, kalkkistabilointi ja kalkkiselkeytin), lietesäiliö, saniteettivesipuhdistamo, saniteettivesipumppaamo, kuivatusvesipumppaamo, alipainejärjestelmä, painepesuvesijärjestelmä.

Lisäksi poistoveden käsittelyhallin yhteydessä on kalojen keräilylaitteet.

Käsittelyhallin rakennuskustannuksista rakentamiskustannukset olivat noin 85 % ja suunnittelu sekä rakennuttaminen yhteensä noin 15 %.

Seuraavassa esitettävät markkamääräiset kustannukset ovat vuoden 1988 hintatasossa. Poistoveden käsittelyhallin rakennuskustannukset olivat 4,92 milj. mk, mutta siitä puuttuvat suunnittelukustannukset, jotka käsittelyhallin osalta olivat noin 400 000 mk. Lapin vesi- ja ympäristöpiiri on tehnyt loppuselvityksen poistoveden käsittelyhallin kustannuksista ja se on liitteenä 1. Työnvaihe "650 Prosessiputkisto" sisältää koko prosessiurakan (koneistot ja putkistot) kustannukset. Seuraavassa taulukossa on esitetty prosessiurakan tärkeimpien laiteyksiköiden kustannukset ja mitoitusarvot.

Laiteyksikkö	Mitoitus	Kustannus (mk)
Pyörreselkeyttimet (3 kpl)	170 l/s	240 000
Rumpusuodatin	170 l/s	280 000
Flotaatio	5 l/s	480 000
Alipainejärjestelmä		160 000
Kalojen keräily		90 000
Saniteettivesipuhdistamo	AVL 15	80 000

Loput kustannukset muodostuvat pumppaamoista, putkistoista, venttiileistä jne. ja työn osuudesta.

Leustojärveen kalanviljelylaitoksen kokonaiskustannukset ovat 32,23 milj. mk, joten käsittelylaitoksen kustannukset ovat noin 16 % kokonaiskustannuksista. Kustannukset ovat suuret, jos niitä verrataan teollisuuden vesiensuojeluinvestointeihin (esim. massa- ja paperiteollisuudessa uusien laitosten vesiensuojeluinvestoinnit ovat noin 10 % laitosten kokonaiskustannuksista). Leustojärven kalanviljelylaitoksen käsittelylaitoksen kustannuksissa ovat tosin mukana kalojen keräily ja saniteettivesipuhdistamo, mutta toisaalta kustannuksiin ei ole laskettu mukaan puhdistamon aiheuttamia välillisiä kustannuksia laitoksen muuhun rakentamiseen.

Kainuun kalanviljelylaitokselle on suunniteltu puhdistusteholtaan ja prosessiltaan suunnilleen samanlainen poistoveden käsittelylaitos. Sen mitoitusvirtaamana on 750 l/s ja kokonaiskustannusarvio on 6,5 milj. mk (vuoden 1989 hintataso), joka on noin 10 % kalanviljelylaitoksen kokonaiskustannuksista (66,4 milj. mk). Kustannuksista huomataan, että laitokseen kasvaessa tulevat vesiensuojeluinvestoinnit suhteellisesti halvemmiksi. Tosin on muistettava, että Kainuun kalanviljelylaitokselta on jätetty pyörreselkeyttimet kokonaan pois ja ne edustavat Leustojärven kalanviljelylaitoksella melko suurta menoerää.

5.2. Poistoveden käsittelyhallin käyttökustannukset

Poistoveden käsittelyhalli on ollut toiminnassa vasta niin lyhyen aikaa, että todellisia käyttökustannuksia on vaikea arvioida. Vuoden 1989 normaaliin käyttöön liittyvät kustannukset olivat noin 100 000 mk ilman energiakustannuksia, joita on vaikea erotella laitoksen kokonaisenergiakustannuksista. Laitoksen kemikaalikustannukset olivat vuonna 1989 noin 6 000 mk ja lietteen kuljetuskustannukset noin 10 000 mk. Käsittelylaitosta ei kuitenkaan kuormitettu vuonna 1989 vielä täydellä teholla, joten edellä mainitut kustannukset tulevat jatkossa kohoamaan. Suurimman erän peruskäyttökustannuksista vuonna 1989 muodostivat valvonta- ja hoitokustannukset.

Laitoksen vanhenemisesta ja toimintahäiriöistä johtuvista kustannuksista eli kunnossapitokustannuksista ei ole vielä arvioita.

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS

Pöytä LAUV

HANKKEEN LOPPUSelvitys

Vastuualue 3.3.2:55.5.7:0
Tehävä
Projekti 85.34-2Työn nimi Leikvil / Porstoveden käsittelyhalli
Määrä Muoto
Määrä Muoto
Erkki Aestila

Numero	Selitys	Yksikkö	Määrä	TEHTY TYÖ		Huomautuksia	TR Indeksikorjaus	
				Kustannus	Yks.kust.		Kustannus	Yks.kust.
230	Perustusten kai- vu ja kuivranapito	kallio m ³ maa m ³ vtt. m ³	235 1465 1760	58410 98071 156481	198 67 89			
630	Teräsbetoni- rakenteet	bet. m ³	134	422755	3155	Sis. laud., raud., bet., muoto- teräksiset, ls.-nauhat yms.		
430	Täytöt ja tiivis- tykset	m ³	1450	275172	190	Talvitäyttö, erittäin tiheä pressisputkista		
830	Hallin rakentami- nen	m ²	335	688725	2056	Tilavuus 1937 m ³		

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS

Pitäjä LAVI		HANKKEEN LOPPUSELVITYS		Vastuualue	Tahvola	Projekti
Työn nimi <i>Leikkilä/Perisäätökäs. halli</i>		Määrä	Kunno	Työmaan päällikkö		

Numero	TYÖNVAIHE Selitys	Yksikkö	TEHTY TYÖ			Indeksi korjaus	
			Määrä	Kustannus	Yks.kust.	Huomautuksia	Kustannus
730	Hoitosillat ja -tasot	m ²	62.5	94 683	1515	Sis. kannatinrakenteita ta 1187 kg kuumasink.	
650	Prosessi putkisto			2265 524		Sis. prosessiaputyöt	
	Sähkötyöt			125 200			
	Instrumentointi			60 000			
	LVI-työt			178 208		Sis. LVI-opsutyöt	
580	Viimeistelytyöt			29 668			

VESI- JA YMPÄRISTÖHALLITUS

Piiri

HANKKEEN LOPPUSelvitys

Vastuualue Tohtori Projekti

Työn nimi: _____ Kunta: _____ Työmaa: _____ Työmaan päällikkö: _____

Numero	TYÖNVAIHE	Yksikkö	Määrä	TEHTY TYÖ		Huomautuksia	TR indeksikorjaus	
				Kustannus	Yks.kust.		Kustannus	Yks.kust.
	Lämmitys	kk	7	73090	10441			
910	Työnjohto	kk	8	117027	14628			497190
	Lisä- ja muutos- työt + siltaosturi			266263				
950	Kalustokust.			30012				
	Työkohdekustannukset	mk	-	475396	-			
90000	Yhteiskustannukset	mk	-	164548	-	Korvausten osuus		
	Kokonaiskustannukset	mk	-	4917944	-			
Kustannusarvio		/	19	Päiväys				
Työ aloitettu		01 / 08 / 1987	mk	Työkohde kustannukset ilman lisä- ja muutos-				20.02.1990
TAB		19	mk	työtä 4 487 133 mk, kokonaiskustannukset				Arto Seppälä
Työ valmistunut		31 / 12 / 1987	mk	4 657 681 mk.				Tark.

**VALTION KALANVILJELYN XIV NEUVOTTELUPÄIVÄT
10.-11.4.1990, Vuokatinhovi, Sotkamo**

KALANVILJELY - VESIENSUOJELU JA VALVONTA

OHJELMA

TIISTAI 10.4. 1990

8.00-9.00	<i>Aamiainen</i>
9.00-9.45	Päivien avaus Neuvottelupäivien teema (Kai Westman) Kalastuspiirin näkökulma (Jukka Nyrönen)
9.45-13.15	Vesiensuojelu Suomessa ja kalanviljely kuormittajana (Kalanviljelyn) kuormitus ja vesiemme luonnontalous (Pertti Eloranta) Vesiensuojelu Suomessa (Into Kekkonen)
11.45-12.45	<i>Lounas</i> Kalanviljelyn kuormitus Suomessa (Timo Mäkinen)
13.15-15.45	Kalanviljelyn vesioikeudelliset edellytykset Uusi vesilaki, -asetus ja kalanviljely (Seppo Räisänen) Suomen kalanviljelylaitosten lupaehtokäytäntö (Erkki Hollo)
14.45-15.15	<i>Kahvi</i> Valtion kalanviljelylaitosten lupaehdot (Pekka Kummu)
15.45-17.15	Kalanviljelyn kuormituksen mittaaminen Yleiset valvontaohjeet (Erkki Kaukoranta) Luonnonravintoviljelyn kuormitus ja valvonta (Esa Solismaa)
17.15-19.00	<i>Päivällinen</i>

KESKIVIIKKO 11.4.1990

7.00-8.00	<i>Aamiainen</i>
8.00-9.40	Kalanviljelyn kuormituksen mittaaminen - jatkuu Valvontamääräysten vaikutukset laitoksen toiminnassa (Raimo Jäppinen) Prosessinohjaus vesityksen ja kuormituksen valvonnassa (Seppo Tossavainen) Valtion kalanviljelyn oma seurantakäytäntö (esimerkkitapauksia) - PSKKVL (Petri Heinimaa) - ISKKVL (Jorma Piironen)
9.40-11.30	Kuormituksen vähentäminen Rehun ja ruokinnan optimointi (Kari Ruohonen/Timo Mäkinen) Poistovesien käsittelyn käytännön mahdollisuudet (Yrjö Aarnipuro) Poistoveden käsittelyn kustannukset (Ari Strandman)
11.30-12.30	Päivien päättäminen Loppukeskustelu Valtion kalanviljelyn vesiensuojelun tavoiteohjelma (Kai Westman)
12.30-13.30	<i>Lounas</i>

Osallistujat

Aarnipuro Yrjö	Insinööritoimisto Ylitälo Oy
Achrén Frej	Turun vesi- ja ympäristöpiiri
Ahonen Markku	RKTL/Inarin kalanviljelylaitos
Anttonen Eero	RKTL/Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Anttonen Päivi	RKTL/Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Arkko Pasi	RKTL/Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Arvola Ilkka	Kainuun Kalatalouskeskus
Eloranta Pertti	Helsingin yliopisto, limnologian laitos
Enckell Emelie	Vesi- ja ympäristöhallitus
Eskelinen Päivi	RKTL/Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Eskelinen Unto	RKTL/Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Guttorm Jouni	RKTL/Inarin kalanviljelylaitos
Hautala Arto	Valtion kalatalousoppilaitos/Enonkoski
Havu Seppo	RKTL/Hallitus
Heikinheimo Pekka	Vesiviljely Ky
Heikkinen Veikko	Cultor
Heinimaa Petri	RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Heino Lauri	Valtion kalatalousoppilaitos/Parainen
Heinonen Eero	RKTL/Inarin kalanviljelylaitos
Hellman Reijo	Vesiylioikeus
Hemnell Kurt	Maa- ja metsätalousministeriö/KMO
Hiltunen Jouni	Lapin kalastuspiiri
Hirvelä Timo	Raision tehtaät
Hollo Erkki	Teknillinen korkeakoulu
Horttanainen Jyrki	RKTL/Hallintotoimisto
Huovila Juhani	Kuopion vesi- ja ympäristöpiiri
Iivari Hanna	RKTL/Inarin kalanviljelylaitos
Iivari Juha	RKTL/Leustojärven kalanviljelylaitos
Ikkala Markku	Suomen Lohenkasvattajain Liitto
Ikonen Erkki	RKTL/Kalantutkimusosasto
Joensuu Olavi	MH/Pohjanmaan piirikuntakonttori
Juhola Seppo	Hämeen Smoltti Oy
Juntunen Keijo	RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Juola Markku	Voimalohi Oy
Jäppinen Raimo	RKTL/Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Järvisalo Otso	Nilakkalohi Oy
Kangas Ilppo	Metsähallitus
Kannel Risto	RKTL/Kainuun kalanviljelylaitos
Karjalainen Matti	RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Karttunen Jorma	Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri
Kaukoranta Erkki	Vesi- ja ympäristöhallitus
Kekkonen Into	Ympäristöministeriö
Kilpinen Kari	Kalatalouden Keskusliitto
Kiviranta Eino	Kainuun kalatalouskeskus
Konttinen Erja	RKTL/Sarmijärven kalanviljelylaitos
Koskela Juha	RKTL/Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Koski Ossi	Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri
Kovanen Jarmo	Keski-Suomen kalastuspiiri
Kummu Pekka	RKTL/Kalanviljelyosasto

Lavikainen Riitta	RKTL/Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Liedes Risto	Voimalohi Oy
Liimatainen Ari	Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri
Lindgren Seppo	Taimen Oy
Liukkonen Mauno	Savon Taimen Oy
Lokio Pertti	Lapin vesi- ja ympäristöpiiri
Louhimo Jarmo	RKTL/Evon kalanviljelylaitos
Maijanen Timo	Oulujoki Oy
Muje Petri	RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Munne Pentti	Maa- ja metsätalousministeriö/KMO
Mustajärvi Vaito	Vesi- ja ympäristöhallitus
Mustonen Seppo	RKTL/Käylän kalanviljelylaitos
Myllymaa Urpo	Pohjois-Suomen vesioikeus
Mäkinen Kyösti	Pohjois-Karjalan kalastuspiiri
Mäkinen Timo	RKTL/Kalanviljelyosasto
Mäkipää Seppo	Turun vesi- ja ympäristöpiiri
Mäntyranta Alpo	RKTL/Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Määttä Jari	Oulun vesi- ja ympäristöpiiri
Määttä Raimo	RKTL/Käylän kalanviljelylaitos
Määttä Rainer	RKTL/Särkijärven kalanviljelylaitos
Määttä Vesa	RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Nenonen Olli	Kemijoki Oy
Niemitalo Vesa	RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Nurmi Kari	Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri
Nyrönen Jukka	Oulun kalastuspiiri
Paananen Veli-Matti	Keski-Suomen kalastuspiiri
Pakkala Jukka	Kokkolan vesi- ja ympäristöpiiri
Partio Pasi	Raision tehtaas
Parviainen Pentti	Suomen Metsästäjä- ja Kalastajaliitto
Pasanen Pentti	RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Paukku Maiju	Cultor Oy
Pentikäinen Veikko	Taimen Oy
Penttinen Kari	Valtion kalatalousoppilaitos/Parainen
Piironen Jorma	RKTL/Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Pruuki Veijo	RKTL/Kalantutkimusosasto
Puhakka Esko	RKTL/Särkijärven kalanviljelylaitos
Puhakka Ossi	Kontiolahden kalanviljelylaitos
Pursiainen Helena	RKTL/Kainuun kalanviljelylaitos
Pursiainen Markku	RKTL/Kainuun kalanviljelylaitos
Pyykkönen Ari	RKTL/Kainuun kalanviljelylaitos
Pöntinen Taija	RKTL/Kalantutkimusosasto
Rannikko Petri	Turun kalastuspiiri
Raukola Ilkka	RKTL/Laukaan keskuskalanviljelylaitos
Reponen Seppo	Mikkelin kalastuspiiri
Ruohonen Kari	RKTL/Evon kalanviljelylaitos
Ruokolainen Jukka	Kainuun Kalankasvattajat ry
Rytilahti Juhani	RKTL/Simojoen kalanviljelylaitos
Räsänen Seppo	Pohjois-Suomen vesioikeus
Saastamoinen Jouko	Kainuun vesi- ja ympäristöpiiri
Salojärvi Kalervo	RKTL/Kalantutkimusosasto
Sarajärvi Kari	MH/Pohjanmaan piirikuntakonttori
Savikko Ari	MH/Pohjanmaan piirikuntakonttori

Setälä Marja-Leena
Soivio Antti
Solismaa Esa
Sotamaa Pekka
Strandman Ari
Sumari Olli
Suominen Hannele
Säkkinen Erkki
Söderholm-Tana Lena
Tainio-Markelin Sinikka
Tast Teemu
Tiitinen Jorma
Toikka Seppo
Toivonen Jorma
Tossavainen Seppo
Tulokas Jussi
Tuunainen Olli
Tuunainen Pekka
Westman Kai
Ylitalo Jussi
Yrjölä Rauno

Hämeen Smoltti Oy
RKTL/Kalantutkimusosasto
Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri
Taimen Oy
Vesi- ja ympäristöhallitus
Sumarin Kalanviljely Oy
Cultor Oy
RKTL/Pohjois-Suomen keskuskalanviljelylaitos
RKTL/Kalantutkimusosasto
RKTL/Kalanviljelyosasto
Kalatalouden Keskusliitto
Mikkelin kalastuspiiri
Oulun vesi- ja ympäristöpiiri
RKTL/Itä-Suomen keskuskalanviljelylaitos
Itumic Oy
Oulujoki Oy
Lapin kalastuspiiri
RKTL/Kalantutkimusosasto
RKTL/Kalanviljelyosasto
Insinööritoimisto Ylitalo Oy
RKTL/Kalantutkimusosasto

VALTION KALANVILJELYN NEUVOTTELUPÄIVÄT

- I. Valtion kalanviljelyn I neuvottelupäivät. 17.-18.3.1977, Lammi. Ei Julkaisua.
- II. Valtion kalanviljelyn II neuvottelupäivät. 7.-8.3.1978, Laukaan Pitkäniemi. Ei julkaisua.
- III. Valtion kalanviljelyn III neuvottelupäivät: Lohen viljely. 8.-9.5.1979, Laukaan Pitkäniemi. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 3/1981. 90 s.
- IV. Valtion kalanviljelyn IV neuvottelupäivät. 9.-10.4.1980, Lammin biologinen asema. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 14/1983. 70 s.
- V. Valtion kalanviljelyn V neuvottelupäivät: Lohen viljely. 2.-3.4.1981, Laukaan Pitkäniemi. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 17/1984. 67 s.
- VI. Valtion kalanviljelyn VI neuvottelupäivät. 30.-31.3.1982, Kuopio. Toim. A. Vihervuori. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 31/1985. 120 s.
- VII. Valtion kalanviljelyn VII neuvottelupäivät. 12.-14.4.1983, Punkaharju. Toim. A. Vihervuori. Helsinki. RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 51/1986. 119 s.
- VIII. Valtion kalanviljelyn VIII neuvottelupäivät. 10.-12.4.1984, Lammi. Toim. A. Vihervuori. Helsinki, RKTL kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja 98/1989. 149 s.
- IX. Valtion kalanviljelyn IX neuvottelupäivät. 17.-19.4.1985, Helsinki. Ei julkaisua.
- X. Valtion kalanviljelyn X neuvottelupäivät: Luonnonravintolammikkoviljely. 22.-24.4.1986, Kajaani. Ei julkaisua.
- XI. Valtion kalanviljelyn XI neuvottelupäivät: Kalatautien torjunta. Valtion kalanviljelylaitosten rakentamisen ja suunnittelun nykytila. 31.3.-1.4.1987, Polvijärvi. Helsinki, RKTL. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 42/1992. 68 s.
- XII. Valtion kalanviljelyn XII neuvottelupäivät: Kalanviljelyn tuotannon ja tutkimuksen tavoitteet. 19.-20.4.1988, Lahti. Ei julkaisua.
- XIII. Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät: Uhanalaisten arvokalalajien ja -kantojen säilyttäminen: tavoitteet ja keinot. 5.-6.4.1989, Jyväskylä. Helsinki, RKTL. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 31/1991. 74 s.
- XIV. Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät: Kalanviljely - vesiensuojelu ja valvonta. 9.-11.4.1990, Sotkamo. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar 56/1992. 121 s.
- XV. Valtion kalanviljelyn XV neuvottelupäivät: Tulosjohtaminen ja taloushallinto, valtion kalanviljelyn tavoiteohjelma sekä koe- ja kehittämistoiminta, kalanviljelyn rakenteet ja tekniikka. 9.-10.4.1991, Pudasjärvi. Julkaisu 1992.
- XVI. Valtion kalanviljelyn XVI neuvottelupäivät: Luonnonravintolammikkoviljely, uudet lajit ja rodunjalostus. 1.-2.4.1992, Kuopio. Julkaisu 1993.

KIITOKSET

Toimittajat haluavat lausua parhaat kiitokset Helena Pursiaiselle, joka kirjoitti alkuperäiset esitelmät yhtenäiseen muotoon.



- No. 42. Valtion kalanviljelyn XI neuvottelupäivät. Kalastustien torjunta. Valtion kalanviljelylaitosten suunnittelun ja rakentamisen nykytila (State fish culture conference, No. XI. Prevention of fish diseases. The present situation in the planning and building of the state fish culture stations). 31.3.-1.4.1987, Polvijärvi. Lavikainen, R. ja Rahkonen, R. (toim.). 68 s. Helsinki 1992.
- No. 43. AHONEN, M.: Inarijärveen vuosina 1965-1986 tehtyjen nierian Carlin-merkintöjen tulokset (Results of Carlin tagging experiments with arctic char (*Salvelinus alpinus* (L.)) in Lake Inari in 1965-1986). 38 s. Helsinki 1992.
- No. 44. SETÄLÄ, J. ja KLEMOLA, O.: Siian kalastajahinnanmuodostus Merenkurkussa (Factors affecting the price formation in the whitefish fishery in the northern Quark, the Baltic Sea). s. 1-46.
SETÄLÄ, J. ja AHLFORS, A.: Siian fileoinnin kannattavuus (Profitability of filleting whitefish (*Coregonus lavaretus* s.l. L.)). s. 47-77. Helsinki 1992.
- No. 45. AHVONEN, A., JUTILA, E., JÄRVENPÄÄ, T., LAPPALAINEN, A., RASK, M. ja VUORINEN, P.: Metsätalouden vaikutukset kaloihin, rapuihin ja kalatalouteen. Kirjallisuusselvitys (Effects of forestry on fish, crayfish and fishery. A review of the literature). 69 s. Helsinki 1992.
- No. 46. LECKLIN, T.: Nukutusaineiden toissijaiset fysiologiset vaikutukset järviäimenessä (The secondary physiological effects of some anesthetics on brown trout (*Salmo trutta* m. *lacustris* (L.))). 38 s. Helsinki 1992.
- No. 47. LEHTONEN, H., LAPPALAINEN, J., FORSMAN, L., SOIVIO, A., URHO, L., VUORINEN, P. J. ja TIGERSTEDT, C.: Ilmaston muutosten vaikutukset kaloihin, kalanviljelyyn, kalakantoihin ja kalastukseen. Kirjallisuusselvitys (The effects of climate change on fishes, aquaculture, fish stocks and fishing. A review of the literature). 119 s. Helsinki 1992.
- No. 48. Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston toiminnaksi vuodelle 1992 (Programme for the Fisheries Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992). s. 1-56.
Suunnitelma Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalanviljelyosaston toiminnaksi vuodelle 1992 (Programme for the Aquaculture Division of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1992). s. 57-86. Helsinki 1992.
- No. 49. KARTTUNEN, V. ja PRUUKI, V.: Tornionjoen lohi ja lohien kalastus (Status of the salmon stock and fisheries in the River Tornionjoki). 57 s. Helsinki 1992.
- No. 50. SALONEN, E.: Inarijärven kalataloudellinen käyttö- ja hoitosuunnitelma. Nykytila (A plan for the fisheries use and management of Lake Inari. The present stage). 157 s. Helsinki 1992.
- No. 51. TOIVONEN, A.L., HUDD, R. ja SVANBÄCK, G.: Pohjanlahden siikaloukkujen lajivalikoivuuden kehittäminen (Reduction of salmon bycatch in whitefish trap nets in the Gulf of Bothnia (Baltic)). 46 s. Helsinki 1992.
- No. 52. SAURA, A., MIKKOLA, J. ja IKONEN, E.: Kymijoen vaelluskalastus 1989-1991 (Report on the studies of migratory fish species in River Kymijoki in 1989-1991). s. 1-79.
LEINONEN, K. ja LEHTONEN, H.: Virkistyskalastuksen motiivit (Motives for recreational fishing). s. 81-101. Helsinki 1992.
- No. 53. RUNEBERG, J.: Behandling av spillvattnen på Östra Finlands Centralfiskodlingsanstalt (Treatment of the effluent on Central Fish Culture and Fisheries Research Station for Eastern Finland). 81 s. Helsingfors 1992.
- No. 54. JÄRVINEN, A., RASK, M., NIEMELÄ, E., RAITANIEMI, J. ja TURUNEN, T.: Yhdenntyn ympäristöseurannan järvien koekalastukset 1988-1990. (The results of test fishings in the lakes of integrated monitoring in 1988-1990). s. 1-10.
ERKINARO, J., NIEMELÄ, E. ja RASK, M.: Lapin happamoitumistutkimus - taimenen poikastutkimukset Lutto- ja Paatajoen vesistöalueilla. (Acidification survey in Lapland - studies on brown trout (*Salmo trutta* L.) juveniles in Luttojoki and Paatajoki river systems). s. 11-34.
JÄRVINEN, M., RASK, M., KUOPPAMÄKI, K., MAKKONEN, E., RUUHJÄRVI, J. ja ARVOLA, L.: Iso Valkjärven kalkituskokeen vesikemialliset ja biologiset tutkimukset. (Hydrochemical and biological studies of the liming experiment in Lake Iso Valkjärvi). s. 35-60.
VUORINEN, P., PEURANEN, S., VUORINEN, M. ja RASK, M.: Kalkituksen akuttit vaikutukset ahvenen ja pitkäaikaiset vaikutukset siian elintoihin Isossa Valkjärvestä. (The Iso Valkjärvi liming experiment: acute effects on perch (*Perca fluviatilis* L.) and long-term effects on whitefish (*Coregonus lavaretus* L.)). s. 61-84.
RAITANIEMI, J., RASK, M., JÄRVINEN, A. ja NYBERG, K.: Kalakantojen kehitys Etelä-Suomen pienissä happamoituneissa järvissä kalkituksen jälkeisinä vuosina. (Observations on the development of fish populations in small acidified lakes in southern Finland during a few year's period after liming). s. 85-102.
LAPPALAINEN, A.: Suomalaisen suhtautuminen vesistöjen happamoitumisen torjuntatoimenpiteisiin. (The attitudes towards emission control and liming of the acidified lakes in Finland). s. 103-126. Helsinki 1992.
- No. 55. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen toimintakertomus vuodelta 1991 (Report on the activities of the Finnish Game and Fisheries Research Institute in 1991). 159 s. Helsinki 1992.
- No. 56. Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät. Kalanviljely, vesien suojelu ja valvonta (State fish culture conference, No. XIV. Fish culture, protection of waters and inspection). 10.-11.4.1990, Sotkamo. Pursiainen, M. ja Rahkonen, R. (toim.). 121 s. Helsinki 1992.

RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

**KALATUTKIMUKSIA-
FISKUNDERSÖKNINGAR**



SISÄLTÖ – INNEHÅLL – CONTENTS

Valtion kalanviljelyn XIV neuvottelupäivät. Kalanviljely, vesiensuojelu ja valvonta (State fish culture conference, No. XIV. Fish culture, protection of waters and inspection) (Statens XIV fiskodlings konferens. Fiskodling, vattenskydd och övervakning). 10.-11.4.1990, Sotkamo. Pursiainen, M. ja Rahkonen, R. (toim.). 121 s.

**ISSN 0787-8478
Helsinki 1992
Yliopistopaino**